(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
2022年9月15日(15.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/190887 A1

(51) 国際特許分類:
G01B 7/00 (2006.01)　　*G01B 7/14* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2022/007666

(22) 国際出願日：　2022年2月24日(24.02.2022)

(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 2021-039173　2021年3月11日(11.03.2021)　JP

(71) 出願人(*KR* を除く全ての指定国について):三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(71) 出願人 (*KR* についてのみ): 三菱パワー株式会社 (**MITSUBISHI POWER, LTD.**) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 Kanagawa (JP).

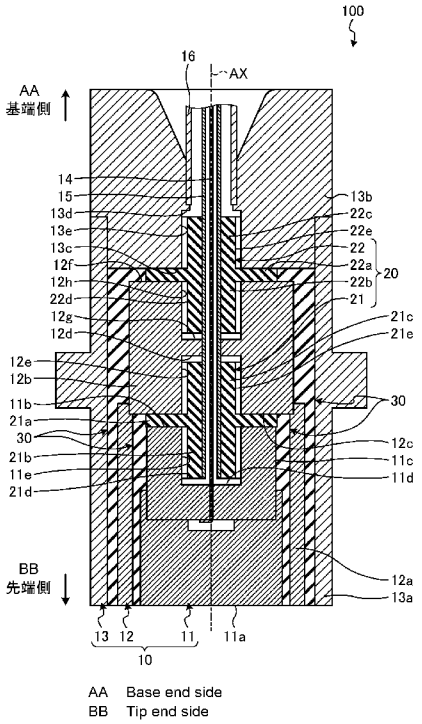
(72) 発明者:植田 元春(**UEDA, Motoharu**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 大西 智之(**ONISHI, Tomoyuki**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 國府田 敏明 (**KOKUFUDA, Toshiaki**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 武田 洋樹(**TAKEDA, Hiroki**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 池本 拓真(**IKEMOTO, Takuma**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング 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,

(54) **Title:** CLEARANCE SENSOR

(54) 発明の名称： クリアランスセンサ



(57) **Abstract:** A clearance sensor according to the present invention comprises: a columnar detection electrode having a detection end surface on one end side in the axial direction of the center axis; an electrode member including a guard electrode and ground electrode having the center axis coaxial with that of the detection electrode; an insulating member linking between the detection electrode and guard electrode, and linking between the guard electrode and ground electrode; and an insulating layer filling the spaces between the detection electrode, guard electrode, ground electrode, and insulating member, wherein the space between the electrode member and insulating member is retained in the axial direction and/or the direction around the axis of the center axis.

(57) 要約：クリアランスセンサは、中心軸の軸線方向の一端側に検出端面を有する円柱状の検出電極と、検出電極と中心軸が同軸であるガード電極及びグランド電極とを含む電極部材と、検出電極とガード電極とを連結し、ガード電極とグランド電極とを連結する絶縁部材と、検出電極と、ガード電極と、グランド電極と、絶縁部材との間に充填される絶縁層とを備え、電極部材と絶縁部材との間は、中心軸の軸線方向及び軸回り方向の少なくとも一方に係止される。

WO 2022/190887 A1

[続葉有]

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, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： クリアランスセンサ

技術分野

[0001]　本開示は、クリアランスセンサに関する。

背景技術

[0002]　円筒状に形成されたケーシング内を回転する複数の動翼を有する軸流圧縮機などの回転機械が知られている。この種の回転機械では、ケーシングと動翼とのチップクリアランスを計測するチップクリアランスセンサを設け、計測したチップクリアランスの値が適正となるように保っている。このチップクリアランスセンサには、例えば、静電容量型センサ等の非接触型のセンサが用いられている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６４３１６６５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　特許文献１に記載のクリアランスセンサは、中心軸が同軸の検出電極、ガード電極、グランド電極の３重構造を有し、各電極間には絶縁層が配置される。このようなクリアランスセンサでは、例えば溶射等により絶縁層が取り付けられ、嵌め合いを調整しながら各電極を組み立てることが行われる。その結果、組立精度のバラつきが大きくなり、例えば上記のようなチップクリアランスを長期間計測するような場合においては、信頼性が低下する可能性がある。

[0005]　本開示は、上記に鑑みてなされたものであり、長期間の計測において信頼性の低下を抑制することが可能なクリアランスセンサ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

[0006] 本開示に係るクリアランスセンサは、中心軸の軸線方向の一端側に検出端面を有する円柱状の検出電極と、前記検出電極と前記中心軸が同軸であるガード電極及びグランド電極とを含む電極部材と、前記検出電極と前記ガード電極とを連結し、前記ガード電極と前記グランド電極とを連結する絶縁部材と、前記検出電極と、前記ガード電極と、前記グランド電極と、前記絶縁部材との間に充填される絶縁層とを備え、前記電極部材と前記絶縁部材との間は、前記中心軸の軸線方向及び軸回り方向の少なくとも一方に係止される。

[0007] 本開示に係るクリアランスセンサは、中心軸の軸線方向の一端側に検出端面を有する円柱状の検出電極と、前記検出電極と前記中心軸が同軸であるガード電極及びグランド電極とを含む電極部材と、前記検出電極と前記ガード電極とを連結し、前記ガード電極と前記グランド電極とを連結する絶縁部材と、前記検出電極と、前記ガード電極と、前記グランド電極と、前記絶縁部材との間に充填される絶縁層と、前記中心軸の軸線方向に沿って前記電極部材及び前記絶縁部材を貫通する冷却流路とを備える。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、長期間の計測において信頼性の低下を抑制することが可能なクリアランスセンサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、本実施形態に係るクリアランスセンサの一例を示す図である。

[図2]図２は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。

[図3]図３は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。

[図4]図４は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。

[図5]図５は、図４におけるＡ－Ａ断面に沿った構成を示している図である。

[図6]図６は、図５におけるＢ－Ｂ断面に沿った構成を示している図である。

[図7]図７は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である

。

[図8]図８は、図７におけるＣ－Ｃ断面に沿った構成を示している図である。

[図9]図９は、図７におけるＤ－Ｄ断面に沿った構成を示している図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示に係るクリアランスセンサの実施形態を図面に基づいて説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

[0011] 図１は、本実施形態に係るクリアランスセンサ１００の一例を示す図である。図１は、中心軸ＡＸを通る平面による断面構成の一例を示している。図１に示すクリアランスセンサ１００は、静電容量センサである。クリアランスセンサ１００は、例えばガスタービン等のように円筒状に形成されたケーシング内を回転する複数の動翼を有する軸流圧縮機の、ケーシングと動翼とのチップクリアランスを計測する場合等に用いることができる。クリアランスセンサ１００は、電極部材１０と、絶縁部材２０と、絶縁層３０とを備える。

[0012] 電極部材１０は、検出電極１１と、ガード電極１２と、グランド電極１３とを含む。電極部材１０は、例えば金属又はステンレス等の合金を用いて形成される。検出電極１１、ガード電極１２及びグランド電極１３は、中心軸ＡＸが同軸であり、径方向に３重に設けられる。

[0013] 検出電極１１は、中心軸ＡＸを中心とする円柱状の電極である。検出電極１１は、中心軸ＡＸの軸線方向の一端に検出端面１１ａを有する。以下、クリアランスセンサ１００の位置関係を説明する際に、中心軸ＡＸの軸線方向のうち検出端面１１ａ側を先端側と表記し、検出端面１１ａ側とは反対側を基端側と表記する場合がある。クリアランスセンサ１００は、検出端面１１ａがケーシングの内周面の対応する位置に配置された状態で、チップクリアランスの計測を行う。

[0014] 検出電極１１は、例えば無機絶縁（ＭＩ）ケーブルに接続される。ＭＩケ

ーブルは、配線部１４と、管状部材１５と、管状部品１６とを有する。ＭＩケーブルは、配線部１４、管状部材１５及び管状部品１６が３重構造となっており、各部品間には酸化マグネシウム等の絶縁体が充填される。配線部１４は、検出電極１１と溶接等により接合される。配線部１４は、検出電極１１から中心軸ＡＸの軸線方向の他端側に延びるように配置される。配線部１４は、不図示の処理装置等に接続される。配線部１４は、例えば中心軸ＡＸ上に配置することができる。管状部材１５は、後述するガード基部１２ｂと溶接等により接合される。管状部品１６は、後述するグランド基部１３ｂと溶接等により接合される。

[0015] 検出電極１１は、基端側の端面１１ｂに凹部１１ｄを有する。凹部１１ｄは、端面１１ｂから先端側に向けて円柱状にくり抜いた形状を有する。凹部１１ｄの内周面は、円筒面である。凹部１１ｄの内周面には、ネジ山１１ｅが形成される。ネジ山１１ｅは、凹部１１ｄの内周面に基端側から先端側にかけて螺旋状に形成される。

[0016] ガード電極１２は、中心軸ＡＸを中心とした円筒状のガード円筒部１２ａと、中心軸ＡＸを中心とした円柱状のガード基部１２ｂとを有する。ガード電極１２は、検出電極１１と中心軸が同軸である。

