

(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3月8日(08.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/042653 A1

(51) 国際特許分類:
F04D 29/28 (2006.01) *F04D 29/30* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075979

(22) 国際出願日: 2016年9月5日(05.09.2016)

(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: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目3番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: ▲高 ▼木 裕基 (TAKAGI Hiroki); 〒7338553 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社

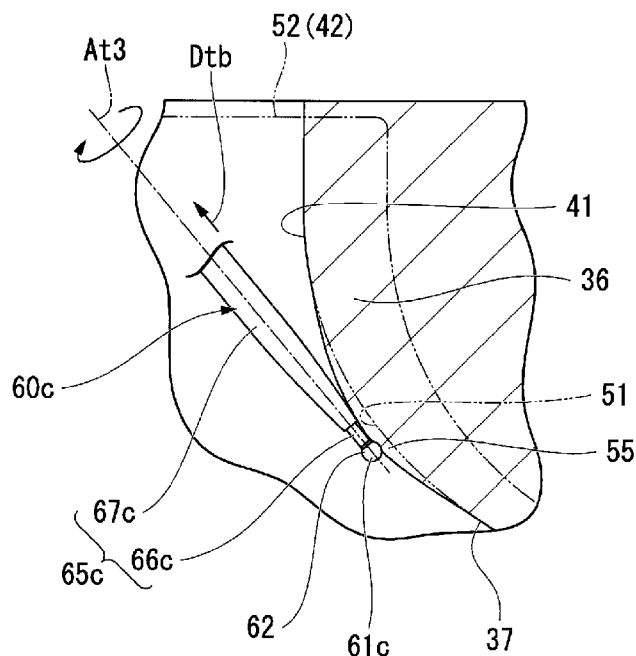
会社内 Hiroshima (JP). 田澤 好樹 (TAZAWA Yoshiki); 〒7338553 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社内 Hiroshima (JP). 河合 佑亮 (KAWAI Yusuke); 〒7338553 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社内 Hiroshima (JP).

(74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING CENTRIFUGAL ROTARY MACHINE AND METHOD FOR MANUFACTURING IMPELLER THEREFOR

(54) 発明の名称: 遠心式回転機械の製造方法、及びそのインペラの製造方法



(57) Abstract: In the present invention, when manufacturing a closed-type impeller from a single block (50) a rough-cutting step is implemented, in which a rough-cutting tool is used to cut a flow path region (51) in the block (50), and a remnant-cutting step is implemented, in which a remnant-cutting tool (60c) is used to cut a cutting remnant (55) from the rough-cutting step. The remnant-cutting tool (60c) has a tool main body (61c) on the outer periphery of which a blade is formed, and a handle (65c) to the front end of which the tool main body (61c) is secured. The maximum outer diameter of the tool main body (61c) is greater than the minimum outer diameter of the handle (65c). In addition, the tool main body



HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(61c) has a rear blade (62) oriented in a direction that includes a tool rear side (Dtb) component.

(57) 要約: 一のブロック (50) からクローズド型インペラを製造する際は、粗切削工具を用いて、ブロック (50) の流路領域 (51) を切削する粗切削工程と、残り切削工具 (60c) を用いて粗切削工程での切削残り (55) を切削する残り切削工程と、を実行する。残り切削工具 (60c) は、外周に刃が形成されている工具本体 (61c) と、工具本体 (61c) が先端に固定されている柄 (65c) と、を有する。工具本体 (61c) の最大外径は、柄 (65c) の最小外径よりも大きい。また、工具本体 (61c) は、工具後側 (Dtb) 成分を含む方向に向いている後刃 (62) を有する。

明 細 書

発明の名称：

遠心式回転機械の製造方法、及びそのインペラの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、遠心式回転機械の製造方法、及びそのインペラの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 遠心回転機械のインペラとして、クローズド型インペラがある。このクローズド型インペラは、軸線を中心として円板状のディスクと、ディスクの外周面上に、軸線に対する周方向に互いに離間して設けられている複数のブレードと、ディスクとの間で複数のブレードを挟み込むカバーと、を有している。このインペラで、ディスクとカバーとの相互間であって複数のブレードの相互間が流路になる。この流路は、この流路の入口から軸方向後側に向いつつ、軸線に対する径方向外側に向かって次第に曲がっている。さらに、この流路は、軸方向から見た場合、この流路の入口から径方向外側に向かいつつ、インペラの回転方向に対して反対側に向って曲がっている。

[0003] 以下の特許文献1には、一のブロックから以上で説明したクローズド型インペラの製造方法が記載されている。この製造方法では、インペラの入口になるブロック中の入口領域からブロック内に切削工具を入れてブロックを切削すると共に、インペラの出口になるブロック中の出口領域からブロック内に切削工具を入れてブロックを切削して、ブロック内に曲がった流路を形成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-040838号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 遠心式回転機械の流路の曲りの曲率半径が、種類によっては入口や出口の開口面積に対して相対的に小さい場合がある。この場合、上記特許文献1に記載の方法によりブロックを切削しても、ブロック内に所望の流路を形成することが困難なことがある。

[0006] そこで、本発明は、クローズド型インペラにおける流路の曲りの曲率半径が入口や出口の開口面積に対して相対的に小さい場合であっても、このインペラの製造するためのブロック中に流路を形成することができる、遠心式回転機械の製造方法、及びそのインペラの製造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

[0007] 上記目的を達成するための発明に係る第一態様としてのインペラの製造方法は、

軸線を中心として円板状のディスクと、前記ディスクの外周面上に、前記軸線に対する周方向に互いに離間して設けられている複数のブレードと、前記ディスクとの間で複数の前記ブレードを挟み込むカバーと、を有し、前記ディスクと前記カバーとの相互間であって複数の前記ブレードの相互間に、前記軸線が延びる軸方向の一方側である軸方向前側から流入した流体を前記軸線に対する径方向外側に流出させる流路が形成されている、遠心式回転機械のインペラを一のブロックから形成するインペラの製造方法である。このインペラの製造方法は、互いに種類の異なる複数の工具を用いて、前記ブロック中で前記流路になる流路領域を切削する流路切削工程を実行し、前記流路切削工程は、複数の前記工具のうちの一工具である粗切削工具を用いて切削する粗切削工程と、複数の前記工具のうちの一工具である残り切削工具を用いて前記粗切削工程での切削残りを切削する残り切削工程と、を含み、前記流路切削工程で用いる複数の前記工具は、いずれも、工具軸線を中心とし、少なくとも外周に刃が形成されている工具本体と、前記工具本体が固定されて、前記工具軸線を中心して前記工具軸線が延びる工具軸方向に長い柄と、を有し、前記残り切削工具における前記工具本体の最大外径は、前記残り

切削工具における前記柄の最小外径よりも大きく、前記残り切削工具における前記工具本体は、前記残り切削工具における前記工具本体に対する前記柄の側である工具後側成分を含む方向に向いている後刃を有する。

[0008] 当該製造方法では、インペラにおける流路の曲りの曲率半径が入口や出口の開口面積に対して相対的に小さくても、粗切削工程の実行で残った部分を残り切削工具で切削することができる。よって、当該製造方法では、インペラにおける流路の曲りの曲率半径が入口や出口の開口面積に対して相対的に小さい場合でも、ブロック中に流路を形成することができる。

[0009] 上記目的を達成するための発明に係る第二態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一態様の前記インペラの製造方法において、前記残り切削工程では、前記残り切削工具を回転させつつ、前記工具後側成分を含む方向に前記残り切削工具を移動させて、前記残り切削工具の前記後刃で、前記粗切削工程での切削残りを切削する工程を含む。

[0010] 当該製造方法では、残り切削工具をブロック中の流路領域内の所定の位置にセットした後、この残り切削工具を回転させつつ、工具後側成分を含む方向に残り切削工具を移動させて、引き切削加工を実行する。このため、当該製造方法では、切削中に柄が切削残りの部分や入口の開口縁又は出口の開口縁に接触する接触可能性を低くすることができる。

[0011] 上記目的を達成するための発明に係る第三態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一又は前記第二態様の前記インペラの製造方法において、前記工具軸線に対して垂直な方向で、前記柄の最小外径となる位置での外周面から前記工具本体の外周のうちで最大外径になる位置までの距離である張出量は、複数の前記工具のうちで、前記残り切削工具が最大である。

[0012] 当該製造方法では、インペラにおける流路の曲りの曲率半径が入口や出口の開口面積に対して相対的により小さくても、粗切削工程の実行で残った部分を残り切削工具で切削することができる。

[0013] 上記目的を達成するための発明に係る第四態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第三態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記柄の最小外径は、複数の前記工具のうちで、前記残り切削工具が最少である。

[0014] 上記目的を達成するための発明に係る第五態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第四態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記工具本体の最大外径は、複数の前記工具のうちで、前記残り切削工具が最少である。

[0015] 当該製造方法では、残り切削工具により、インペラ中で曲率半径の小さい部分、例えば、ディスクとブレードとの角部や、カバーとブレードとの角部を切削することができる。

[0016] 上記目的を達成するための発明に係る第六態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第五態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記残り切削工具の前記工具本体は、前記工具軸線を含む仮想平面内で、 200° 以上の範囲で前記刃が形成されている。

[0017] 上記目的を達成するための発明に係る第七態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第六態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記残り切削工具の前記工具本体は、前記工具軸線を含む仮想平面内で、 240° 以上の範囲で前記刃が形成されている。

[0018] 上記目的を達成するための発明に係る第八態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第七態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記流路切削工程は、前記粗切削工程後に、複数の前記工具のうちの一工具である中／仕上切削工具を用いて前記粗切削工程での切削残りを切

削する中／仕上切削工程を含み、前記残り切削工程は、前記中／仕上切削工程後に、前記中／仕上切削工程での切削残りを切削する。

[0019] 上記目的を達成するための発明に係る第九態様としてのインペラの製造方法は、

前記第八態様の前記インペラの製造方法において、前記中／仕上切削工具における前記柄の前記先端部の外径は、前記粗切削工具における前記柄の前記先端部の外径以下である。

[0020] 当該製造方法では、粗切削工程での切削残りを容易に切削することができる。

[0021] 上記目的を達成するための発明に係る第十態様としてのインペラの製造方法は、

前記第八又は前記第九態様の前記インペラの製造方法において、前記中／仕上切削工具における前記工具本体の最大外径は、前記粗切削工具における前記工具本体の最大外径以下である。

