

(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  
2018年10月11日(11.10.2018)



(10) 国際公開番号  
**WO 2018/185838 A1**

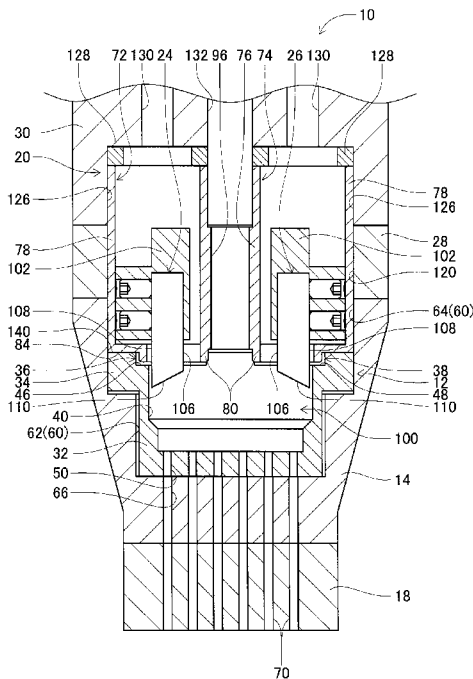
- (51) 国際特許分類:  
*H05H 1/34* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/014093
- (22) 国際出願日: 2017年4月4日(04.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 F U J I (FUJI CORPORATION) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 神藤 高広(JINDO, Takahiro); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 池戸 俊之(IKEDO, Toshiyuki); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ネクスト, 外(NEXT INTERNATIONAL et al.); 〒4600003 愛知県名

古屋市中区錦一丁目 1 1 番 2 0 号 大永ビルディング7階 Aichi (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, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: PLASMA-GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ発生装置



(57) Abstract: This plasma generating device comprises a pair of electrodes, a pair of holders for holding the pair of electrodes with the ends of the pair of electrodes protruding therefrom, and a casing which has a first recess formed therein, and which is combined with the pair of holders in a state in which the ends of the pair of electrodes protruding from the pair of holders is inserted into the first protrusion. The combined casing and the pair of holders come into contact only on the opposite side from the ends of the pair of electrodes protruding from the pair of holders.

(57) 要約: 1 対の電極と、1 対の電極の端部を突出させた状態で保持する 1 対のホルダと、第 1 凹部が形成され、1 対のホルダから突出する 1 対の電極の端部が第 1 凹部に挿入された状態で 1 対のホルダと組み合わされるケーシングとを備え、組み合わされたケーシングと 1 対のホルダとが、1 対のホルダから突出する 1 対の電極の端部の間と反対側でのみ、接触するプラズマ発生装置。



WO 2018/185838 A1

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**： プラズマ発生装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、1対の電極の端部の間での放電によりプラズマを発生させるプラズマ発生装置に関する。

### 背景技術

[0002] プラズマ発生装置では、下記特許文献に記載されているように、反応室に処理ガスが供給され、反応室に配設された複数の電極に電力が供給される。これにより、反応室において、放電が生じ、処理ガスがプラズマ化される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-038940号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] プラズマ発生装置では、電極間での放電によりプラズマが発生するため、放電によりプラズマ発生装置を構成する部材が劣化する。そこで、プラズマ発生装置を構成する部材の劣化防止を課題とする。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本明細書は、1対の電極と、前記1対の電極の端部を突出させた状態で保持する1対のホルダと、前記1対のホルダと組み合わされるケーシングとを備え、組み合わされた前記ケーシングと前記1対のホルダとが、前記1対のホルダから突出する前記1対の電極の端部の間と反対側でのみ、接触するプラズマ発生装置を開示する。

### 発明の効果

[0006] 本開示によれば、プラズマの進入を抑制し、プラズマ発生装置を構成する部材の劣化を防止することが可能となる。

## 図面の簡単な説明

- [0007] [図1]大気圧プラズマ発生装置を示す斜視図である。  
[図2]大気圧プラズマ発生装置を示す分解図である。  
[図3]大気圧プラズマ発生装置を示す断面図である。  
[図4]内部ブロックを示す斜視図である。  
[図5]内部ブロックを示す正面図、上面図、側面図である。  
[図6]保持部材を示す斜視図である。  
[図7]保持部材を示す正面図、上面図、下面図、側面図である。  
[図8]内部ブロックを示す上面図である。  
[図9]従来の大気圧プラズマ発生装置を示す分解図である。  
[図10]従来の大気圧プラズマ発生装置の内部ブロックを示す上面図である。  
[図11]変形例の大気圧プラズマ発生装置を示す断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明を実施するための形態として、本発明の実施例を、図を参照しつつ詳しく説明する。

[0009] (A) 大気圧プラズマ発生装置の構成

図1乃至図3に、本発明の実施例の大気圧プラズマ発生装置10を示す。大気圧プラズマ発生装置10は、大気圧下でプラズマを発生させるための装置である。大気圧プラズマ発生装置10は、内部ブロック12と、下部ブロック14と、照射ノズル18と、保持部材20と、1対の電極24、26と、連結部材28と、上部ブロック30とを備えている。なお、図1は、大気圧プラズマ発生装置10の斜視図であり、図2は、上部ブロック30を除いた大気圧プラズマ発生装置10の分解斜視図であり、図3は、大気圧プラズマ発生装置10の断面図である。

[0010] 内部ブロック12は、セラミックにより成形されており、図4及び図5に示すように、概して直方体形状の本体部32と、本体部32の上縁に形成されたフランジ部34とにより構成されている。なお、図4は、内部ブロック12の斜視図であり、図5は、内部ブロック12Aの正面図と内部ブロック

12Bの上面図と内部ブロック12Cの側面図である。

[0011] 内部ブロック12のフランジ部34の上面には、1対の円柱形状の円柱凹部36, 38が形成されている。さらに、1対の円柱凹部36, 38を連結し、1対の円柱凹部36, 38の底面から本体部32の内部に向かう連結凹部40が形成されている。なお連結凹部40の幅は、円柱凹部36, 38の直径より小さいため、円柱凹部36, 38の底面は、概してU字型の段差面46, 48とされている。また、連結凹部40は、底面に向かうほど幅が狭くなる段付き形状とされており、連結凹部40の底面には、上下方向に延びるように6本の第1流路50が形成されている。そして、それら6本の第1流路50は、内部ブロック12の下面に開口している。なお、本明細書での構成要素の幅方向は、構成要素が概して矩形の場合に短手方向、つまり、長手方向に直行する方向を意味する。また、長手方向を長さ方向と記載する。

[0012] 下部ブロック14は、図2に示すように、概して直方体形状をなし、セラミックにより成形されている。下部ブロック14の上面には、内部ブロック12を収納するための収納部60が形成されている。収納部60は、下部ブロック14の上面に開口する有底穴であり、図3に示すように、底面側に位置する第1収納部62と、開口側に位置する第2収納部64とによって構成されている。

[0013] 第1収納部62の深さ寸法は、内部ブロック12の本体部32の高さ寸法と略同じであり、第1収納部62の幅寸法および長さ寸法は、内部ブロック12の本体部32の幅寸法および長さ寸法より僅かに長い。また、第2収納部64の深さ寸法は、内部ブロック12のフランジ部34の高さ寸法より長く、第2収納部64の幅寸法および長さ寸法は、内部ブロック12のフランジ部34の幅寸法および長さ寸法より僅かに長い。このため、内部ブロック12は、収納部60の開口から挿入され、内部ブロック12の本体部32が第1収納部62に収納され、内部ブロック12のフランジ部34が第2収納部64に収納される。なお、第2収納部64の深さ寸法はフランジ部34の高さ寸法より長いため、フランジ部34の上面、つまり、内部ブロック12

の上面は、収納部60の内部において、下部ブロック14の上面より下方に位置する。つまり、内部ブロック12の全体が、下部ブロック14の収納部60の内部に埋もれた状態で入り込んでいる。

[0014] また、収納部60の底面、つまり、第1収納部62の底面には、上下方向に延びるように6本の第2流路66が形成されており、それら6本の第2流路66は、下部ブロック14の下面に開口している。そして、収納部60に内部ブロック12が収納されることで、第2流路66と内部ブロック12の第1流路50とが連通する。

[0015] 照射ノズル18は、下部ブロック14の下面に固定されている。照射ノズル18には、上下方向に延びるように6本の第3流路70が形成されており、それら6本の第3流路70は、照射ノズル18の上面及び下面に開口している。そして、各第3流路70は、内部ブロック12の各第2流路66と連通している。