[0017] ガード円筒部１２ａは、検出電極１１の外周面１１ｃを囲う。ガード円筒部１２ａは、検出電極１１の外周面１１ｃとの間に所定の隙間を空けて配置される。ガード円筒部１２ａの先端側の端面は、検出電極１１の検出端面１１ａと面一状態となっている。

[0018] ガード基部１２ｂは、検出電極１１に対して中心軸ＡＸの軸線方向の他端側に配置される。ガード基部１２ｂは、例えば溶接等によりガード円筒部１２ａに接続される。

[0019] ガード基部１２ｂは、先端側の端面１２ｃに凹部１２ｄを有する。凹部１２ｄは、端面１２ｃから基端側に向けて円柱状にくり抜いた形状を有する。凹部１２ｄの内周面は、円筒面である。凹部１２ｄの内周面には、ネジ山１２ｅが形成される。ネジ山１２ｅは、凹部１２ｄの内周面に先端側から基端

側にかけて螺旋状に形成される。

[0020] ガード基部１２ｂは、基端側の端面１２ｆに凹部１２ｇを有する。凹部１２ｇは、端面１２ｆから基端側に向けて円柱状にくり抜いた形状を有する。凹部１２ｇの内周面は、円筒面である。凹部１２ｇの内周面には、ネジ山１２ｈが形成される。ネジ山１２ｈは、凹部１２ｇの内周面に先端側から基端側にかけて螺旋状に形成される。

[0021] グランド電極１３は、中心軸ＡＸを中心とした円筒状のグランド円筒部１３ａと、中心軸ＡＸを中心とした円柱状のグランド基部１３ｂとを有する。グランド電極１３は、検出電極１１及びガード電極１２と中心軸が同軸である。

[0022] グランド円筒部１３ａは、ガード電極１２の外周面を囲う。グランド円筒部１３ａは、ガード電極１２の外周面との間に所定の隙間を空けて配置される。グランド円筒部１３ａの先端側の端面は、検出電極１１の検出端面１１ａ及びガード円筒部１２ａの先端側の端面と面一状態となっている。

[0023] グランド基部１３ｂは、ガード電極１２に対して中心軸ＡＸの軸線方向の他端側に配置される。グランド基部１３ｂは、例えば溶接等によりグランド円筒部１３ａに接続される。

[0024] グランド基部１３ｂは、先端側の端面１３ｃに凹部１３ｄを有する。凹部１３ｄは、端面１３ｃから基端側に向けて円柱状にくり抜いた形状を有する。凹部１３ｄの内周面は、円筒面である。凹部１３ｄの内周面には、ネジ山１３ｅが形成される。ネジ山１３ｅは、凹部１３ｄの内周面に先端側から基端側にかけて螺旋状に形成される。

[0025] 絶縁部材２０は、検出電極１１とガード電極１２とを連結し、ガード電極１２とグランド電極１３とを連結する。絶縁部材２０は、第１絶縁部材２１と、第２絶縁部材２２とを有する。第１絶縁部材２１及び第２絶縁部材２２は、例えばセラミックス等の絶縁体により形成される。

[0026] 第１絶縁部材２１は、中心軸ＡＸの軸線方向において検出電極１１とガード基部１２ｂとの間に配置される。第１絶縁部材２１は、検出電極１１とガ

ード基部１２ｂとを軸線方向に連結する。

[0027] 第１絶縁部材２１は、基部２１ａと、突出部２１ｂ、２１ｃとを有する。基部２１ａは、中心軸ＡＸを中心とする円柱状である。突出部２１ｂは、基部２１ａから先端側に突出する。突出部２１ｃは、基部２１ａから基端側に突出する。突出部２１ｂ、２１ｃは、中心軸ＡＸを中心とする円柱状であり、例えば基部２１ａに対して径が小さい。突出部２１ｂの径は、当該突出部２１ｂが上記した検出電極１１の凹部１１ｄに挿入可能となるように設定される。突出部２１ｂの外周面は、円筒面である。突出部２１ｂの外周面には、ネジ山２１ｄが形成される。ネジ山２１ｄは、上記した検出電極１１の凹部１１ｄのネジ山１１ｅにネジ接合されるように、突出部２１ｂの外周面に基端側から先端側にかけて螺旋状に形成される。突出部２１ｂは、ネジ山２１ｄとネジ山１１ｅとがネジ接合された状態で、検出電極１１の凹部１１ｄに挿入される。このように、第１絶縁部材２１は、検出電極１１との間でネジ接合される。

[0028] 一方、突出部２１ｃの径は、当該突出部２１ｃが上記したガード電極１２の凹部１２ｄに挿入可能となるように設定される。突出部２１ｃの外周面は、円筒面である。突出部２１ｃの外周面には、ネジ山２１ｅが形成される。ネジ山２１ｅは、上記したガード電極１２の凹部１２ｄのネジ山１２ｅにネジ接合されるように、突出部２１ｃの外周面に基端側から先端側にかけて螺旋状に形成される。突出部２１ｃは、ネジ山２１ｅとネジ山１２ｅとがネジ接合された状態で、ガード電極１２の凹部１２ｄに挿入される。このように、第１絶縁部材２１は、ガード電極１２との間でネジ接合される。

[0029] 第２絶縁部材２２は、中心軸ＡＸの軸線方向においてガード基部１２ｂとグランド基部１３ｂとの間に配置される。第２絶縁部材２２は、ガード基部１２ｂとグランド基部１３ｂとを軸線方向に連結する。

[0030] 第２絶縁部材２２は、基部２２ａと、突出部２２ｂ、２２ｃとを有する。基部２２ａは、中心軸ＡＸを中心とする円柱状である。突出部２２ｂは、基部２２ａから先端側に突出する。突出部２２ｃは、基部２２ａから基端側に

突出する。突出部２２ｂ、２２ｃは、中心軸ＡＸを中心とする円柱状であり、例えば基部２２ａに対して径が小さい。突出部２２ｂの径は、当該突出部２２ｂが上記したガード電極１２の凹部１２ｇに挿入可能となるように設定される。突出部２２ｂの外周面は、円筒面である。突出部２２ｂの外周面には、ネジ山２２ｄが形成される。ネジ山２２ｄは、上記したガード電極１２の凹部１２ｇのネジ山１２ｈにネジ接合されるように、突出部２２ｂの外周面に基端側から先端側にかけて螺旋状に形成される。突出部２２ｂは、ネジ山２２ｄとネジ山１２ｈとがネジ接合された状態で、ガード電極１２の凹部１２ｇに挿入される。このように、第２絶縁部材２２は、ガード電極１２との間でネジ接合される。

[0031] 一方、突出部２２ｃの径は、当該突出部２２ｃが上記したグランド電極１３の凹部１３ｄに挿入可能となるように設定される。突出部２２ｃの外周面は、円筒面である。突出部２２ｃの外周面には、ネジ山２２ｅが形成される。ネジ山２２ｅは、上記したグランド電極１３の凹部１３ｄのネジ山１３ｅにネジ接合されるように、突出部２２ｃの外周面に基端側から先端側にかけて螺旋状に形成される。突出部２２ｃは、ネジ山２２ｅとネジ山１３ｅとがネジ接合された状態で、グランド電極１３の凹部１３ｄに挿入される。このように、第２絶縁部材２２は、グランド電極１３との間でネジ接合される。

[0032] 上記したように、電極部材１０と絶縁部材２０との間は、検出電極１１の凹部１１ｄと第１絶縁部材２１の突出部２１ｂとの間のネジ接合、第１絶縁部材２１の突出部２１ｃとガード電極１２の凹部１２ｄとの間のネジ接合、ガード電極１２の凹部１２ｇと第２絶縁部材２２の突出部２２ｂとの間のネジ接合、及び第２絶縁部材２２の突出部２２ｃとグランド電極１３の凹部１３ｄとの間のネジ接合により、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向の少なくとも一方について係止された構成となっている。

[0033] 絶縁層３０は、例えばセラミック系の絶縁接着剤等が用いられる。絶縁層３０は、検出電極１１と、ガード電極１２と、グランド電極１３と、絶縁部材２０（第１絶縁部材２１及び第２絶縁部材２２）との間に充填される。絶

縁層３０が配置されることにより、検出電極１１と、ガード電極１２と、グランド電極１３との間を絶縁しつつ、中心軸ＡＸの軸回り方向への相対的な回転移動を抑制できる。また、絶縁層３０は、第１絶縁部材２１と検出電極１１との間、第１絶縁部材２１とガード電極１２との間、第２絶縁部材２２とガード電極１２との間、第２絶縁部材２２とグランド電極１３との間のネジ部等の隙間を埋めるように配置される。これにより、各部品の相対的な回転移動を抑制することができる。

