

(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
2016年8月11日(11.08.2016)

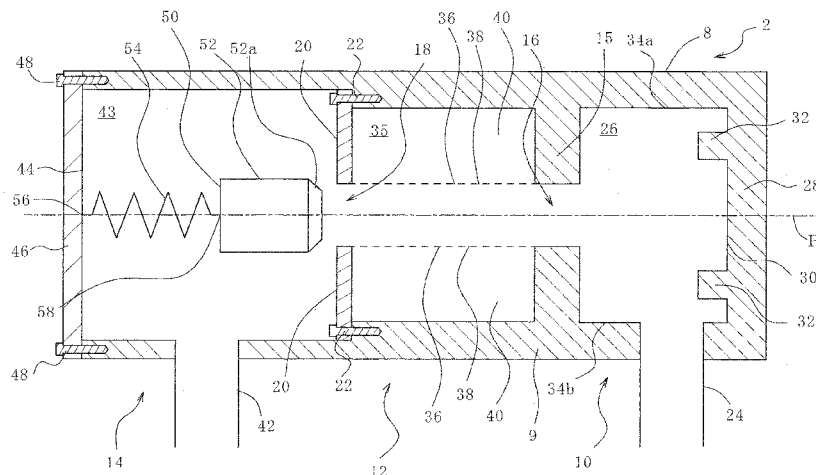


(10) 国際公開番号
WO 2016/125505 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 1/02 (2006.01) *F01N 1/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050044
- (22) 国際出願日: 2016年1月4日(04.01.2016)
- (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 2015-020473 2015年2月4日(04.02.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBELCO STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 菊池 政寛(KIKUCHI, Masahiro). 次橋 一樹(TSUGIHASHI, Kazuki). 福島 洋輔(FUKUSHIMA, Yosuke). 平田 和也(HIRATA, Kazuya). 木内 優(KIUCHI, Suguru).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロパ (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))

(54) Title: SOUND DEADENING DEVICE

(54) 発明の名称: 消音器



(57) Abstract: A sound deadening device 2 has an introduction and damping section 10. The introduction and damping section 10 is provided with: an introduction section 24 for introducing fluid; an expansion chamber 26; and a delivery section 16. The expansion chamber 26 is in communication with the introduction section 24, has a flow passage cross-section greater than that of the introduction section 24, and has a protrusion 32 on a surface extending in the direction of travel of a sound wave, the resonance of which is to be suppressed. The delivery section 16 is in communication with the expansion chamber 26, has a flow passage cross-section smaller than that of the expansion chamber 26, and delivers fluid in a direction different from the direction in which the fluid is introduced. As a result, the resonance of a sound wave is weakened to prevent an increase in sound pressure within the sound deadening device 2, thereby preventing the sound deadening effect from decreasing.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/125505 A1



消音器 2 は、導入減衰部 10 を有する。導入減衰部 10 は、流体を導入する導入部 24 と、拡張室 26 と、導出部 16 とを備える。拡張室 26 は、導入部 24 と連通し、導入部 24 の流路断面よりも大きな流路断面を有し、共鳴を抑制すべき音波の進行方向に沿った面に凸部 32 を有する。導出部 16 は、拡張室 26 と連通し、拡張室 26 の流路断面よりも小さな流路断面を有し、流体の導入方向とは異なる方向に流体を導出する。従って、音波の共鳴を弱めて消音器 2 の内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止する。

明 細 書

発明の名称：消音器

技術分野

[0001] 本発明は、消音器に関する。

背景技術

[0002] 圧縮機の出口空間では大きな音波が生じていることが知られている。これら音波を減衰できることは種々の理由から有用である。

[0003] このような音波の減衰機能を備える消音器が、例えば特許文献１に開示されている。

[0004] 特許文献１の消音器は、導入パイプと、排出パイプと、これらと連通する膨張室とを備える。この消音器では、導入パイプ、膨張室、及び排出パイプの断面変化によりインピーダンスの急激な変化が生じて、その境界で音波が反射することにより消音効果が発揮される。

[0005] しかし、特許文献１の消音器では、膨張室から流体を排出する方向の対向面において共鳴が生じる。従って出口付近の音圧が高くなり消音効果が低下する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：実開平０２－１２４２１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、消音器において、音波の共鳴を抑制し、消音効果を向上することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、流体を導入する導入部と、前記導入部と連通し、前記導入部の流路断面よりも大きな流路断面を有し、共鳴を抑制すべき音波の進行方向に沿った面に非平坦部を有する拡張室と、前記拡張室と連通し、前記拡張室の

流路断面よりも小さな流路断面を有し、前記流体の導入方向とは異なる方向に前記流体を導出する導出部とを備える、導入減衰部を含む消音器を提供する。

[0009] この構成によれば、消音器の内壁面に非平坦部を備えることで音波の共鳴を弱め、消音器の内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止できる。消音器は、導入部、拡張室、及び導出部の断面変化によりインピーダンスの急激な変化が生じて、その境界で音波が反射することによる消音効果を発揮する。しかし、所定の周波数の音波は拡張室内で所定の周波数の共鳴を起こす。この共鳴を起こす周波数の音波に対し、非平坦部が干渉することで共鳴を抑制する。従って、内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止できる。

[0010] 前記非平坦部は凸部を備えることが好ましい。

[0011] 前記凸部の高さは、前記流体の導入方向から見て前記流体の流路に干渉しない高さであることが好ましい。

[0012] この構成によれば、圧力損失の増大を防止できる。流体の流路に凸部が存在すると、流れに対する障害物となるため圧力損失が増大するおそれがある。凸部の高さを流路に干渉しない高さ未満に規定することで、圧力損失の増大を防止できる。

[0013] 前記非平坦部は凹部を備えていてもよい。

[0014] この構成によれば、凹部を設けることより凸部と同様に拡張室内での共鳴を弱め、消音器の内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止できる。また、凹部を設けることよりサイドブランチの効果が追加される。

[0015] 前記凹部は、孔部と、前記孔部を閉塞する閉塞板とで構成されていることが好ましい。

[0016] この構成によれば、簡易な構成で凹部を実現できる。また、導入減衰部を鋳造で製造する場合、孔部を使用して拡張室内の砂などを排出できる。また、消音器の組み立て及びユニットに設置した後においても棒などを孔部から挿入して各部に接触し、各部の状態や動作を確認することもできる。

- [0017] 前記非平坦部は、凸部及び凹部を備えていてもよい。また、前記凸部の高さは、前記流体の導入方向から見て前記流体の流路に干渉しない高さであることが好ましい。また、前記凹部は、孔部と、前記孔部を閉塞する閉塞板とで構成されていることが好ましい。
- [0018] 前記閉塞板を固定するためのねじ穴が前記凸部に設けられていることが好ましい。
- [0019] この構成によれば、消音器本体の板厚を厚くせず、ねじ山を十分に掛けてボルトで固定することができる。
- [0020] 前記非平坦部が形成されている面積は、前記非平坦部が形成されている内壁面における前記非平坦部が形成されていない面積に対して半分以下であることが好ましい。
- [0021] この構成によれば、非平坦部の形成面積を非形成面積の半分以下に規定することで、拡張室本来の周波数特性を保持できる。拡張室本来の周波数特性とは、非平坦部が形成されている内壁面に垂直な方向の音波の干渉による消音特性をいう。非平坦部の形成面積が規定値を超えると、非平坦部自体が壁面として作用するため、拡張室本来の周波数特性が失われる（変化する）。
- [0022] 前記非平坦部の一部は、前記流体の導入方向において前記拡張室を形成する対向面間の中央に設けられていることが好ましい。
- [0023] 非平坦部の一部が共鳴を生じさせる対向面間の中央の位置に設けられることで、拡張室の共鳴をより効果的に抑制できる。対向面間の中央となる位置では粒子速度が最も速いため、この粒子速度の速い粒子に非平坦部が干渉して作用することでより大きな消音効果を発揮できる。
- [0024] 前記流体の流れ方向に配置された音の複数の減衰部を備え、前記複数の減衰部のうち、最上流の前記減衰部は前記導入減衰部であり、前記複数の減衰部のうち、最下流の前記減衰部は排出減衰部であり、前記排出減衰部は、前記排出減衰部に隣接する隣接減衰部と連通する部分である第2中間連通部と、前記排出減衰部に配置され、前記第2中間連通部を閉塞可能な弁部と、前記弁部を、前記第2中間連通部を閉じる方向に弾性的に付勢する付勢部材と