[0016] 保持部材20は、セラミックにより成形されており、図6及び図7に示すように、1対のホルダ72、74と連結部76とにより構成されている。1対のホルダ72、74は、互いの側面を対向させた状態で離間して配設されており、連結部76によって連結されている。それら1対のホルダ72、74の各々は、本体部78と突出部80とから構成されている。本体部78は、概して有底円筒形状とされている。また、突出部80は、本体部78より小径の短円筒形状とされており、本体部78の底面から下方に僅かに突出している。その突出部80の上端は、本体部78の底面に開口している。

[0017] なお、本体部78の外径は、内部ブロック12のフランジ部34の幅寸法と略同じとされており、突出部80の外径は、内部ブロック12の円柱凹部36、38の内径より僅かに小さな寸法とされている。また、1対のホルダ72、74の突出部80の軸心は、本体部78の軸心より、互いに接近する方向にズレており、1対の突出部80の離間距離は、内部ブロック12の1対の円柱凹部36、38の離間距離と同じとされている。

[0018] また、1対のホルダ72、74の各々の本体部78の底面は、段差面とさ

れており、第1底面82と第2底面84とにより構成されている。第2底面84は、第1底面82より下方に突出している。第2底面84は、1対のホルダ72、74の突出部80の互いに向かい合う側面86と反対側の側面88から離れる方向に向かって、概して扇型に広がるように形成されている。つまり、第1底面82は、突出部80の側面86側に形成され、第2底面84は、突出部80の側面88側に形成されている。なお、第2底面84は、第1底面82より下方に突出しているが、突出部80の下端より上方に位置している。

[0019] また、連結部76は、1対のホルダ72、74の互いに対向する側面において、それら1対のホルダ72、74を連結している。連結部76の幅寸法は、ホルダ72、74の本体部78の外径と略同じとされており、連結部76の外壁面と本体部78の外周面とが円滑に連続している。なお、ホルダ72、74の本体部78の外径は、上述したように、内部ブロック12のフランジ部34の幅寸法と略同じとされている。また、連結部76の長さ寸法は、保持部材20の長さ寸法が内部ブロック12のフランジ部34の長さ寸法と一致するように設計されている。これにより、保持部材20の幅寸法および長さ寸法は、内部ブロック12のフランジ部34の幅寸法および長さ寸法と略同じとされている。

[0020] また、連結部76の底面90は、ホルダ72、74の本体部78の第1底面82と面一であり、連結部76の底面90と本体部78の第1底面82とは、円滑な平坦面とされている。なお、連結部76には、1対のホルダ72、74の間において、上下方向に延びる貫通孔96が形成されており、貫通孔96は、上端において連結部76の上面に開口し、下端において連結部76の下面に開口している。

[0021] このような構造の保持部材20は、図3に示すように、内部ブロック12に組み合わされている。詳しくは、保持部材20の1対のホルダ72、74の突出部80が、内部ブロック12の1対の円柱凹部36、38に挿入されている。これにより、突出部80の下端が、円柱凹部36、38の段差面4

6, 48と対向する。ただし、円柱凹部36, 38の深さ寸法は、突出部80の第2底面84からの突出量より大きい。このため、内部ブロック12の上面に、保持部材20の第2底面84が接触し、突出部80の下端と、円柱凹部36, 38の段差面46, 48とは、クリアランスの有る状態で対向する。このように、保持部材20が内部ブロック12に組み合わされることで、内部ブロック12の連結凹部40が保持部材20によって塞がれ、連結凹部40と保持部材20とによって、反応室100が区画される。

[0022] また、上述したように、保持部材20の幅寸法および長さ寸法は、内部ブロック12のフランジ部34の幅寸法および長さ寸法と略同じとされている。このため、内部ブロック12に組み合わされた保持部材20の下端部は、内部ブロック12のフランジ部34とともに、下部ブロック14の第2収納部64に収納されている。

[0023] 1対の電極24, 26の各々は、概して円柱形状をなし、電極24, 26の外径は、保持部材20のホルダ72, 74の内径より小さい。そして、電極24, 26は、ホルダ72, 74の内部において、上下方向に延びる姿勢でソケット102によって保持されている。電極24, 26の下端部は、ホルダ72の下端部、つまり、突出部80の下端から突出しており、反応室100の内部に、挿入されている。

[0024] また、反応室100の内部に挿入された電極24, 26の下端部は、互いの端面が向かい合う楔状とされている。詳しくは、1対の電極24, 26の下端部は、1対の電極24, 26の互いに向かい合う側面106から、その側面106と反対側の側面108に向かって下方に切り欠かれている。つまり、1対の電極24, 26の下端面110は、互いに向かい合うように切り欠かれている。また、別の表現を用いれば、側面106と下端面110とのなす角度が鈍角とされ、側面108と下端面110とのなす角度が鋭角とされている。さらに別の表現を用いれば、電極24, 26の下端面110は、側面106から側面108に向かうほど下方に向かって傾斜するテーパ面とされている。

[0025] また、連結部材 28 は、板状をなし、連結部材 28 には、上下方向に延びる挿通穴 120 が形成されている。挿通穴 120 は、上端において連結部材 28 の上面に開口し、下端において連結部材 28 の下面に開口している。挿通穴 120 の内寸は、保持部材 20 の幅方向及び長さ方向の寸法より僅かに大きい。そして、連結部材 28 は、挿通穴 120 に保持部材 20 を挿通させた状態で、下部ブロック 14 の上面に固定されている。なお、連結部材 28 の上面と保持部材 20 の連結部 76 の上面とは、略同じ高さとされており、保持部材 20 のホルダ 72, 74 の上端部、つまり、本体部 78 が、連結部材 28 の上面から上方に向かって伸び出している。

[0026] また、上部ブロック 30 は、概して直方体形状をなしており、上部ブロック 30 の下面に開口する 1 対の凹部 126 が形成されている。凹部 126 の内寸はホルダ 72, 74 の本体部 78 の外寸より僅かに大きい。そして、ホルダ 72, 74 の本体部 78 が凹部 126 に嵌入された状態で、上部ブロック 30 の下面が、連結部材 28 の上面に固定されている。なお、凹部 126 の深さ寸法は、本体部 78 の連結部材 28 の上面からの伸び出し量より大きい。このため、凹部 126 の底面と本体部 78 との間にクリアランスが有る。そのクリアランスに、環状の弾性体 128 が圧縮された状態で介挿されている。これにより、弾性体 128 の弾性力によって、保持部材 20 が下方に向かって付勢され、下部ブロック 14 の収納部 60 の内部において、内部ブロック 12 と保持部材 20 とが密着している。

[0027] また、上部ブロック 30 には、1 対の凹部 126 に連通する 1 対の第 1 連通路 130 が形成されている。その第 1 連通路 130 は、窒素等の不活性ガスのみによって構成された処理ガスを供給する供給装置（図示省略）に連結されている。さらに、上部ブロック 30 には、保持部材 20 の貫通孔 96 に連通する第 2 連通路 132 も形成されている。その第 2 連通路 132 は、空気中の酸素等の活性ガスと窒素等の不活性ガスとを任意の割合で混合させた処理ガスを供給する供給装置（図示省略）に連結されている。

[0028] (B) 大気圧プラズマ発生装置によるプラズマの発生

大気圧プラズマ発生装置 10 では、上述した構成により、反応室 100 の内部において、処理ガスがプラズマ化され、照射ノズル 18 の第 3 流路 70 からプラズマが照射される。以下に、大気圧プラズマ発生装置 10 によるプラズマの発生について、詳しく説明する。

[0029] 大気圧プラズマ発生装置 10 では、不活性ガスのみによって構成された処理ガスが、第 1 連通路 130 から、保持部材 20 のホルダ 72, 74 の内部を介して、反応室 100 に供給される。また、不活性ガスと活性ガスとによって構成された処理ガスが、第 2 連通路 132 から、保持部材 20 の貫通孔 96 を介して、反応室 100 に供給される。その際、反応室 100 では、1 対の電極 24, 26 に電圧が印加されており、1 対の電極 24, 26 の間に電流が流れる。これにより、1 対の電極 24, 26 の間に放電が生じ、その放電により、処理ガスがプラズマ化される。また、反応室 100 では、電極 24, 26 が内部ブロック 12 の連結凹部 40 の壁面に近い位置に配設されているため、電極 24, 26 への印加により、電流が連結凹部 40 の壁面に沿って流れる。これにより、1 対の電極 24, 26 間だけでなく、連結凹部 40 の壁面に沿って放電が生じ、その放電によって、処理ガスがプラズマ化される。そして、反応室 100 で発生したプラズマは、内部ブロック 12 の第 1 流路 50 を介して、下部ブロック 14 の第 2 流路 66 に流れる。さらに、プラズマは、照射ノズル 18 の第 3 流路 70 に流れ、その第 3 流路 70 の下端から被処理体にプラズマが照射される。