[0034] 以上のように、本実施形態に係るクリアランスセンサ１００は、中心軸ＡＸの軸線方向の一端側に検出端面を有する円柱状の検出電極１１と、検出電極１１と中心軸ＡＸが同軸であるガード電極１２及びグランド電極１３とを含む電極部材１０と、検出電極１１とガード電極１２とを連結し、ガード電極１２とグランド電極１３とを連結する絶縁部材２０と、検出電極１１と、ガード電極１２と、グランド電極１３と、絶縁部材２０との間に充填される絶縁層３０とを備え、電極部材１０と絶縁部材２０との間は、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向の少なくとも一方に係止される。

[0035] この構成では、電極部材１０と絶縁部材２０とを係止させることにより、電極部材１０と絶縁部材２０との間の位置ズレを抑制できる。従って、長期間の計測において信頼性の低下を抑制することができる。また、例えばガスタービンのケーシングと動翼とのチップクリアランスを計測する場合のように高温下で長期間の計測を行う場合には、熱伸び差及び振動に起因する絶縁部材２０の摩耗、絶縁層３０の剥離を抑制でき、長期間に亘って信頼性を維持することができる。

[0036] また、本実施形態に係るクリアランスセンサ１００において、ガード電極１２は、検出電極１１の外周面を囲うガード円筒部１２ａと、検出電極１１に対して軸線方向の基端側に配置されガード円筒部１２ａに接続されるガード基部１２ｂとを有し、グランド電極１３は、ガード電極１２の外周面を囲うグランド円筒部１３ａと、ガード電極１２に対して基端側に配置されグランド円筒部１３ａに接続されるグランド基部１３ｂとを有し、絶縁部材２０

は、検出電極１１とガード基部１２ｂとを軸線方向に連結する第１絶縁部材２１と、ガード基部１２ｂとグランド基部１３ｂとを軸線方向に連結する第２絶縁部材２２を有する。したがって、電極部材１０を構成する各電極の基部同士が絶縁部材２０により連結され、連結部分が係止されるため、電極部材１０と絶縁部材２０との間の位置ズレをより確実に抑制できる。

[0037] また、本実施形態に係るクリアランスセンサ１００において、電極部材１０と絶縁部材２０との間は、ネジ接合により係止される。従って、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向の両方について、電極部材１０と絶縁部材２０との間の位置ズレを抑制できる。

[0038] 上記した図１に示す例では、電極部材１０と絶縁部材２０との間がネジ接合により係止された構成を例に挙げて説明したが、電極部材１０と絶縁部材２０との間を係止させる構成については、ネジ接合に限定されない。

[0039] 図２は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。図２は、中心軸ＡＸを通る平面による断面構成の一例を示している。例えば、図２にクリアランスセンサ２００のように、電極部材１０と絶縁部材２０との間にピンを挿入することで、電極部材１０と絶縁部材２０とを係止する構成であってもよい。

[0040] 図２に示す例では、検出電極１１と第１絶縁部材２１との間にピン４１が配置される。ピン４１は、検出電極１１の外周面と凹部１１ｄとの間を貫通し、第１絶縁部材２１の突出部２１ｂの外周に差し込まれるように配置される。ピン４１が配置されることにより、検出電極１１と第１絶縁部材２１との間は、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向についての移動が規制される。

[0041] また、ガード電極１２と第１絶縁部材２１との間には、ピン４２が配置される。ピン４２は、ガード電極１２の外周面と凹部１２ｄとの間を貫通し、第１絶縁部材２１の突出部２１ｃの外周に差し込まれるように配置される。ピン４２が配置されることにより、ガード電極１２と第１絶縁部材２１との間は、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向についての移動が規制される。

[0042] また、ガード電極１２と第２絶縁部材２２との間には、ピン４３が配置される。ピン４３は、ガード電極１２の外周面と凹部１２ｇとの間を貫通し、第２絶縁部材２２の突出部２２ｂの外周に差し込まれるように配置される。ピン４３が配置されることにより、ガード電極１２と第２絶縁部材２２との間は、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向についての移動が規制される。

[0043] また、グランド電極１３と第２絶縁部材２２との間には、ピン４４が配置される。ピン４４は、グランド電極１３の外周面と凹部１３ｄとの間を貫通し、第２絶縁部材２２の突出部２２ｃの外周に差し込まれるように配置される。ピン４４が配置されることにより、グランド電極１３と第２絶縁部材２２との間は、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向についての移動が規制される。

[0044] ピン４１、４２、４３、４４は、それじれ、例えば中心軸ＡＸの軸回り方向に複数配置される。ピン４１、４２、４３、４４は、例えば電極部材１０と同様に金属又は合金を用いて形成される。なお、ピン４１、４２、４３、４４は、絶縁部材２０と同様にセラミックス等の絶縁体を用いて形成されてもよい。

[0045] 以上のように、本実施形態に係るクリアランスセンサ２００において、電極部材１０と絶縁部材２０との間は、ピン４１、４２、４３、４４が挿入されることで係止される。従って、中心軸ＡＸの軸線方向及び軸回り方向の両方について、電極部材１０と絶縁部材２０との間の位置ズレを抑制できる。

[0046] 図３は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。図３に示すクリアランスセンサ３００は、検出電極１１とガード電極１２との間、及びガード電極１２とグランド電極１３との間に、例えばアルミナ等の絶縁体からなるスペーサ部材が配置された構成である。他の構成については、上記構成（図１に示す構成）と同様である。

[0047] 図３に示すように、スペーサ部材３１は、検出電極１１とガード電極１２のガード円筒部１２ａとの間に配置される。スペーサ部材３１は、例えばリング状であるが、これに限定されず、他の形状であってもよい。スペーサ部

材３１が配置されることで、検出電極１１とガード円筒部１２ａとの間における位置ズレが抑制される。図３に示す構成において、検出電極１１の外周及びガード円筒部１２ａの内周にスペーサ部材３１を収容する凹部がそれぞれ設けられてもよい。また、検出電極１１、ガード円筒部１２ａが先端側に向けて縮径されたテーパ状の縮径部を有し、スペーサ部材３１が検出電極１１の縮径部とガード円筒部１２ａの縮径部との間に配置された構成であってもよい。これにより、スペーサ部材３１の位置ズレが抑制される。

[0048] スペーサ部材３２は、ガード電極１２のガード円筒部１２ａと、グランド電極１３のグランド円筒部１３ａとの間に配置される。スペーサ部材３２は、例えばリング状であるが、これに限定されず、他の形状であってもよい。スペーサ部材３２が配置されることで、ガード円筒部１２ａとグランド円筒部１３ａとの間における位置ズレが抑制される。図３に示す構成において、ガード円筒部１２ａの外周及びグランド円筒部１３ａの内周にスペーサ部材３２を収容する凹部がそれぞれ設けられてもよい。また、ガード円筒部１２ａ及びグランド円筒部１３ａが先端側に向けて縮径されたテーパ状の縮径部を有し、スペーサ部材３２がガード円筒部１２ａの縮径部とグランド円筒部１３ａの縮径部との間に配置された構成であってもよい。これにより、スペーサ部材３２の位置ズレが抑制される。

[0049] 以上のように、本実施形態に係るクリアランスセンサ３００において、検出電極１１とガード電極１２との間、及びガード電極１２とグランド電極１３との間にスペーサ部材３１、３２が配置されることで、検出電極１１とガード電極１２のガード円筒部１２ａとの間の位置ズレ、及びガード電極１２のガード円筒部１２ａとグランド電極１３のグランド円筒部１３ａとの間の位置ズレを抑制できる。

[0050] 図４は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。図５は、図４におけるＡ－Ａ断面に沿った構成を示している。図６は、図５におけるＢ－Ｂ断面に沿った構成を示している。図４から図６に示すクリアランスセンサ４００は、冷却流路が設けられた構成である。他の構成につい

ては、上記した構成（図２に示す構成）と同様であるが、これに限定されず、上記した図１に示す構成と同様であってもよい。

[0051] 図５及び図６に示すように、冷却流路５０は、中心軸ＡＸの軸線方向に沿って電極部材１０及び絶縁部材２０を貫通する。冷却流路５０は、中心軸ＡＸの軸線方向視において中心軸ＡＸを中心とした同心円上に複数配置される。各冷却流路５０は、中心軸ＡＸの軸線方向に沿った直線状に形成される。

[0052] 図５及び図６に示す例において、冷却流路５０は、例えばグランド電極１３のグランド基部１３ｂと、第２絶縁部材２２の基部２２ａと、ガード電極１２のガード基部１２ｂと、第１絶縁部材２１の基部２１ａと、検出電極１１とを貫通する位置に設けられる。このように、冷却流路５０は、電極部材１０及び絶縁部材２０のうち各基部に相当する部分に設けられる。

[0053] 冷却流路５０には、例えば冷却用の空気等を流通させることができる。冷却用の空気は、例えば冷却流路５０の基端側から先端側に向けて流すことができる。冷却流路５０に冷却用の空気等を流通させることで、電極部材１０及び絶縁部材２０のうち各基部に相当する部分を効率的に冷却できる。これにより、クリアランスセンサ４００の温度上昇を抑制できる。