、前記弁部を保持し、前記複数の減衰部を備える筐体に着脱可能な弁保持部と、前記弁保持部とは異なる部分に設けられ、前記排出減衰部から前記流体を導出する排出部とを備えることが好ましい。

[0025] この構成によれば、弁部を最下流の排出減衰部の内部に配置しているので、消音器をコンパクトに構成できる。また、複数の減衰部を流体の流れ方向に配置し、減衰部間の仕切部に中間連通部を設けることにより、広範囲の周波数領域の音波を減衰させることができる。また、筐体の弁保持部に、中間連通部を閉塞可能な弁部を設けているので、流体の逆流を防止できる。また、弁部を、筐体に着脱可能な弁保持部に設け、排出部を筐体の弁保持部以外の部分に設けているので、排出部の下流の配管を取り外すことなく、弁部のメンテナンスができる。すなわち、広範囲の周波数領域の音を減衰させること、及び流体の逆流を防止する弁部のメンテナンスを容易に行えるようにすることをコンパクトな構造で実現できる。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、消音器の内壁面に非平坦部を備えることで音波の共鳴を抑制でき、消音効果を向上できる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の第1実施形態の消音器を適用した装置の一部を示す概略図。

[図2]本発明の第1実施形態の消音器を示す縦断面模式図。

[図3]図2の平坦面及び凸部を軸方向から見た横断面模式図。

[図4]流入部から導入減衰部の拡張室を見た模式図。

[図5]凸部の有無による消音器の減音量を示すグラフ。

[図6]本発明の第2実施形態の消音器を示す縦断面模式図。

[図7]図6の平坦面及び凹部を軸方向から見た横断面模式図。

[図8]図6の閉塞板を外して整備を行う例を示す図。

[図9]本発明の第3実施形態の消音器を示す縦断面模式図。

[図10]図9の平坦面、凸部、及び凹部を軸方向から見た横断面模式図。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。なお、以下の説明では、方向や位置を表す用語（例えば、「上流側」、「下流側」等）を便宜上用いるが、これらは発明の理解を容易にするためであり、それらの用語の意味によって本発明の技術的範囲が限定されるものではない。また、以下の説明は、本発明の一形態の例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

[0029] （第 1 実施形態）

図 1 は、第 1 実施形態の消音器 2 を適用した装置（スクリュ圧縮機）の一部を示す概略図である。消音器 2 は、流体の流れに重畳して音波が伝搬される流路に組み込まれる。本実施例では、流体である圧縮空気の流通により生じる音を消音するために、消音器 2 がスクリュ圧縮機本体 4 の吐出流路 6 に配置されている。

[0030] 図 2 を参照して、第 1 実施形態の消音器 2 の構成を説明する。

[0031] 図 2 は、第 1 実施形態の消音器 2 を示す縦断面模式図である。図 2 に示すように、消音器 2 は、内部に圧縮空気（流体）を流通させるように、軸 P を中心とした円筒状に消音器本体（筐体）8 が形成されている。消音器本体 8 は、円筒形状の側面を形成する側壁 9 を有し、側壁 9 の上流側端部は円形状の閉塞部 28 によって閉塞されており、対向する下流側端部には円形状の開口部 44 が設けられている。開口部 44 は、着脱可能な蓋部（弁保持部）46 によって閉塞されている。蓋部 46 は、外形が消音器本体 8 の開口部 44 と略同形状であり、ボルト 48 を用いて消音器本体 8 に締結されている。

[0032] 消音器本体 8 は、閉塞部 28 から軸 P の方向（図において左側）に所定距離（例えば全長の $1/3$ 程度）離れた位置に、側壁 9 から径方向内側へ突出した仕切壁 15 が設けられている。仕切壁 15 には、軸 P の方向から見て、軸 P と同心の円形の貫通孔である第 1 中間連通部（導出部）16 が形成されている。また、仕切壁 15 と開口部 44 の間には、円環状の仕切部 20 が軸 P と同心に配置されている。仕切部 20 は、軸 P の方向から見て、軸 P と同心の円形の貫通孔である第 2 中間連通部 18 を有し、ボルト 22 を用いて着

脱可能に消音器本体 8 に締結されている。

[0033] 消音器本体 8 内には、軸 P の方向に上流側から下流側へ向かって順に、導入減衰部 10、隣接減衰部 12、及び排出減衰部 14 が設けられている。導入減衰部 10 と隣接減衰部 12 は、仕切壁 15 によって仕切られており、これらを連通する第 1 中間連通部 16 を共有している。また、隣接減衰部 12 と排出減衰部 14 は、仕切部 20 によって仕切られており、これらを連通する第 2 中間連通部 18 を共有している。なお、本実施形態では消音器本体 8 は円筒状に形成されているが、多角筒状に形成されていてもよい。

[0034] 導入減衰部 10 は、最上流に配置されており、軸 P に直交する方向に圧縮空気を導入する円形状の導入部 24 と、導入部 24 及び第 1 中間連通部 16 と連通している拡張室 26 とを備える。導入部 24 は、拡張室 26 の軸 P の方向の端部以外の消音器本体 8、即ち側壁 9 に配置されている。拡張室 26 は、側壁 9、閉塞部 28、及び仕切壁 15 のそれぞれの内面によって画定されており、導入部 24 及び第 1 中間連通部 16 の流路断面よりも大きな流路断面を有している。閉塞部 28 の内壁面には、軸 P に直交する平坦面 30、及び平坦面 30 から軸 P の方向（図において左側）に凸の形状を有する凸部（非平坦部）32 が形成されている。

[0035] 図 3 は、平坦面 30 及び凸部 32 を軸 P の方向から見た横断面模式図である。図 2 及び図 3 に示すように、本実施形態では、円柱形状の凸部 32 が 4 つ配置されている。4 つの凸部 32 は、軸 P を中心とし、拡張室 26 の内径に対して $3/4$ 程度の径の円周上に等間隔で配置されている。このような閉塞部 28 の内壁面における凸部 32 の配置において、凸部 32 の形成面積は、凸部 32 の非形成面積（即ち平坦面 30 の面積）に対して半分以下であるように凸部 32 は配置されている。

[0036] この面積関係を満たしていれば図 3 に示す配置に限定されず、任意の配置としてもよい。好ましくは、凸部 32 の配置は、凸部 32 の一部が図 2 の上下方向（導入部 24 における圧縮流体の導入方向）における対向面 34 a、34 b の中央に配置されている方がよい。これは対向面 34 a、34 b 間の

中央付近では壁面 34 a, 34 b から遠いので粒子速度が速くなっているため、より大きな干渉効果が期待できるためである。本実施形態のように消音器本体 8 が円筒状である場合、対向面 34 a, 34 b は実質的に 1 つの面であるが、この場合、対向面 34 a, 34 b は、拡張室 26 の内壁面における上部と下部を示す。即ち本実施形態では、拡張室 26 の内壁面における上部と下部の中央である円筒状の中心軸 P を含むように凸部 32 が配置されていることが好ましい。

[0037] また、本実施形態では、4 つの凸部 32 を設けたが、凸部 32 の数はこれに限定されず、1 つであってもよいし複数であってもよい。凸部 32 の形状も円柱形状に限定されず、例えば、三角形や四角形のような多角形又はリング形状の柱体もしくは錐体であってもよい。

[0038] 図 4 は、導入部 24 から導入減衰部 10 の拡張室 26 を見た模式図である。図 4 に示すように、凸部 32 の高さ（軸 P の方向の凸量）は、導入部 24 から導入される圧縮空気と干渉しないように規定されている。即ち、導入部 24 から圧縮空気を導入する方向から見て、導入部 24 の円形状と凸部 32 の長方形は干渉していない。本実施形態では、凸部 32 の高さは、拡張室 26 の軸 P の方向の長さに対して 1 / 5 程度としている。

