

(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
2013 年 2 月 14 日(14.02.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/021999 A1

- (51) 国際特許分類:
H05H 7/20 (2006.01) B23Q 3/08 (2006.01)
B23Q 3/06 (2006.01) H05H 7/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/070102
- (22) 国際出願日: 2012 年 8 月 7 日(07.08.2012)
- (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 2011-175939 2011 年 8 月 11 日(11.08.2011) JP
- (71) 出願人(米国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]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 堀江 丞(HORIE, Tasuku) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 坪田 秀峰(TSUBOTA, Shuho) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 仙入 克也

(SENNUYU, Katsuya) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 原 博史(HARA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

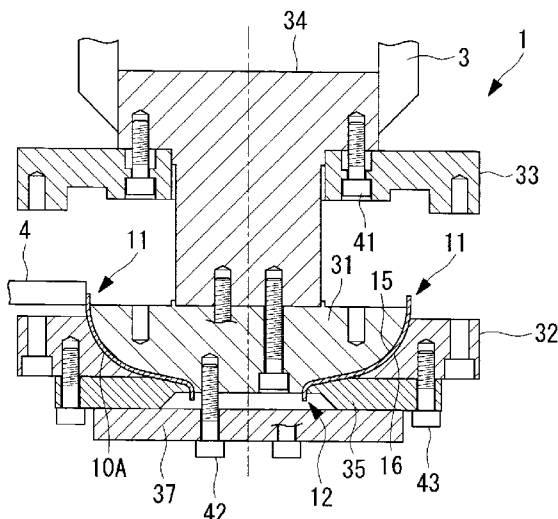
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-2-1 横浜ランドマークタワー 37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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,

[続葉有]

(54) Title: PROCESSING APPARATUS AND PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 加工装置及び加工方法

[図9]



(57) Abstract: The present invention relates to a processing apparatus and a processing method with which a cutting target may be processed with ease and a superconducting accelerating cavity may be formed with high precision. The processing apparatus, which processes a hollow workpiece (10A) with a large diameter portion (11) at one side and a small diameter portion (12) at the other side to form a half cell (10), comprises a fixture (1) which fixes the workpiece (10A), a rotary drive portion which turns the fixture (1), and a cutting tool (4) which cuts the workpiece (10A). The fixture (1) is formed of a plurality of members, and, when a first cutting-target part of the workpiece (10A) is cut, the members are assembled in a first pattern so that the first cutting-target part is exposed. When a second cutting-target part of the workpiece (10A) is cut, the members are assembled in a second pattern so that the second cutting-target part is exposed. The assembly of the members is changed from the first pattern to the second pattern without having to remove the workpiece (10A).

(57) 要約: 被切削対象を容易に加工することができ、精度の高い超伝導加速空洞を形成することが可能な加工装置及び加工方法を提供することを目的とする。加工装置は、一端側が大径部(11)であり、他端側が小径部(12)である中空状のワーク(10A)を加工して、ハーフセル(10)を形成する加工装置であって、

ワーク(10A)を固定する固定治具(1)と、固定治具(1)を回転させる回転駆動部と、ワーク(10A)を切削する切削工具(4)とを備え、固定治具(1)は、複数の部材からなり、ワーク(10A)において第1の被切削部分を切削するとき、複数の部材は、第1の被切削部分が露出するように第1のパターンで組み合わされ、ワーク(10A)において第2の被切削部分を切削するとき、複数の部材は、第2の被切削部分が露出するように第2のパターンで組み合わせられ、ワーク(10A)を取り外さずに、第1のパターンから第2のパターンへ複数の部材の組み合わせが変更される。



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロツ
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, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：加工装置及び加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、被切削対象を加工して超伝導加速空洞部材を形成する加工装置及び加工方法に関するものである。

背景技術

[0002] 超伝導加速システムは、荷電粒子に運動エネルギーを与える装置であり、中空状の超伝導加速空洞を備える。超伝導加速空洞は、大径部と小径部が長手方向に交互に繰り返された形状であり、純ニオブ製の素材板をプレス成形かつ切削加工した後にそれらを溶接して形成される。

[0003] 特許文献 1 及び 2 では、空洞本体 1 を形成するため、一端が大径であり他端が小径である半割りセル 11 が複数個長手方向に連結される。特許文献 3 では、超伝導空洞 1 を形成するため、中央部の周りを凹ませたダンベル形状のダンベルセルと、楕形状のハーフセルが組み合わされて、長手方向に連結される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2003-36999 号公報

特許文献2：特開 2003-37000 号公報

特許文献3：特開 2006-318890 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 超伝導加速空洞を形成するため、加速空洞部品であるハーフセル（半割り部材）の大径部、小径部、及び大径部と小径部の中間部に切削加工が施される。ところで、超伝導加速空洞は、使用時の性能を確保するため、高精度の組立てが要求される。そのため、ハーフセルの両端面の平行度が、例えば 0.1 mm 以下に抑えられることが求められる場合がある。また、ハーフセルは、純

ニオブ製であるため、高延性で柔らかい。更に、ハーフセルは、プレス成形品であることから、形状精度にばらつきがある。

[0006] したがって、被切削部分が複数箇所あって、ハーフセルの被切削部分を変更する場合、一の被切削部分の切削が完了したのち、他の被切削部分の切削を開始する前に、被切削対象の位置ずれが生じないことが望ましい。

[0007] 特許文献3では、ダンベル形状のダンベルセルを形成するために、金型を使用して円筒状の部材の中央部分を凹ませる。しかし、凹状の中央部分では、切削加工などの機械加工が困難であり、精度の高い超伝導加速空洞を形成することができなかった。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、被切削対象を容易に加工することができ、精度の高い超伝導加速空洞を形成することが可能な加工装置及び加工方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明の加工装置及び加工方法は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明の一態様に係る加工装置は、一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部材を形成する加工装置であって、被切削対象を固定する固定治具と、固定治具を回転させる回転駆動部と、被切削対象を切削する切削工具とを備え、固定治具は、複数の部材からなり、被切削対象において第1の被切削部分を切削するとき、複数の部材は、第1の被切削部分が露出するように第1のパターンで組み合わせられ、被切削対象において第2の被切削部分を切削するとき、複数の部材は、第2の被切削部分が露出するように第1のパターンと異なる第2のパターンで組み合わせられ、被切削対象を取り外さずに、第1のパターンから第2のパターンへ複数の部材の組み合わせが変更される。

[0010] 上記態様によれば、被切削対象が固定治具によって固定され、回転駆動部によって固定治具に固定された被切削対象が回転する。回転する被切削対象に対して切削工具を用いることによって、被切削対象が加工されて加速空洞

部材が形成される。このとき、複数の被切削部分が存在する被切削対象を加工する際、被切削部分に応じて、固定治具の複数の部材が異なるパターンで組み合わせられる。被切削部分が露出するように固定治具が被切削対象を固定することから、複数の部材を適切に組み合わせることによって、被切削部分を切削しつつ、被切削対象を確実に固定できる。被切削対象を取り外さずに複数の部材の組み合わせを変更できるため、被切削対象の位置を変更せずに複数の被切削部分を切削でき、形状精度と加工効率を向上させることができる。

[0011] 本発明の一態様に係る加工装置は、一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部の半割り部材を形成する加工装置であって、被切削対象の被切削部分が露出するように、被切削対象の内面を吸引して被切削対象を固定する固定治具と、固定治具を回転させる回転駆動部と、被切削対象を切削する切削工具とを備える。

[0012] 上記態様によれば、被切削対象が内面を吸引されて固定治具に固定され、回転駆動部によって固定治具に固定された被切削対象が回転する。被切削部分が露出していることから、回転する被切削対象に対して切削工具を用いることによって、被切削対象が加工されて加速空洞部材が形成される。被切削対象は、内面側で支持されていることから、被切削対象を取り外さずに、被切削対象の位置を固定したまま複数の被切削部分を切削でき、形状精度と加工効率を向上させることができる。

[0013] 本発明の一態様に係る加工方法は、一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部材を形成する加工装置を用いた加工方法であって、複数の部材からなる固定治具が、被切削対象を固定するステップと、回転駆動部が、固定治具を回転させるステップと、切削工具が、被切削対象を切削するステップとを備え、被切削対象を固定するステップは、被切削対象において第1の被切削部分を切削するとき、複数の部材を、第1の被切削部分が露出するように第1のパターンで組み合わせるステップと、被切削対象において第2の被切削部分を切削するとき、複数の