[0054] なお、図４から図６に示す例では、図１又は図２に示すような電極部材１０と絶縁部材２０とが係止された構成が採用される場合について説明したが、これに限定されない。例えば、電極部材１０と絶縁部材２０とが形成されておらず、例えば嵌め合い等により接続された構成であってもよい。

[0055] 図７は、本実施形態に係るクリアランスセンサの他の例を示す図である。図８は、図７におけるＣ－Ｃ断面に沿った構成を示している。図９は、図７におけるＤ－Ｄ断面に沿った構成を示している。図７から図９に示すクリアランスセンサ５００は、上記した図４から図６に示す冷却流路とは異なる態様の冷却流路５１が設けられた構成である。他の構成については、上記した構成（図２に示す構成）と同様であるが、これに限定されず、上記した図１に示す構成と同様であってもよい。

[0056] 図７から図９に示す例において、冷却流路５１は、直線部５１ａと、集束

部５１ｂと、開口部５１ｃとを有する。直線部５１ａは、例えばグランド電極１３のグランド円筒部１３ａの内部に中心軸ＡＸの軸線方向に沿って延びる。図７に示すように、グランド円筒部１３ａの外周には、フランジ部１３ｇが設けられる。グランド円筒部１３ａのうちフランジ部１３ｇの先端側は、フランジ部１３ｇの基端側に比べて径が大きくなっている。直線部５１ａは、フランジ部１３ｇの基端側の端面からグランド円筒部１３ａの内部に向けて中心軸ＡＸの軸線方向に沿って延びている。直線部５１ａは、グランド円筒部１３ａの先端側で集束部５１ｂに接続される。直線部５１ａは、図８に示すように、グランド円筒部１３ａの周方向に沿って複数配置される。複数の直線部５１ａは、例えばグランド円筒部１３ａの周方向に等ピッチで配置される。

[0057] 集束部５１ｂは、グランド円筒部１３ａの先端側から径方向の内側に向けて延びる。集束部５１ｂは、図７に示すように、直線部５１ａとの接続部分から先端側にかけて中心軸ＡＸ側に傾斜する方向に延びている。また、集束部５１ｂは、図９に示すように、中心軸ＡＸの軸線方向から見た場合、直線部５１ａとの接続部分から開口部５１ｃの接線方向に向けて延びている。中心軸ＡＸの軸線方向から見た場合に集束部５１ｂが開口部５１ｃの接線方向に向けて延びる構成とすることで、集束部５１ｂが中心軸側に向けて延びる構成とした場合に比べて、集束部５１ｂの長さを確保できる。このため、冷却空気を流通させた場合の冷却効率が高められる。

[0058] 開口部５１ｃは、クリアランスセンサ５００の先端側の端部に配置される。開口部５１ｃは、検出電極１１の外周とガード電極１２のガード円筒部１２ａとの間に環状に形成される。

[0059] 冷却流路５１には、例えば冷却用の空気等を流通させることができる。冷却用の空気は、例えば冷却流路５１の直線部５１ａから集束部５１ｂを経て開口部５１ｃに向けて流れ、開口部５１ｃから外部に放出される。冷却流路５１に冷却用の空気等を流通させることで、電極部材１０及び絶縁部材２０のうち各基部に相当する部分を効率的に冷却できる。これにより、クリアラ

ンスセンサ５００の温度上昇を抑制できる。

[0060] なお、図７から図９に示す例では、図１又は図２に示すような電極部材１０と絶縁部材２０とが係止された構成が採用される場合について説明したが、これに限定されない。例えば、電極部材１０と絶縁部材２０とが形成されておらず、例えば嵌め合い等により接続された構成であってもよい。

[0061] また、クリアランスセンサは、例えば図４から図６で示したクリアランスセンサ４００の冷却流路５０と、図７から図９で示したクリアランスセンサ５００の冷却流路５１との両方の構成を有する態様であってもよい。これにより、クリアランスセンサの外周側から内部にかけて冷却することができるため、冷却効率が高められる。

符号の説明

[0062] １０　電極部材

１１　検出電極

１１ａ　検出端面

１１ｂ，１２ｃ，１２ｆ，１３ｃ　端面

１１ｃ　外周面

１１ｄ，１２ｄ，１２ｇ，１３ｄ　凹部

１１ｅ，１２ｅ，１２ｈ，１３ｅ，２１ｄ，２１ｅ，２２ｄ，２２ｅ　ネジ山

１１ｆ，１２ｉ，１３ｆ　縮径部

１２　ガード電極

１２ａ　ガード円筒部

１２ｂ　ガード基部

１３　グランド電極

１３ａ　グランド円筒部

１３ｂ　グランド基部

１３ｇ　フランジ部

１４　配線部

１５　管状部材

１６　管状部品

２０　絶縁部材

２１　第１絶縁部材

２１ａ，２２ａ　基部

２１ｂ，２１ｃ，２２ｂ，２２ｃ　突出部

２２　第２絶縁部材

３０　絶縁層

３１，３２　スペーサ部材

４１，４２，４３，４４　ピン

５０，５１　冷却流路

５１ａ　直線部

５１ｂ　集束部

５１ｃ　開口部

１００，２００，３００，４００，５００　クリアランスセンサ

ＡＸ　中心軸

請求の範囲

[請求項1] 中心軸の軸線方向の一端側に検出端面を有する円柱状の検出電極と、前記検出電極と前記中心軸が同軸であるガード電極及びグランド電極とを含む電極部材と、

前記検出電極と前記ガード電極とを連結し、前記ガード電極と前記グランド電極とを連結する絶縁部材と、

前記検出電極と、前記ガード電極と、前記グランド電極と、前記絶縁部材との間に充填される絶縁層と

を備え、

前記電極部材と前記絶縁部材との間は、前記中心軸の軸線方向及び軸回り方向の少なくとも一方に係止される

クリアランスセンサ。

[請求項2] 前記ガード電極は、前記検出電極の外周面を囲うガード円筒部と、前記検出電極に対して前記軸線方向の一端側とは反対の他端側に配置され前記ガード円筒部に接続されるガード基部とを有し、

前記グランド電極は、前記ガード電極の外周面を囲うグランド円筒部と、前記ガード電極に対して前記軸線方向の他端側に配置され前記グランド円筒部に接続されるグランド基部とを有し、

前記絶縁部材は、前記検出電極と前記ガード基部とを前記軸線方向に連結する第１絶縁部材と、前記ガード基部と前記グランド基部とを前記軸線方向に連結する第２絶縁部材とを有する