[0039] なお、本実施形態では、4 つの凸部 32 の高さを同じ高さとしているが、凸部 32 の高さは導入部 24 から導入される圧縮空気と干渉しなければよく、各凸部 32 が別々の高さを有していてもよいし、いくつかの凸部 32 が同じ高さであってもよい。また、凸部 32 は、消音器本体 8 と一体に形成されていることが好ましいが、別体で構成されていてもよく、その材質も特に限定されない。また、凸部 32 は閉塞部 28 の内壁面（消音器 2 の端部）にのみ配置されているが、導入減衰部 10 の拡張室 26 においてこれに対向する第 1 中間連通部 16 側の面にも配置することが好ましい。これによりさらなる消音効果が期待できるためである。

[0040] 図 2 を参照して、隣接減衰部 12 は、導入減衰部 10 及び排出減衰部 14 に隣接して配置されている。即ち、隣接減衰部 12 は、導入減衰部 10 及び

排出減衰部 1 4 の間に配置されている。隣接減衰部 1 2 は、第 1 中間連通部 1 6 及び第 2 中間連通部 1 8 と軸 P の方向に連通している拡張室 3 5 を備える。隣接減衰部 1 2 の拡張室 3 5 は、側壁 9、仕切壁 1 5、及び仕切部 2 0 のそれぞれの内面によって画定されており、第 1 中間連通部 1 6 及び第 2 中間連通部 1 8 の流路断面よりも大きな流路断面を有している。

[0041] 隣接減衰部 1 2 の拡張室 3 5 は、多孔板 3 6 を有する吸音室である。多孔板 3 6 は、鉄やアルミニウム等の金属や合成樹脂により形成されている。多孔板 3 6 は、第 1 中間連通部 1 6 及び第 2 中間連通部 1 8 の間で軸 P の方向に延びるように、第 1 中間連通部 1 6 及び第 2 中間連通部 1 8 の径方向外側に配置されている。即ち、多孔板 3 6 は拡張室 3 5 を径方向に分割する。多孔板 3 6 には圧縮空気が通過する複数の貫通孔 3 8 が軸 P の方向に延在している。拡張室 3 5 の、多孔板 3 6 よりも径方向外側であり、かつ、消音器本体 8 よりも径方向内側である空間には、背後空気層 4 0 が形成されている。

[0042] 貫通孔 3 8 を有する多孔板 3 6 及び背後空気層 4 0 によって、音波に対して貫通孔 3 8 内における媒質（空気など）と内壁面との粘性摩擦による圧力減衰が発生する。さらに、媒質が貫通孔 3 8 から噴出する際に生じる渦による圧力減衰も発生する。これにより、吸音効果が発揮される。特に、内壁面との粘性摩擦による圧力減衰に関しては、共振周波数の音に対してその効果が大きく、共振周波数は、背後空気層 4 0 の厚さ、貫通孔 3 8 の断面積や開口率、及び多孔板 3 6 の板厚によって任意に設計できる。本実施形態では、多孔板 3 6 及び背後空気層 4 0 の構成であるが、これに代えて、グラスウールやロックウールなどの多孔質材料からなる吸音材を使用してもよい。これに加えて、使用環境が高温の場合には、鉄やステンレス等の金属繊維材料を使用してもよい。

[0043] 図 2 を参照して、排出減衰部 1 4 は、最下流に配置されており、軸 P に直交する方向に圧縮空気を導出する円形状の排出部 4 2 と、排出部 4 2 及び第 2 中間連通部 1 8 と連通している拡張室 4 3 とを備える。排出部 4 2 は、拡張室 4 3 の軸 P の方向の端部以外の消音器本体 8、即ち側壁 9 に配置されて

いる。排出減衰部 14 の拡張室 43 は、側壁 9、仕切部 20、及び蓋部 46 のそれぞれの内面によって画定されており、排出部 42 及び第 2 中間連通部 18 の流路断面よりも大きな流路断面を有している。蓋部 46 には、第 2 中間連通部 18 を閉塞可能な弁部 50 が設けられている。なお、本実施形態では排出部 42 における圧縮空気の導出方向は、軸 P に直交する方向としているが、導出方向はこれに限らず、例えば軸 P に対して傾斜した方向に導出してもよい。

[0044] 弁部 50 は、弁本体 52 及び付勢部材 54 を備える。弁部 50 は、軸 P と同軸に配置されている。弁本体 52 は軸 P の方向の先端側部分 52a が第 2 中間連通部 18 を押圧することにより第 2 中間連通部 18 を閉塞可能である。弁部 50 は、一端 56 が蓋部 46 に固定され、他端 58 が弁本体 52 に固定されている。付勢部材 54 は、蓋部 46 を消音器本体 8 の開口部 44 に取り付けた状態で、弁本体 52 を軸 P の方向に弾性的に付勢し、弁本体 52 により第 2 中間連通部 18 を閉塞する大きさである。

[0045] 次に、第 1 実施形態の消音器 2 の作用を説明する。

[0046] 図 1 及び図 2 を参照して、スクリュ圧縮機が作動すると、スクリュ圧縮機本体 4 の吐出口 59 から吐出流路 6 に圧縮空気が吐出され、該圧縮空気は軸 P に直交する方向に導入部 24 から消音器 2 に導入される。従って、圧縮機の出口空間に生じている音波を減衰でき、消音できる。導入部 24 から拡張室 26 へ導入された圧縮空気は、拡張室 26 内で軸 P の方向へ進行方向が曲げられ、第 1 中間連通部 16 から隣接減衰部 12 へと流動する。

[0047] 導入部 24 から拡張室 26 への導入の際、圧縮空気の流路断面積は大きくなる。即ち、インピーダンスが急激に変化するため、音波は導入減衰部 10 の内部で反射を生じて減衰する。具体的には、導入部 24 と拡張室 26 との境界部、第 1 中間連通部 16 と拡張室 26 との境界部で反射を生じて減衰する。このように、拡張室 26 を設けることにより流路断面積を変化させることで、圧縮空気が流通する際に生じる音を減衰させることができる。本実施形態の導入減衰部 10 は、低周波数領域の音波を減衰させる低周波数側減衰

部である。

[0048] また、導入減衰部 10 において閉塞部 28 の内壁面に凸部 32 を備えることで音波の共鳴を弱め、消音器 2 の内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止できる。通常、このような消音器 2 において、導入部 24 から導入された圧縮空気は、拡張室 26 の対向面 34 a, 34 b 間で所定の周波数の共鳴が発生する。この所定の周波数の共鳴は、音波の波長 λ の半波長 $1/2 \lambda$ が対向面 34 a, 34 b 間の距離又はその整数倍に一致するときに起こり、これらの場合には消音効果が低下する。本実施形態では、凸部 32 がこの共鳴を起こす周波数の音波に対し、干渉することで共鳴を抑制できる。従って内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止できる。

[0049] 圧縮空気の流路に凸部 32 が存在すると、流れに対する障害物となるため圧力損失が増大するおそれがある。これを防止するため、凸部 32 の高さを流路に干渉しない高さ未満に規定することで、圧力損失の増大を防止できる（図 4 参照）。

[0050] また、閉塞部 28 の内壁面において、凸部 32 の形成面積を非形成面積（即ち平坦面 30 の面積）の半分以下に規定する（図 3 参照）ことで、拡張室 26 本来の周波数特性を保持できる。拡張室 26 本来の周波数特性とは、軸 P の方向の音波の干渉による消音特性をいう。凸部 32 の形成面積が規定値を超えると、凸部 32 自体が壁面として作用するため、拡張室 26 本来の周波数特性が失われる（変化する）。

[0051] また、共鳴を生じさせる上下方向の対向面 34 a, 34 b 間の中央の位置に凸部 32 の一部が設けられた場合、拡張室 26 の共鳴をより効果的に抑制できる。対向面 34 a, 34 b 間の中央となる位置では粒子速度が最も速いため、凸部 32 が干渉して作用することでより大きな消音効果を発揮できる。

[0052] 図 5 は、凸部 32 の有無による消音器の減音量を示すグラフである。図 5 に示すように凸部 32 を備えることで、拡張室 26 で共鳴が生じる周波数（1250 Hz 及び 2500 Hz）において共鳴が弱まり、減音量が大きくな