部材を、第2の被切削部分が露出するように第1のパターンと異なる第2のパターンで組み合わせるステップとを有し、被切削対象を取り外さずに、第1のパターンから第2のパターンへ複数の部材の組み合わせが変更される。

[0014] 本発明の一態様に係る加工方法は、一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部の半割り部材を形成する加工装置を用いた加工方法であって、固定治具が、被切削対象の被切削部分が露出するように、被切削対象の内面を吸引して被切削対象を固定するステップと、回転駆動部が、固定治具を回転させるステップと、切削工具が、被切削対象を切削するステップとを備える。

発明の効果

[0015] 上記態様によれば、被切削対象を容易に加工することができ、精度の高い超伝導加速空洞を形成することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]超伝導加速空洞を示す断面図である。

[図2]超伝導加速空洞部材のハーフセルを示す縦断面図である。

[図3]超伝導加速空洞部材のハーフセルを示す正面図である。

[図4]ハーフセルの大径部を示す部分拡大断面図である。

[図5]ハーフセルの小径部を示す部分拡大断面図である。

[図6]ハーフセルの強め輪固定部を示す部分拡大断面図である。

[図7]ハーフセルの大径部を示す部分拡大断面図である。

[図8]ハーフセルの小径部を示す部分拡大断面図である。

[図9]本発明の第1実施形態に係る固定治具を示す縦断面図である。

[図10]同実施形態に係る固定治具を示す縦断面図である。

[図11]同実施形態に係る固定治具を示す縦断面図である。

[図12]本発明の第2実施形態に係る固定治具を示す縦断面図である。

[図13]同実施形態に係る固定治具を示す背面図である。

[図14]同実施形態に係る固定治具を示す正面図である。

[図15]同実施形態に係る固定治具のOリング溝を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に、本発明に係る実施形態について、図面を参照して説明する。

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、説明する。

まず、超伝導加速システムに用いられる超伝導加速空洞20について説明する。超伝導加速システムは、荷電粒子に運動エネルギーを与える装置であり、図1に示すような中空管状の超伝導加速空洞20を備える。超伝導加速空洞20は、大径部11（赤道部）と小径部12（アイリス部）が長手方向に交互に繰り返された形状であり、図2及び図3に示すハーフセル10が複数組み合わされて形成される。

[0018] ハーフセル10は、純ニオブ製の素材板をプレス成形して形成される。ハーフセル10は、一端10aに大径部11を有し、他端10bに小径部12を有する。大径部11には、開口17が形成され、小径部12には、開口18が形成される。大径部11と小径部12の間は、曲面形状を有し、中間部分に強め輪固定部13を有する。

[0019] 互いに隣接する二つのハーフセル10は、大径部11同士又は小径部12同士が溶接されて、超伝導加速空洞20を形成する。また、二つのハーフセル10間には、強め輪21が挿入されて、ハーフセル10の形状が維持される。強め輪21は、強め輪固定部13に溶接される。大径部11及び小径部12は、インロー（嵌め合い構造）が形成されて、隣接するハーフセル10の大径部11及び小径部12に対して半径方向へ移動すること無く固定される。

[0020] 例えば、大径部11は、図4及び図7に示す組み合わせのように、一方のハーフセル10の大径部11から設けた突起の先端を、他方のハーフセル10の大径部11に設けた溝に挿入することで組み立てられる。小径部12についても、図5及び図8に示す組み合わせにより、組み立てられる。

[0021] 強め輪固定部13は、図6に示すように、曲面形状のハーフセル10の外面に形成された段差形状を有し、強め輪21が溶接される。

- [0022] 大径部 1 1 及び小径部 1 2 の突起や溝、強め輪固定部 1 3 の段差形状等は、切削工具による切削加工によって、形成される。以下、ハーフセル 1 0 の切削加工に用いる固定治具 1 について説明する。
- [0023] 固定治具 1 は、図 9 に示すように、旋盤の爪 3 に固定されて、回転駆動部（図示せず。）によって軸線周りに回転する。固定治具 1 には、加工後にハーフセル 1 0 となるワーク 1 0 A（被切削対象）が固定される。そして、切削工具 4 が、回転するワーク 1 0 A を切削する。
- [0024] 固定治具 1 は、図 9 ～図 1 1 に示すように、複数の部材から構成される。上述したハーフセル 1 0 のように、大径部 1 1、小径部 1 2 及び強め輪固定部 1 3 といった複数の被切削部分が存在するワーク 1 0 A を加工する場合、被切削部分に応じて、固定治具 1 の複数の部材が異なるパターンで組み合わせられる。被切削部分が露出するように固定治具 1 がワーク 1 0 A を固定することから、複数の部材を適切に組み合わせることによって、被切削部分を切削しつつ、ワーク 1 0 A を確実に固定できる。ワーク 1 0 A を取り外さずに複数の部材の組み合わせを変更できるため、同一位置のワーク 1 0 A に対して複数の被切削部分を切削でき、形状精度と加工効率が向上する。
- [0025] 固定治具 1 は、雄型 3 1 と、雌型 3 2 と、第 1 大径側金具 3 3 と、第 2 大径側金具 3 4 と、第 1 小径側金具 3 5 と、第 2 小径側金具 3 6 と、第 3 小径側金具 3 7 から構成される。
- [0026] 図 9 に示すように、第 2 大径側金具 3 4 が旋盤の爪 3 によって挟持され、固定治具 1 が旋盤に対して固定される。第 2 大径側金具 3 4 は、軸方向に長い部材である。第 2 大径側金具 3 4 のうち爪 3 に挟持される端部側に対して反対側の端部には、雄型 3 1 が固定される。雄型 3 1 の外表面は、ワーク 1 0 A の内面 1 5 の形状に沿った曲面を有する。雄型 3 1 の外表面にワーク 1 0 A が設置されると、ワーク 1 0 A の外面 1 6 に雌型 3 2 が固定される。ワーク 1 0 A は、雄型 3 1 と雌型 3 2 によって挟み込まれる。雌型 3 2 の内表面は、ワーク 1 0 A の外面の形状に沿った曲面を有する。
- [0027] 雄型 3 1 のワーク 1 0 A と接触する面は、ワーク 1 0 A の素材である純ニ

オブよりも柔らかい材料、例えばMCナイロン（登録商標）、純アルミニウム、アルミニウム合金等が用いられる。これにより、固定治具１にワーク１０Ａが固定されたときに、ワーク１０Ａの内面１５が傷つくことを防止できる。

[0028] 固定治具１によるワーク１０Ａの固定方法は、上記雄型３１と雌型３２の組み合わせを基本とし、以下、大径部１１、小径部１２、強め輪固定部１３それぞれを加工する場合の固定治具１の組み合わせパターンについて説明する。

[0029] まず、図９を参照して、大径部１１を加工する場合の第１組み合わせパターンについて説明する。大径部１１を加工する場合、固定治具１は、大径部１１が露出するようにワーク１０Ａを固定する。

[0030] 雌型３２よりもワーク１０Ａの小径部１２側かつワーク１０Ａの外周面１６に、第１小径側金具３５が設置される。第１小径側金具３５は、ワーク１０Ａの小径部１２が露出するように中央部分が凹状に形成されている。また、第３小径側金具３７が、小径部１２を覆うように、第１小径金具３５のうち雌型３２と接する側の面に対して反対側の面と接するように設置される。

[0031] ボルト４２によって、第１小径側金具３５と第３小径側金具３７が雄型３１に固定され、ボルト４３によって第１小径側金具３５が雌型３２に固定される。

[0032] 上記第１組み合わせパターンによって、ワーク１０Ａは、固定治具１に固定されつつ大径部１１が露出するため、ワーク１０Ａの形状が維持されつつ、大径部１１の切削が可能になる。この組み合わせパターンにおいて、次の組み合わせパターンへ移行するときに、雄型３１を第２大径側金具３４から取り外さないで、第１小径側金具３３をワーク１０Ａ側へ固定できるように、第１小径側金具３３は、旋盤の爪３側へ退避され、ボルト４１によって第２大径側金具３４に対して固定される。