請求項１に記載のクリアランスセンサ。

[請求項3] 前記電極部材と前記絶縁部材との間は、ネジ接合により係止される

請求項１又は請求項２に記載のクリアランスセンサ。

[請求項4] 前記電極部材と前記絶縁部材との間は、ピンが挿入されることで係止される

請求項１から請求項３のいずれか一項に記載のクリアランスセンサ。

[請求項5] 前記検出電極と前記ガード電極との間、及び前記ガード電極と前記グランド電極との間の少なくとも一方に、絶縁体からなるスペーサ部材が配置される

請求項１から請求項４のいずれか一項に記載のクリアランスセンサ。

[請求項6] 前記中心軸の軸線方向に沿って前記電極部材及び前記絶縁部材を貫通する冷却流路を更に備える

請求項１から請求項５のいずれか一項に記載のクリアランスセンサ。

[請求項7] 中心軸の軸線方向の一端側に検出端面を有する円柱状の検出電極と、前記検出電極と前記中心軸が同軸であるガード電極及びグランド電極とを含む電極部材と、

前記検出電極と前記ガード電極とを連結し、前記ガード電極と前記グランド電極とを連結する絶縁部材と、

前記検出電極と、前記ガード電極と、前記グランド電極と、前記絶縁部材との間に充填される絶縁層と、

前記中心軸の軸線方向に沿って前記電極部材及び前記絶縁部材を貫通する冷却流路と

を備えるクリアランスセンサ。

[請求項8] 前記冷却流路は、前記中心軸の軸線方向視において前記中心軸を中心とした同心円上に複数配置される

請求項６又は請求項７に記載のクリアランスセンサ。

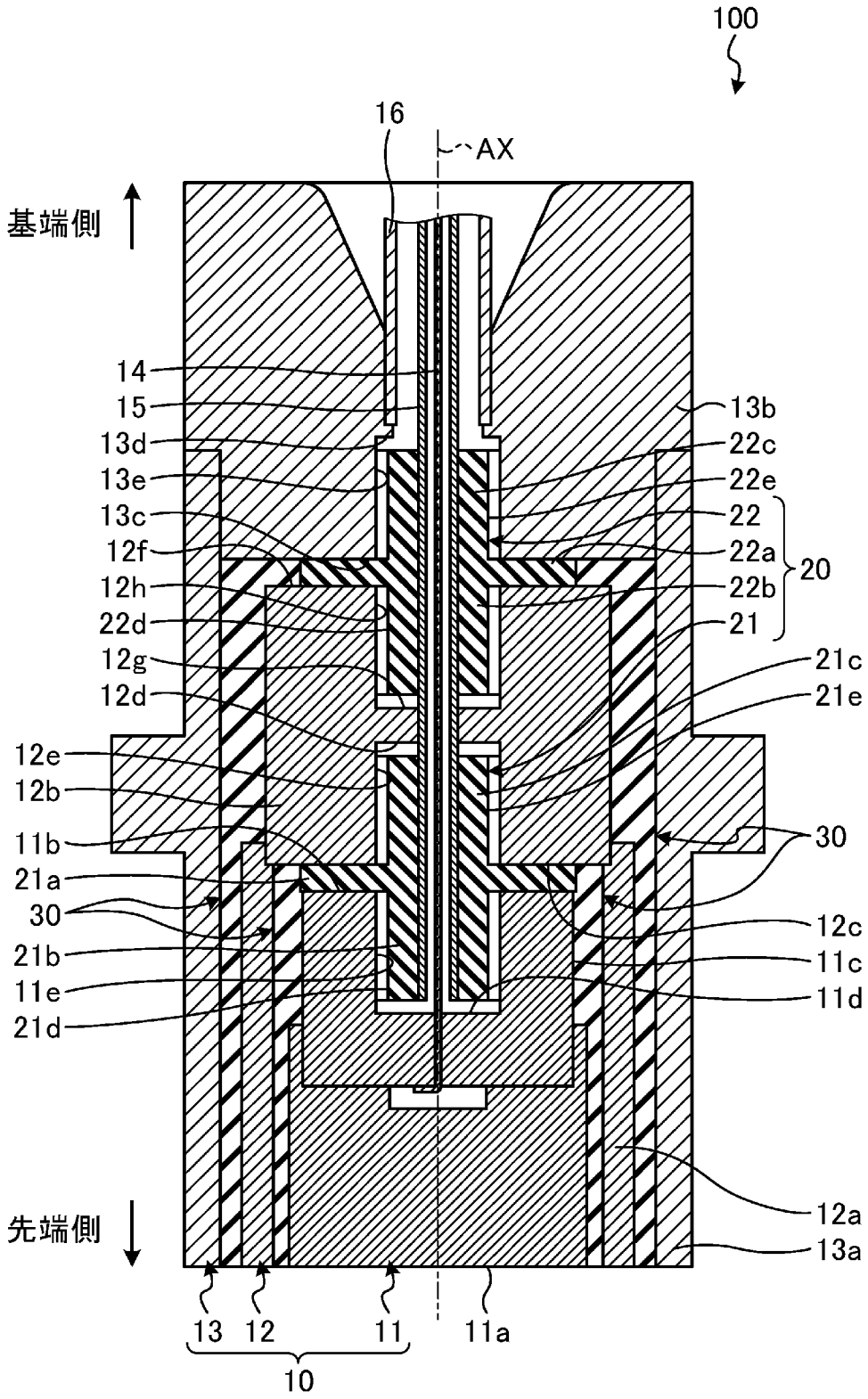
[請求項9] 前記冷却流路は、前記中心軸の軸線方向に沿った直線状に形成される

請求項８に記載のクリアランスセンサ。

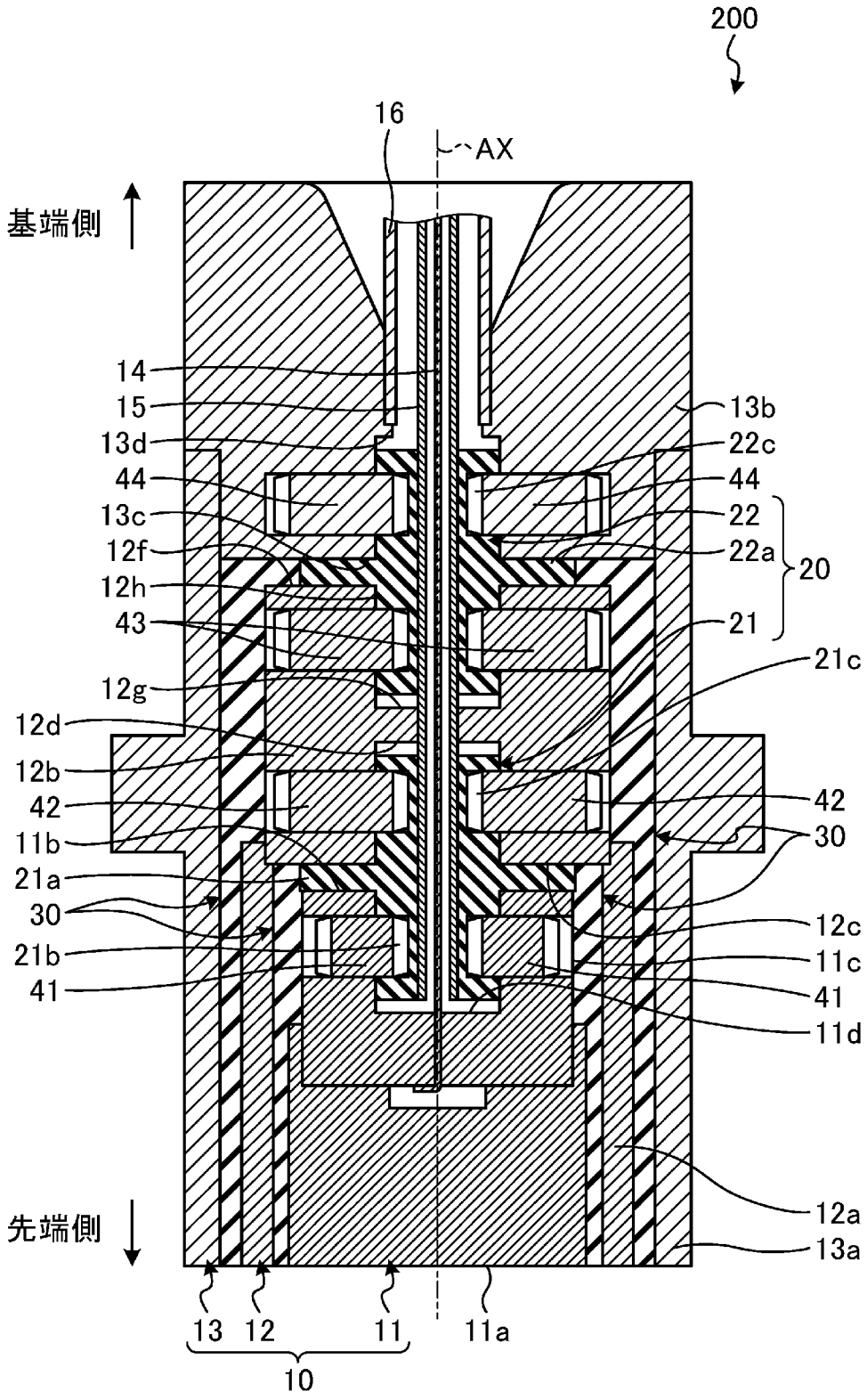
[請求項10] 前記冷却流路は、検出端側に向けて前記中心軸に対する径方向の外側から内側に集まるように形成される