っている。

[0053] 図2を参照して隣接減衰部12では、第1中間連通部16から流入した圧縮空気は、複数の貫通孔38を通過する。この際、貫通孔38内における圧縮空気と内壁面との粘性摩擦による圧力減衰が発生し、さらに、圧縮空気が貫通孔38から噴出する際に生じる渦による圧力減衰が発生することで、吸音効果が発揮される。その後、背後空気層40領域の圧縮空気は、複数の貫通孔38を通過して多孔板36の内部へと戻り、第2中間連通部18から排出減衰部14へ流入する圧縮空気に合流する。本実施形態の隣接減衰部12は、高周波数領域の音波を減衰させる高周波数側減衰部である。特に、高周波領域の音波はビーム状にすり抜けることがあるため、圧縮空気が一方向に前進する構造では十分な消音効果が得られないことがある。導入減衰部10で流路の方向を変えていることで、音の方向を変化させ、多孔板36に角度を持って音波を入射させることができる。これにより、高周波の音であっても低減が可能となる。

[0054] このように低周波数領域及び高周波数領域の音波が減衰した圧縮空気は、第2中間連通部18を通過し、付勢部材54の付勢力に抗して弁部50の弁本体52を開口部44側に押し下げ、流路断面積が大きくなる排出減衰部14の拡張室43へ流入する。

[0055] 排出減衰部14では、第2中間連通部18から流入した圧縮空気は、圧縮空気が導入減衰部10に導入された場合と同様に、特に低周波数領域の音波が排出減衰部14の内部で反射を生じて減衰する。このように、流路断面積を変化させることにより、圧縮空気を生成する際に生じ、下流に伝播してきた音波を減衰させることができる。従って、排出減衰部14は、低周波数領域の音波を減衰させる低周波数側減衰部である。そして圧縮空気は、軸Pの方向に流通していた進行方向が、軸Pの方向と直交する方向に曲げられ、排出部42から導出される。

[0056] これらの構成によれば、弁部50を最下流の排出減衰部14の内部に配置しているので、消音器2をコンパクトに構成できる。また、複数の減衰部1

0, 12, 14を圧縮空気の流れ方向に配置し、これらの間に第1中間連通部16及び第2中間連通部18をそれぞれ設けることにより、広範囲の周波数領域の音波を減衰させることができる。また、消音器本体8の弁保持部46に、第2中間連通部18を閉塞可能な弁部50を設けているので、圧縮空気の逆流を防止できる。また、弁部50を、消音器本体8に着脱可能な弁保持部46に設け、排出部42を消音器本体8の弁保持部46以外の部分に設けているので、排出部42の下流の配管を取り外すことなく、弁部50のメンテナンスができる。すなわち、広範囲の周波数領域の音波を減衰させること、及び圧縮空気の逆流を防止する弁部50のメンテナンスを容易に行えるようにすることをコンパクトな構造で実現できる。

[0057] (第2実施形態)

図6は、第2実施形態の消音器2を示す縦断面模式図である。本実施形態の消音器2は、導入減衰部10の端部に関する部分以外の構成は図2の第1実施形態と同様である。従って、図1に示した構成と同様の部分については同様の符号を付して説明を省略する。

[0058] 図6に示すように、第2実施形態の消音器2は、導入減衰部10の拡張室26の軸Pの方向の端部において凹部（非平坦部）62及び平坦面30が形成されている。凹部62は消音器本体8を貫通する円形状の孔部64、及び孔部64を閉塞する閉塞板66から構成されている。従って、導入減衰部10の軸Pの方向の端部は第1実施形態のように閉塞部28を有しておらず、孔部64によって開口した開口部68を有している。

[0059] 凹部62を設けることより第1実施形態の凸部32と同様に拡張室26内での共鳴を弱め、消音器2の内部音圧の上昇を抑制し、消音効果の低下を防止できる。また、凹部62を設けることによりサイドブランチの効果が追加される。

[0060] また、凹部62を孔部64及び閉塞板66により構成することで、消音器本体8を鋳造で製造する場合など、閉塞板66を取り外して孔部64から拡張室26内の砂などを排出できる。また、消音器2の組み立て及びユニット

に設置した後においても棒 70 などを孔部 64 から挿入して各部に接触し、例えば、弁部 50 の状態や動作を確認することもできる（図 7 参照）。

[0061] 図 8 は、図 6 の平坦面 30 及び凹部 62 を軸 P の方向から見た横断面模式図である。図 6 及び図 8 に示すように、凹部 62 は、拡張室 26 の図 6 の上下方向（導入部 24 において流体を導入する方向）の対向面 34 a, 34 b 間の中央に軸 P と同心に配置されている。このような開口部 68 の内壁面における凹部 62 の配置において、凹部 62 の形成面積は、凹部 62 の非形成面積（即ち平坦面 30 の面積）に対して半分以下であるように凹部 62 は配置されている。

[0062] なお、凹部 62 の配置は、この面積関係を満たしていれば図 7 に示す配置に限定されず、任意の配置としてもよい。ただし、本実施形態のように凹部 62 の一部は拡張室 26 の対向面 34 a, 34 b 間の中央に配置されていることが好ましい。また、本実施形態では、1 つの凹部 62 を設けたが、凹部 62 の数はこれに限定されず、1 つであってもよいし複数であってもよい。凹部 62 の形状も円形状に限定されず、例えば、三角形や四角形のような多角形状又はリング形状の柱状もしくは錐状であってもよい。

[0063] （第 3 実施形態）

図 9 は、第 3 実施形態の消音器 2 を示す縦断面模式図である。本実施形態の消音器 2 は、導入減衰部 10 の端部に関する部分以外の構成は図 2 の第 1 実施形態と同様である。従って、図 1 に示した構成と同様の部分については同様の符号を付して説明を省略する。

[0064] 図 9 に示すように、第 3 実施形態の消音器 2 は、導入減衰部 10 において凸部（非平坦部）32 及び凹部（非平坦部）62 を有している。凹部 62 は消音器本体 8 を貫通する円形状の孔部 64、及び孔部 64 を閉塞する閉塞板 66 から構成されている。従って、導入減衰部 10 の端部は第 1 実施形態のように閉塞部 28 を有しておらず、第 2 実施形態のように孔部 64 によって開口した開口部 68 を有している。

[0065] このように、導入減衰部 10 において共鳴を抑制する部分は凸部 32 及び

凹部 6 2 が組み合わされた態様であってもよい。凸部 3 2 及び凹部 6 2 が組み合わされた場合も第 1 実施形態の凸部 3 2 の場合及び第 2 実施形態の凹部 6 2 の場合と同様に拡張室 2 6 内で共鳴する音波に干渉して共鳴を抑制できるためである。

[0066] 凸部 3 2 の内部には、閉塞板 6 6 を固定するためのねじ穴 7 2 が設けられている。この構成により、消音器本体 8 の厚みを厚くせず、ねじ山を十分に掛けてボルト 2 2 で固定できる。また、凸部 3 2 の高さ（軸 P の方向の凸量）は、第 1 実施形態と同様に導入部 2 4 から導入される圧縮空気と干渉しないように規定されている。

[0067] 図 1 0 は、図 9 の平坦面 3 0、凸部 3 2、及び凹部 6 2 を軸 P の方向から見た横断面模式図である。図 9 及び図 1 0 に示すように、凹部 6 2 は、軸 P と同心に拡張室 2 6 の上下方向の対向面 3 4 a、3 4 b 間の中央に配置されている。このような開口部 6 8 の内壁面における凸部 3 2 及び凹部 6 2 の配置において、凸部 3 2 及び凹部 6 2 の形成面積は、凸部 3 2 及び凹部 6 2 の非形成面積（平坦面 3 0 の面積）に対して半分以下であるように凸部 3 2 及び凹部 6 2 は配置されている。