[0030] (C) 大気圧プラズマ発生装置の耐久性向上

このようにして、大気圧プラズマ発生装置 10 では、反応室 100 の内部において放電が生じることで、処理ガスがプラズマ化され、照射ノズル 18 の第 3 流路 70 からプラズマが照射される。なお、プラズマとは、気体を構成する分子が電離し陽イオンと電子に別れた状態であり、電離した気体に相当する。このようなプラズマが、反応室 100 において発生し、反応室 100 から第 1 流路 50 に噴出される。

[0031] ただし、反応室 100 の内部で電離した気体は、順次、反応室 100 から

第1流路50に噴出されるが、非常に狭い領域に進入すると、その電離した気体が、その狭い領域で留まる場合がある。例えば、反応室100を区画する部材同士の接触面では、面同士が接触するため、隙間は無いと考えられる。しかしながら、気体を構成する分子の大きさを基準で考えると、接触面であっても、電離した気体が部材同士の接触面に進入する。このような、非常に狭い領域の接触面に、電離した気体が進入すると、その接触面の内部に電離した気体が留まり、その電離した気体に放電が集中することで、接触面に焦げが生じる虞がある。特に、反応室100では、1対の電極24, 26の間で放電が生じるため、1対の電極24, 26の間に接触面が存在すると、その接触面に焦げが発生し易くなり、反応室100を区画する部材、つまり、内部ブロック12, 保持部材20等が劣化し易くなる。また、接触面への放電の集中によって、放電が安定しない虞がある。

[0032] このようなことに鑑みて、大気圧プラズマ発生装置10では、反応室100において、1対の電極24, 26の間と反対側にのみ、接触面が存在するように構成されている。詳しくは、上述したように、保持部材20と内部ブロック12とによって反応室100が区画されており、保持部材20の1対のホルダ72, 74の突出部80が、内部ブロック12の1対の円柱凹部36, 38に挿入されている。これにより、突出部80の下端が、円柱凹部36, 38の段差面46, 48と対向する。ただし、円柱凹部36, 38の深さ寸法は、突出部80の第2底面84からの突出量より大きい。このため、内部ブロック12の上面に、保持部材20の第2底面84が接触し、突出部80の下端と、円柱凹部36, 38の段差面46, 48とは、クリアランスの有る状態で対向する。つまり、保持部材20は、第2底面84のみが、内部ブロック12に接触している。言い方を変えれば、図8に示すように、内部ブロック12のフランジ部34の上面において、保持部材20の第2底面84の形状に応じた個所(図中斜線)のみが、保持部材20への接触面140となる。

[0033] この接触面140は、内部ブロック12の連結凹部40に挿入された1対

の電極 24, 26 の間の反対側に位置している。つまり、大気圧プラズマ発生装置 10 では、反応室 100 において、1 対の電極 24, 26 の間と反対側にのみ、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面、つまり、第 2 底面 84 及び接触面 140 が存在するように構成されている。

[0034] なお、1 対の電極 24, 26 の間とは、電極 24, 26 の直径に相当する幅で、1 対の電極 24, 26 を結ぶ領域のみを示すものでなく、1 対の電極 24, 26 を結ぶ直線に直行し、1 対の電極 24, 26 を通る 2 本の直線との領域を示す。詳しくは、電極 24, 26 の直径に相当する幅で、1 対の電極 24, 26 を結ぶ領域とは、図 8 で 1 点鎖線 146 によって囲まれる領域である。一方、1 対の電極 24, 26 を結ぶ直線に直行し、1 対の電極 24, 26 を通る 2 本の直線は、図 8 での 2 点鎖線 148 である。このため、1 対の電極 24, 26 の間とは、2 本の 2 点鎖線 148 の間を意味する。つまり、大気圧プラズマ発生装置 10 では、反応室 100 において、1 対の 2 点鎖線 148 の間と反対側にのみ、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面が存在している。

[0035] 一方、従来の大気圧プラズマ発生装置 150 は、図 9 に示すように、1 対のホルダ 152 と、内部ブロック 154 と、連結部材 156 と、下部ブロック 158 と、照射ノズル（図示省略）と、上部ブロック（図示省略）とにより構成されている。ここで、大気圧プラズマ発生装置 150 では、内部ブロック 154 の上面に 1 対のホルダ 152 の下面が組み付けられることで、内部ブロック 154 の内部が反応室として機能する。このため、ホルダ 152 及び内部ブロック 154 についてのみ説明する。

[0036] 1 対のホルダ 152 は、円筒形状をなし、その下端面は平坦面とされている。また、内部ブロック 154 は、概して直方体形状の本体部 166 と、本体部 166 の上端に形成されたフランジ部 168 とにより構成されている。内部ブロック 154 には、凹部 170 が形成されており、凹部 170 は、フランジ部 168 の上面に開口し、本体部 166 の内部にまで至っている。フランジ部 168 の上面は、凹部 170 を除いて、平坦面とされており、フラ

ンジ部168の幅寸法は、ホルダ152の直径と略同寸法とされている。そして、ホルダ152の下面が、内部ブロック154の上面、つまり、フランジ部168の上面に接触するように、ホルダ152と内部ブロック154とが組み合わされる。これにより、内部ブロック154の凹部170が、ホルダ152によって反応室として区画される。そして、1対のホルダ152の内部に1対の電極（図10参照）176, 178が挿入されることで、1対の電極176, 178の下端部が、凹部170の内部に進入する。

[0037] 大気圧プラズマ発生装置150では、上述したように、平坦なホルダ152の下端面が、平坦な内部ブロック154の上端面に接触するように、ホルダ152と内部ブロック154とが組み合わされる。このため、内部ブロック154の上面において、図10に示すように、ホルダ152の下端面の形状に応じた個所（図中斜線）が、ホルダ152への接触面180となる。この接触面180は、1対の電極176, 178の間にまで延び出している。つまり、1対の電極176, 178を結ぶ直線に直行し、1対の電極176, 178を通る2本の直線182の間の領域にまで、接触面180は延び出している。

[0038] このように、反応室を区画するホルダ152と内部ブロック154との接触面が、1対の電極176, 178の間に存在すると、電極176, 178の間で生じた放電により電離した気体が、接触面180に進入し易い。特に、反応室を区画する壁面に沿って放電が生じる場合には、接触面180に電離した気体が進入し易い。そして、接触面180に電離した気体が進入し、留まると、放電が接触面180に集中する。これにより、接触面180が焦げて、劣化する。このように、従来の大気圧プラズマ発生装置150では、反応室を区画するホルダ152および内部ブロック154が劣化し易く、耐久性が低い。また、耐久性を高めるべく、ホルダ152等の素材として、耐熱性の高い素材を用いることが考えられるが、コストが高くなる。

[0039] 一方、大気圧プラズマ発生装置10では、図8に示すように、反応室100において、1対の電極24, 26の間と反対側にのみ、内部ブロック12

と保持部材 20 との接触面 140 が存在する。つまり、1 対の電極 24, 26 の間に、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面 140 は存在しない。このため、1 対の電極 24, 26 の間で放電が生じてても、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面 140 に、電離した気体は進入し難い。また、1 対の電極 24, 26 から反応室 100 を区画する壁面に沿って放電が生じた場合であっても、接触面 140 に進入し難い。これにより、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面 140 の焦げによる劣化を防止することが可能となり、内部ブロック 12 および保持部材 20 の耐久性が向上する。このように、大気圧プラズマ発生装置 10 では、内部ブロック 12 等の素材を変更することなく、内部ブロック 12 等の形状を工夫することで、素材変更によるコスト高を防止し、内部ブロック 12 等の耐久性の向上が図られている。また、接触面への放電の集中を抑制することで、安定的な放電が担保される。

[0040] さらに言えば、図 3 に示すように、保持部材 20 の第 2 底面 84 と電極 24, 26 との間に、第 2 底面 84 より下方に突出する突出部 80 が形成されており、内部ブロック 12 の接触面 140 と電極 24, 26 との間に、下方に凹む段差面 46, 48 が形成されている。そして、突出部 80 と段差面 46, 48 とがクリアランスの有る状態で対向している。このような構造により、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面が、電極 24, 26 の下端より上方に位置する。また、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面を塞ぐように、突出部 80 が延び出している。これにより、電極 24, 26 での放電により電離した気体が、内部ブロック 12 と保持部材 20 との接触面に、更に進入し難くなり、内部ブロック 12 等の耐久性が更に向上する。