請求項８に記載のクリアランスセンサ。

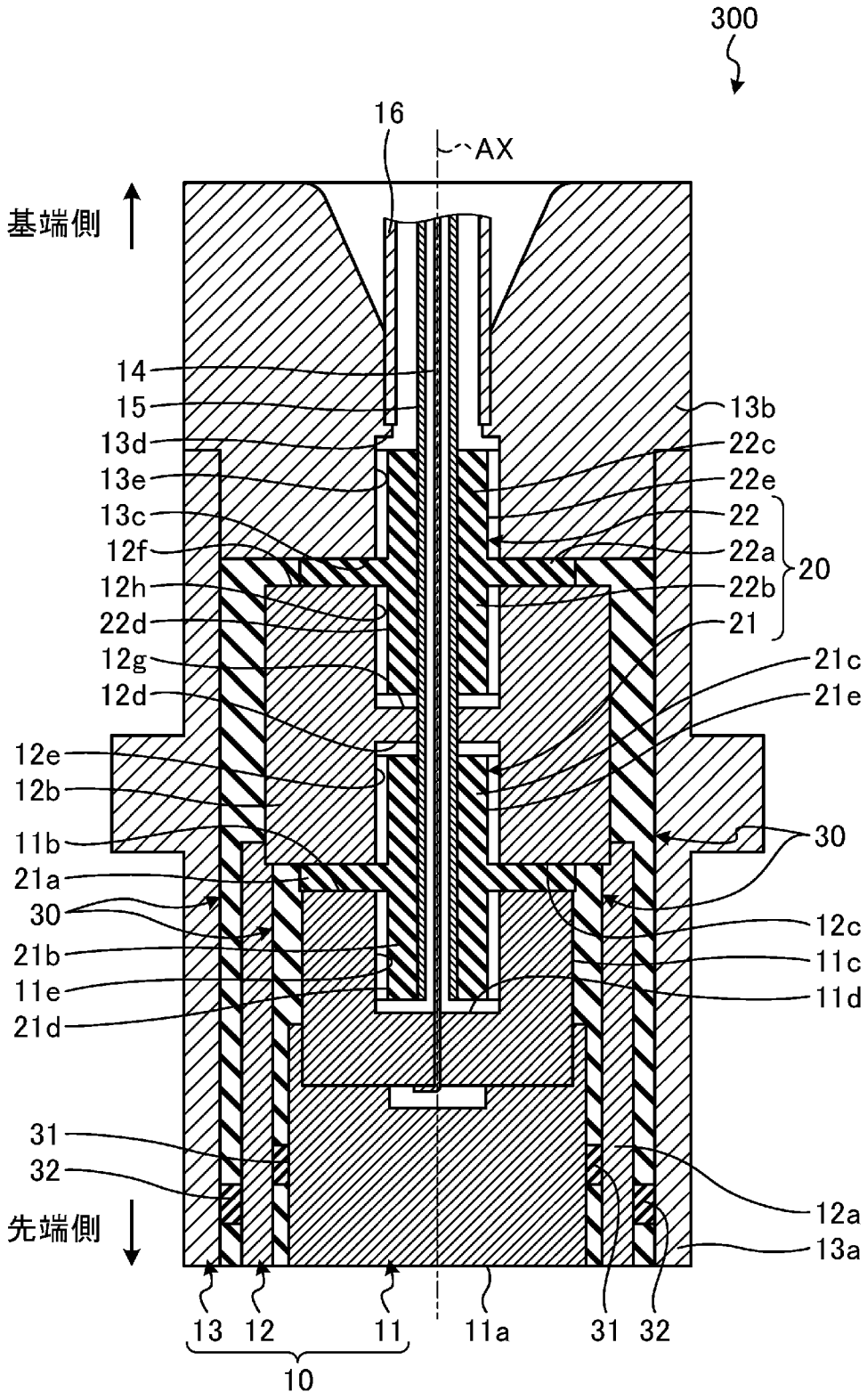
[図1]


100
16
AX
基端側
14
15
13d
13e
13c
12f
12h
22d
12g
12d
12e
12b
11b
21a
30
21b
11e
21d
13b
22c
22e
22
22a
22b
21
20
21c
21e
30
12c
11c
11d
12a
13a
先端側
13
12
11
11a
10

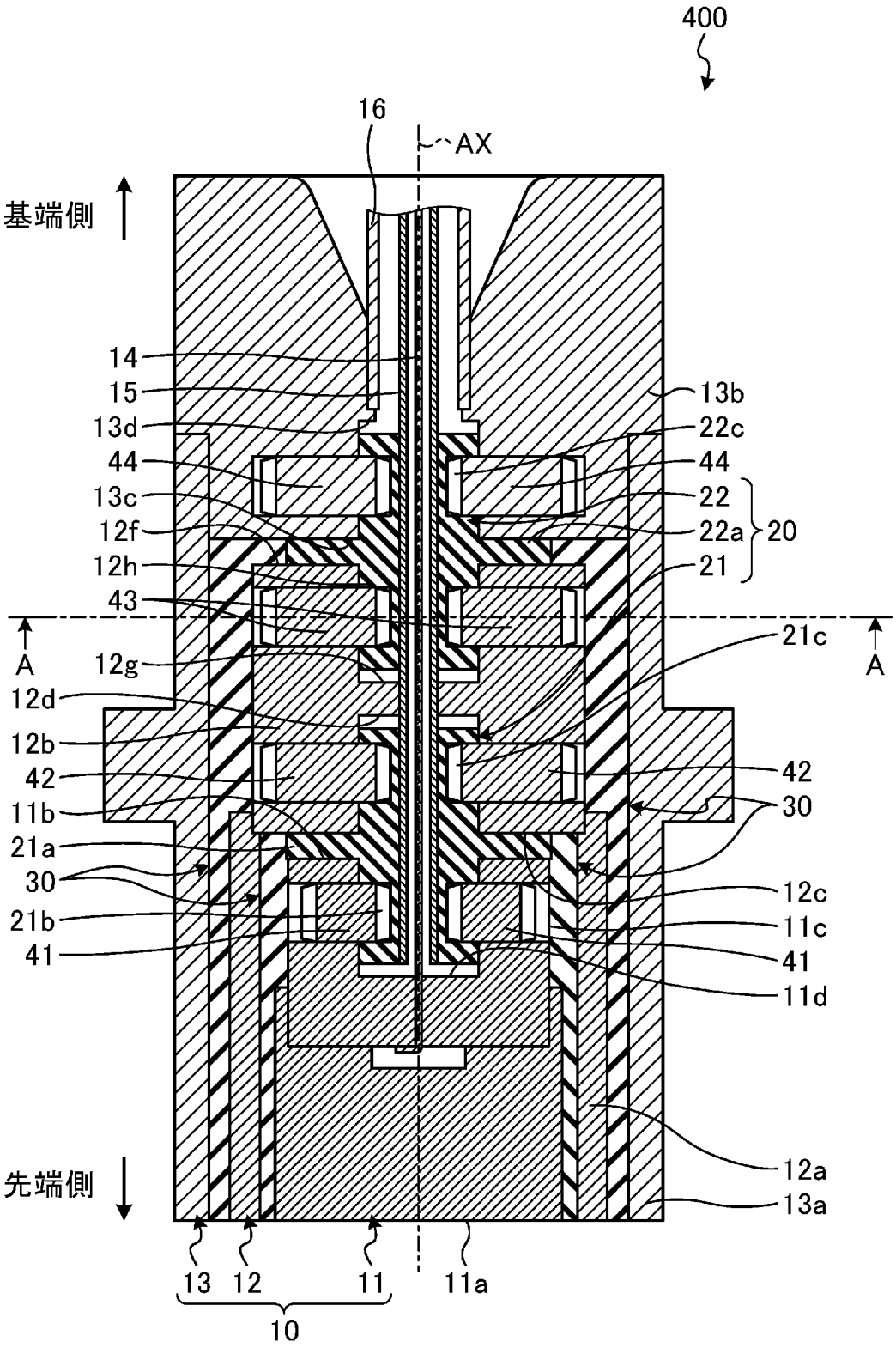
[図2]


200
16
AX
基端側
14
15
13d
44
13c
12f
12h
43
12g
12d
12b
42
11b
21a
30
21b
41
13b
22c
44
22
22a
20
21
21c
42
30
12c
11c
41
11d
12a
13a
先端側
13
12
11
11a
10

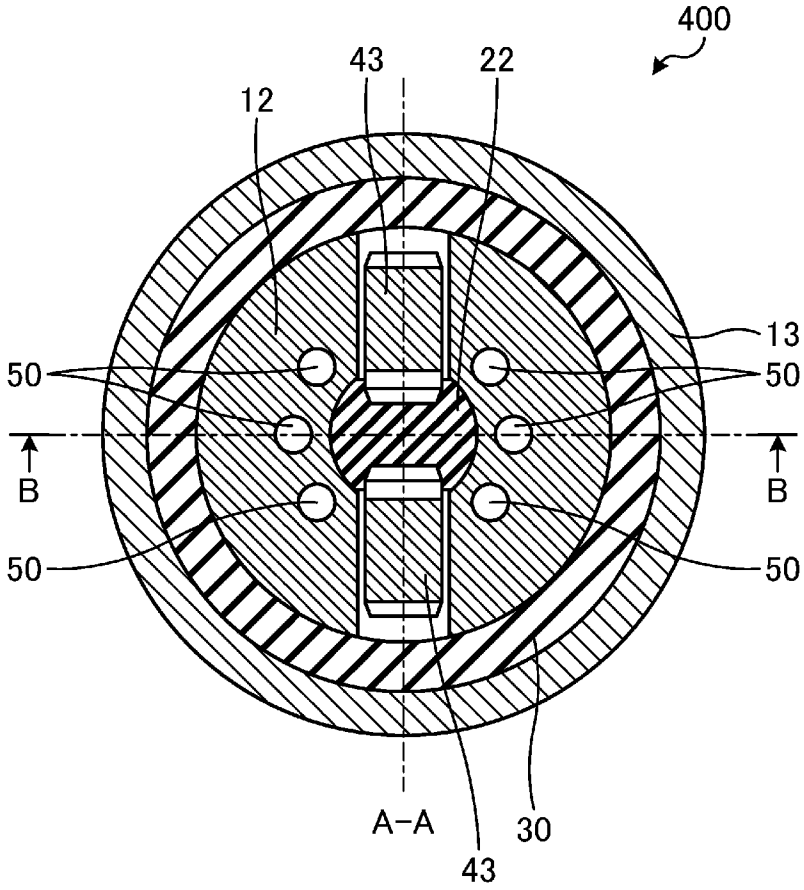
[図3]