[0068] なお、凸部 3 2 及び凹部 6 2 の配置は、この面積関係を満たしていれば図 1 0 に示す配置に限定されず、任意の配置としてもよい。ただし、凸部 3 2 又は凹部 6 2 の一部は拡張室 2 6 の対向面 3 4 a、3 4 b 間の中央に配置されていることが好ましい。また、本実施形態では、4 つの凸部 3 2 及び 1 つの凹部 6 2 を設けたが、凸部 3 2 及び凹部 6 2 の数はこれに限定されず、それぞれ 1 つであってもよいし複数であってもよい。凸部 3 2 及び凹部 6 2 の形状も円形状に限定されず、例えば、三角形や四角形のような多角形状又はリング形状の柱状もしくは錐状であってもよい。

[0069] また、第 1 から第 3 実施形態では圧縮空気の導入方向に沿った面に凸部 3 2 又は凹部 6 2 が配置されているが、配置場所はこれに限らず、共鳴を抑制すべき音波の進行方向に沿った面であればよい。従って、例えば、導入方向に対向する面（対向面 3 4 a、3 4 b）等であってもよい。

[0070] また、第1から第3実施形態では、導入減衰部10、隣接減衰部12、及び排出減衰部14の3つの減衰部を備える消音器2を説明したが、例えば導入減衰部10のみであっても消音効果は期待できる。従って、必ずしも複数の減衰部を要するわけではなく、減衰部は1つであってもよい。

[0071] 上記の実施形態では、圧縮機を例に説明したが、消音器2は、圧縮機以外、例えば、エンジン等を有する自動車、鉄道車両、船舶等に組み込んでもよい。

符号の説明

- [0072]
- 2 消音器
 - 4 圧縮機本体
 - 6 吐出流路
 - 8 消音器本体（筐体）
 - 9 側壁
 - 10 導入減衰部
 - 12 隣接減衰部
 - 14 排出減衰部
 - 15 仕切壁
 - 16 第1中間連通部（導出部）
 - 18 第2中間連通部
 - 20 仕切部
 - 22 ボルト
 - 24 導入部
 - 26 拡張室
 - 28 閉塞部
 - 30 平坦面
 - 32 凸部（非平坦部）
 - 34 a, 34 b 対向面（壁面）
 - 35 拡張室

- 3 6 多孔板
- 3 8 貫通孔
- 4 0 背後空気層
- 4 2 排出部
- 4 3 拡張室
- 4 4 開口部
- 4 6 蓋部（弁保持部）
- 4 8 ボルト
- 5 0 弁部
- 5 2 弁本体
- 5 2 a 先端側部分
- 5 4 付勢部材
- 5 6 一端
- 5 8 他端
- 5 9 吐出口
- 6 2 凹部（非平坦部）
- 6 4 孔部
- 6 6 閉塞板
- 6 8 開口部
- 7 0 棒
- 7 2 ねじ穴
- 7 4 ボルト

請求の範囲

- [請求項1] 流体を導入する導入部と、
前記導入部と連通し、前記導入部の流路断面よりも大きな流路断面を有し、共鳴を抑制すべき音波の進行方向に沿った面に非平坦部を有する拡張室と、
前記拡張室と連通し、前記拡張室の流路断面よりも小さな流路断面を有し、前記流体の導入方向とは異なる方向に前記流体を導出する導出部と
を備える、前記音波を減衰させる導入減衰部を含む、消音器。
- [請求項2] 前記非平坦部は、凸部を備える、請求項1に記載の消音器。
- [請求項3] 前記凸部の高さは、前記流体の導入方向から見て前記流体の流路に干渉しない高さである、請求項2に記載の消音器。
- [請求項4] 前記非平坦部は、凹部を備える、請求項1に記載の消音器。
- [請求項5] 前記凹部は、孔部と、前記孔部を閉塞する閉塞板とで構成されている、請求項4に記載の消音器。
- [請求項6] 前記非平坦部は、凸部及び凹部を備える、請求項1に記載の消音器。
- [請求項7] 前記凸部の高さは、前記流体の導入方向から見て前記流体の流路に干渉しない高さである、請求項6に記載の消音器。
- [請求項8] 前記凹部は、孔部と、前記孔部を閉塞する閉塞板とで構成されている、請求項6に記載の消音器。
- [請求項9] 前記閉塞板を固定するためのねじ穴が前記凸部に設けられている、請求項8に記載の消音器。
- [請求項10] 前記非平坦部が形成されている面積は、前記非平坦部が形成されている内壁面における前記非平坦部が形成されていない面積に対して半分以下である、請求項1から9のいずれか1項に記載の消音器。
- [請求項11] 前記非平坦部の一部は、前記流体の導入方向において前記拡張室を形成する対向面間の中央に設けられている、請求項1から9のいずれ

か 1 項に記載の消音器。

[請求項12]