[0041] なお、保持部材 20 は、1 対のホルダ 72, 74 の第 2 底面 84 においてのみ、内部ブロック 12 の上面によって支持されている。つまり、ホルダ 72, 74 は、概して円環状の底面の直径方向の両端部の一方の端部でのみ、内部ブロック 12 の上面によって支持されており、安定性が低い。このため、1 対のホルダ 72, 74 は、連結部 76 によって連結されており、保持部

材 20 の安定性が担保されている。

[0042] (D) 電極の放電による安定的なプラズマの発生

また、大気圧プラズマ発生装置 10 では、上述したように、電極 24, 26 の間で放電が生じることで、プラズマが発生する。このため、大気圧プラズマ発生装置 10 では、電極間で安定的に放電させるべく、電極 24, 26 の下端部が楔状とされている。

[0043] 詳しくは、従来の大気圧プラズマ発生装置において、電極は円柱形状とされており、電極の側面と電極の下端面とのなす角度は直角とされていた。つまり、1 対の電極の下端部において、側面と下端面とが 90 度をなす角部が、互いに向かい合っており、下端面は真下を向き、全く向かい合っていない。そして、それら 1 対の電極に電力が供給されることで、1 対の電極の下端部の間で放電が生じる。この際、1 対の電極の下端面は全く向かい合っていないため、1 対の電極の一方の下端面と他方の下端面との間で放電は生じ難く、1 対の電極の一方の 90 度の角部と、他方の 90 度の角部との間で放電が生じると考えられる。

[0044] このように電極の角部に放電が集中すると、電極への供給電力に僅かな乱れが生じる場合がある。詳しくは、安定的に電極に電流が供給されている際に、電流は周期的に変化する。一方、従来の大気圧プラズマ発生装置では、数百～数千周期のうちの数周期において、振幅が低下する場合がある。このような場合には、一瞬であるが、放電が停止する虞があり、望ましくない。

[0045] このようなことに鑑みて、大気圧プラズマ発生装置 10 では、電極 24, 26 の下端部が楔状とされており、1 対の電極 24, 26 の下端面 110 が互いに向かい合っている。つまり、1 対の電極 24, 26 の下端部において、側面 106 と下端面 110 とが鈍角をなす角部が、互いに向かい合っており、下端面 110 も互いに向かい合っている。そして、それら 1 対の電極 24, 26 に電力が供給されることで、1 対の電極 24, 26 の一方の鈍角の角部と、他方の鈍角の角部との間で放電が生じ、1 対の電極 24, 26 の一方の下端面 110 と、他方の下端面 110 との間にも放電が生じると考えら

れる。この際、1対の電極の一方の90度の角部と、他方の90度の角部との間に放電が集中する場合と比較して、安定的に電極に電力が供給される。つまり、数百～数千周期のうちの数周期においても、振幅は低下しない。これにより、電極間で安定的に放電させることが可能となり、安定的なプラズマの発生を担保することが可能となる。

[0046] ちなみに、上記実施例において、大気圧プラズマ発生装置10は、プラズマ発生装置の一例である。内部ブロック12は、ケーシングの一例である。電極24, 26は、電極の一例である。上部ブロック30は、ブロックの一例である。連結凹部40は、第1凹部の一例である。段差面46, 48は、段差面の一例である。ホルダ72, 74は、ホルダの一例である。連結部76は、連結部の一例である。突出部80は、突出部の一例である。凹部126は、第2凹部の一例である。弾性体128は、弾性体の一例である。

[0047] なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することが可能である。具体的には、例えば、上記実施例では、図3に示すように、ホルダ72, 74の底面に、第2底面84より下方に突出する突出部80が形成され、下部ブロック14の上面に、接触面140より下方に凹む段差面46, 48が形成されている。そして、第2底面84と接触面140とが接触し、突出部80と段差面46, 48とがクリアランスの有る状態に対向している。一方、図11に示すように、ホルダ72, 74の底面に、第2底面84より上方に凹む段差面200が形成され、下部ブロック14の上面に、接触面140より上方に突出する突出部210が形成されてもよい。そして、第2底面84と接触面140とが接触し、段差面200と突出部210とがクリアランスの有る状態に対向してもよい。

[0048] また、上記実施例では、本発明が大気圧プラズマ発生装置10に適用されているが、減圧下でプラズマを発生させるプラズマ発生装置に、本発明を適用することが可能である。

[0049] また、上記実施例では、1対の電極24, 26の間を、図8に示すように

、1対の電極24, 26を結ぶ直線に直行し、1対の電極24, 26を通る2本の直線(2点鎖線148)の間と定義しているが、その定義に限定されず、種々の態様で定義することが可能である。例えば、1対の電極24, 26の間を、1対の電極24, 26を結ぶ直線に直行し、1対の電極24, 26の放電する側の側面106を通る2本の直線の間と定義することが可能である。

[0050] また、上記実施例に処理ガスとしてドライエアーを用いてもよい。

### 符号の説明

[0051] 10 : 大気圧プラズマ発生装置 (プラズマ発生装置)      12 : 内部ブロック (ケーシング)      24 : 電極      26 : 電極      30 : 上部ブロック (ブロック)      40 : 連結凹部 (第1凹部)      46 : 段差面      48 : 段差面      72 : ホルダ      74 : ホルダ      76 : 連結部      80 : 突出部  
126 : 凹部 (第2凹部)      128 : 弾性体

## 請求の範囲

- [請求項1] 1 対の電極と、  
前記 1 対の電極の端部を突出させた状態で保持する 1 対のホルダと、  
、  
前記 1 対のホルダと組み合わされるケーシングと  
を備え、  
組み合わされた前記ケーシングと前記 1 対のホルダとが、前記 1 対のホルダから突出する前記 1 対の電極の端部の間と反対側でのみ、接触するプラズマ発生装置。
- [請求項2] 1 対の電極と、  
前記 1 対の電極の端部を突出させた状態で保持する 1 対のホルダと、  
、  
第 1 凹部が形成され、前記 1 対のホルダから突出する前記 1 対の電極の端部が前記第 1 凹部に挿入された状態で前記 1 対のホルダと組み合わされるケーシングと  
を備え、  
組み合わされた前記ケーシングと前記 1 対のホルダとが、前記 1 対のホルダから突出する前記 1 対の電極の端部の間と反対側でのみ、接触するプラズマ発生装置。
- [請求項3] 前記 1 対のホルダと前記ケーシングとの一方が、  
前記 1 対のホルダと前記ケーシングとの接触箇所と前記電極との間に形成され、前記 1 対のホルダと前記ケーシングとの他方に向かって突出する突出部を有する請求項 1 または請求項 2 に記載のプラズマ発生装置。
- [請求項4] 前記 1 対のホルダと前記ケーシングとの他方が、  
前記 1 対のホルダと前記ケーシングとの接触箇所と前記電極との間に形成され、前記突出部とクリアランスの有る状態で対向する段差面を有する請求項 3 に記載のプラズマ発生装置。