300
16
AX
基端側
14
15
13d
13e
13c
12f
12h
22d
12g
12d
12e
12b
11b
21a
30
21b
11e
21d
31
32
先端側
13b
22c
22e
22
22a
22b
21
20
21c
21e
30
12c
11c
11d
12a
13a
13
12
11
11a
31
32
10

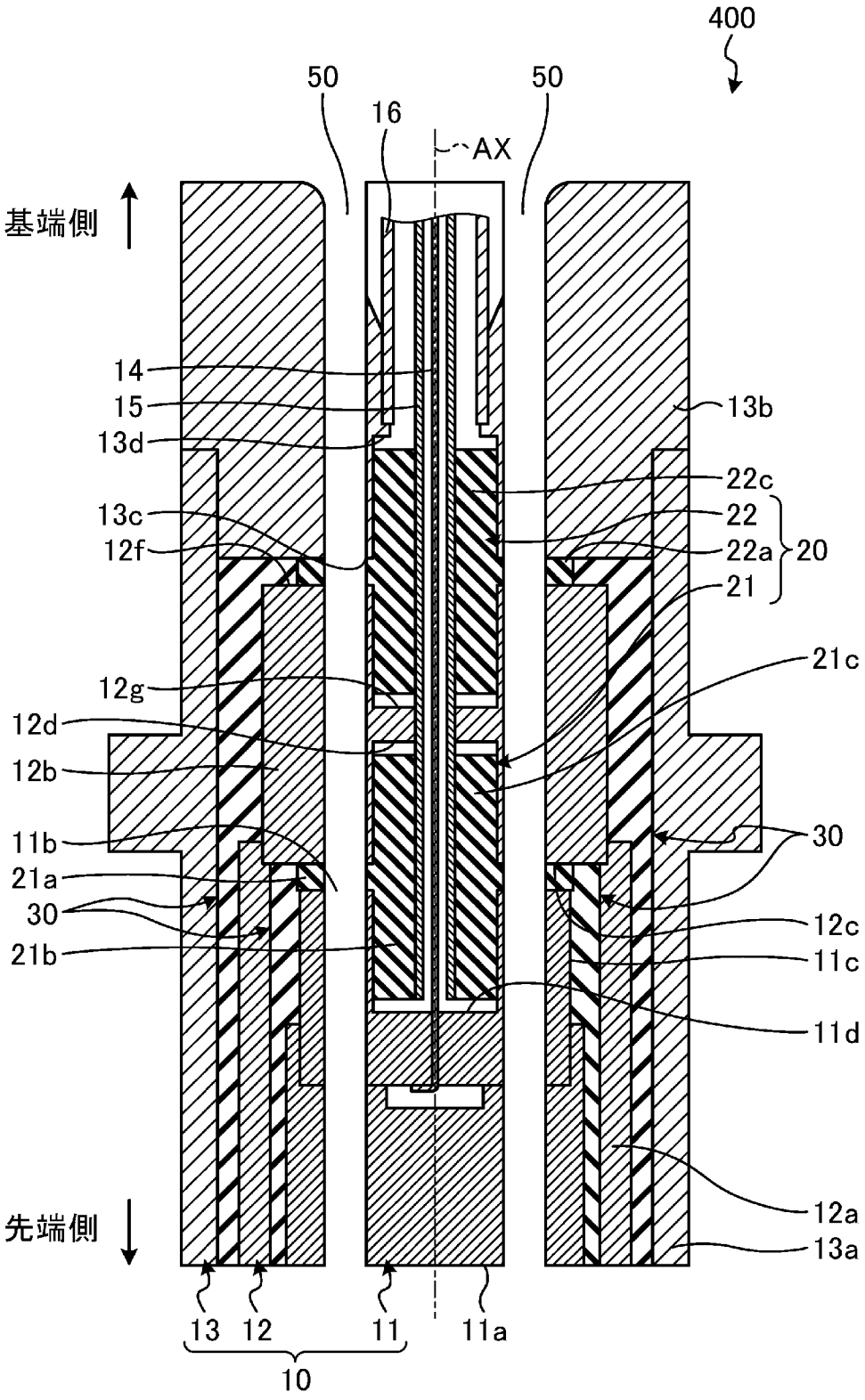
[図4]


400
16
AX
基端側
14
15
13d
44
13c
12f
12h
43
A
12g
12d
12b
42
11b
21a
30
21b
41
13b
22c
44
22
22a
20
21
21c
A
42
30
12c
11c
41
11d
12a
13a
先端側
13
12
11
11a
10

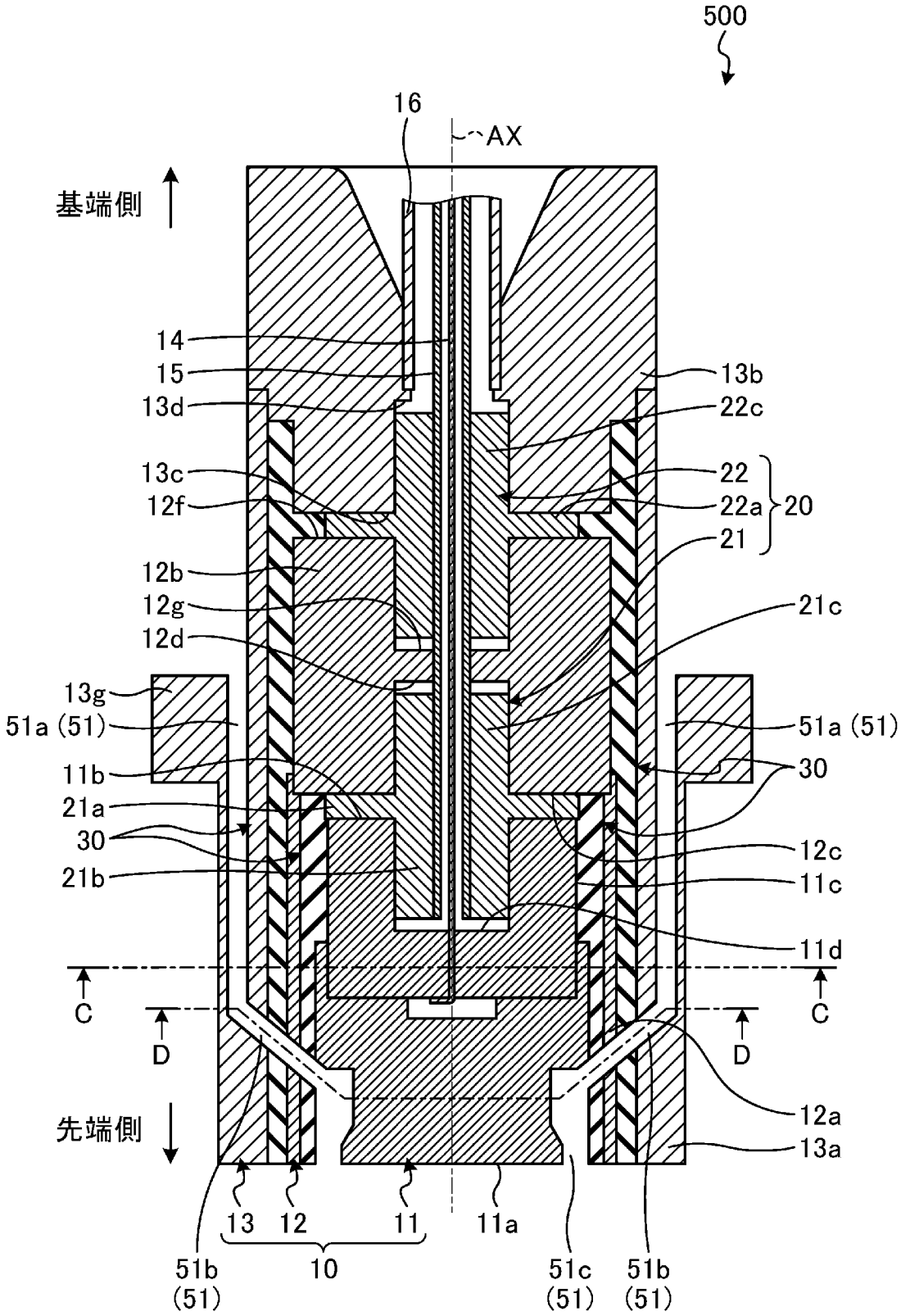
[図5]