[0022] 当該製造方法では、粗切削工程での切削残りを容易に切削することができる。

[0023] 上記目的を達成するための発明に係る第十一態様としてのインペラの製造方法は、

前記第八から前記第十態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記粗切削工程は、前記インペラで前記流体が流入する入口になる前記ブロック中の入口領域と前記インペラで前記流体が流出する出口になる前記ブロック中の出口領域とのうち、一方の領域から前記ブロック内に前記粗切削工具を入れて前記流路領域を切削する第一粗切削工程と、前記第一粗切削工程後に、前記出口領域と前記入口領域とのうち、他方の領域から前記ブロック内に前記粗切削工具を入れて前記流路領域を切削する第二粗切削工程と、を含み、前記中／仕上切削工程は、前記第二粗切削工程後に、前記ブロック中の前記他方の領域から前記ブロック内に前記中／仕上切削工具を入れて、前記流路領域を切削する第一中／仕上切削工程と、前記第一中／仕上

切削工程後に、前記ブロック中の前記一方の領域から前記ブロック内に前記中／仕上切削工具を入れて、前記流路領域を切削する第二中／仕上切削工程と、を含み、前記残り切削工程は、前記第二中／仕上切削工程後に、前記ブロック中の前記一方の領域から前記ブロック内に前記残り切削工具を入れて、前記流路領域を切削する第一残り切削工程を含む。

[0024] 当該製造方法では、第二粗切削工程と第一中／仕上切削工程とは、共に、出口領域と入口領域とのうちの他方の領域から工具を流路領域に入れる。よって、当該製造方法では、第二粗切削工程後に、工作機械のテーブルに対するブロックの向きを変えずに、第一中／仕上切削工程を実行することができる。当該製造方法では、第二中／仕上切削工程と第一残り切削工程とは、共に、出口領域と入口領域とのうちの一方の領域から工具を流路領域に入れる。よって、当該製造方法では、第二中／仕上切削工程後に、工作機械のテーブルに対するブロックの向きを変えずに、第一残り切削工程を実行することができる。

[0025] 上記目的を達成するための発明に係る第十二態様としてのインペラの製造方法は、

前記第八から前記第十一態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記中／仕上切削工具は、ボールエンドミルである。

[0026] 上記目的を達成するための発明に係る第十三態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第十二態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記粗切削工具は、ラジアスエンドミルである。

[0027] 上記目的を達成するための発明に係る第十四態様としてのインペラの製造方法は、

前記第一から前記第十三態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法において、前記残り切削工具は、ロリポップミルである。

[0028] 上記目的を達成するための発明に係る第十五態様としての遠心式回転機械の製造方法は、

前記第一から前記第十四態様のうちのいずれかの前記インペラの製造方法を実行すると共に、前記インペラが装着され、前記軸線を中心とする回転軸と、前記インペラを覆うケーシングとを含む部品を準備する準備工程と、前記インペラと、前記回転軸及び前記ケーシングを含む前記部品とを組み合わせる組立工程と、を実行する。

発明の効果

[0029] 本発明の一態様では、クローズド型インペラにおける流路の曲りの曲率半径が入口や出口の開口面積に対して相対的に小さい場合であっても、このインペラを製造するためのブロック中に流路を形成することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明に係る一実施形態における遠心式回転機械の模式的な断面図である。

[図2]本発明に係る一実施形態におけるインペラの断面図である。

[図3]図2におけるⅠⅠⅠ矢視図である。

[図4]本発明に係る一実施形態における遠心式回転機械の製造手順を示すフローチャートである。

[図5]本発明に係る一実施形態におけるインペラの製造手順を示すフローチャートである。

[図6A]本発明に係る一実施形態における粗切削工具の側面図である。

[図6B]図6AにおけるB部の拡大図である。

[図7A]本発明に係る一実施形態における中／仕上切削工具の側面図である。

[図7B]図7AにおけるB部の拡大図である。

[図8A]本発明に係る一実施形態における残り切削工具の側面図である。

[図8B]図8AにおけるB部の拡大図である。

[図9]本発明に係る一実施形態における中間ブロックの断面図である。

[図10]本発明に係る一実施形態における第一粗切削工程を説明するための説明図である。

[図11]本発明に係る一実施形態における第二粗切削工程を説明するための説

明図である。

[図12]本発明に係る一実施形態における第一中／仕上切削工程を説明するための説明図である。

[図13]本発明に係る一実施形態における第二中／仕上切削工程を説明するための説明図である。

[図14]本発明に係る一実施形態における第一残り切削工程を説明するための説明図である。

[図15]図14におけるX V部の拡大図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明に係る遠心式回転機械の製造方法の一実施形態について、図面を用いて説明する。

[0032] 本実施形態の遠心式回転機械は、遠心式多段圧縮機である。この遠心式多段圧縮機は、図1に示すように、回転軸10と、ケーシング20と、複数のインペラ30と、ラジアル軸受11と、スラスト軸受12と、を備える。回転軸10は、軸線A_rを中心として円柱状を成し、この軸線A_rを中心として回転する。ラジアル軸受11及びスラスト軸受12は、いずれもケーシング20に固定され、回転軸10を回転可能に支持する。複数のインペラ30は、軸線A_rが延びる軸方向D_aに並んで、回転軸10の外周側にそれぞれ固定されている。複数のインペラ30は、軸線A_rを中心として回転軸10と一体回転する。インペラ30は、ディスク31と、複数のブレード35と、カバー36と、を有する。ここで、軸方向D_aの一方側を軸方向前側D_{a f}、この軸方向D_aの他方側を軸方向後側D_{a b}とする。また、軸線A_rに対する径方向を単に径方向D_r、この径方向D_rで軸線A_rに近づく側を径方向内側D_{r i}、この径方向D_rで軸線A_rから遠ざかる側を径方向外側D_{r o}とする。また、軸線A_rに対する周方向を単に周方向D_cとする。

[0033] ディスク31は、図2に示すように、軸方向前側D_{a f}から軸方向後側D_{a b}に向うに連れて次第に拡径されている。このため、ディスク31の外周面32で軸方向前側D_{a f}の部分では、軸方向後側D_{a b}に向う方向成分が

径方向外側D r oに向かう成分より大きい。また、この外周面3 2の軸方向後側D a bの部分では、径方向外側D r oに向かう方向成分が軸方向後側D a bに向かう方向成分より大きい。このディスク3 1には、軸方向後側D a bを向く背面3 3が形成されている。さらに、このディスク3 1には、軸線A r上を軸方向D aに貫通する軸孔3 4が形成されている。この軸孔3 4には、回転軸1 0が装着される。複数のブレード3 5は、ディスク3 1の外周面3 2上に、周方向D cに間隔をあけて設けられている。各ブレード3 5は、軸方向D aから見た場合、径方向内側D r iの部分から径方向外側D r oに向かうに連れて、インペラ3 0の回転方向に対して反回転側に次第に向かうよう曲がっている。カバー3 6は、ディスク3 1の外周面3 2に対向配置され、ディスク3 1との間で複数のブレード3 5を挟み込んでいる。このカバー3 6の内周面3 7は、ディスク3 1の外周面3 2と対向する。このカバー3 6の内周面3 7の軸方向前側D a fの部分では、軸方向後側D a bに向かう方向成分が径方向外側D r oに向かう成分より大きい。また、この内周面3 7の軸方向後側D a bの部分では、径方向外側D r oに向かう方向成分が軸方向後側D a bに向かう方向成分より大きい。このカバー3 6には、内周面3 7と背合わせの関係にある外周面3 8が形成されている。

[0034] ディスク3 1とカバー3 6との相互間であって複数のブレード3 5の相互間には、軸方向前側D a fから流入した流体を径方向外側D r oに流出させるインペラ内流路4 1が形成されている。よって、このインペラ内流路4 1の入口4 2は、軸方向前側D a fに向かって開口している。また、このインペラ内流路4 1の出口4 3は、径方向外側D r oに向かって開口している。このインペラ内流路4 1は、インペラ内流路4 1の入口4 2から軸方向後側D a bに向いつつ、軸線A rに対する径方向外側D r oに向かって次第に曲がっている。さらに、このインペラ内流路4 1は、軸方向D aから見た場合、インペラ内流路4 1の入口4 2から径方向外側D r oに向かいつつ、インペラ3 0の回転方向に対して反対側に向って次第に曲がっている。

[0035] 図3に示すように、ディスク3 1とブレード3 5との角部、及びカバー3

6とディスク31との角部は、いずれもフィレット部39を形成する。フィレット部39は、インペラ内流路41の内側から外側に向かって滑らかな凹形状を成している。

[0036] ケーシング20は、図1に示すように、回転軸10、各軸受11、12、及び複数のディスク31を覆う。このケーシング20には、吸込流路21と、吐出流路22と、中間流路23とが形成されている。吸込流路21は、外部からの流体を最も軸方向前側Da fに配置されているインペラ30のインペラ内流路41内に導く。吐出流路22は、最も軸方向後側Da bに配置されているインペラ30からの流体を外部へ導く。中間流路23は、一のインペラ30の出口43から流出した流体を、この一のインペラ30に対して軸方向後側Da bに隣接している他のインペラ30の入口42からこの他のインペラ30のインペラ内流路41内に導く。

[0037] 次に、以上で説明した遠心式多段圧縮機の製造手順について、図4に示すフローチャートに従って説明する。

[0038] まず、遠心式多段圧縮機を構成する複数の部品を準備する。ここでは、遠心式多段圧縮機械のケーシング20を準備すると共に（S1：ケーシング準備工程）、遠心式多段圧縮機のインペラ30を準備する（S2：インペラ準備工程）。さらに、前述の回転軸10、軸受11、12、さらに図示されていない軸封等の部品も準備する（S3：部品準備工程）。