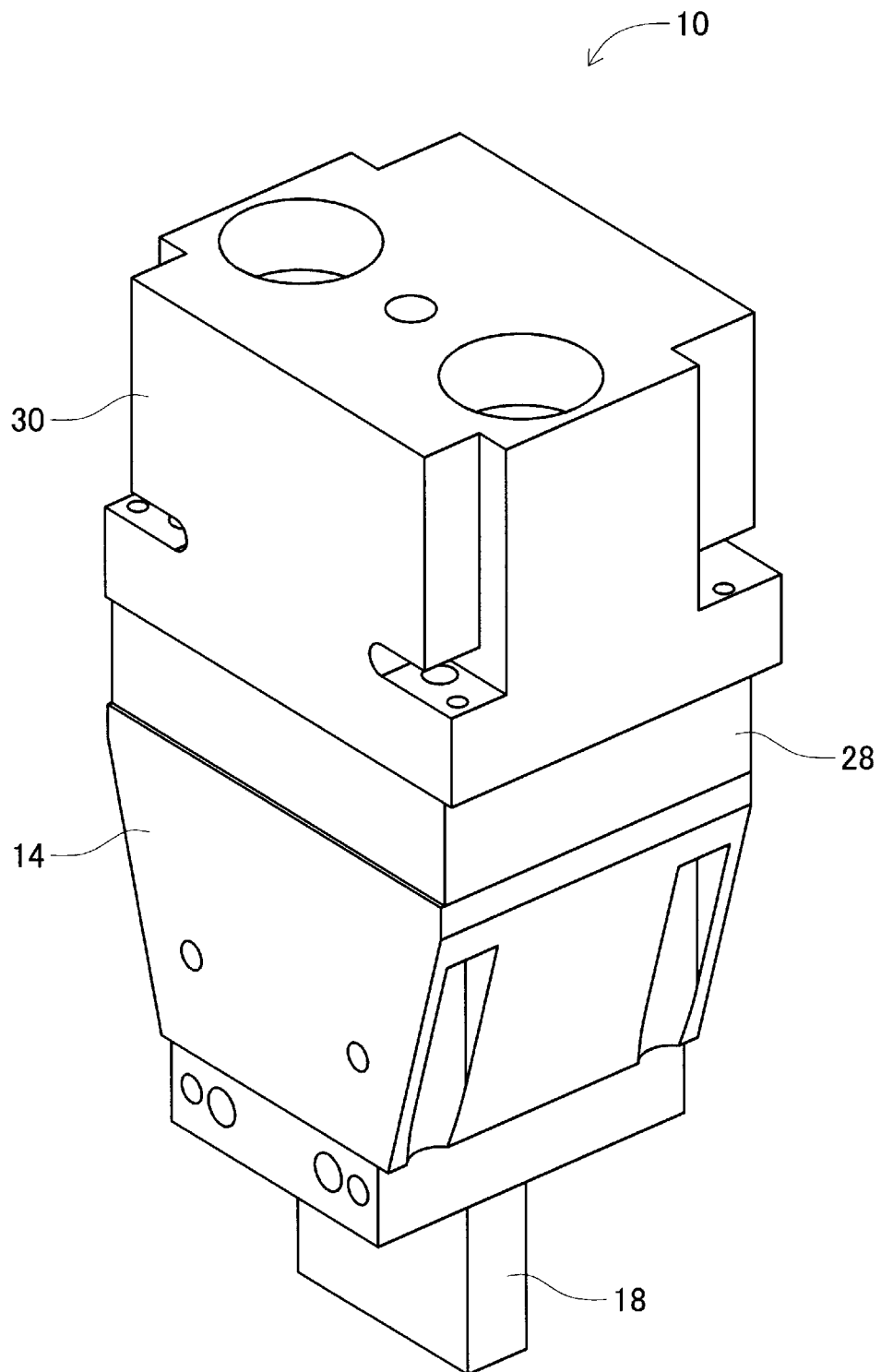
[請求項5] 前記1対のホルダが、連結部によって連結された請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のプラズマ発生装置。

[請求項6] 前記1対のホルダの前記1対の電極が突出する端部と反対側の端部の形状に応じた第2凹部が形成され、前記1対のホルダの前記1対の電極が突出する端部と反対側の端部が前記第2凹部に挿入されるブロックと、

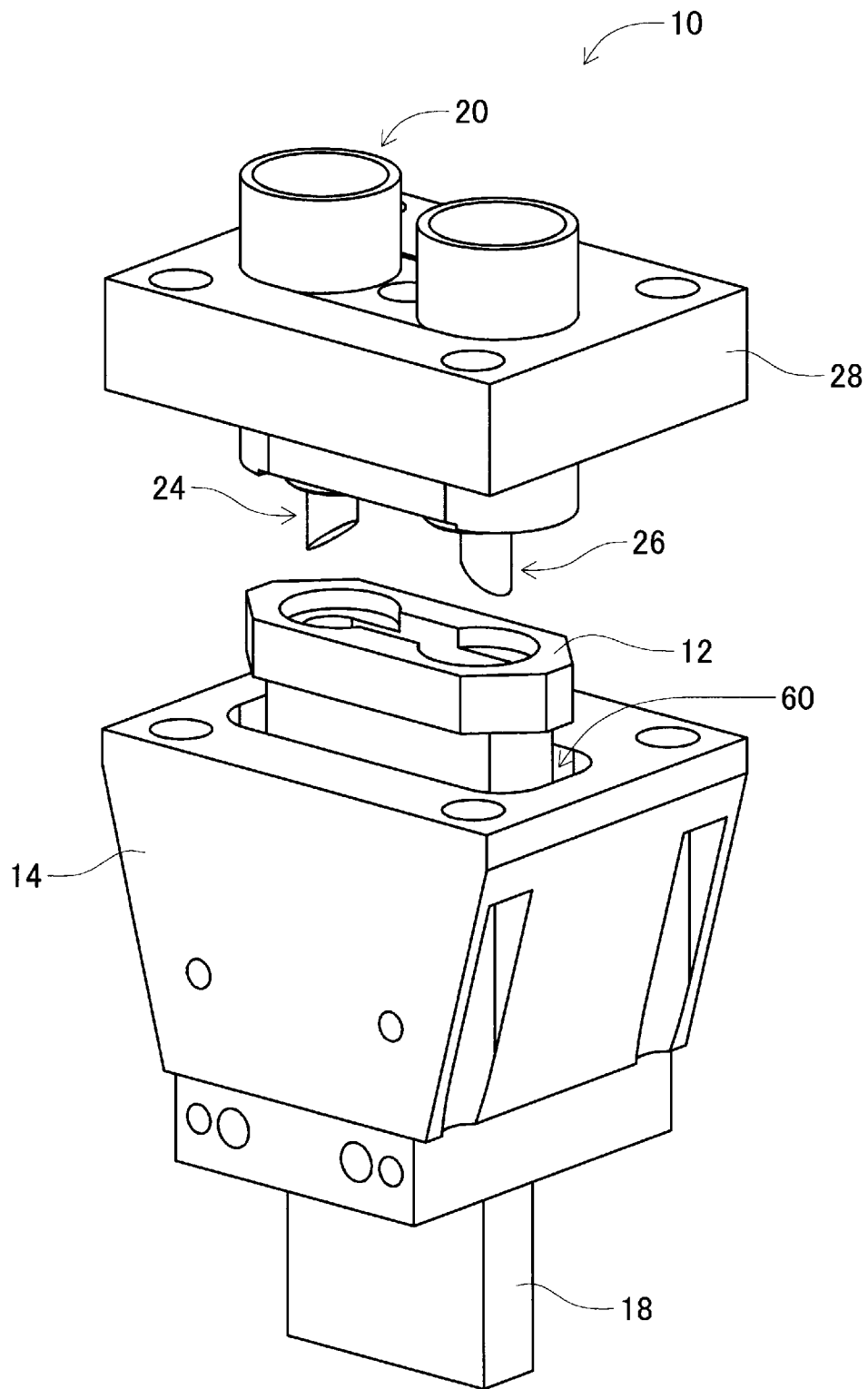
前記1対のホルダの前記1対の電極が突出する端部と反対側の端部と、前記第2凹部との間に介挿される弾性体と