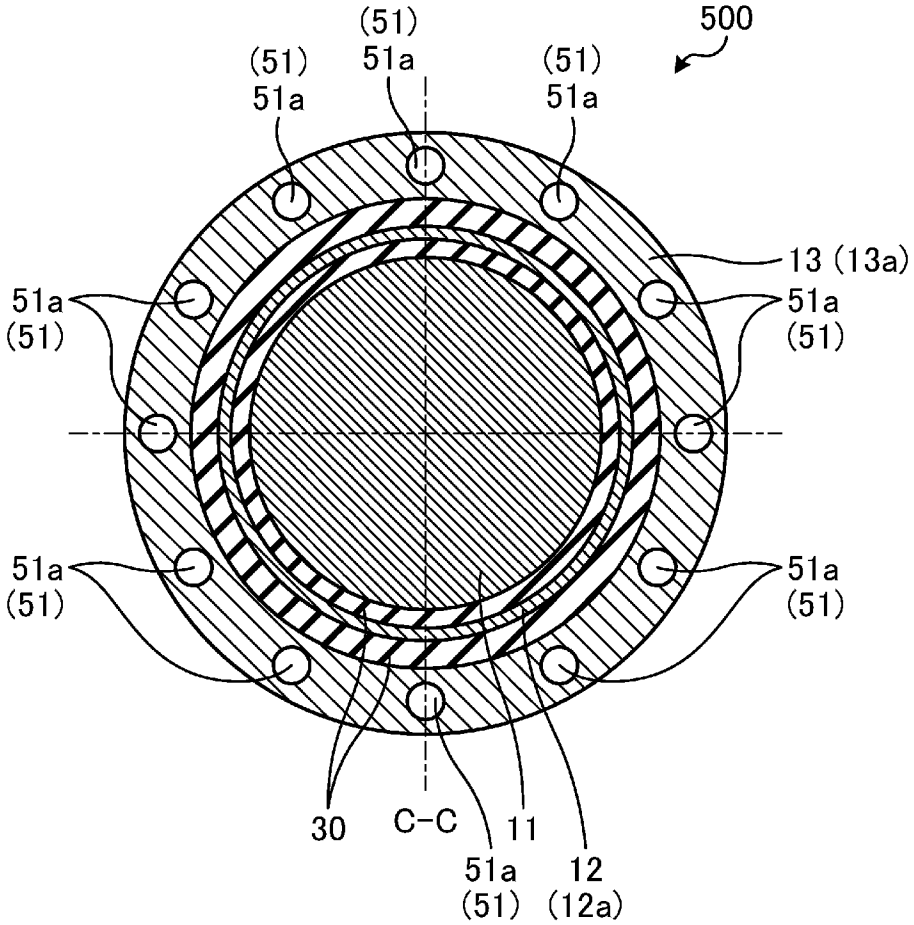
[図6]


400
50
16
50
AX
基端側
14
15
13d
13c
12f
12g
12d
12b
11b
21a
30
21b
13b
22c
22
22a
20
21
21c
30
12c
11c
11d
12a
13a
先端側
13
12
11
11a
10

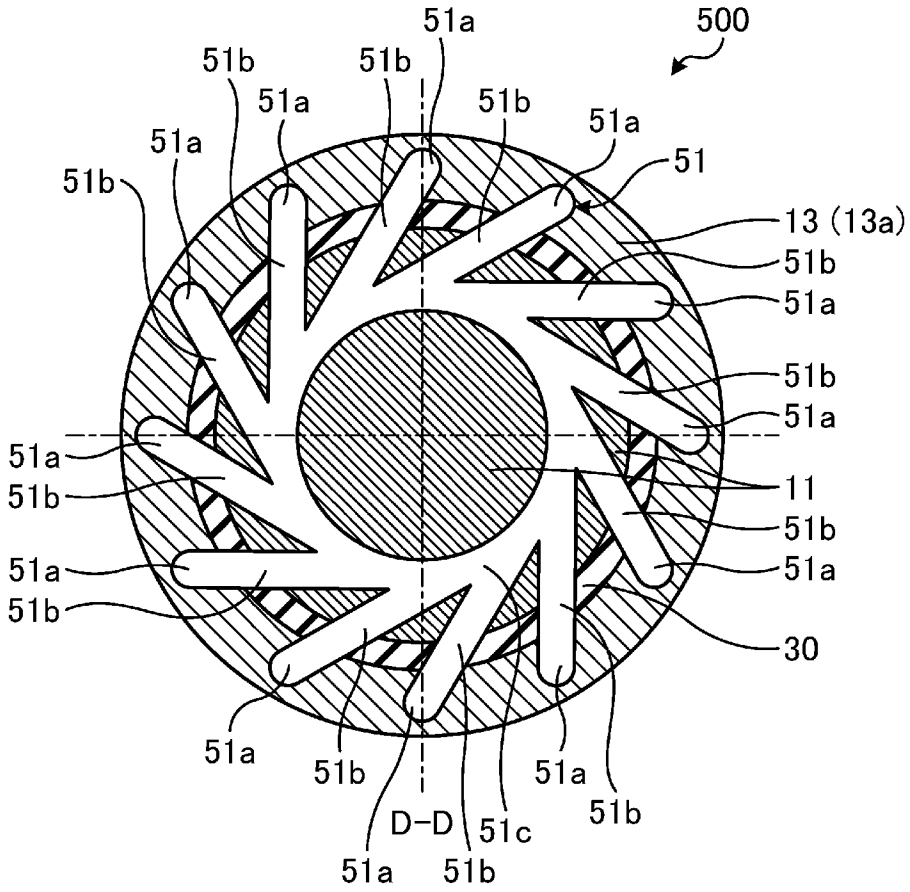
[図7]


500
16
AX
基端側
14
15
13d
13c
12f
12b
12g
12d
13g
51a (51)
11b
21a
30
21b
13b
22c
22
22a
20
21
21c
51a (51)
30
12c
11c
11d
C
D
C
D
先端側
12a
13a
13
12
11
11a
10
51b (51)
51c (51)
51b (51)

[図8]


500
(51)
51a
(51)
51a
(51)
51a
13 (13a)
51a
(51)
51a
(51)
51a
(51)
51a
(51)
30
C-C
11
51a
(51)
12
(12a)

[図9]


500
51a
51b
51b
51a
51b
51a
51a
51
51b
13 (13a)
51b
51a
51b
51a
51a
11
51b
51b
51a
51a
51b
30
51a
51b
51a
51b
D-D
51c
51a
51b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/007666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 7/00(2006.01)i; ***G01B 7/14***(2006.01)i
FI: G01B7/14; G01B7/00 101C

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)

G01B7/00-7/34; G01D5/00-5/252; G01D5/39-5/62; F01D1/00-11/24

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	JP 4-297805 A (KYOTO JUSHI SEIKO KK) 21 October 1992 (1992-10-21) paragraphs [0013]-[0016], fig. 1	1, 3
Y		4-5
A		2, 6-10
Y	JP 2004-354269 A (MITSUTSU KK) 16 December 2004 (2004-12-16) paragraphs [0016], [0020], [0029], fig. 2-3	4
Y	JP 2018-159632 A (EDWARDS KK) 11 October 2018 (2018-10-11) paragraph [0035], fig. 3	5
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 90708/1984 (Laid-open No. 6706/1986) (HITACHI, LTD.) 16 January 1986 (1986-01-16), entire text	1-10
A	JP 2017-59364 A (DENSO CORP) 23 March 2017 (2017-03-23) entire text	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 March 2022	**05 April 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/007666

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 4-297805 A	21 October 1992	(Family: none)	
JP 2004-354269 A	16 December 2004	(Family: none)	
JP 2018-159632 A	11 October 2018	US 2020/0095998 A1 paragraph [0059], fig. 3 WO 2018/173704 A1 EP 3605008 A1 CN 110382997 A KR 10-2019-0133148 A	
JP 61-6706 U1	16 January 1986	(Family: none)	
JP 2017-59364 A	23 March 2017	US 2017/0077679 A1 entire text DE 102016117149 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/007666

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01B 7/00(2006.01)i; G01B 7/14(2006.01)i
FI: G01B7/14; G01B7/00 101C

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））

G01B7/00-7/34; G01D5/00-5/252; G01D5/39-5/62; F01D1/00-11/24

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
X	JP 4-297805 A (京都樹脂精工株式会社) 21.10.1992 (1992-10-21) 段落[0013]-[0016], 図1	1,3
Y		4-5
A		2,6-10
Y	JP 2004-354269 A (ミッツ株式会社) 16.12.2004 (2004-12-16) 段落[0016],[0020],[0029], 図2-3	4
Y	JP 2018-159632 A (エドワーズ株式会社) 11.10.2018 (2018-10-11) 段落[0035], 図3	5
A	日本国実用新案登録出願59-90708号(日本国実用新案登録出願公開61-6706号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社日立製作所) 16.01.1986 (1986-01-16) 全文	1-10
A	JP 2017-59364 A (株式会社デンソー) 23.03.2017 (2017-03-23) 全文	1-10

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
28.03.2022	05.04.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
仲野　一秀 2S 4779
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/007666

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 4-297805 A	21.10.1992	（ファミリーなし）	
JP 2004-354269 A	16.12.2004	（ファミリーなし）	
JP 2018-159632 A	11.10.2018	US 2020/0095998 A1 段落[0059], 図3 WO 2018/173704 A1 EP 3605008 A1 CN 110382997 A KR 10-2019-0133148 A	
JP 61-6706 U1	16.01.1986	（ファミリーなし）	
JP 2017-59364 A	23.03.2017	US 2017/0077679 A1 全文 DE 102016117149 A1	