[0039] 次に、以上で準備した複数の部品を組み合わせる（S4：組立工程）。

[0040] 以上で、遠心式多段圧縮機が完成する。

[0041] 次に、図5に示すフローチャートに従って、インペラ30の準備工程（S2）におけるこのインペラ30の製造手順について説明する。

[0042] まず、インペラ30の外形よりも大きなブロックを準備する（S10：ブロック準備工程）。次に、図9に示すように、このブロックの外形等を切削して中間ブロック50を形成する（S11：外形切削工程）。この外形切削工程（S11）では、ブロックの外形を切削すると共に、ブロック中で軸孔34となる領域を切削して、軸孔34aも形成する。なお、この軸孔34a

は、ブロックに既に形成されている場合がある。この場合、ブロックから中間ブロック50を形成するための外形切削工程(S11)を実施しなくてもよい。ここで、この中間ブロック50中で、インペラ30のインペラ内流路41になる領域を流路領域51とする。また、この中間ブロック中で、インペラ内流路41の入口42になる領域を入口領域52、インペラ内流路41の出口43になる領域を出口領域53とする。

[0043] 次に、中間ブロック50を切削して、この中間ブロック50中にインペラ内流路41を形成する(S12:流路切削工程)。この流路切削工程(S12)では、少なくとも三種類の工具を用いて、中間ブロック50を切削する。各工具は、いずれも、工具軸線A_tを中心とし、少なくとも外周に刃が形成されている工具本体と、工具本体が固定されて、工具軸線A_tを中心して工具軸線A_tが延びる工具軸方向D_{t a}に長い柄と、を有する。

[0044] 第一の工具は、図6A及び図6Bに示すように、粗切削工具60aである。この粗切削工具60aは、この粗切削工具60aは、例えば、ラジাসエンドミルである。粗切削工具60aは、工具本体61aと、この工具本体61aが固定されている柄65aと、を有する。工具本体61aは、工具軸線A_{t 1}を中心として円柱状のヘッド63aと、このヘッド63aの外周に固定されている複数のチップ62aとを有する。複数のチップ62aは、工具軸線A_{t 1}に対する周方向に並んでいる。各チップ62aには刃が形成されている。なお、この工具本体61aは、ヘッド部分と複数の刃の部分とが一体的なものであってもよい。柄65aは、シャンク66aと、ホルダ67aと、を有する。シャンク66a及びホルダ67aは、いずれも、工具軸線A_{t 1}を中心として、工具軸線A_{t 1}が延びる工具軸方向D_{t a}に長い柱状を成している。シャンク66a及びホルダ67aは、それぞれ、工具軸方向D_{t a}の端である先端及び基端を有する。シャンク66aの先端には、工具本体61aのヘッド63aが固定されている。このシャンク66aの基端は、ホルダ67aの先端に取り付けられている。ホルダ67aの基端68aは、工作機械にチャックされる部分である。工具本体61aの最大外径は、D_t

1である。シャンク外径 D_{s1} は、ホルダ67aの最小外径よりも小さい。よって、シャンク外径 D_{s1} は、柄65aの最小外径である。このシャンク外径 D_{s1} 、つまり柄65aの最小外径は、工具本体61aの最大外径 D_{t1} よりも僅かに小さい。

[0045] 第二の工具は、図7A及び図7Bに示すように、中／仕上切削工具60bである。中／仕上切削工具60bは、例えば、ボールエンドミルである。この中／仕上切削工具60bは、工具軸線 A_{t2} を中心として半球状の工具本体61bと、この工具本体61bが固定されている柄65bと、を有する。半球状の工具本体61bには刃が形成されている。この工具本体61bは、粗切削工具60aの工具本体61aと同様に、ヘッドと、このヘッドに取り付けられている複数のチップとを有する。なお、この工具本体61bも、ヘッド部分と複数の刃の部分とが一体的なものであってもよい。柄65bは、シャンク66bと、ホルダ67bと、を有する。シャンク66b及びホルダ67bは、いずれも、工具軸線 A_{t2} を中心として、工具軸線 A_{tb} が延びる工具軸方向 D_{ta} に長い柱状を成している。シャンク66b及びホルダ67bは、それぞれ、工具軸方向 D_{ta} の端である先端及び基端を有する。シャンク66bの先端には、工具本体61bが固定されている。このシャンク66bの基端は、ホルダ67bの先端に取り付けられている。ホルダ67bの基端68bは、工作機械にチャックされる部分である。工具本体61bの最大外径は、 D_{t2} である。この工具本体61bの最大外径 D_{t2} は、フィレット部39における凹形状の曲率半径 r （図3参照）の2倍（ $2r$ ）未満である。つまり、この工具本体61bの最大半径 D_{t2} は、フィレット部39における凹形状の曲率半径 r 未満である。シャンク外径 D_{s2} は、ホルダ67bの最小外径よりも小さい。よって、シャンク外径 D_{s2} は、柄65bの最小外径である。このシャンク外径 D_{s2} 、つまり柄65bの最小外径は、工具本体61bの最大外径 D_{t2} よりも僅かに小さい。

[0046] 第三の工具は、図8A及び図8Bに示すように、残り切削工具60cである。残り切削工具60cは、例えば、ロリポップミルである。この残り切削

工具 60c は、工具軸線 A t 3 を中心として球欠状の工具本体 61c と、この工具本体 61c が固定されている柄 65c と、を有する。ここで、ここで球欠状とは、球の中心を通らない平面で球を切断し、二つの部分のうちで体積の大きな方の部分の形状である。球欠状の工具本体 61c の外周には、刃が形成されている。この工具本体 61c は、粗切削工具 60a の工具本体 61a と同様に、ヘッドと、このヘッドに取り付けられている複数のチップとを有する。なお、この工具本体 61c も、ヘッド部分と複数の刃の部分とが一体的なものであってもよい。柄 65c は、シャンク 66c と、ホルダ 67c と、を有する。シャンク 66c 及びホルダ 67c は、いずれも、工具軸線 A t 3 を中心として、工具軸線 A t b が延びる工具軸方向 D t a に長い柱状を成している。シャンク 66c 及びホルダ 67c は、それぞれ、工具軸方向 D t a の端である先端及び基端を有する。シャンク 66c の先端には、工具本体 61c が固定されている。このシャンク 66c の基端は、ホルダ 67c の先端に取り付けられている。ホルダ 67c の基端 68c は、工作機械にチャックされる部分である。工具本体 61c の最大外径は、D t 3 である。この工具本体 61c の最大外径 D t 3 も、前述した工具本体 61b の最大外径 D t 2 と同様、フィレット部 39 における凹形状の曲率半径 r（図 3 参照）の 2 倍（2 r）未満である。つまり、この工具本体 61c の最大半径 D t 3 も、フィレット部 39 における凹形状の曲率半径 r 未満である。シャンク外径 D s 3 は、ホルダ 67c の最小外径よりも小さい。よって、シャンク外径 D s 3 は、柄 65c の最小外径である。このシャンク外径 D s 3、つまり柄 65c の最小外径は、工具本体 61c の最大外径 D t 3 よりも小さい。

[0047] 各工具本体 61a, 61b, 61c の最大外径 D t の寸法関係は、以下の通りである。

$$D t 1 \geq D t 2 \geq D t 3$$

よって、残り切削工具 60c の工具本体 61c の最大外径 D t 3 は、基本的に、三種類の切削工具 60a, 60b, 60c の工具本体 61a, 61b, 61c の最大外径 D t 1, D t 2, D t 3 のうちで最少になる。但し、残

り切削工具 60c の工具本体 61c の最大外径 D_{t3} は、中／仕上切削工具 60b の工具本体 61b の最大外径 D_{t2} と同じであってもよい。

[0048] また、各柄 65a, 65b, 65c の最小外径 D_s の寸法関係は、以下の通りである。

$$D_{s1} \geq D_{s2} > D_{s3}$$

よって、残り切削工具 60c の柄 65c の最小外径 D_{s3} は、三種類の切削工具 60a, 60b, 60c の柄 65a, 65b, 65c の最小外径 D_{s1} , D_{s2} , D_{s3} のうちで最少になる。

[0049] また、図 8B に示すように、工具軸線 A_{t3} に対して垂直な方向で、柄 65c の最小外径部分の外周面（シャンク 66c の外周面）から工具本体 61c の外周のうちで最大外径になる位置までの距離である張出量 OH は、複数の工具 60a, 60b, 60c の各張出量のうちで、最大である。

[0050] このように、残り切削工具 60c の張出量 OH を最大にしているのは、この残り切削工具 60c で、引き切削加工するためである。この引き切削加工とは、残り切削工具 60c を工具軸線 A_{t3} を中心として回転させつつ、工具軸方向 D_{ta} における基端 68c 側、つまり工具後側 D_{tb} （図 15 参照）に工具を移動させて、加工対象を切削する方法である。このため、残り切削工具 60c の工具本体 61c は、工具後側成分を含む方向に向いている後刃 62 を有する。よって、この工具本体 61c は、工具軸線 A_{t3} を含む仮想平面内で、 200° 以上の範囲で刃が形成されている、好ましくは、 240° 以上の範囲内で刃が形成されている。

[0051] 以上で説明した残り切削工具 60c の工具本体 61c は、工具軸線 A_{t3} を含む仮想平面での形状が円欠形状である。しかしながら、残り切削工具 60c の工具本体 61c は、工具軸線 A_{t3} を含む仮想平面での形状が楕円の短軸の一方側を切り欠いた形状等であってもよい。また、残り切削工具 60c で専ら引き切削加工を行う場合には、この残り切削工具 60c の工具本体 61c の先端側に刃が無くてもよい。

[0052] 流路切削工程（S12）では、まず、粗切削工具 60a を用いて、中間ブ

ロック 50 中の流路領域 51 を切削する (S13 : 粗切削工程)。この粗切削工程 (S13) では、図 10 に示すように、中間ブロック 50 における軸方向後側 Dab が下向きになるよう、この中間ブロック 50 を工作機械のテーブル 70 上にセットする。さらに、この工作機械のチャックに粗切削工具 60a を取り付け。そして、粗切削工具 60a を回転させつつ、中間ブロック 50 中の入口領域 52 から軸方向後側 Dab に向かって粗切削工具 60a を入れて、中間ブロック 50 中の流路領域 51 を切削する (S13a : 第一粗切削工程)。この第一粗切削工程 (S13a) では、流路領域 51 中の入口領域 52 側の領域が切削される。