を備える請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載のプラズマ発生装置。

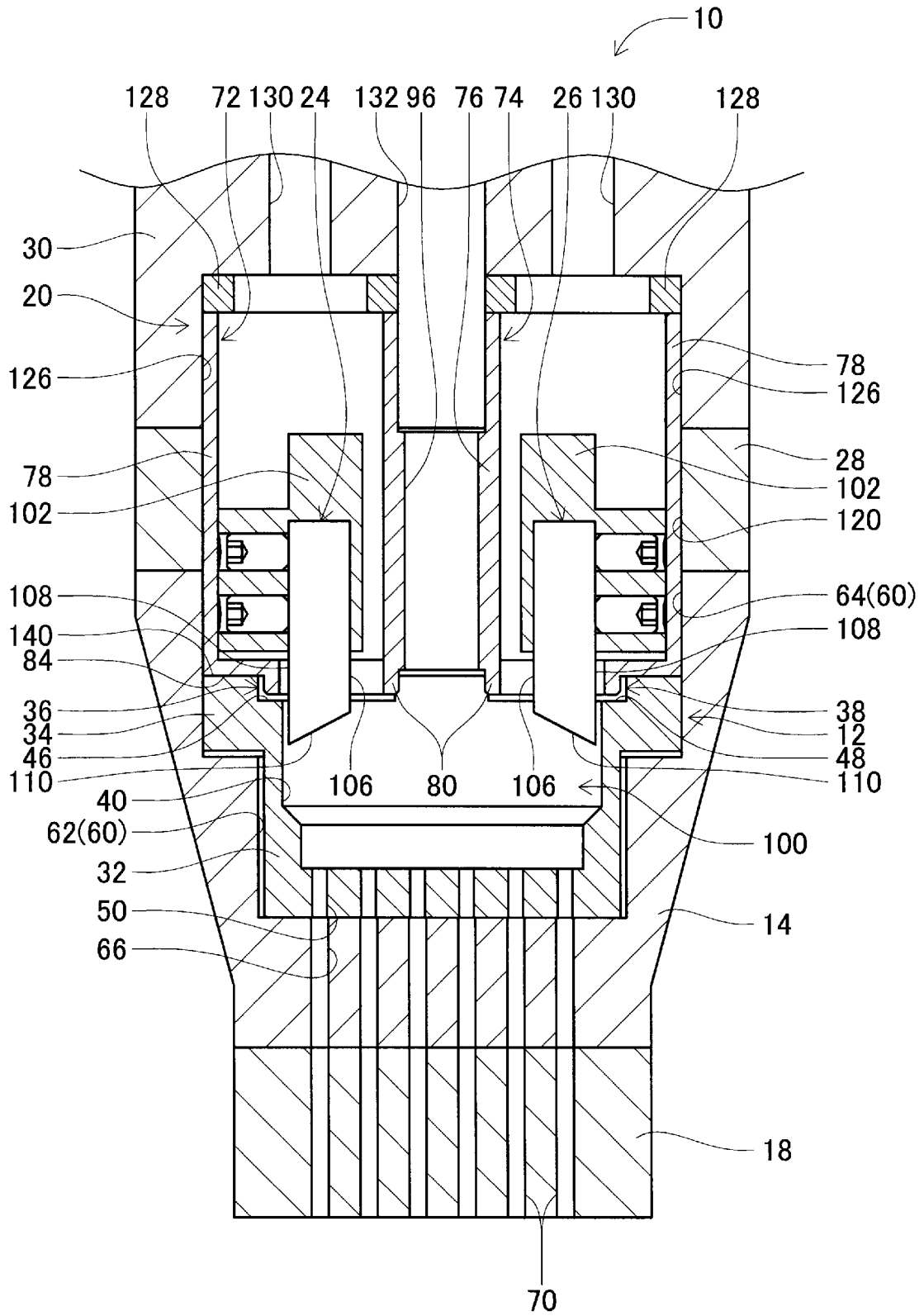
[図1]



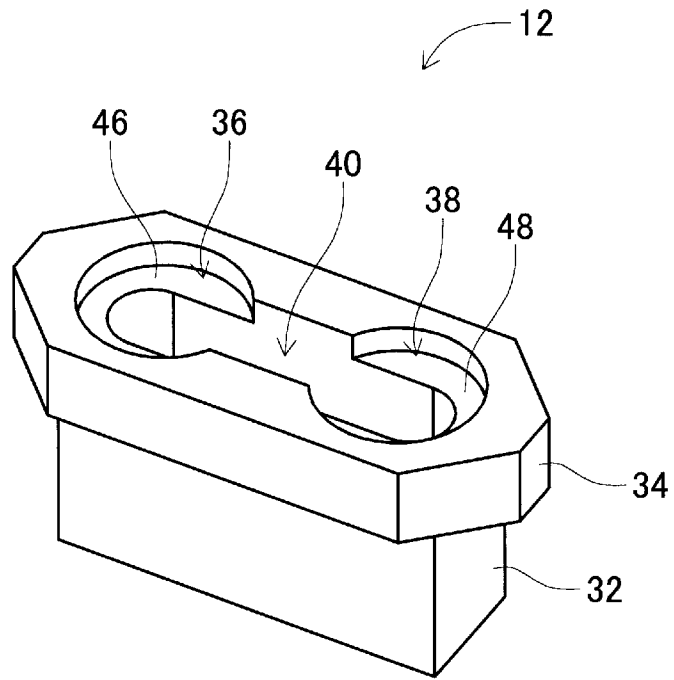
[図2]



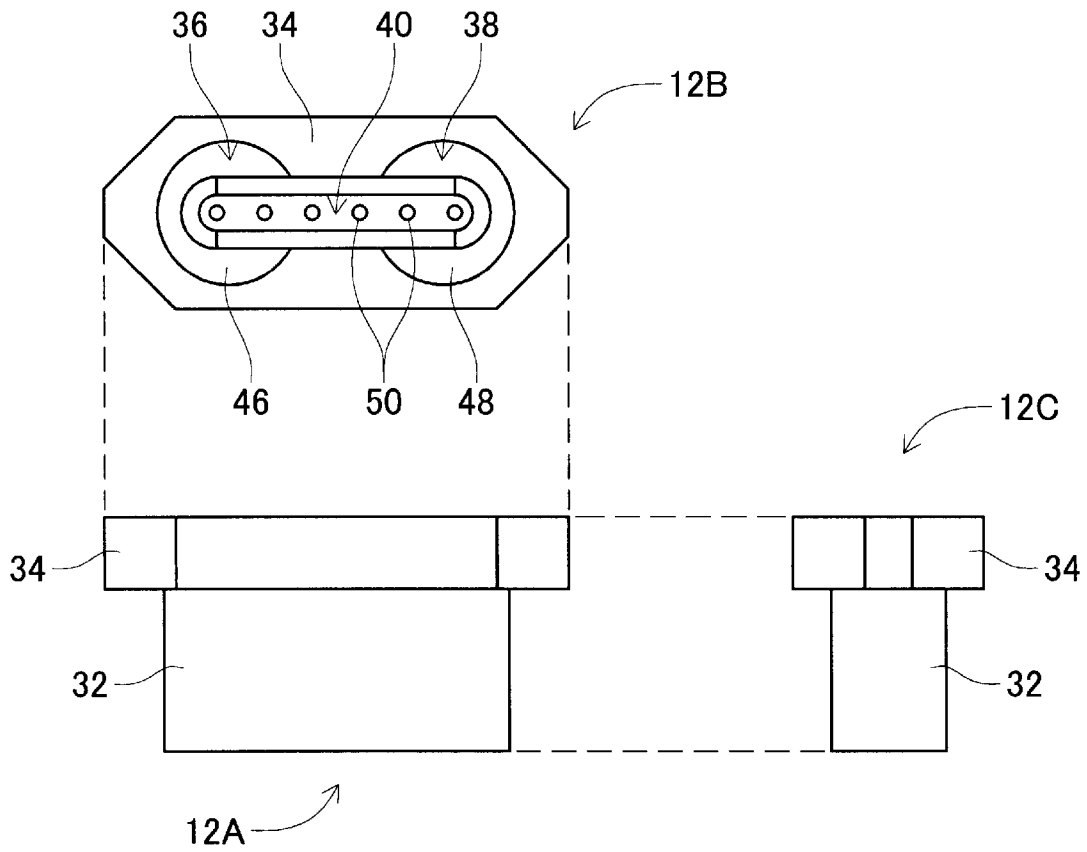
[図3]



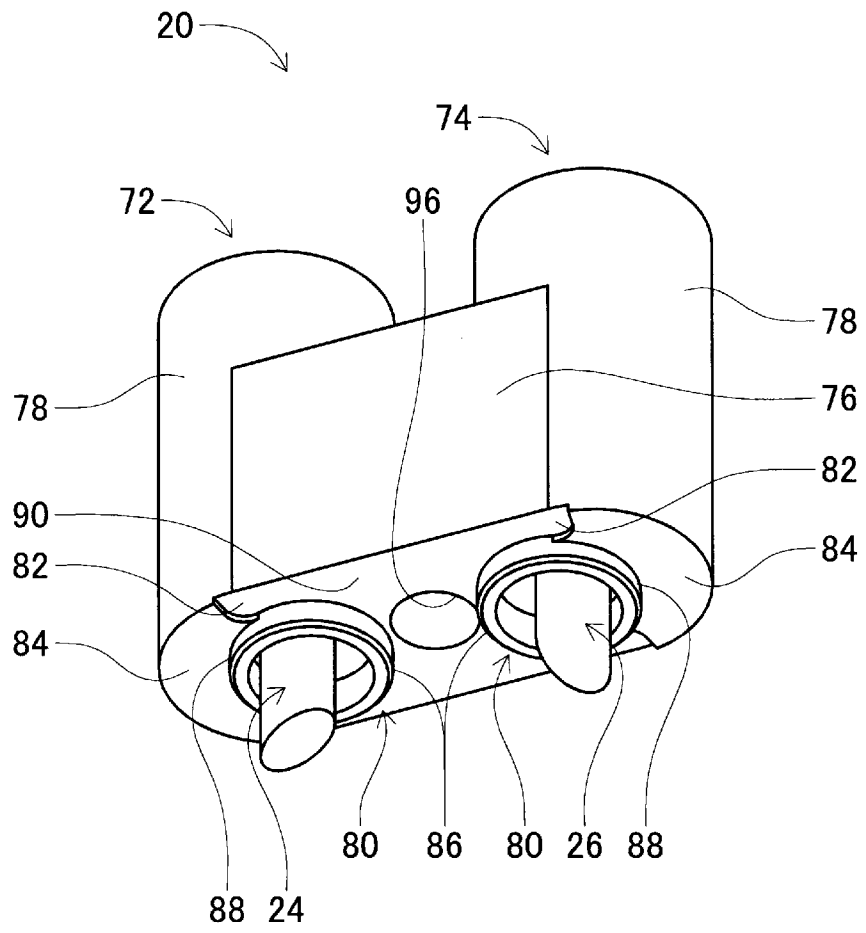
[図4]