[0033] 次に、図１１を参照して、小径部１２を加工する場合の第２組み合わせパターンについて説明する。小径部１２を加工する場合、固定治具１は、小径

部 1 2 が露出するようにワーク 1 0 A を固定する。

[0034] 雄型 3 1 よりもワーク 1 0 A の大径部 1 1 側に、第 1 大径側金具 3 3 が大径部 1 1 を覆うように設置される。第 1 大径側金具 3 3 は、ボルト 4 4 によって雄型 3 1 に対して固定される。そして、雌型 3 2 が、第 1 組み合わせパターンの位置を維持したまま、第 1 大径側金具 3 3 に対してボルト 4 6 によって固定される。

[0035] 第 1 組み合わせパターンにおける第 3 小径側金具 3 7 は、雄型 3 1 から取り外される。第 3 小径側金具 3 7 が取り外されることによって、小径部 1 2 が雄型 3 1 と第 1 小径側金具 3 5 の間から露出し、小径部 1 2 の加工が可能になる。

[0036] 上記第 2 組み合わせパターンによって、ワーク 1 0 A は、固定治具 1 に固定されつつ小径部 1 2 が露出するため、ワーク 1 0 A の形状が維持されつつ、小径部 1 2 の切削が可能になる。

[0037] 次に、図 1 0 を参照して、強め輪固定部 1 3 を加工する場合の第 3 組み合わせパターンについて説明する。強め輪固定部 1 3 を加工する場合、固定治具 1 は、強め輪固定部 1 3 が露出するようにワーク 1 0 A を固定する。

[0038] 上記第 2 組み合わせパターンにおける第 1 小径側金具 3 5 が、雌型 3 2 から取り外される。このとき、雌型 3 2 が、第 2 組み合わせパターンの位置を維持したまま、第 1 大径側金具 3 3 に対してボルト 4 6 によって固定される。第 1 大径側金具 3 3 は、第 2 組み合わせパターンの位置を維持したまま、雄型 3 1 に対してボルト 4 4 によって固定される。

[0039] 第 3 組み合わせパターンでは、第 2 小径側金具 3 6 が小径部 1 2 を覆うように小径部 1 2 側に設置される。第 2 小径側金具 3 6 は、強め輪固定部 1 3 が露出するように、雌型 3 2 から離隔して設けられ、ボルト 4 5 によって雄型 3 1 に対して固定される。

[0040] 上記第 3 組み合わせパターンによって、ワーク 1 0 A は、固定治具 1 に固定されつつ強め輪固定部 1 3 が露出するため、ワーク 1 0 A の形状が維持されつつ、強め輪固定部 1 3 の切削が可能になる。

[0041] 以上、本実施形態によれば、ワーク１０Ａを加工する場合において、大径部１１、小径部１２、強め輪固定部１３のように複数の被切削部分がある場合、ワーク１０Ａを被切削部分ごとに取り外したり再度固定したりと段取り替えすることなく、ワーク１０Ａを固定したまま複数の被切削部分を切削できる。その結果、ワーク１０Ａから超伝導加速空洞１０を形成する際の形状精度を向上させつつ、加工能率を高めることができる。

[0042] 上記第１実施形態において、組み合わせパターンは、第１、第２、第３組み合わせパターンの順で移行する場合について説明したが、本発明はこの例に限定されない。雄型３１及び雌型３２がワーク１０Ａを固定維持したままであれば、組み合わせパターンの移行の順番は任意である。

[0043] [第２実施形態]

次に、本発明の第２実施形態に係る固定治具２について説明する。

固定治具２は、図１２に示すように、旋盤の爪３に固定されて、回転駆動部（図示せず。）によって軸線周りに回転する。固定治具２には、加工後にハーフセル１０となるワーク１０Ａ（被切削対象）が吸引固定される。そして、切削工具４が、回転するワーク１０Ａを切削する。図１３は、本実施形態に係る固定治具を示す背面図であり、図１４は、本実施形態に係る固定治具を示す正面図である。図１２は、図１３のＡ－Ａ線で切断した断面図である。

[0044] 固定治具２は、第１実施形態の固定治具１と異なり、ワーク１０Ａの内面１５側からのみワーク１０Ａを固定し、ワーク１０Ａの外面１６にはワーク１０Ａを固定する金具等が設置されることはない。そのため、被切削部分である大径部１１、小径部１２及び強め輪固定部１３は、加工時に常時露出している。

[0045] 固定治具２は、例えば第１部材５１と、第２部材５２と、第３部材５３のように複数の部材から構成される。それぞれの部材は互いにボルトによって固定される。各部材の内部には、ワーク１０Ａ側から空気を吸引して外部へ空気を排出するための吸引路５６が設けられる。

[0046] 第1部材51の外表面は、ワーク10Aの内面15に沿った曲面を有する。第1部材51のワーク10Aと接触する外表面は、ワーク10Aの素材である純ニオブよりも柔らかい材料、例えばMCナイロン（登録商標）、純アルミニウム、アルミニウム合金等が用いられる。これにより、固定治具2がワーク10Aを吸着固定したときに、ワーク10Aの内面15が傷つくことを防止できる。

[0047] 第1部材51の外表面は、吸引路56と接続された開口部54及び開口部55が形成される。図12及び図14に示すように、開口部54、55それぞれに直結したリング溝57、59が、第1部材51の外表面に形成される。開口部54、55とリング溝57、59が接続されることによって、リング溝57、59内の空気が吸引されて、外部へ排出される。リング溝57、59内には、リング58、60が設置される。図15は、リング溝59内にリング60を設置する場合の一例を示している。

[0048] 開口部54は、ワーク10Aの小径部12側に設けられ、リング溝57は、開口部54よりも小径部12側に形成される。開口部55は、ワーク10Aの大径部11側に設けられ、リング溝58は、開口部55よりも大径部11側に形成される。リング溝57、59が設けられる位置は、可能な限りワーク10Aの端部10a、10bに近いことが望ましい。これにより、リング58、60からワーク10Aの端部10a、10bまで片持ち状態になる距離が短くなり、切削加工時の振動による加工誤差の発生を抑制できる。

[0049] 開口部54、55の近傍にリング溝57、59が形成されることが望ましい。これにより、ワーク10Aと第1部材51との間の空間の空気が吸引される前に、リング溝57、59内のリング58、60が変形する。その結果、ワーク10Aと第1部材51との間に閉空間が確実に形成され、ワーク10Aと第1部材51との間を負圧にしやすいことができる。

[0050] 吸引路56の接続先は、真空ユニット（例えばFuji Engineering社の真空チャックユニットMarkIIIなど）であり、真空ユニットは、ワーク10Aと第

１部材５１との間を負圧にし、ワーク１０Ａを第１部材５１に対して固定する。

[0051] 固定治具２を用いてワーク１０Ａを加工する場合、真空ユニットを駆動し、ワーク１０Ａと第１部材５１との間に存在する空気を吸引して、ワーク１０Ａと第１部材５１との間を負圧にする。これにより、ワーク１０Ａが第１部材５１に対して固定される。そして、固定治具２を回転駆動部によって回転させて、ワーク１０Ａを軸線周りに回転させる。回転しているワーク１０Ａに対して切削工具４を用いることによって、ワーク１０Ａが加工されてハーフセル１０が形成される。

[0052] 真空吸着によって、ワーク１０Ａと第１部材５１が密着することから、加工時にワーク１０Ａが位置ずれすることを防止できる。被切削部分である大径部１１、小径部１２及び強め輪固定部１３は、加工時に常時露出していることから、段取り替えすることなく、全ての被切削部分を切削できる。したがって、ワーク１０Ａからハーフセル１０を形成する際の形状精度を向上させつつ、加工能率を高めることができる。

符号の説明

- [0053] １，２ 固定治具
３ 爪
４ 切削工具
１０ ハーフセル
１０Ａ ワーク
１１ 大径部
１２ 小径部
１３ 強め輪固定部
２０ 超伝導加速空洞
２１ 強め輪
３１ 雄型
３２ 雌型

- 3 3 第 1 大径側金具
- 3 4 第 2 大径側金具
- 3 5 第 1 小径側金具
- 3 6 第 2 小径側金具
- 3 7 第 3 小径側金具
- 5 1 第 1 部材
- 5 2 第 2 部材
- 5 3 第 3 部材
- 5 4, 5 5 開口部
- 5 6 吸引路
- 5 7, 5 9 オリング溝
- 5 8, 6 0 オリング