[0053] この粗切削工程 (S13) では、第一粗切削工程 (S13a) 後、図 11 に示すように、中間ブロック 50 における軸方向前側 Daf が下向きになるよう、この中間ブロック 50 を工作機械のテーブル 70 上にセットする。そして、粗切削工具 60a を回転させつつ、中間ブロック 50 中の出口領域 53 から径方向内側 Dri に向かって粗切削工具 60a を入れて、中間ブロック 50 中の流路領域 51 を切削する (S13b : 第二粗切削工程)。この第二粗切削工程 (S13b) では、流路領域 51 中の出口領域 53 側の領域が切削される。

[0054] 以上で粗切削工程 (S13) が終了する。

[0055] 次に、中／仕上切削工具 60b を用いて、流路領域 51 中で粗切削工程 (S13) で残った部分を切削する (S14 : 中／仕上切削工程)。この中／仕上切削工程 (S14) では、図 12 に示すように、工作機械のチャックに中／仕上切削工具 60b を取り付け。なお、中間ブロック 50 は、第二粗切削工程 (S13b) の状態のまま、つまり、軸方向前側 Daf が下向きになるよう工作機械のテーブル 70 上にセットされたままである。そして、中／仕上切削工具 60b を回転させつつ、中間ブロック 50 中の出口領域 53 から径方向内側 Dri に向かって中／仕上切削工具 60b を入れて、中間ブロック 50 中の流路領域 51 を切削する (S14a : 第一中／仕上切削工程)。この第一中／仕上切削工程 (S14a) では、流路領域 51 中の粗切

削工程（S 1 3）で残った部分のうち、出口領域 5 3 側の領域が切削される。

[0056] この中／仕上切削工程（S 1 4）では、第一中／仕上切削工程（S 1 4 a）後、図 1 3 に示すように、中間ブロック 5 0 における軸方向後側 D a b が下向きになるよう、この中間ブロック 5 0 を工作機械のテーブル 7 0 上にセットする。そして、中／仕上切削工具 6 0 b を回転させつつ、中間ブロック 5 0 中の入口領域 5 2 から軸方向後側 D a b に向かって中／仕上切削工具 6 0 b を入れて、中間ブロック 5 0 中の流路領域 5 1 を切削する（S 1 4 b：第二中／仕上切削工程）。この第二中／仕上切削工程（S 1 4 b）では、流路領域 5 1 中の粗切削工程（S 1 3）で残った部分のうち、入口領域 5 2 側の領域が切削される。

[0057] 以上で中／仕上切削工程（S 1 4）が終了する。

[0058] 以上の粗切削工程（S 1 3）及び中／仕上切削工程（S 1 4）では、いずれも、中間ブロック 5 0 の入口領域 5 2 から軸方向後側 D a b に向かって工具 6 0 a, 6 0 b を入れて中間ブロック 5 0 を切削する工程（S 1 3 a, S 1 4 b）と、中間ブロック 5 0 の出口領域 5 3 から径方向内側 D r i に向かって工具 6 0 a, 6 0 b を入れて中間ブロック 5 0 を切削する工程（S 1 3 b, S 1 4 a）と、を実行する。しかしながら、インペラ内流路 4 1 の曲りの曲率半径が入口 4 2 や出口 4 3 の開口面積に対して相対的に小さい場合には、流路領域 5 1 を完全に切削できない場合がある。具体的には、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、インペラ内流路 4 1 を画定する面のうち、ディスク 3 1 の外周面 3 2 の曲率半径よりもカバー 3 6 の内周面 3 7 の曲率半径の方が小さくなるため、このカバー 3 6 の内周面 3 7 のうち、入口 4 2 と出口 4 3 との中間部に、以上の粗切削工程（S 1 3）及び中／仕上切削工程（S 1 4）で切削できない切削残り 5 5 が生じる場合がある。そこで、本実施形態では、中／仕上切削工程（S 1 4）後に残り切削工程（S 1 5）を実行する。

[0059] 残り切削工程（S 1 5）では、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、工作機械

のチャックに残り切削工具 60c を取り付ける。なお、中間ブロック 50 は、第二中／仕上切削工程（S14b）の状態のまま、つまり、軸方向後側 Dab が下向きになるよう工作機械のテーブル 70 上にセットされたままである。そして、残り切削工具 60c を回転させつつ、中間ブロック 50 中の入口領域 52 から軸方向後側 Dab に向かって残り切削工具 60c を入れて、中間ブロック 50 中の流路領域 51 で前述の切削残り 55 を切削する（S15a：第一残り切削工程）。この際、残り切削工具 60c を工具軸線 At3 が延びる方向に往復移動させて、切削残り 55 を切削する。すなわち、ここでは、残り切削工具 60c による引き切削加工と突き切削加工とを交互に繰り返す。なお、引き切削加工時には、工具後側 Dtb 成分を含む方向に残り切削工具 60c を移動させて、残り切削工具 60c の後刃 62 で、切削残り 55 を切削する。

[0060] 残り切削工具 60c の工具本体 61c は、前述したように、三つの工具 60a, 60b, 60c のうちで、張出量 OH が最も大きい。このため、この残り切削工具 60c により、曲率半径の小さいカバー 36 の内周面 37 における切削残り 55 を引き切削加工することができる。また、この残り切削工具 60c は、前述したように、工具本体 61c の最大外径 Dt3 が三つの工具 60a, 60b, 60c のうちで、基本的に最も小さい。このため、インペラ 30 のフィレット部 39 も切削することができる。

[0061] 以上の第一残り切削工程（S15a）を実行した後も、切削残り 55 が存在する場合には、中間ブロック 50 における軸方向前側 Daf が下向きになるよう、この中間ブロック 50 を工作機械のテーブル 70 上にセットする。そして、残り切削工具 60c を回転させつつ、中間ブロック 50 中の出口領域 53 から径方向内側 Dri に向かって残り切削工具 60c を入れて、中間ブロック 50 中の流路領域 51 の切削残り 55 を切削する（S15b：第二残り切削工程）。この際も、残り切削工具 60c を工具軸線 At3 が延びる方向に往復移動させて、切削残り 55 を切削する。

[0062] 以上で、流路切削工程（12）が終了し、中間ブロック 50 中にインペラ

内流路流路４１が形成される。

- [0063] 中間ブロック５０中にインペラ内流路流路４１を形成すると、この中間ブロック５０をさらに加工して（Ｓ１６：仕上げ工程）、インペラ３０を完成させる。この仕上げ工程（Ｓ１６）では、必要に応じて、インペラ内流路流路４１が形成される中間ブロック５０に熱処理を施す。そして、この中間ブロック５０の外周等を切削して、カバー３６の外周面３８を形成すると共に、ディスク３１の背面３３を形成する。さらに、この中間ブロック５０の軸孔３４ａを形成している部分を切削して、この軸孔３４を形成する。
- [0064] 以上のように、本実施形態では、インペラ３０におけるインペラ内流路４１の曲りの曲率半径が入口４２や出口４３の開口面積に対して相対的に小さい場合であっても、残り切削工具６０ｃを用いることで、中間ブロック５０中にインペラ内流路４１を形成することができる。また、本実施形態では、残り切削工具６０ｃの他に、粗切削工具６０ａ及び中／仕上切削工具６０ｂを用いて中間ブロック５０を切削するので、流路領域５１の切削効率を高めることができる。
- [0065] また、本実施形態では、第二粗切削工程（Ｓ１３ｂ）後、工作機械のテーブル７０上に中間ブロック５０をセットし直さずに、第一中／仕上切削工程（Ｓ１４ａ）を実行する。さらに、第一中／仕上切削工程（Ｓ１４ａ）後、工作機械のテーブル７０上に中間ブロック５０をセットし直さずに、第一残り切削工程（Ｓ１５ａ）を実行する。よって、中間ブロック５０のセットの手間を省略することができる。
- [0066] なお、以上の粗切削工程（Ｓ１３）、中／仕上切削工程（Ｓ１４）、及び残り切削工程（Ｓ１５）で、中間ブロック５０を以上とは逆向きにセットしてもよい。具体的に、第一粗切削工程（Ｓ１３ａ）では、中間ブロック５０における軸方向前側Ｄａｆが下向きになるようセットして、中間ブロック５０の出口領域５３から粗切削工具６０ａを入れる。第二粗切削工程（Ｓ１３ｂ）では、中間ブロック５０における軸方向後側Ｄａｂが下向きになるようセットして、中間ブロック５０の入口領域５２から粗切削工具６０ａを入れ

る。第一中／仕上切削工程（S 1 4 a）では、中間ブロック 5 0 における軸方向後側 D a b が下向きになるようセットされたまま、中間ブロック 5 0 の入口領域 5 2 から中／仕上切削工具 6 0 b を入れる。第二中／仕上切削工程（S 1 4 b）では、中間ブロック 5 0 における軸方向前側 D a f が下向きになるようセットして、中間ブロック 5 0 の出口領域 5 3 から中／仕上切削工具 6 0 b を入れる。第一残り切削工程（S 1 5 a）では、中間ブロック 5 0 における軸方向前側 D a f が下向きになるようセットされたまま、中間ブロック 5 0 の出口領域 5 3 から残り切削工具 6 0 c を入れる。なお、必要に応じて、第二残り切削工程（1 5 b）を実行する場合には、中間ブロック 5 0 における軸方向後側 D a b が下向きになるようセットして、中間ブロック 5 0 の入口領域 5 2 から残り切削工具 6 0 c を入れる。

[0067] また、残り切削工具 6 0 c は、工具軸線 A t 3 を含む仮想平面内で、2 4 0° 以上の範囲で刃が形成されているロリポップミルを用いている。しかしながら、残り切削工程（S 1 5）では引き切削加工のみを行う場合、前述したように、この残り切削工具 6 0 c の工具本体 6 1 c の先端側に刃が無くてもよい。