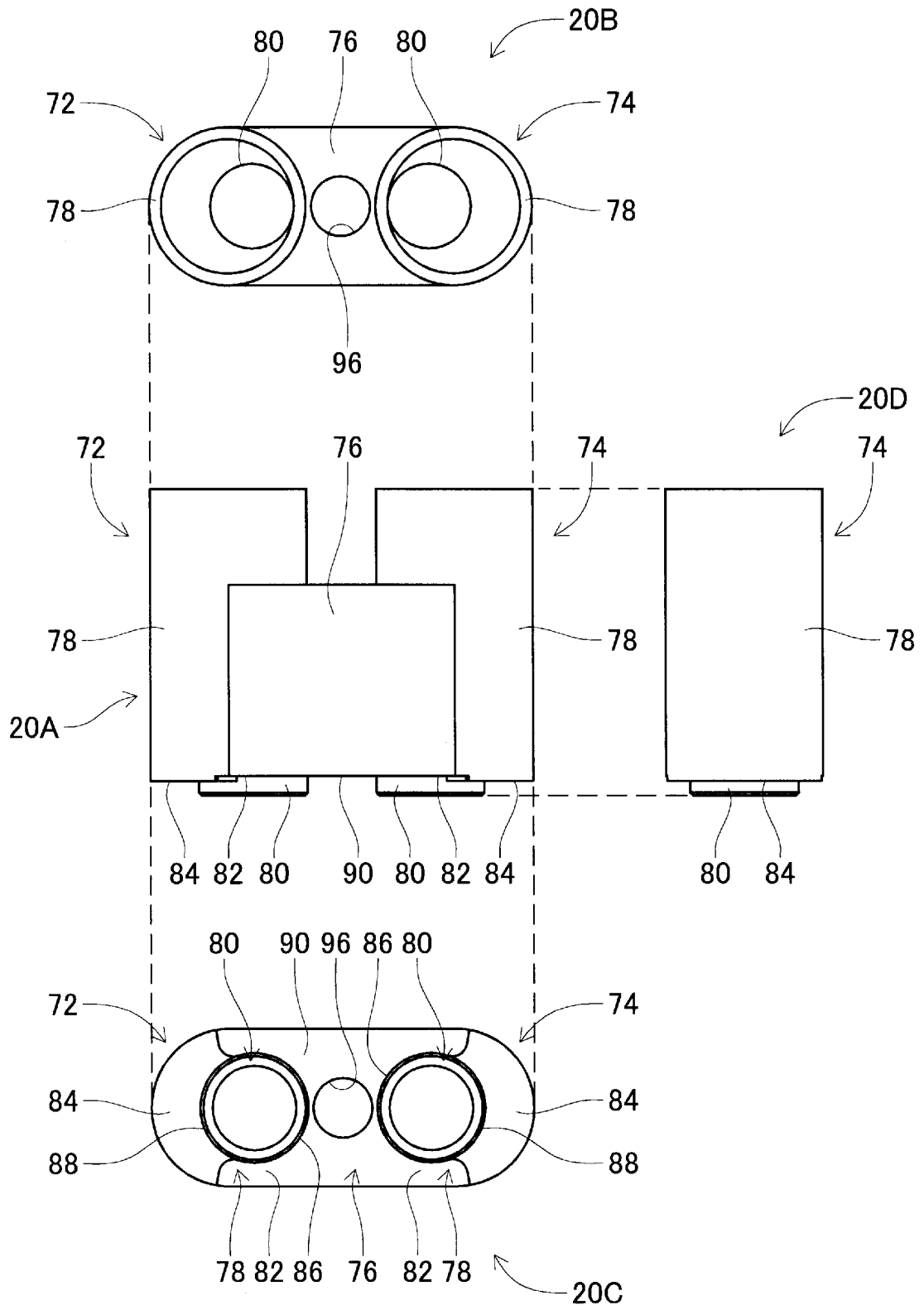
[図5]



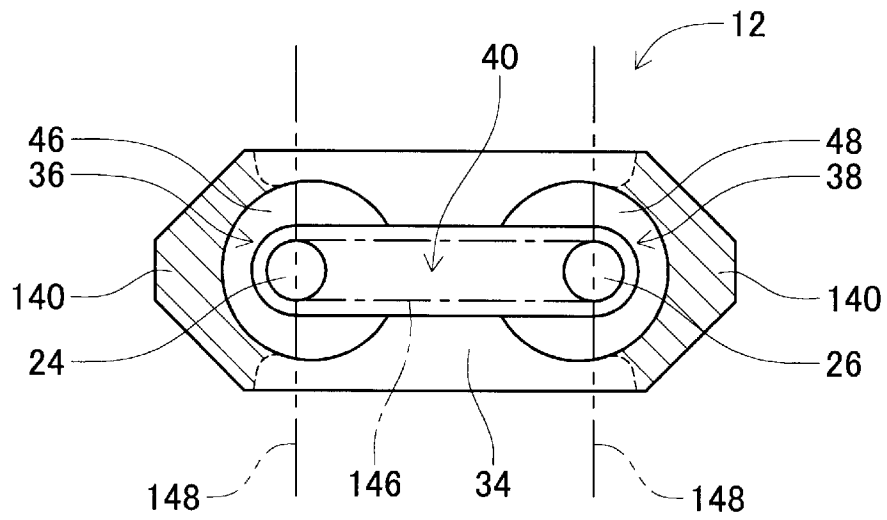
[図6]



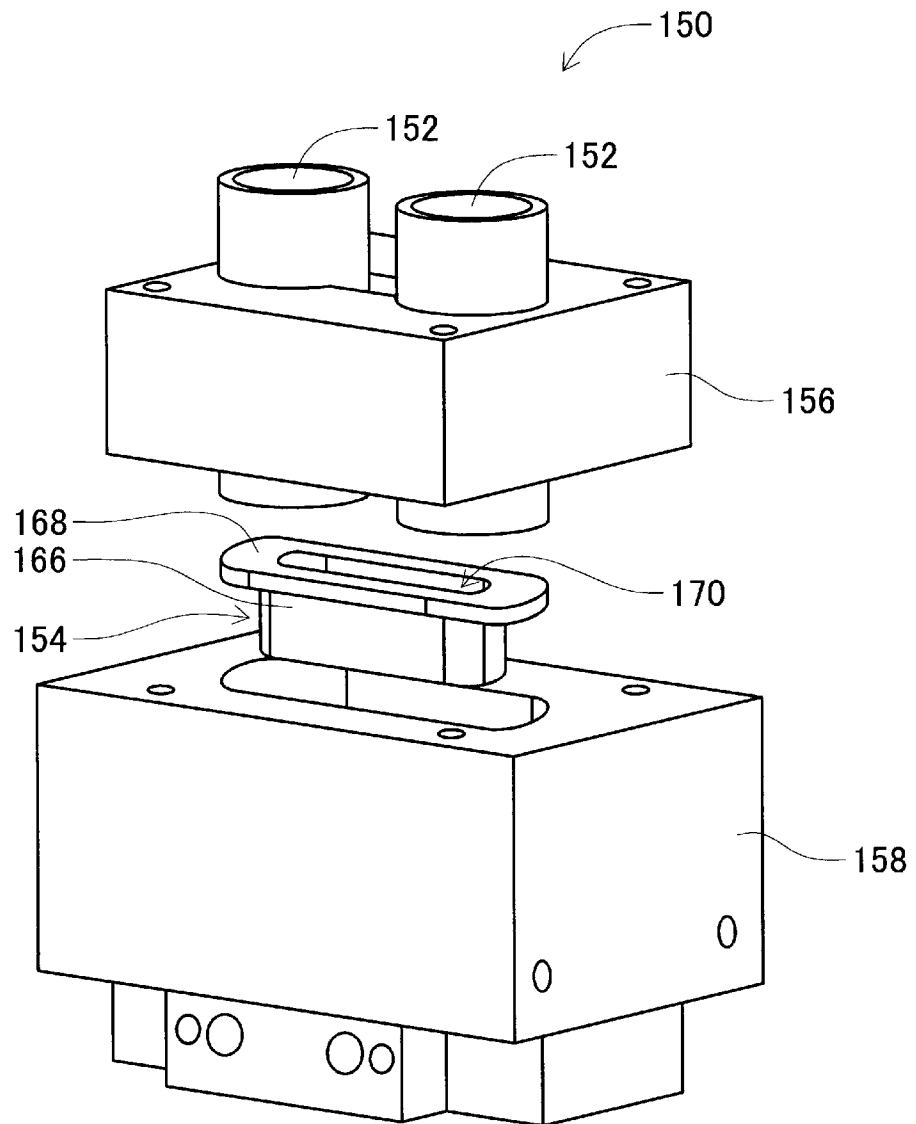
[図7]