請求の範囲

- [請求項1] 一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部材を形成する加工装置であって、
前記被切削対象を固定する固定治具と、
前記固定治具を回転させる回転駆動部と、
前記被切削対象を切削する切削工具と、
を備え、
前記固定治具は、複数の部材からなり、
前記被切削対象において第1の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材は、前記第1の被切削部分が露出するように第1のパターンで組み合わされ、前記被切削対象において第2の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材は、前記第2の被切削部分が露出するように前記第1のパターンと異なる第2のパターンで組み合わされ、
前記被切削対象を取り外さずに、前記第1のパターンから前記第2のパターンへ前記複数の部材の組み合わせが変更される加工装置。
- [請求項2] 一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部の半割り部材を形成する加工装置であって、
前記被切削対象の被切削部分が露出するように、前記被切削対象の内面を吸引して前記被切削対象を固定する固定治具と、
前記固定治具を回転させる回転駆動部と、
前記被切削対象を切削する切削工具と、
を備える加工装置。
- [請求項3] 一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部材を形成する加工装置を用いた加工方法であって、
複数の部材からなる固定治具が、前記被切削対象を固定するステップと、
回転駆動部が、前記固定治具を回転させるステップと、

切削工具が、前記被切削対象を切削するステップと、
を備え、

前記被切削対象を固定するステップは、

前記被切削対象において第 1 の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材を、前記第 1 の被切削部分が露出するように第 1 のパターンで組み合わせるステップと、

前記被切削対象において第 2 の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材を、前記第 2 の被切削部分が露出するように前記第 1 のパターンと異なる第 2 のパターンで組み合わせるステップと、
を有し、

前記被切削対象を取り外さずに、前記第 1 のパターンから前記第 2 のパターンへ前記複数の部材の組み合わせが変更される加工方法。

[請求項4]

一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部の半割り部材を形成する加工装置を用いた加工方法であって、

固定治具が、前記被切削対象の被切削部分が露出するように、前記被切削対象の内面を吸引して前記被切削対象を固定するステップと、

回転駆動部が、前記固定治具を回転させるステップと、

切削工具が、前記被切削対象を切削するステップと、
を備える加工方法。

補正された請求の範囲
[2013年1月11日(11.01.2013)国際事務局受理]

- [請求項1]
(補正後) 一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部材を形成する加工装置であって、
前記被切削対象を固定する固定治具と、
前記固定治具を回転させる回転駆動部と、
前記被切削対象を切削する切削工具と、
を備え、
前記固定治具は、複数の部材からなり、
前記被切削対象において第1の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材は、前記第1の被切削部分が露出するように第1のパターンで組み合わせられ、前記被切削対象において第2の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材は、前記第2の被切削部分が露出するように前記第1のパターンと異なる第2のパターンで組み合わせられ、
前記固定治具から前記被切削対象を取り外さずに、前記第1のパターンから前記第2のパターンへ前記複数の部材の組み合わせが変更される加工装置。
- [請求項2] 一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部の半割り部材を形成する加工装置であって、
前記被切削対象の被切削部分が露出するように、前記被切削対象の内面を吸引して前記被切削対象を固定する固定治具と、
前記固定治具を回転させる回転駆動部と、
前記被切削対象を切削する切削工具と、
を備える加工装置。
- [請求項3]
(補正後) 一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部材を形成する加工装置を用いた加工方法であって、
複数の部材からなる固定治具が、前記被切削対象を固定するステップと、

回転駆動部が、前記固定治具を回転させるステップと、
切削工具が、前記被切削対象を切削するステップと、
を備え、

前記被切削対象を固定するステップは、

前記被切削対象において第1の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材を、前記第1の被切削部分が露出するように第1のパターンで組み合わせるステップと、

前記被切削対象において第2の被切削部分を切削するとき、前記複数の部材を、前記第2の被切削部分が露出するように前記第1のパターンと異なる第2のパターンで組み合わせるステップと、
を有し、

前記固定治具から前記被切削対象を取り外さずに、前記第1のパターンから前記第2のパターンへ前記複数の部材の組み合わせが変更される加工方法。

[請求項4]

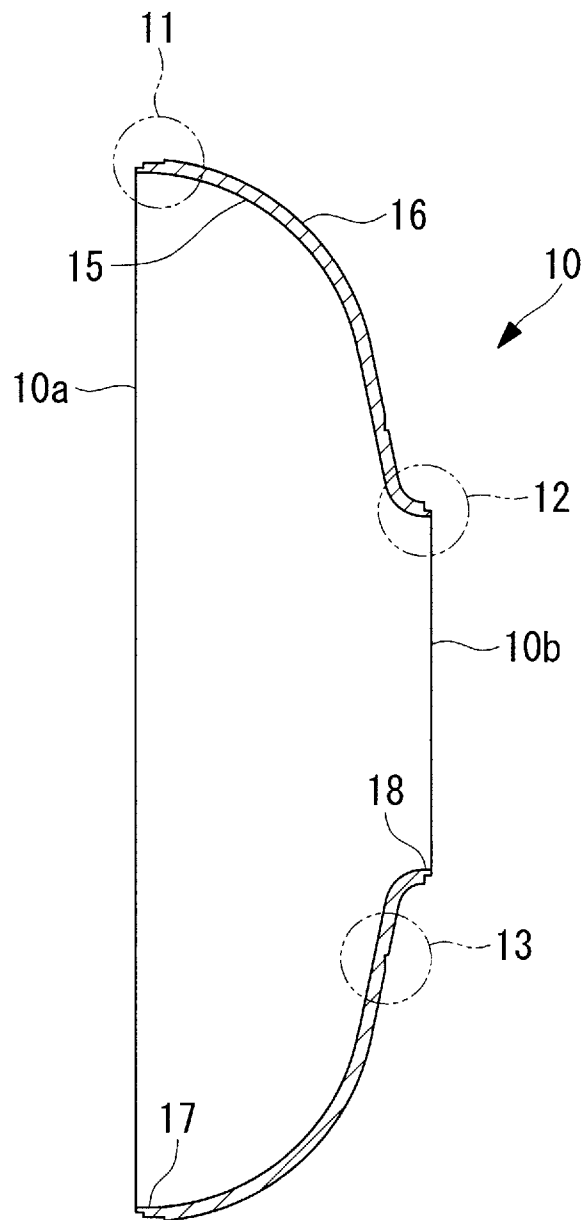
一端側が大径部であり、他端側が小径部である中空状の被切削対象を加工して、加速空洞部の半割り部材を形成する加工装置を用いた加工方法であって、