前記流体の流れ方向に配置された音の複数の減衰部を備え、

前記複数の減衰部のうち、最上流の前記減衰部は前記導入減衰部であり、

前記複数の減衰部のうち、最下流の前記減衰部は排出減衰部であり、

、

前記排出減衰部は、

前記排出減衰部に隣接する隣接減衰部と連通する部分である第 2 中間連通部と、

前記排出減衰部に配置され、前記第 2 中間連通部を閉塞可能な弁部と、

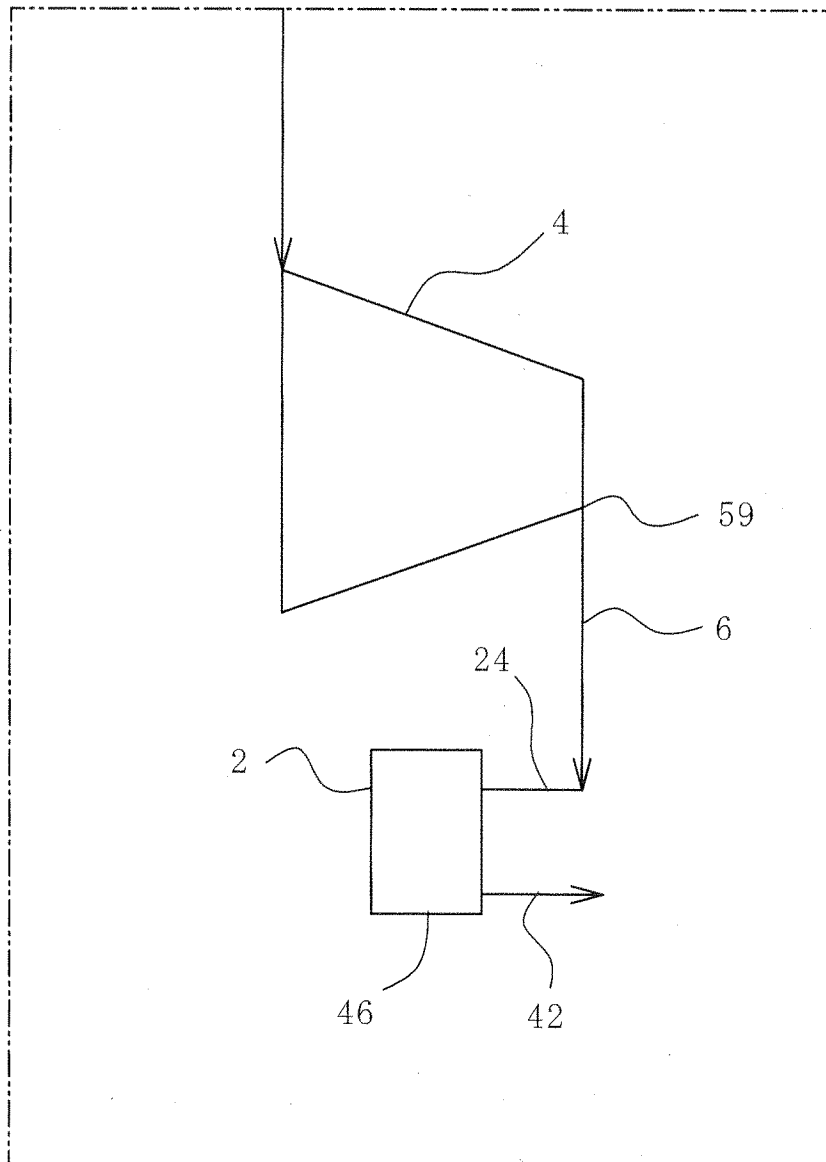
前記弁部を、前記第 2 中間連通部を閉じる方向に弾性的に付勢する付勢部材と、

前記弁部を保持し、前記複数の減衰部を備える筐体に着脱可能な弁保持部と、

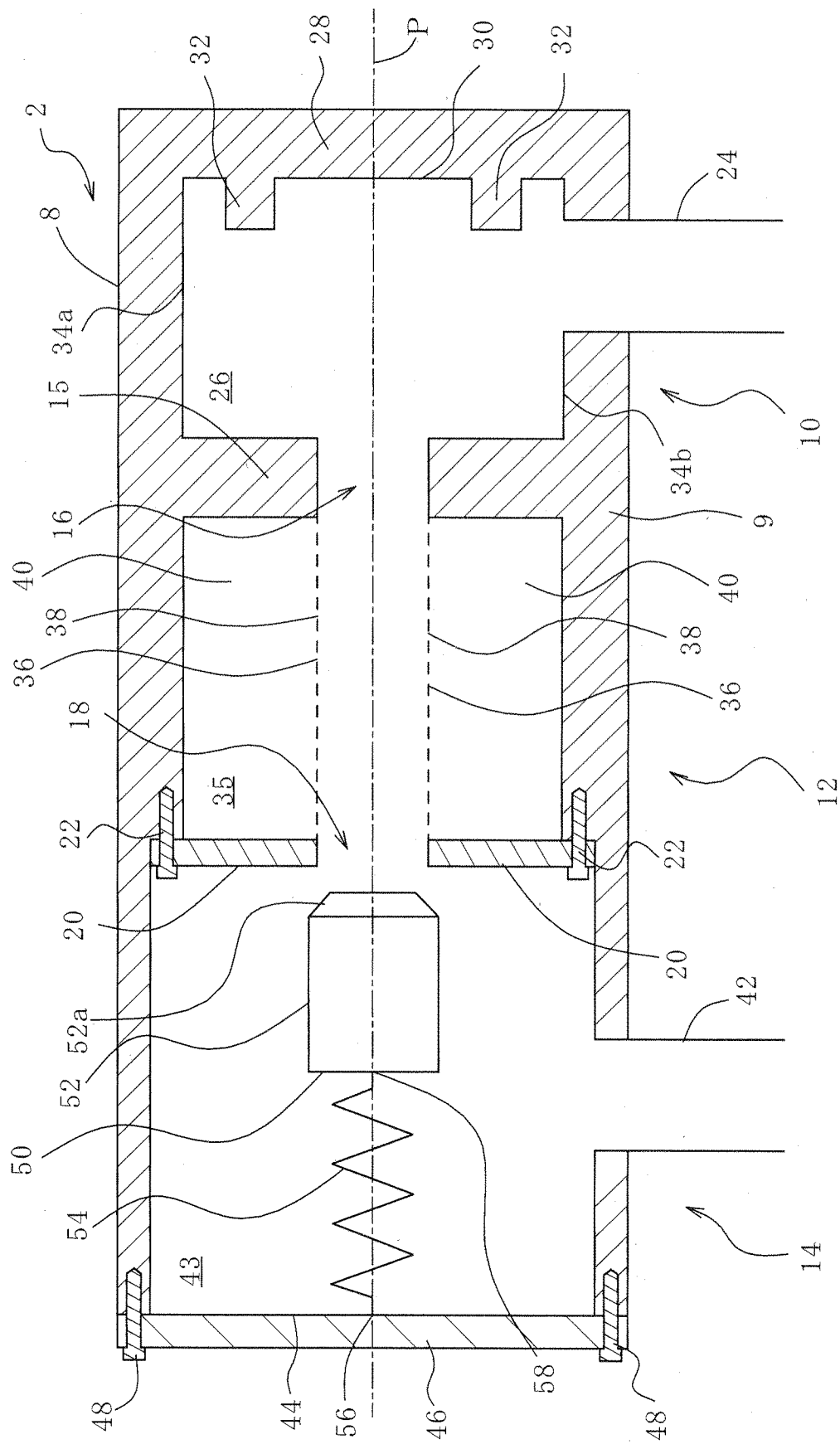
前記弁保持部とは異なる部分に設けられ、前記排出減衰部から前記流体を導出する排出部と

を備える、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の消音器。

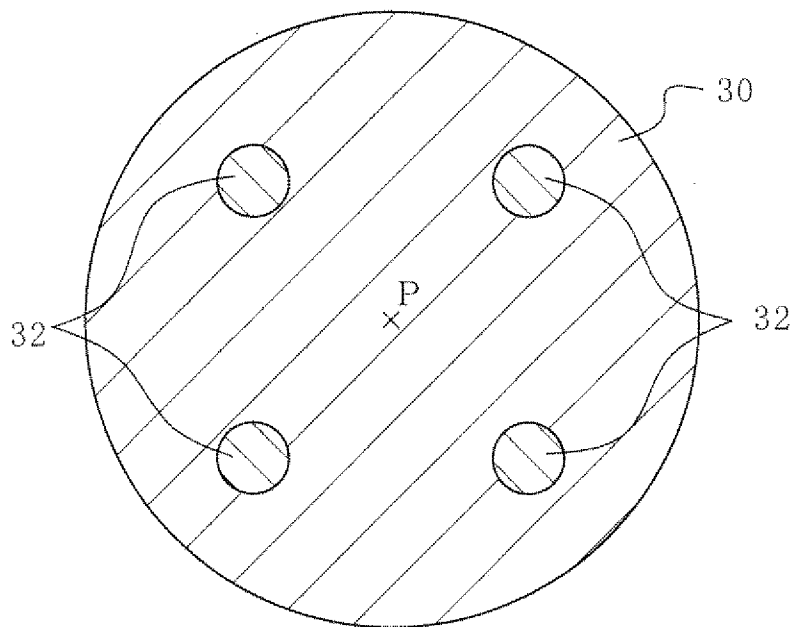
[図1]



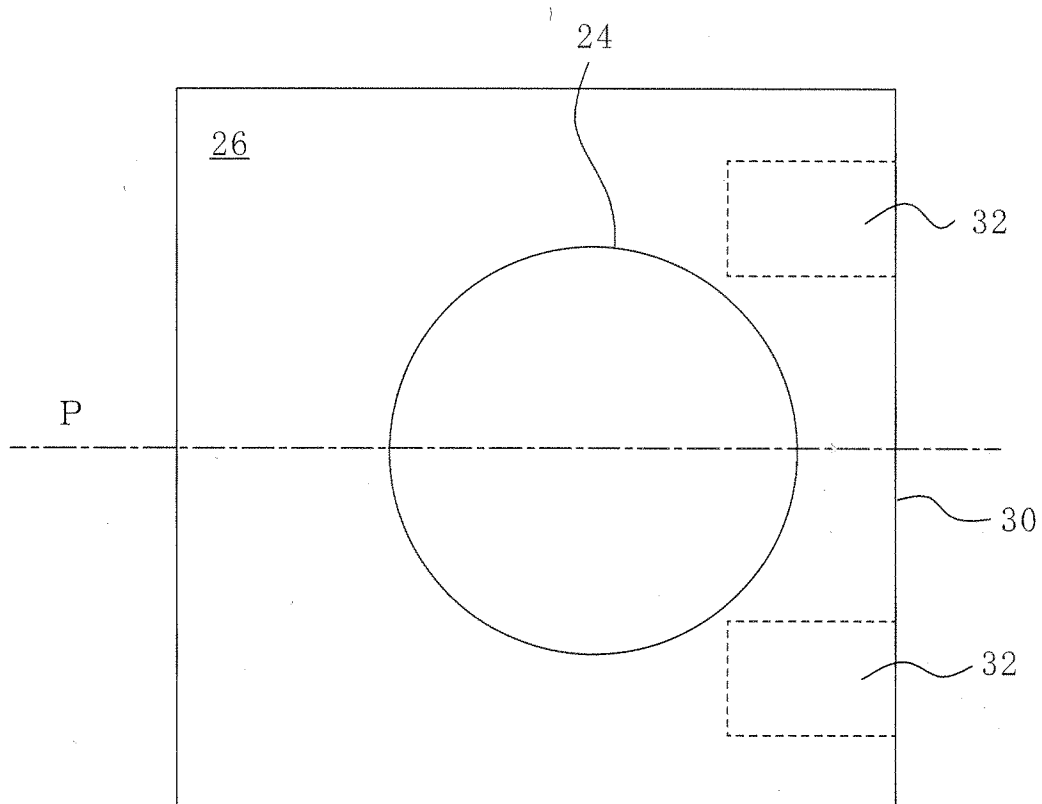
[図2]