[0068] また、以上では、粗切削工具 6 0 a を用いた粗切削工程（S 1 3）、中／仕上切削工具 6 0 b を用いた中／仕上切削工程（S 1 4）、及び残り切削工具 6 0 c を用いた残り切削工程（S 1 5）を実行する。しかしながら、場合によっては、中／仕上切削工程（S 1 4）を省いてもよい。

[0069] また、以上の実施形態は、遠心式多段圧縮機のインペラ 3 0 を製造する方法である。しかしながら、本発明は、遠心式回転機械が多段である必要性はなく、単段であってもよい。また、本発明は、遠心式圧縮機のインペラ 3 0 に限定されない。例えば、遠心式回転機械の一種である遠心式ポンプのインペラを以上と同様の方法で製造してもよい。

産業上の利用可能性

[0070] 本発明の一態様によれば、クローズド型インペラにおける流路の曲りの曲率半径が入口や出口の開口面積に対して相対的に小さい場合であっても、こ

のインペラを製造するためのブロック中に流路を形成することができる。

符号の説明

- [0071] 1 0 : 回転軸
1 1 : ラジアル軸受
1 2 : スラスト軸受
2 0 : ケーシング
2 1 : 吸込流路
2 2 : 吐出流路
2 3 : 中間流路
3 0 : インペラ
3 1 : ディスク
3 2 : 外周面
3 3 : 背面
3 4, 3 4 a : 軸孔
3 5 : ブレード
3 6 : カバー
3 7 : 内周面
3 8 : 外周面
3 9 : フィレット部
4 1 : インペラ内流路
4 2 : 入口
4 3 : 出口
5 0 : 中間ブロック
5 1 : 流路領域
5 2 : 入口領域
5 3 : 出口領域
5 5 : 切削残り
6 0 a : 粗切削工具

6 0 b : 中／仕上切削工具

6 0 c : 残り切削工具

6 1 a, 6 1 b, 6 1 c : 工具本体

6 2 : 後刃

6 5 a, 6 5 b, 6 5 c : 柄

6 6 a, 6 6 b, 6 6 c : シャンク

6 7 a, 6 7 b, 6 7 c : ホルダ

6 8 a, 6 8 b, 6 8 c : 基端

7 0 : テーブル

A r : 軸線

A t 1, A t 2, A t 3 : 工具軸線

D a : 軸方向

D a b : 軸方向後側

D a f : 軸方向前側

D c : 周方向

D r : 径方向

D r i : 径方向内側

D r o : 径方向外側

D t a : 工具軸方向

D t b : 工具後側

O H : 張出量

請求の範囲

[請求項1]

軸線を中心として円板状のディスクと、前記ディスクの外周面上に、前記軸線に対する周方向に互いに離間して設けられている複数のブレードと、前記ディスクとの間で複数の前記ブレードを挟み込むカバーと、を有し、前記ディスクと前記カバーとの相互間であって複数の前記ブレードの相互間に、前記軸線が延びる軸方向の一方側である軸方向前側から流入した流体を前記軸線に対する径方向外側に流出させる流路が形成されている、遠心式回転機械のインペラを一のブロックから形成するインペラの製造方法において、

互いに種類の異なる複数の工具を用いて、前記ブロック中で前記流路になる流路領域を切削する流路切削工程を実行し、

前記流路切削工程は、複数の前記工具のうちの一工具である粗切削工具を用いて切削する粗切削工程と、複数の前記工具のうちの一工具である残り切削工具を用いて前記粗切削工程での切削残りを切削する残り切削工程と、を含み、

前記流路切削工程で用いる複数の前記工具は、いずれも、工具軸線を中心とし、少なくとも外周に刃が形成されている工具本体と、前記工具本体が固定されて、前記工具軸線を中心して前記工具軸線が延びる工具軸方向に長い柄と、を有し、

前記残り切削工具における前記工具本体の最大外径は、前記残り切削工具における前記柄の最小外径よりも大きく、前記残り切削工具における前記工具本体は、前記残り切削工具における前記工具本体に対する前記柄の側である工具後側成分を含む方向に向いている後刃を有する、

インペラの製造方法。

[請求項2]

請求項1に記載のインペラの製造方法において、

前記残り切削工程では、前記残り切削工具を回転させつつ、前記工具後側成分を含む方向に前記残り切削工具を移動させて、前記残り切

削工具の前記後刃で、前記粗切削工程での切削残りを切削する工程を含む、

インペラの製造方法。

[請求項3]

請求項 1 又は 2 に記載のインペラの製造方法において、

前記工具軸線に対して垂直な方向で、前記柄の最小外径になる位置での外周面から前記工具本体の外周のうちで最大外径になる位置までの距離である張出量は、複数の前記工具のうちで、前記残り切削工具が最大である、

インペラの製造方法。

[請求項4]

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記柄の最小外径は、複数の前記工具のうちで、前記残り切削工具が最少である、

インペラの製造方法。

[請求項5]

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記工具本体の最大外径は、複数の前記工具のうちで、前記残り切削工具が最少である、

インペラの製造方法。

[請求項6]

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記残り切削工具の前記工具本体は、前記工具軸線を含む仮想平面内で、 200° 以上の範囲で前記刃が形成されている、

インペラの製造方法。

[請求項7]

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記残り切削工具の前記工具本体は、前記工具軸線を含む仮想平面内で、 240° 以上の範囲で前記刃が形成されている、

インペラの製造方法。

[請求項8] 請求項1から7のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記流路切削工程は、前記粗切削工程後に、複数の前記工具のうちの一工具である中／仕上切削工具を用いて前記粗切削工程での切削残りを切削する中／仕上切削工程を含み、

前記残り切削工程は、前記中／仕上切削工程後に、前記中／仕上切削工程での切削残りを切削する、

インペラの製造方法。

[請求項9] 請求項8に記載のインペラの製造方法において、

前記中／仕上切削工具における前記柄の最小外径は、前記粗切削工具における前記柄の最小外径以下である、

インペラ30の製造方法。

[請求項10] 請求項8又は9に記載のインペラの製造方法において、

前記中／仕上切削工具における前記工具本体の最大外径は、前記粗切削工具における前記工具本体の最大外径以下である、

インペラの製造方法。

[請求項11] 請求項8から10のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記粗切削工程は、

前記インペラで前記流体が流入する入口になる前記ブロック中の入口領域と前記インペラで前記流体が流出する出口になる前記ブロック中の出口領域とのうち、一方の領域から前記ブロック内に前記粗切削工具を入れて前記流路領域を切削する第一粗切削工程と、

前記第一粗切削工程後に、前記出口領域と前記入口領域とのうち、他方の領域から前記ブロック内に前記粗切削工具を入れて前記流路領域を切削する第二粗切削工程と、を含み、

前記中／仕上切削工程は、

前記第二粗切削工程後に、前記ブロック中の前記他方の領域から前記ブロック内に前記中／仕上切削工具を入れて、前記流路領域を切削する第一中／仕上切削工程と、

前記第一中／仕上切削工程後に、前記ブロック中の前記一方の領域から前記ブロック内に前記中／仕上切削工具を入れて、前記流路領域を切削する第二中／仕上切削工程と、を含み、

前記残り切削工程は、

前記第二中／仕上切削工程後に、前記ブロック中の前記一方の領域から前記ブロック内に前記残り切削工具を入れて、前記流路領域を切削する第一残り切削工程を含む、

インペラの製造方法。

[請求項12] 請求項8から11のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記中／仕上切削工具は、ボールエンドミルである、
インペラの製造方法。

[請求項13] 請求項1から12のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記粗切削工具は、ラジラスエンドミルである、
インペラの製造方法。

[請求項14] 請求項1から13のいずれか一項に記載のインペラの製造方法において、

前記残り切削工具は、ロリポップミルである、
インペラの製造方法。

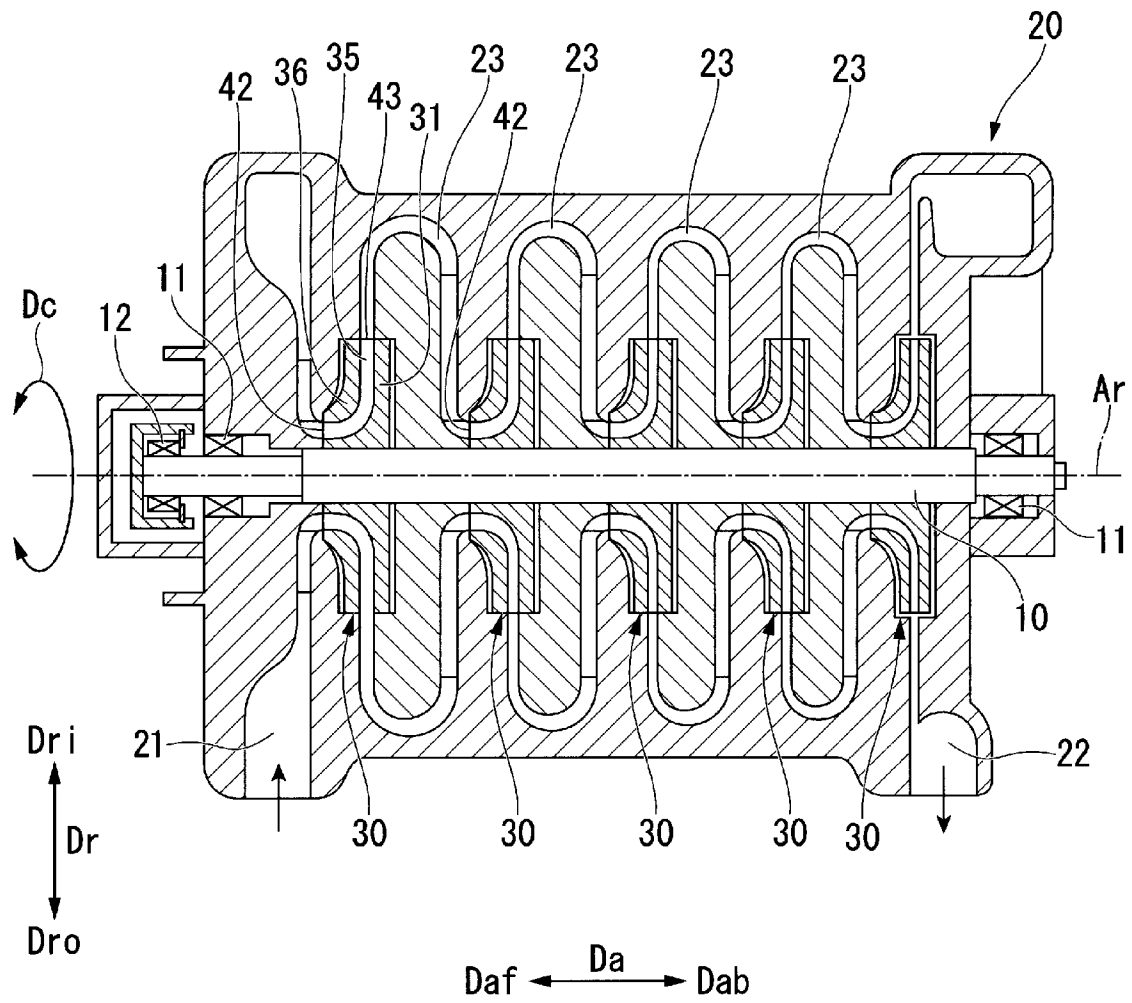
[請求項15] 請求項1から14のいずれか一項に記載の前記インペラの製造方法を実行すると共に、