固定治具が、前記被切削対象の被切削部分が露出するように、前記被切削対象の内面を吸引して前記被切削対象を固定するステップと、

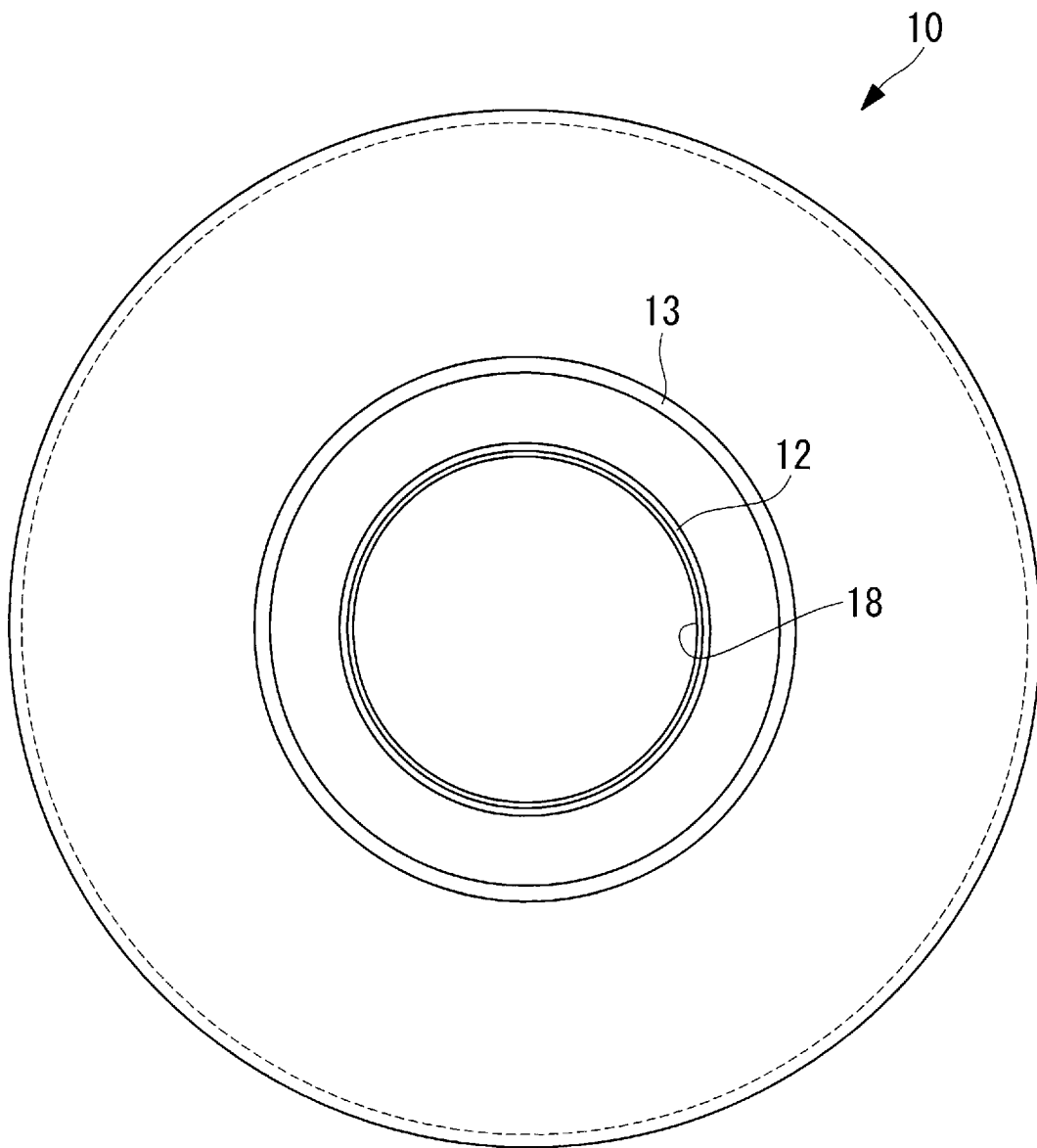
回転駆動部が、前記固定治具を回転させるステップと、

切削工具が、前記被切削対象を切削するステップと、
を備える加工方法。

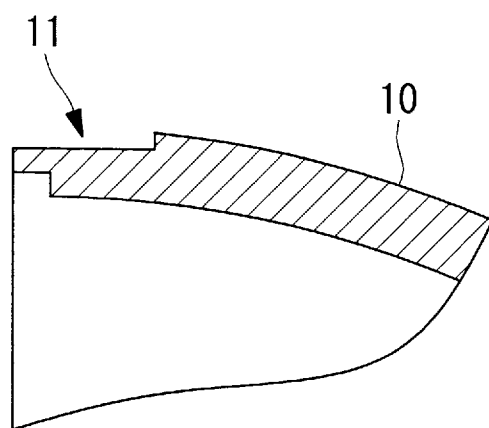
[図2]



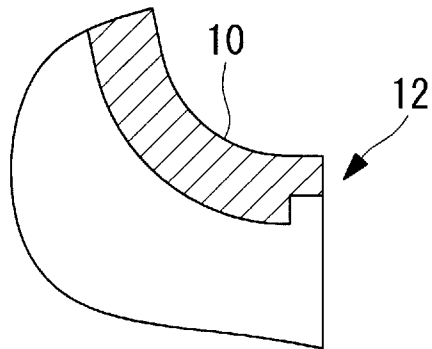
[図3]



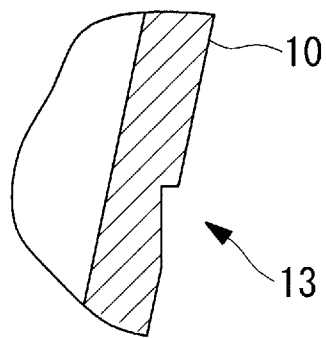
[図4]



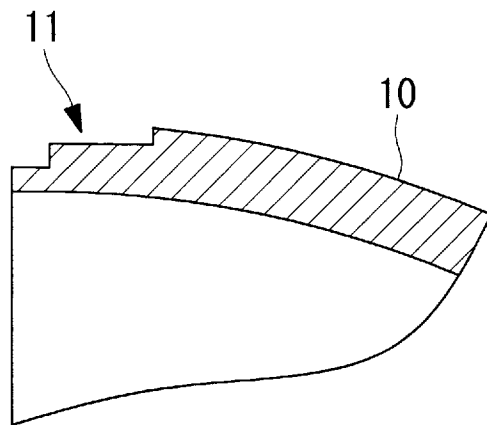
[図5]



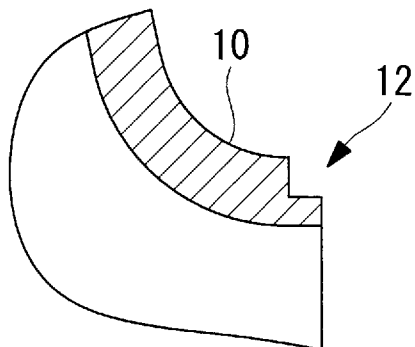
[図6]



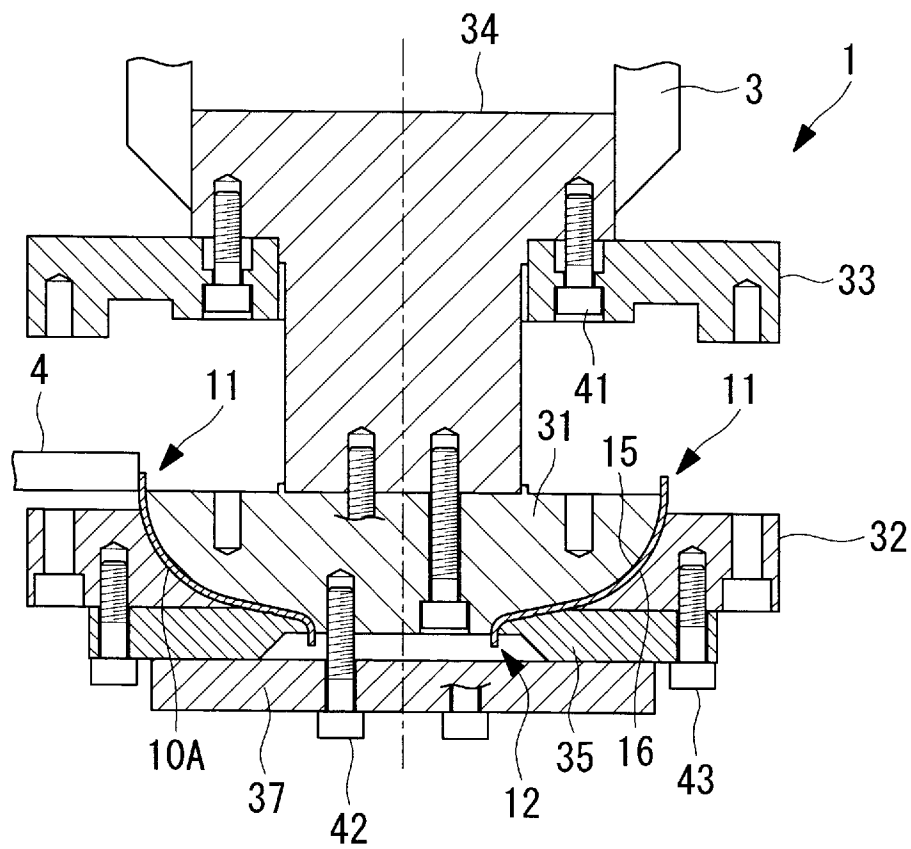
[図7]