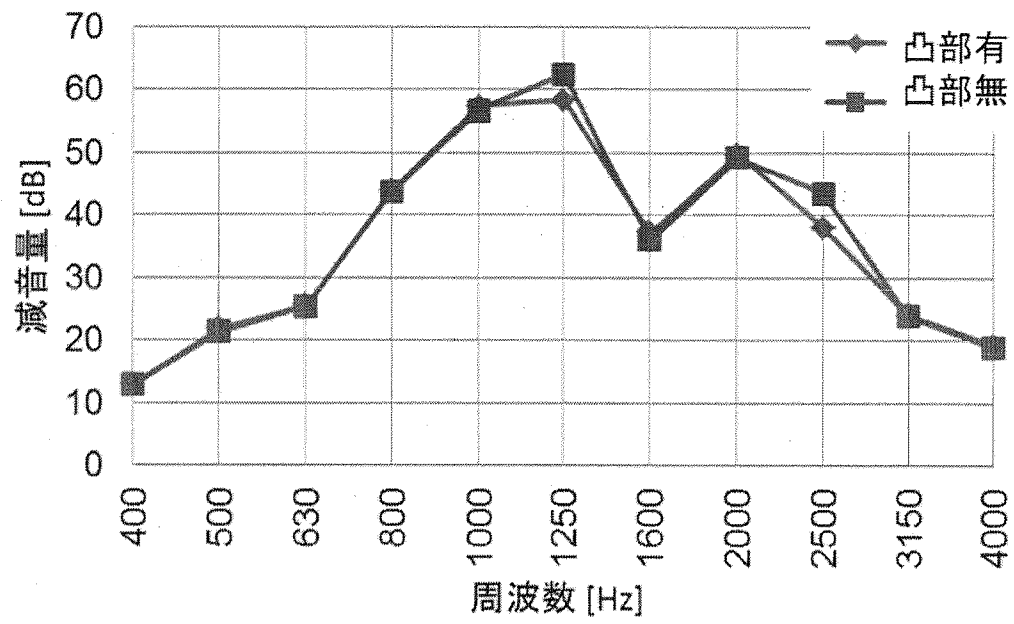
[図3]



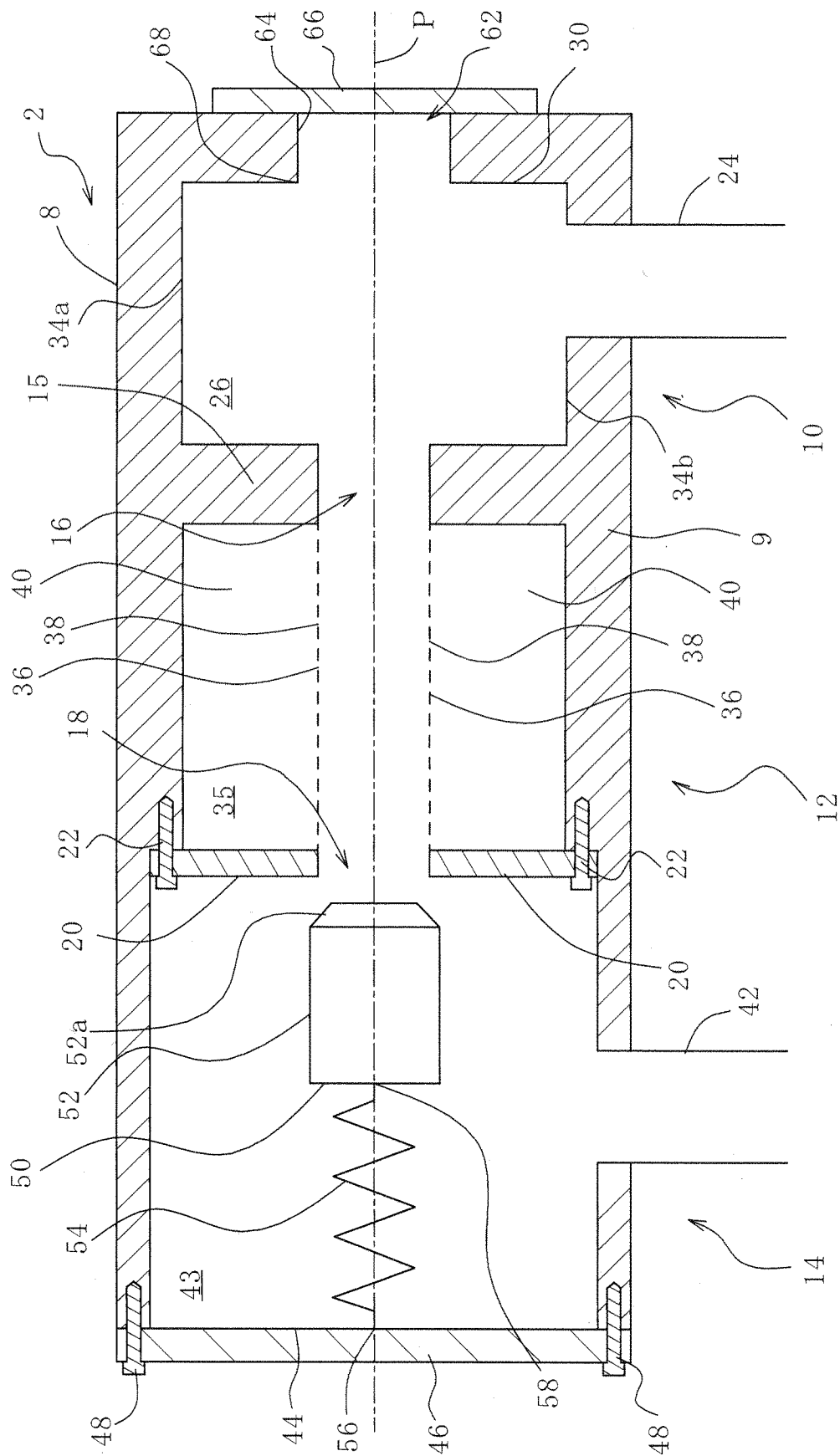
[図4]



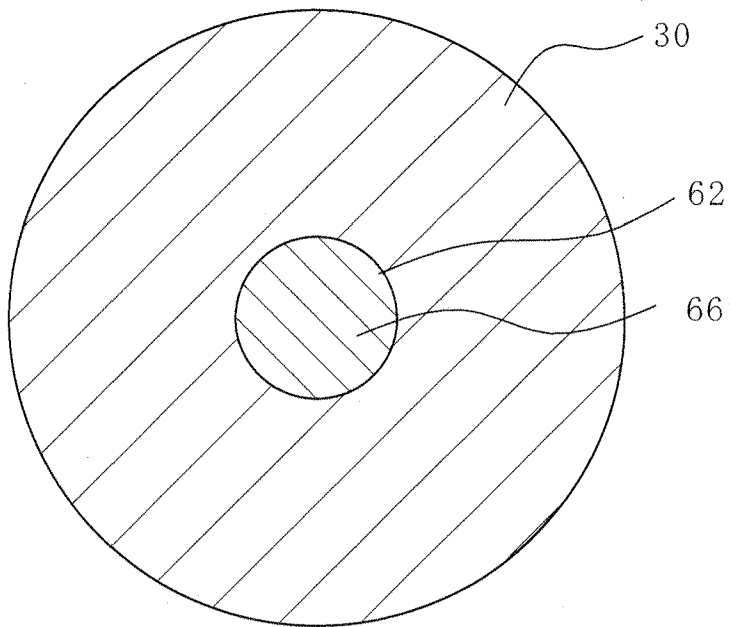
[図5]