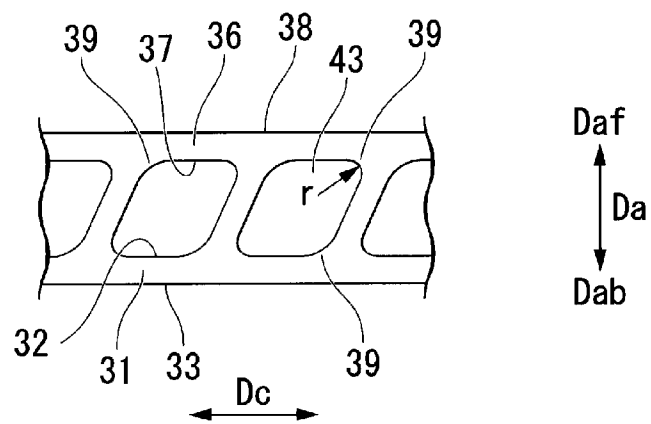
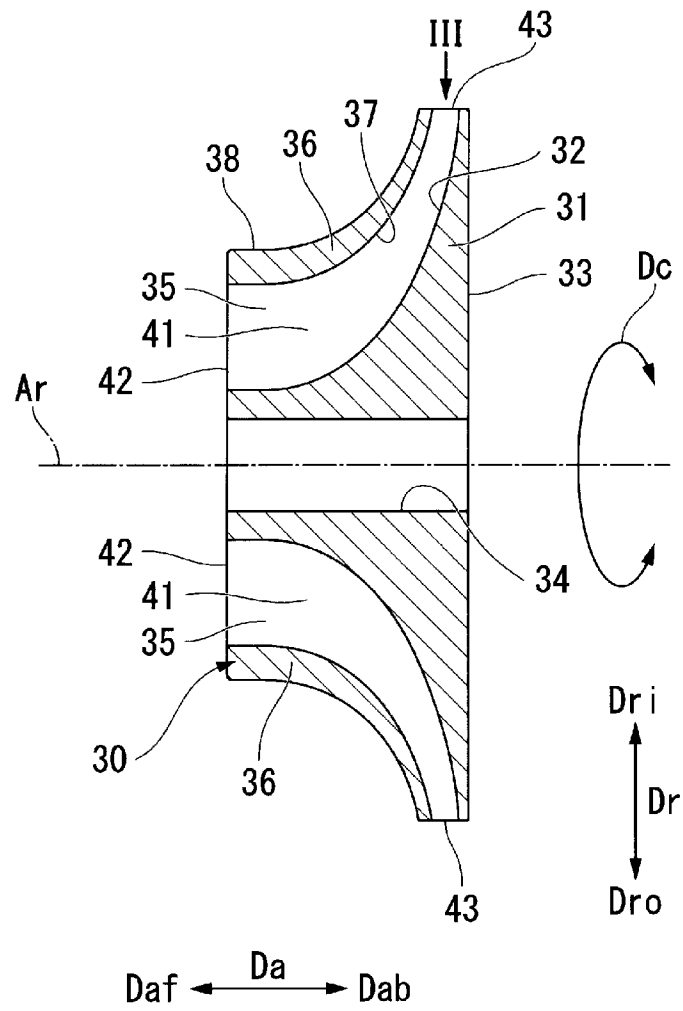
前記インペラが装着され、前記軸線を中心とする回転軸と、前記インペラを覆うケーシングとを含む部品を準備する準備工程と、

前記インペラと、前記回転軸及び前記ケーシングを含む前記部品と

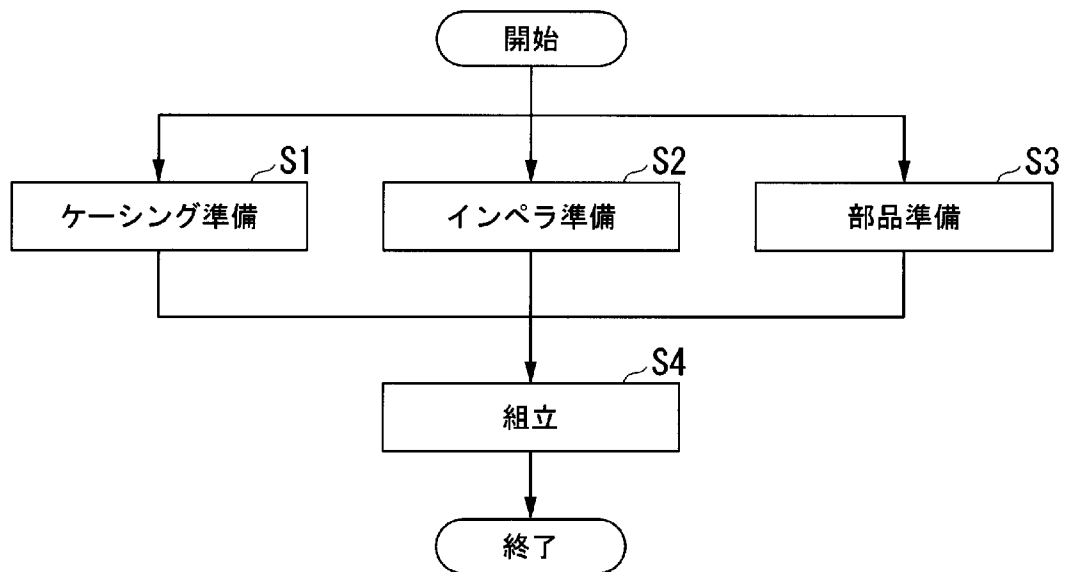
を組み合わせる組立工程と、
を実行する遠心式回転機械の製造方法。

[図1]