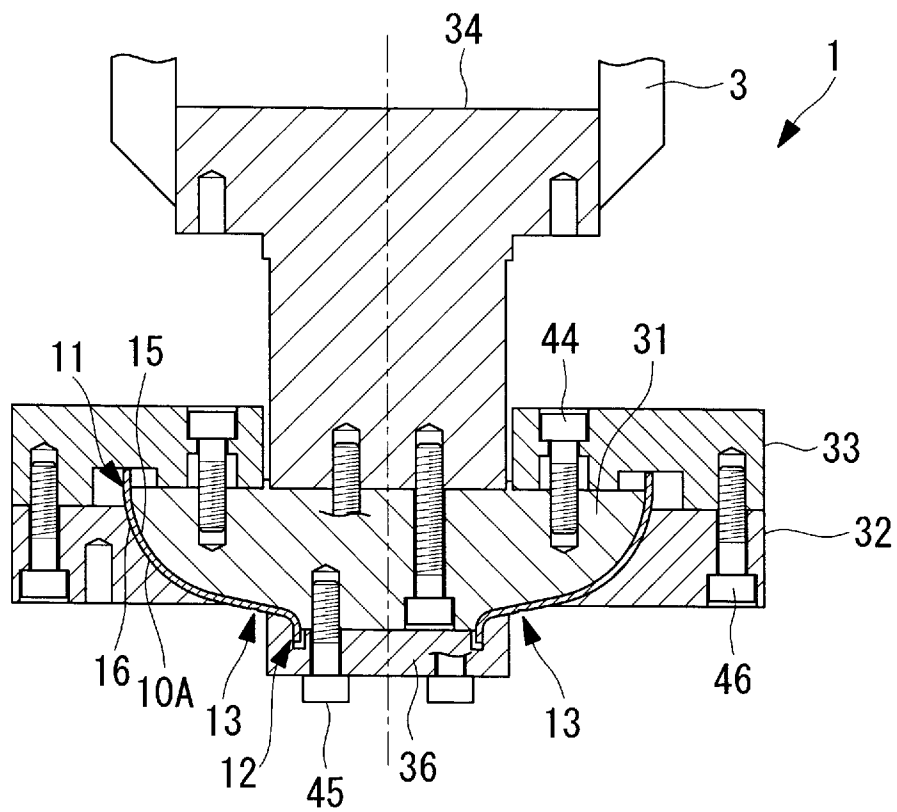
[図8]



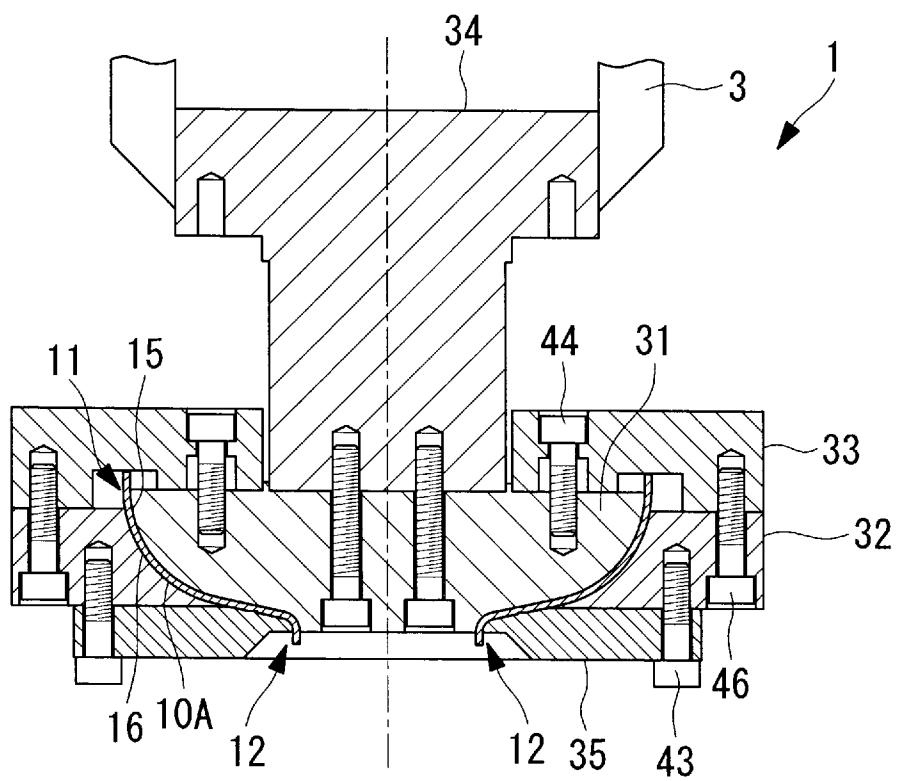
[図9]



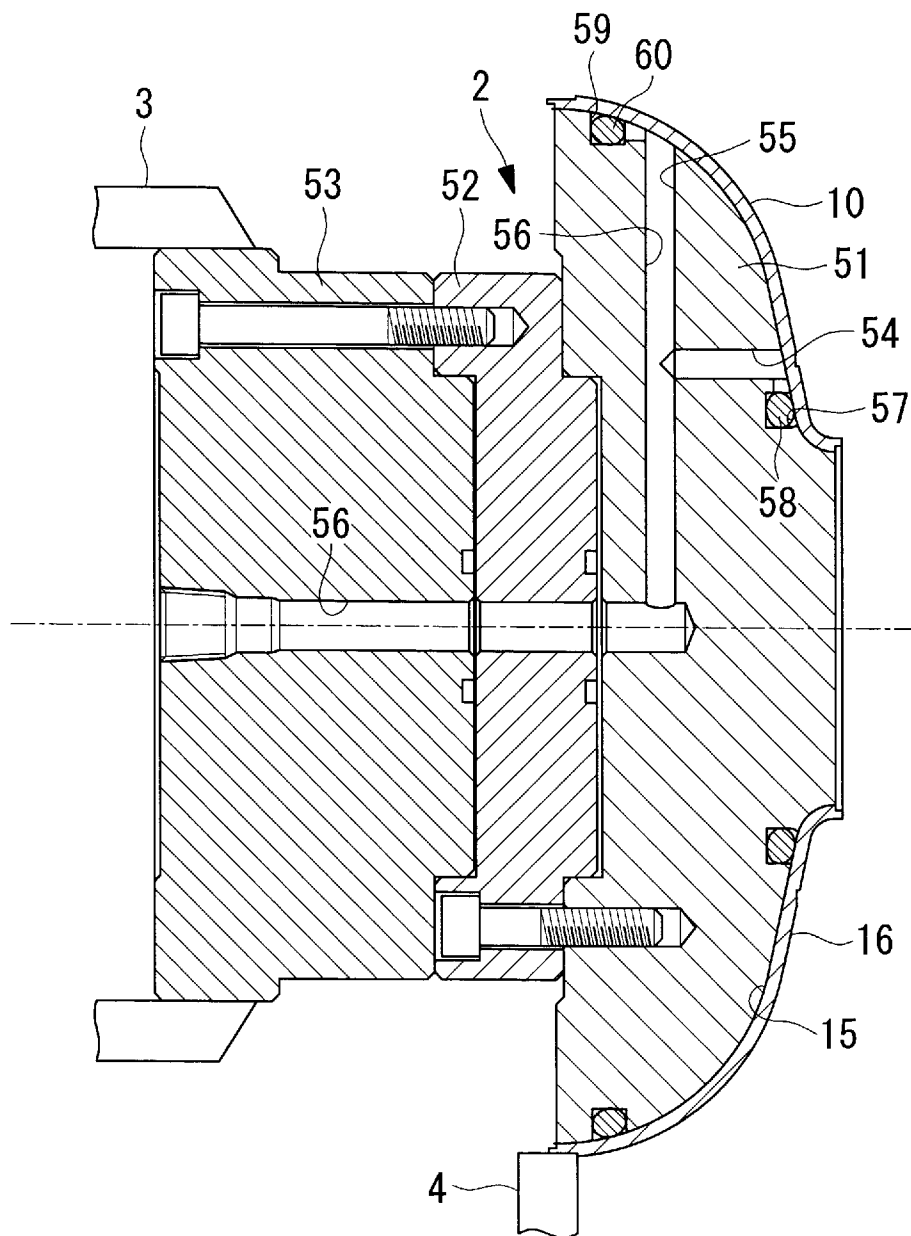
[図10]