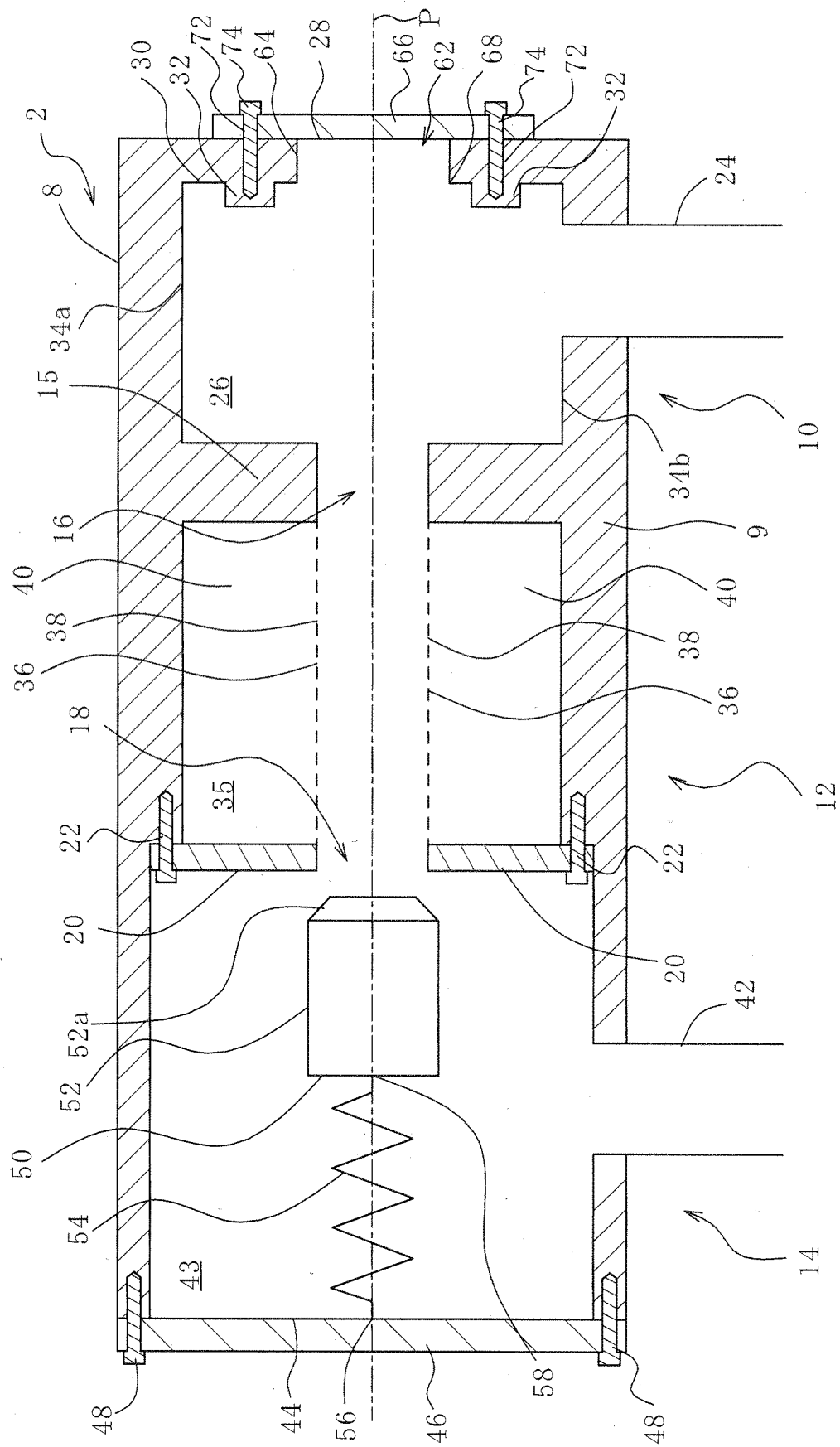
[図6]



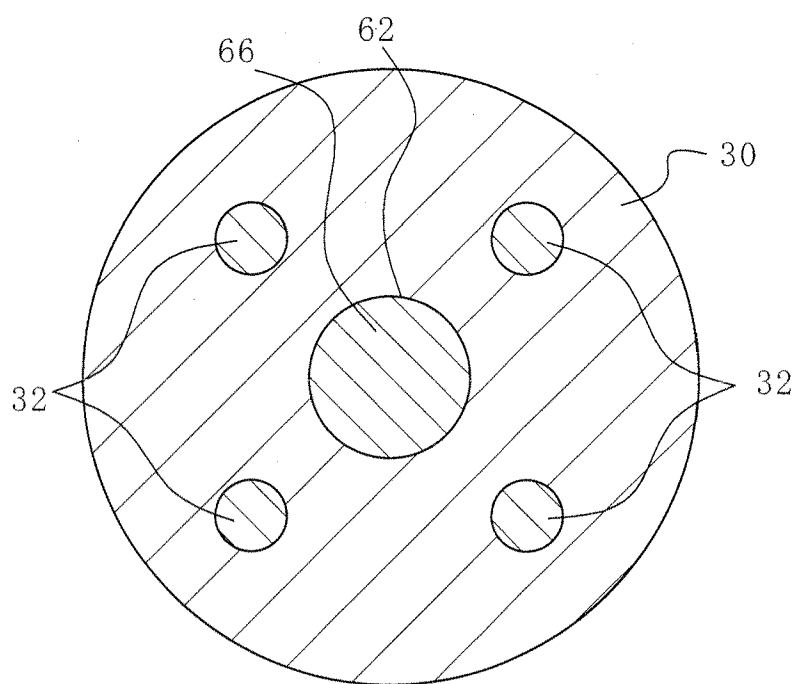
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N1/02(2006.01)i, F01N1/08(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)

F01N1/02, F01N1/08

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 2001-289167 A (Orion Machinery Co., Ltd.), 19 October 2001 (19.10.2001), paragraphs [0020] to [0028]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-4, 6, 7, 10-12
Y	JP 11-336526 A (Sango Co., Ltd.), 07 December 1999 (07.12.1999), paragraph [0006]; fig. 1 to 6 & US 6427802 B1 fig. 1 to 6 & WO 1999/061762 A1 & EP 1088968 A1	1-4, 6, 7, 10-12
Y	JP 55-146215 A (Hiroshi OCHIAI), 14 November 1980 (14.11.1980), drawings (Family: none)	1-4, 6, 7, 11, 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
28 January 2016 (28.01.16)

Date of mailing of the international search report
09 February 2016 (09.02.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050044

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 51-42839 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 April 1976 (12.04.1976), fig. 6 to 8 (Family: none)	1, 2, 4, 6, 12
A	JP 8-200038 A (Honda Motor Co., Ltd.), 06 August 1996 (06.08.1996), paragraph [0006] & US 5712454 A claim 4	12
A	JP 8-200039 A (Honda Motor Co., Ltd.), 06 August 1996 (06.08.1996), paragraph [0024] & US 5712454 A claim 4	12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F01N1/02(2006.01)i, F01N1/08(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. F01N1/02, F01N1/08

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 2001-289167 A（オリオン機械株式会社）2001.10.19, 段落【0020】－【0028】、図1、2（ファミリーなし）	1-4, 6, 7, 10-12
Y	JP 11-336526 A（株式会社三五）1999.12.07, 段落【0006】、図1－6 & US 6427802 B1, Fig.1-6 & W0 1999/061762 A1 & EP 1088968 A1	1-4, 6, 7, 10-12
Y	JP 55-146215 A（落合浩）1980.11.14, 図面（ファミリーなし）	1-4, 6, 7, 11, 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

28.01.2016

国際調査報告の発送日

09.02.2016

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）

菅家 裕輔

3 G

4 4 2 4

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 51-42839 A (三菱重工業株式会社) 1976.04.12, 図6-8 (ファ ミリーなし)	1, 2, 4, 6, 12
A	JP 8-200038 A (本田技研工業株式会社) 1996.08.06, 段落【000 6】 & US 5712454 A, claim4	12
A	JP 8-200039 A (本田技研工業株式会社) 1996.08.06, 段落【002 4】 & US 5712454 A, claim4	12