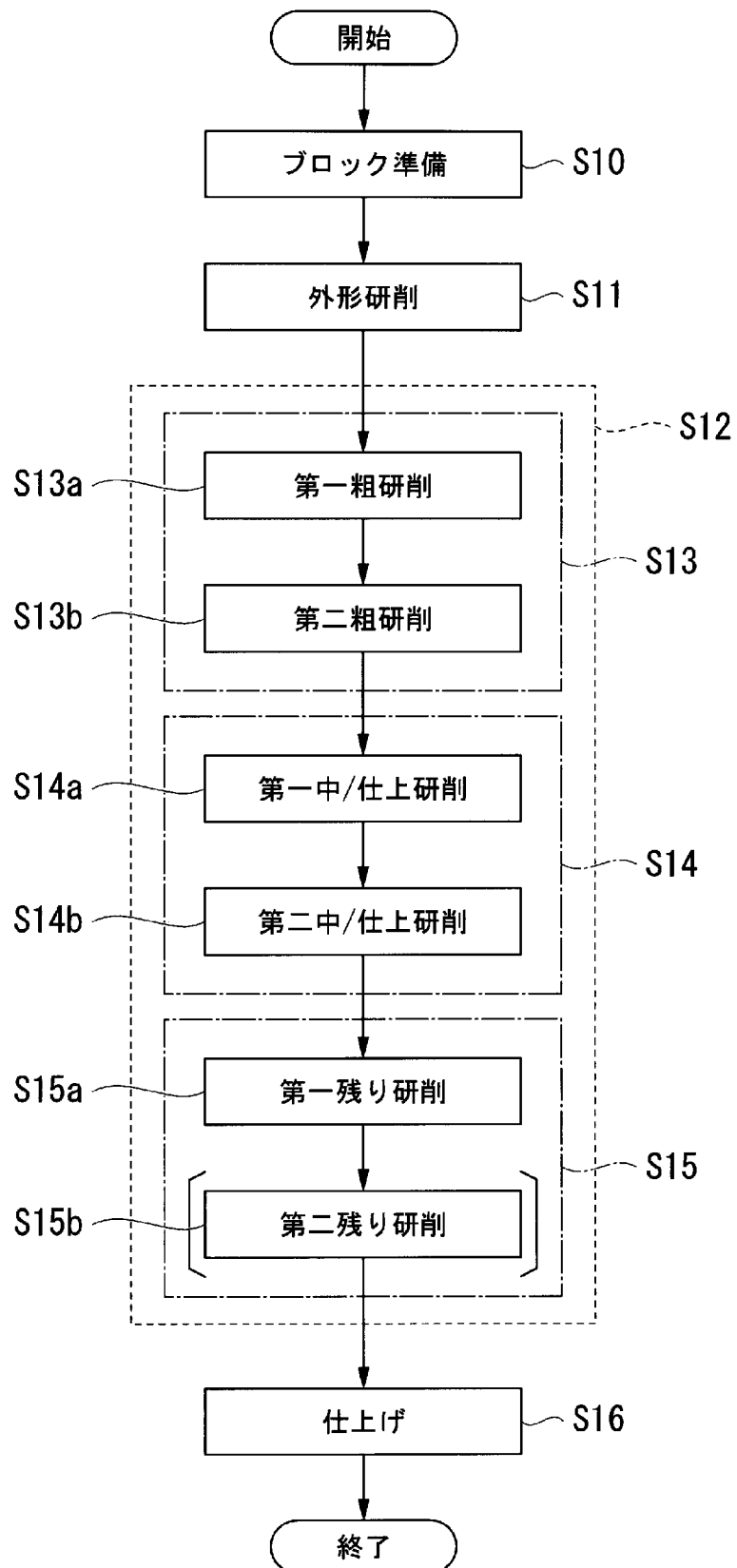




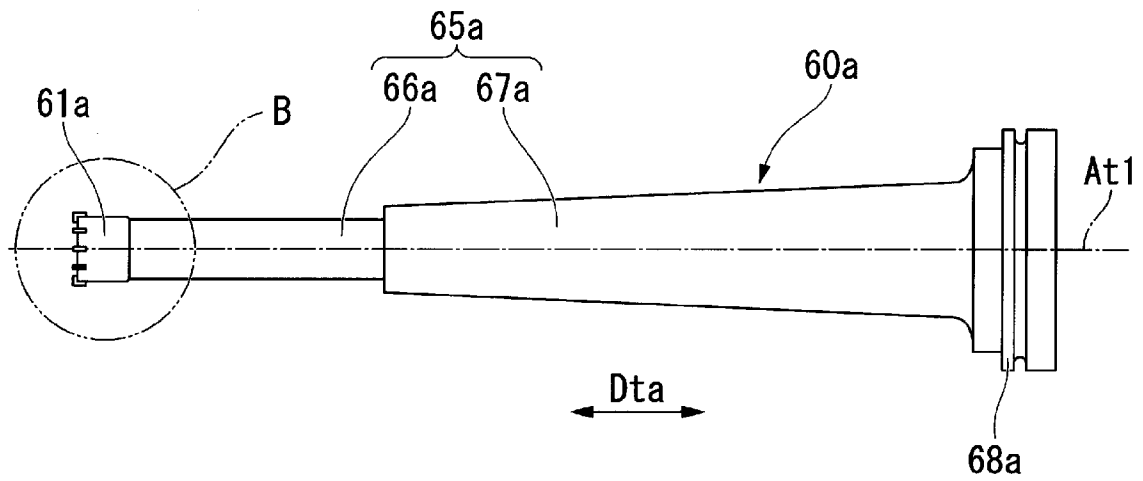
[図4]



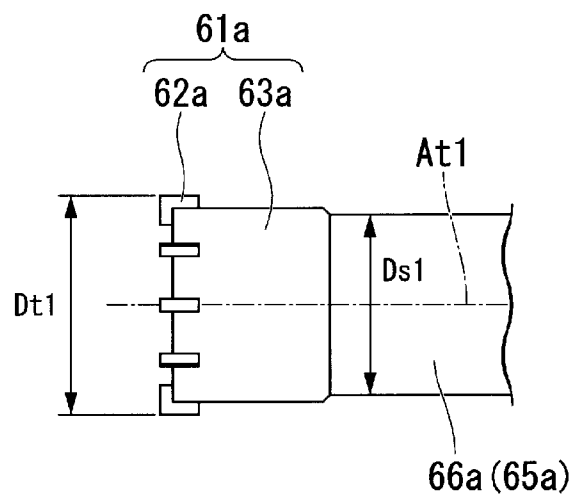
[図5]



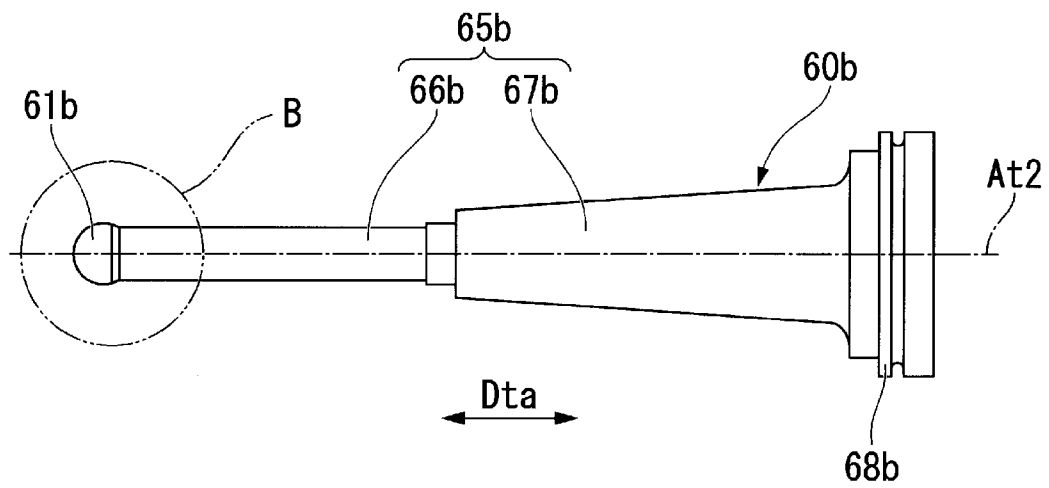
[図6A]



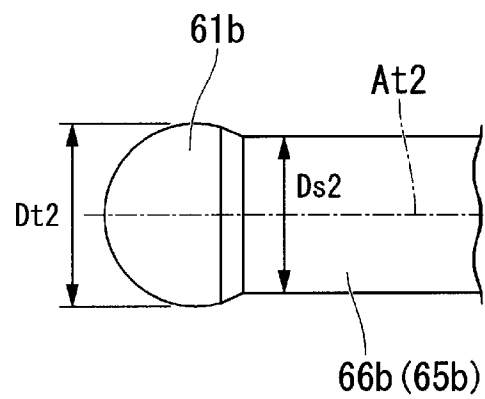
[図6B]



[図7A]



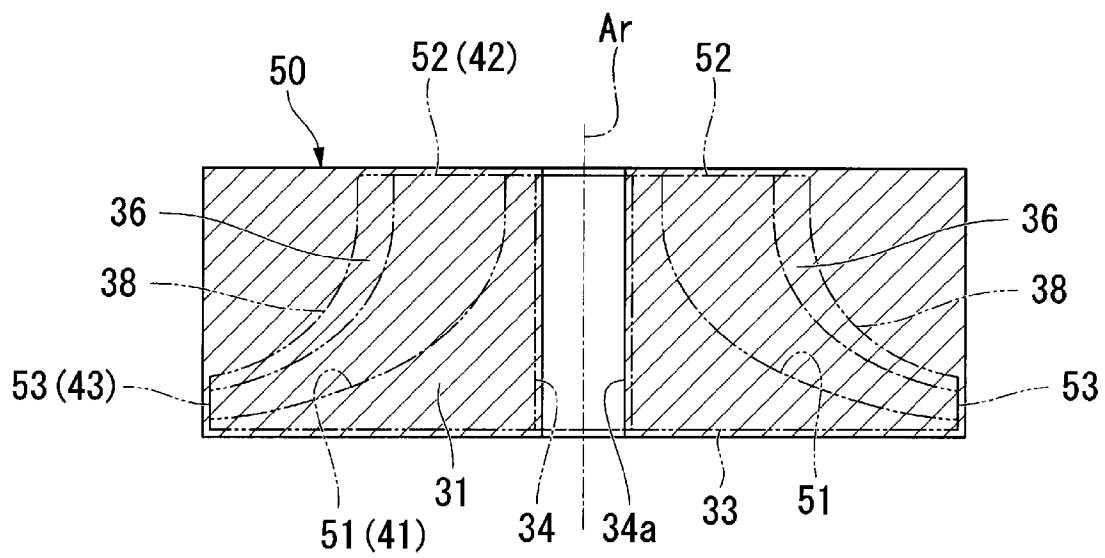
[図7B]