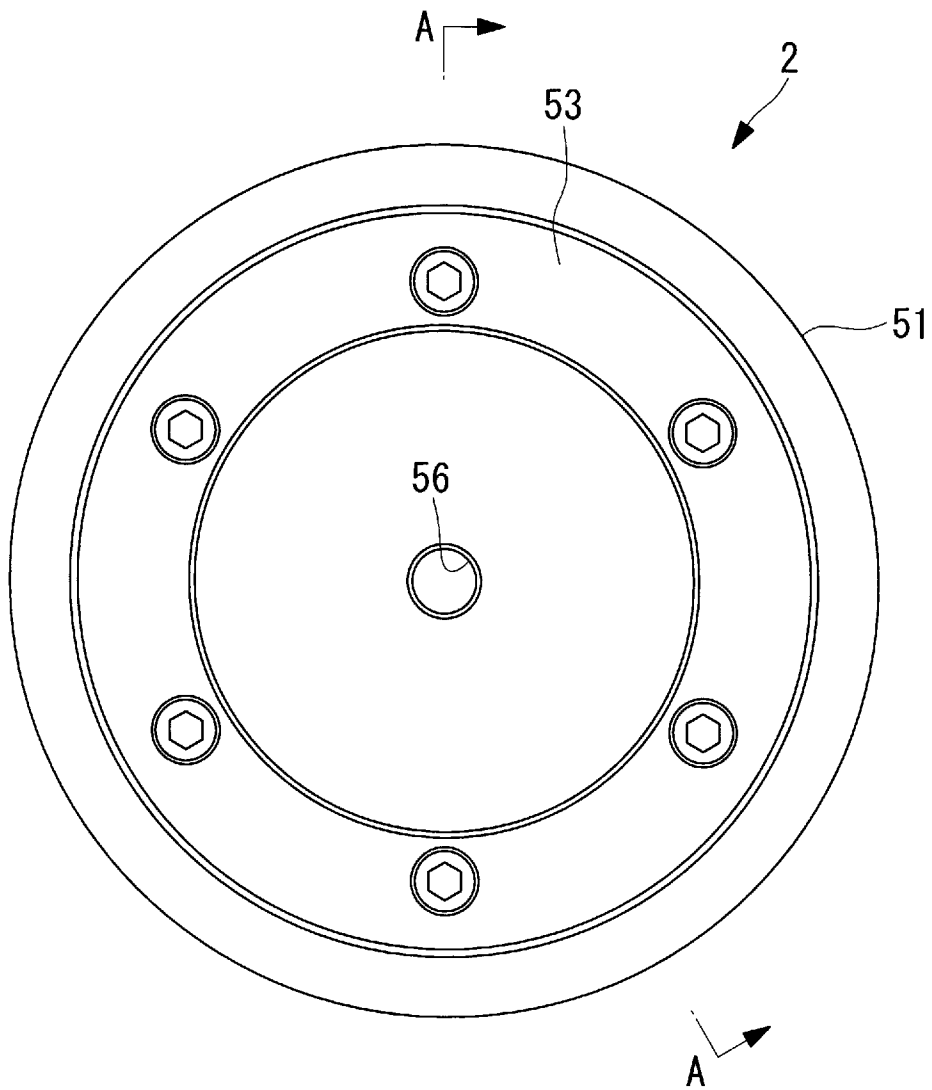
[図11]



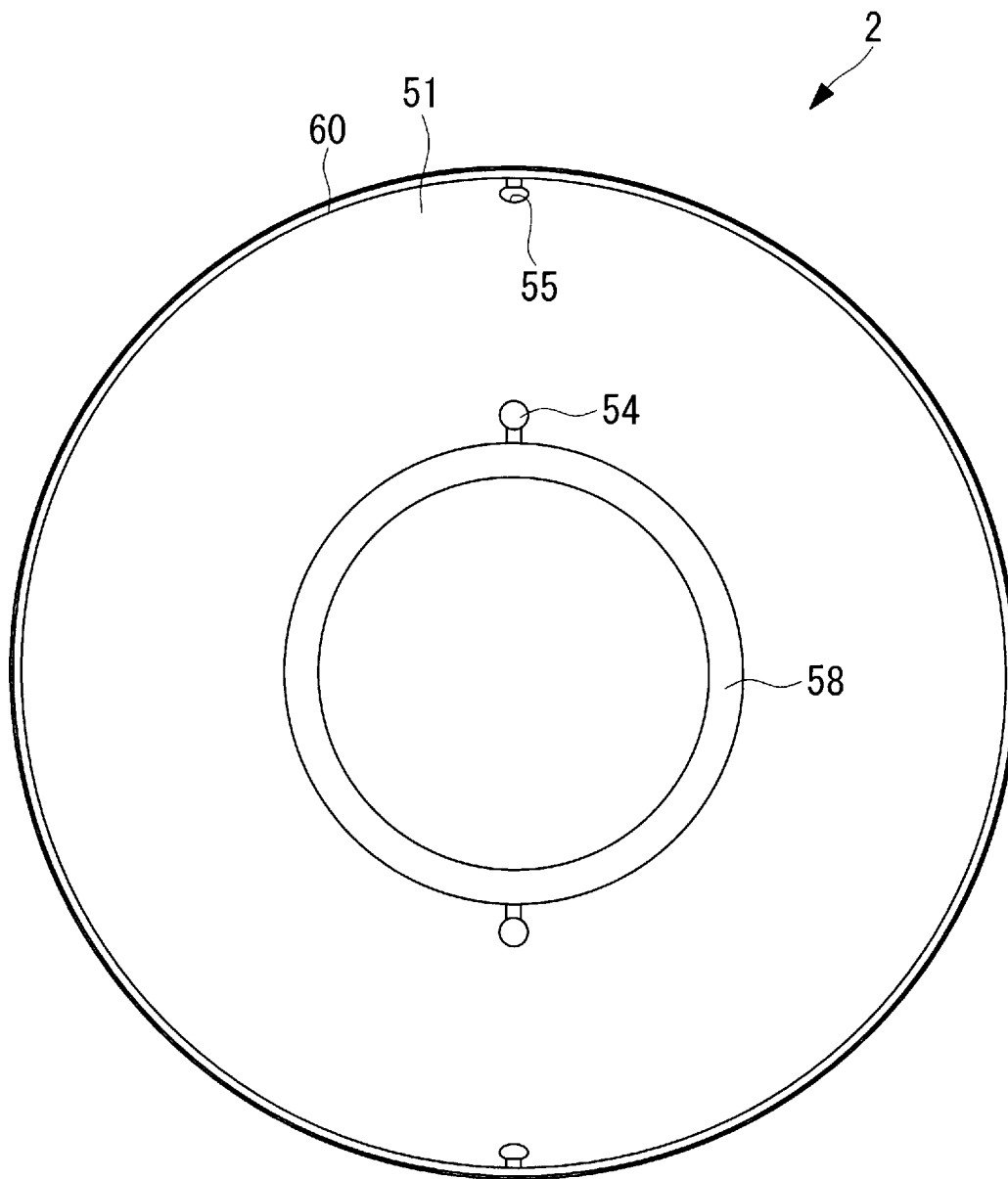
[図12]



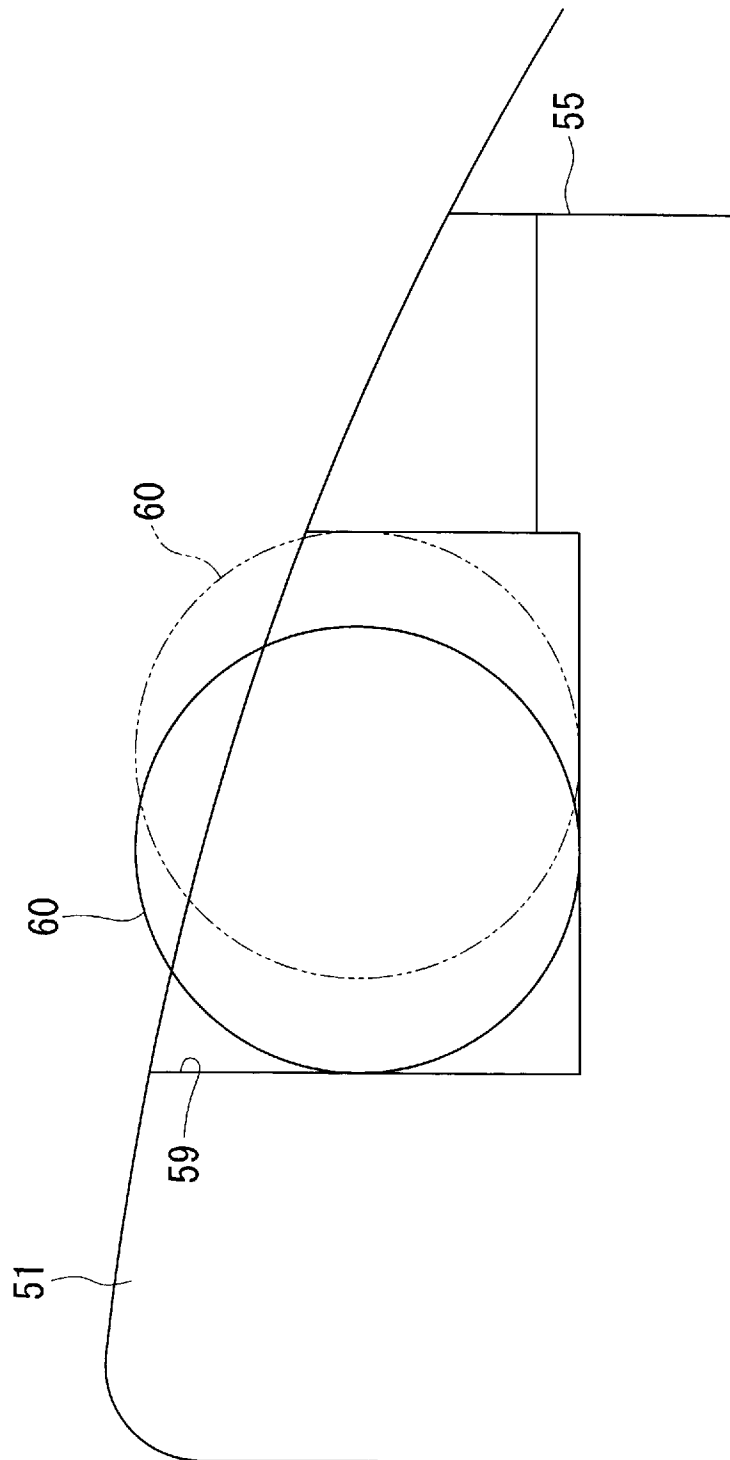
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/070102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H7/20(2006.01)i, B23Q3/06(2006.01)i, B23Q3/08(2006.01)i, H05H7/18(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)