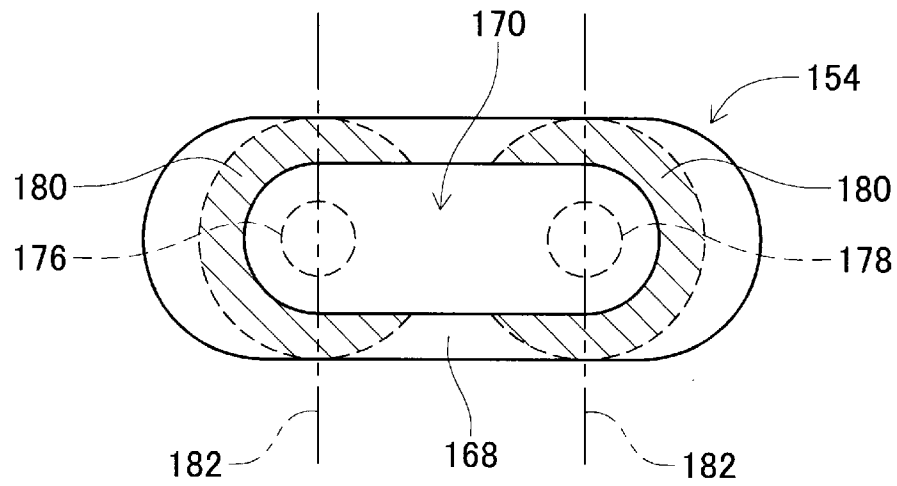
[図8]



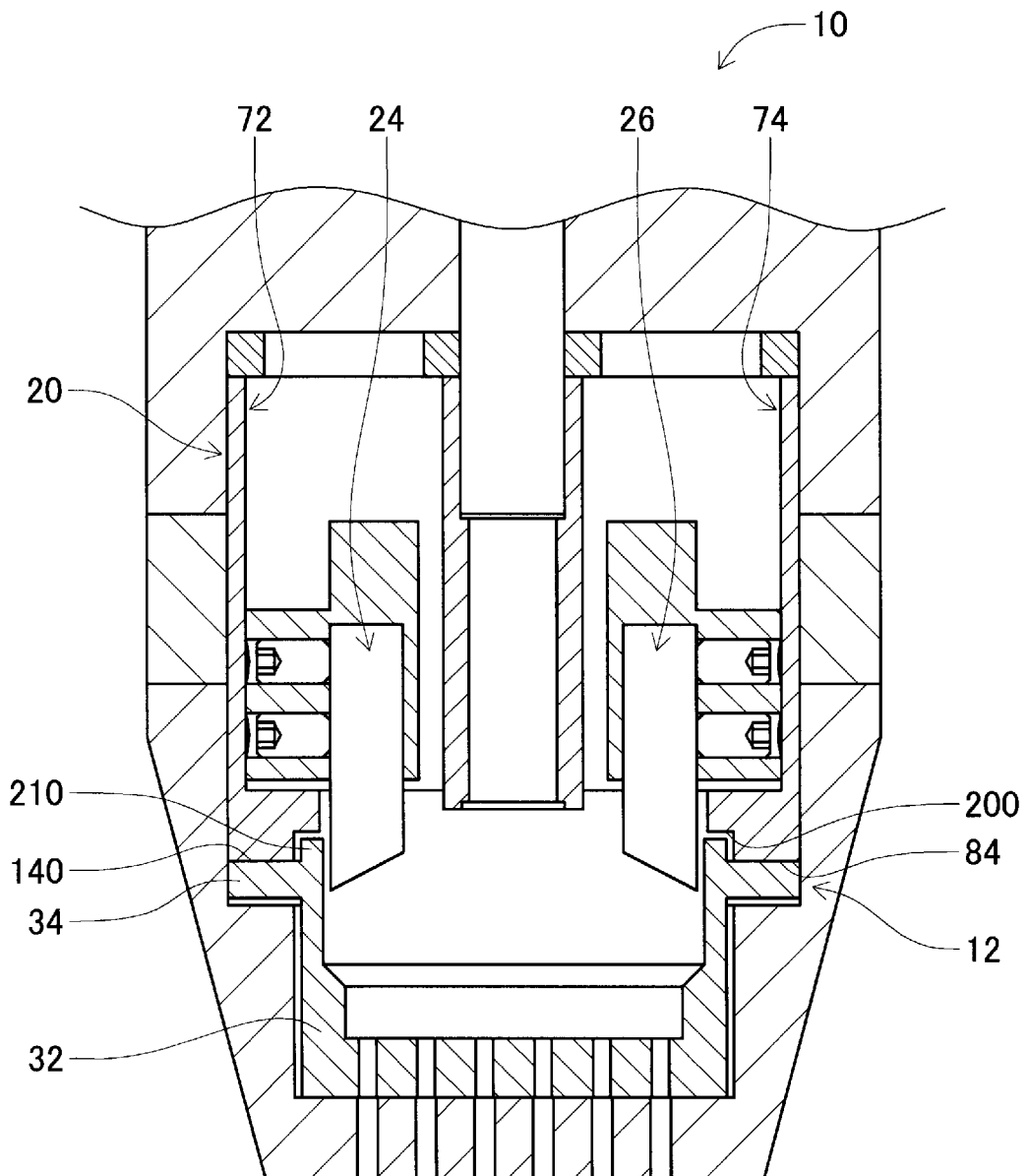
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/014093

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H05H1/34 (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)  
H05H1/34

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y A	JP 2010-530115 A (Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.), 02 September 2010 (02.09.2010), paragraphs [0051] to [0059]; fig. 2 & US 2010/0130911 A1 paragraphs [0067] to [0075]; fig. 2 & WO 2008/138504 A1 & EP 1993329 A1 & KR 10-2010-0017374 A & CN 101731024 A	1-2, 5 6 3-4
Y	JP 2003-249490 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 September 2003 (05.09.2003), paragraph [0039]; fig. 1 (Family: none)	6

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 12 June 2017 (12.06.17)	Date of mailing of the international search report 27 June 2017 (27.06.17)
--	---

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/JP2017/014093

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-038940 A (Fuji Machine Mfg. Co., Ltd.), 22 March 2016 (22.03.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H05H1/34(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. H05H1/34		
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 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017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 Y A	JP 2010-530115 A（マックスープランクーゲゼエルシャフト ツール フェルデルング デル ヴィッセンシャフテン エー. ヴェー） 2010.09.02, [0051] - [0059]、図2 & US 2010/0130911 A1, [0067]-[0075], Figure 2 & WO 2008/138504 A1 & EP 1993329 A1 & KR 10-2010-0017374 A & CN 101731024 A	1-2, 5 6 3-4
Y	JP 2003-249490 A（三菱重工業株式会社）2003.09.05, [0039]、 図1（ファミリーなし）	6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 12.06.2017	国際調査報告の発送日 27.06.2017	
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） 鳥居 祐樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3226	2G 4070

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
A	JP 2016-038940 A (富士機械製造株式会社) 2016. 03. 22, 全文、全 図 (ファミリーなし)	1-6