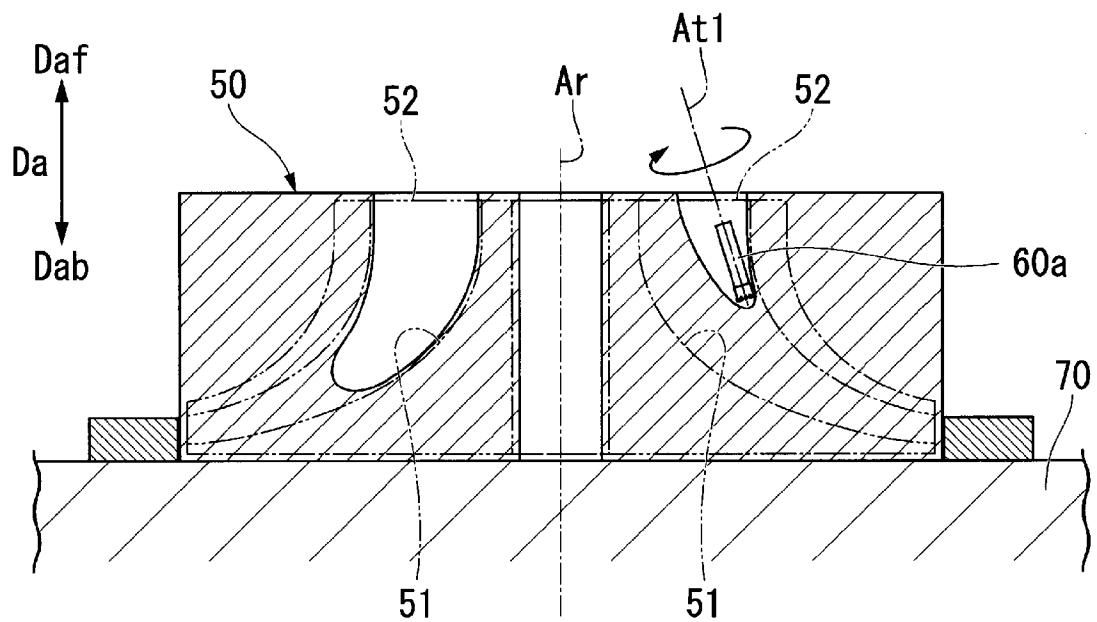
$$Dt1 \geq Dt2, \quad Ds1 \geq Ds2$$

$Dt2 \geq Dt3, Ds2 > Ds3$

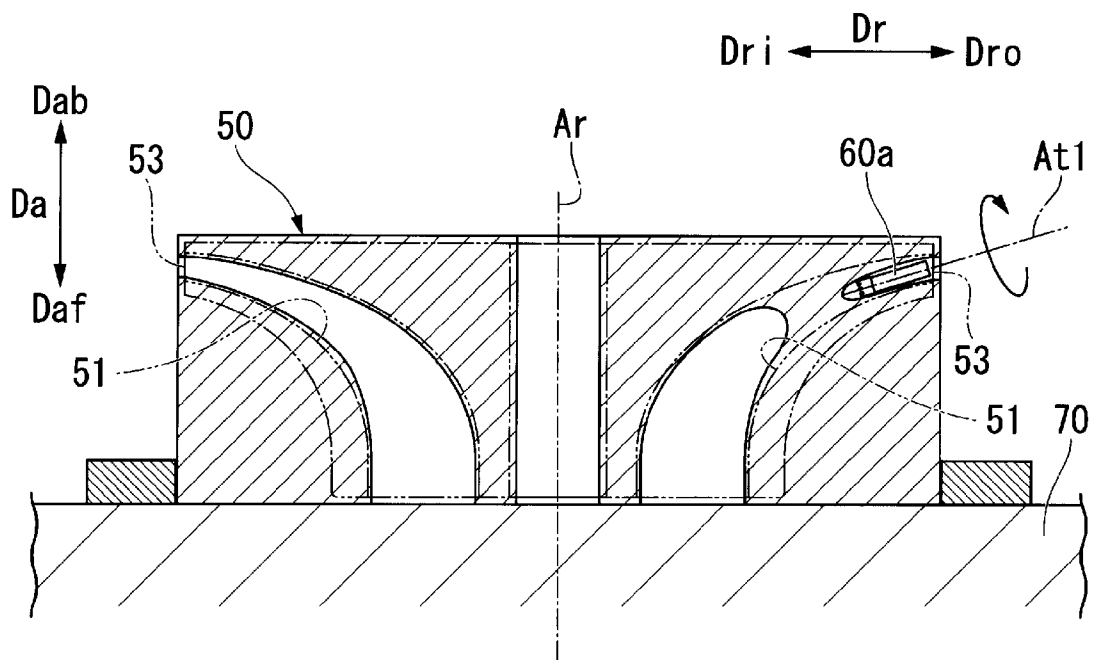
[図9]



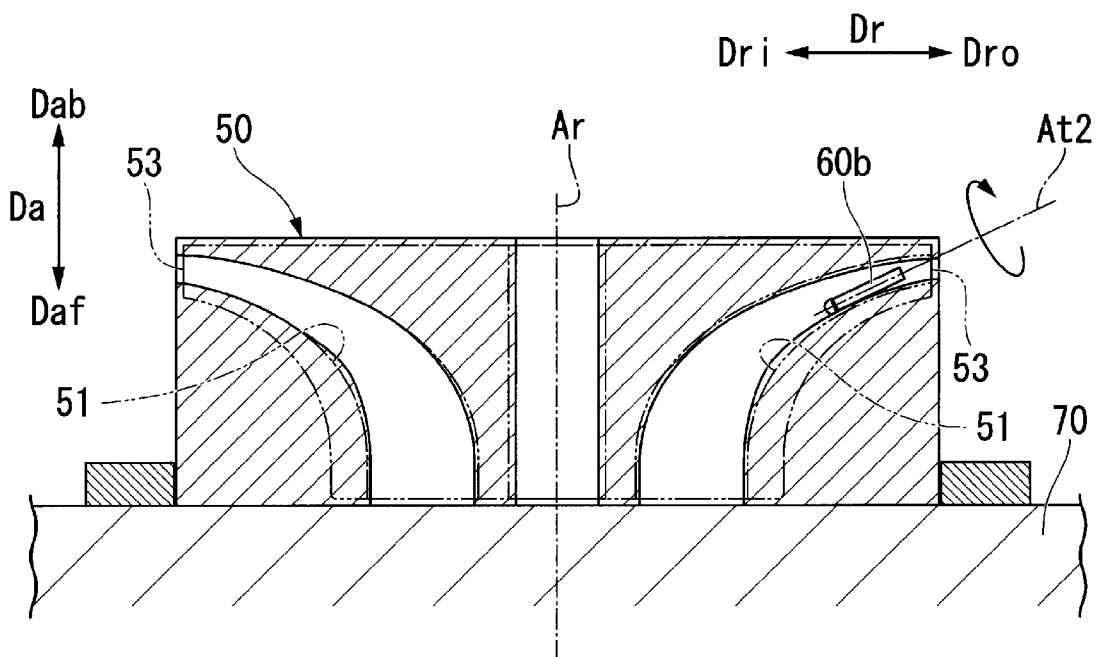
[図10]



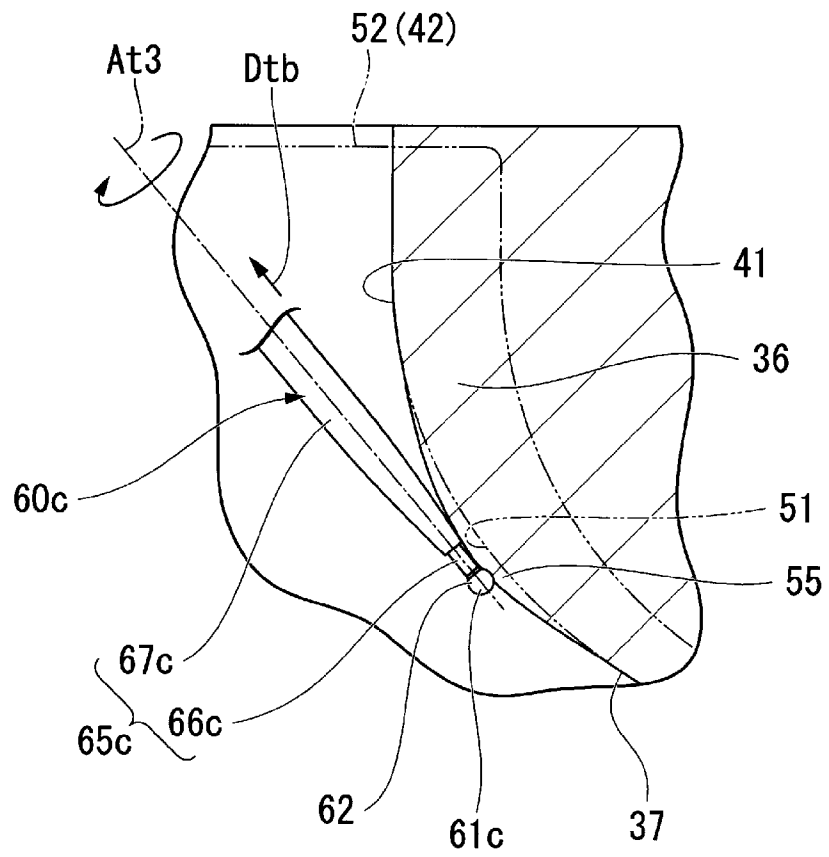
[図11]



[図12]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/28(2006.01)i, F04D29/30(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)

F04D29/28, F04D29/30

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 2015-206368 A (Nuovo Pignone Holding S.p.A.), 19 November 2015 (19.11.2015), paragraphs [0032] to [0073]; fig. 1 to 4 & US 2004/0093727 A1 paragraphs [0036] to [0078]; fig. 1 to 4	1-15
Y	JP 2010-269416 A (Noda Kanagata Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0035] to [0065]; fig. 1 to 13 & JP 4491538 B1	1-15
Y	JP 2015-226953 A (Mitsubishi Hitachi Tool Engineering, Ltd.), 17 December 2015 (17.12.2015), paragraph [0002] (Family: none)	1-15

☒ 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
07 November 2016 (07.11.16)

Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)

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/JP2016/075979

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 2004-9158 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.), 15 January 2004 (15.01.2004), paragraph [0034]; fig. 6 (Family: none)	1-15
Y	JP 2008-509012 A (Essilor International (Compagnie Generale d'Optique)), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraphs [0019] to [0035]; fig. 3 to 11C & US 2006/0026816 A1 paragraphs [0028] to [0050]; fig. 3 to 11C & WO 2006/017661 A1	1-15
A	US 2396488 A (BOLAS, John Thomas), 12 March 1946 (12.03.1946), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04D29/28(2006.01)i, F04D29/30(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. F04D29/28, F04D29/30

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 2015-206368 A（ヌオーヴォ ピニオーネ ホールディング ソ シエタ ペル アチオニ）2015.11.19, 段落 0032-0073, 図 1-4 & US 2004/0093727 A1, 段落 0036-0078, 図 1-4	1-15
Y	JP 2010-269416 A（野田金型有限会社）2010.12.02, 段落 0035-0065, 図 1-13 & JP 4491538 B1	1-15
Y	JP 2015-226953 A（三菱日立ツール株式会社）2015.12.17, 段落 0002 （ファミリーなし）	1-15

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

07.11.2016

国際調査報告の発送日

15.11.2016

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）

佐藤 秀之

30

3925

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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 2004-9158 A (住友ゴム工業株式会社) 2004. 01. 15, 段落 0034, 図 6 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2008-509012 A (エシロール アンテルナシオナル (コンパニー ジェネラレ ドプテイク)) 2008. 03. 27, 段落 0019-0035, 図 3-11C & US 2006/0026816 A1, 段落 0028-0050, 図 3-11C & WO 2006/017661 A1	1-15
A	US 2396488 A (BOLAS, John Thomas) 1946. 03. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15