H05H7/20, B23Q3/06, B23Q3/08, H05H7/18

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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	Tamao HIGUCHI, "Atarashii Kikai Kenma to Den kai Kenma ni yoru Suiso Kuzo o Okosanai Chodendo Kudo no Hyomen Shoriho no Kaihatsu", ILC-Tamawo Higuchi's PhD Thesis, [retrieval date 06 November 2012 (06.11.2012)], [online], 03 March 2006 (03.03.2006), folder_contents, Appendix_A-4, cover, internet<URLhttp://ilc-dms.fnal.gov/Members/tajima/References/folder_contents>	1, 3 1-4
Y	JP 2006-318890 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraphs [0001], [0035] to [0036]; fig. 6 & US 2007/0275860 A1 & EP 1871150 A1 & WO 2006/109761 A1	1-4



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

06 November, 2012 (06.11.12)

Date of mailing of the international search report

13 November, 2012 (13.11.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/070102

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 9-180899 A (Shuichi NOGUCHI), 11 July 1997 (11.07.1997), entire text; all drawings (Family: none)	2, 4
Y	JP 3-117548 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 20 May 1991 (20.05.1991), entire text; all drawings & US 5291692 A	2, 4
Y	JP 8-216013 A (Shin'ei Kiko Kabushiki Kaisha), 27 August 1996 (27.08.1996), entire text; all drawings (Family: none)	2, 4
Y	JP 11-48002 A (Menicon Co., Ltd.), 23 February 1999 (23.02.1999), entire text; all drawings & US 6224467 B1 & EP 897777 A2 & AU 7855598 A & CA 2241426 A & AU 707481 B & CA 2241426 A1	2, 4
A	JP 2000-348900 A (Toshiba Corp.), 15 December 2000 (15.12.2000), paragraphs [0008], [0033] to [0080]; fig. 2 to 6 (Family: none)	1-4
A	WO 2010/016337 A1 (Inter-University Research Institute Corporation High Energy Accelerator Research Organization), 11 February 2010 (11.02.2010), paragraph [0035]; fig. 6 & JP 2010-40423 A & US 2011/0130294 A1 & EP 2312915 A1 & CN 102132634 A	1-4
P,A	WO 2011/142348 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 17 November 2011 (17.11.2011), entire text; all drawings & JP 2011-238518 A	1-4
P,A	JP 2011-167709 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 01 September 2011 (01.09.2011), entire text; all drawings & WO 2011/102295 A1	1-4
P,A	JP 2011-238517 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 November 2011 (24.11.2011), entire text; all drawings & WO 2011/142324 A1	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/070102

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 of this application does not have a special technical feature, since the invention cannot be considered to have novelty and inventiveness in the light of the document 1 (Tamao HIGUCHI, "Atarashii Kikai Kenma to Denkai Kenma ni yoru Suiso Kuzo o Okosanai Chodendo Kudo no Hyomen Shoriho no Kaihatsu", ILC-Tamawo Higuchi's PhD Thesis, [retrieval date 06 November 2012 (06.11.2012)], [online], 03 March 2006 (03.03.2006), folder_contents, Appendix A-4, cover, internet<URLhttp://ilc-dms.fnal.gov/Members/tajima/References/folder_contents>) which is cited in this international search report and cannot be considered to make a contribution (Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/070102

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

over the art disclosed in the document 1.

Consequently, the inventions of claims 1-4 do not involve one or more of the same or corresponding special technical features, and therefore cannot be considered to have unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H05H7/20(2006.01)i, B23Q3/06(2006.01)i, B23Q3/08(2006.01)i, H05H7/18(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（I P C）） Int.Cl. H05H7/20, B23Q3/06, B23Q3/08, H05H7/18		
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 1 9 2 2－1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1－2 0 1 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 2 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	樋口玉緒, 新しい機械研磨と電解研磨による水素吸蔵を起こさない超伝導空洞の表面処理法の開発, ILC-Tamawo Higuchi's PhD Thesis, [検索日 2012.11.06], [online], 2006.03.03, folder_contents, Appendix_A-4, cover, internet<URLhttp://ilc-dms.fnal.gov/Members/tajima/References/folder_contents>	1, 3 1-4
☒ 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 0 6 . 1 1 . 2 0 1 2	国際調査報告の発送日 1 3 . 1 1 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 山口 敦司 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3	2 I 9 2 1 6

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 2006-318890 A (三菱重工業株式会社) 2006.11.24, 段落 0001, 0035-0036, 図 6 & US 2007/0275860 A1 & EP 1871150 A1 & WO 2006/109761 A1	1-4
Y	JP 9-180899 A (野口修一) 1997.07.11, 全文, 全図 (ファミリーな し)	2, 4
Y	JP 3-117548 A (オリンパス光学工業株式会社) 1991.05.20, 全文, 全図 & US 5291692 A	2, 4
Y	JP 8-216013 A (新栄機工株式会社) 1996.08.27, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	2, 4
Y	JP 11-48002 A (株式会社メニコン) 1999.02.23, 全文, 全図 & US 6224467 B1 & EP 897777 A2 & AU 7855598 A & CA 2241426 A & AU 707481 B & CA 2241426 A1	2, 4
A	JP 2000-348900 A (株式会社東芝) 2000.12.15, 段落 0008, 0033-0080, 図 2-6 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2010/016337 A1 (大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究 機構) 2010.02.11, 段落 0035, 図 6 & JP 2010-40423 A & US 2011/0130294 A1 & EP 2312915 A1 & CN 102132634 A	1-4
P, A	WO 2011/142348 A1 (三菱重工業株式会社) 2011.11.17, 全文, 全図 & JP 2011-238518 A	1-4
P, A	JP 2011-167709 A (三菱重工業株式会社) 2011.09.01, 全文, 全図 & WO 2011/102295 A1	1-4
P, A	JP 2011-238517 A (三菱重工業株式会社) 2011.11.24, 全文, 全図 & WO 2011/142324 A1	1-4

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

この出願の請求項1に係る発明は、国際調査報告で引用された文献1（樋口玉緒、新しい機械研磨と電解研磨による水素吸蔵を起こさない超伝導空洞の表面処理法の開発, ILC-Tamawo Higuchi's PhD Thesis, [検索日 2012.11.06], [online], 2006.03.03, folder_contents, Appendix A-4, cover, internet<URL http://ilc-dms.fnal.gov/Members/tajima/References/folder_contents>) から新規性・進歩性が認められず、文献1に記載された技術に対して貢献をしているとはいえないから、特別な技術的特徴を有しない。したがって、請求項1-4に係る発明の間には、一以上の同一又は対応する特別な技術的特徴が含まれず、発明の単一性を認めることができない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。