

(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
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号

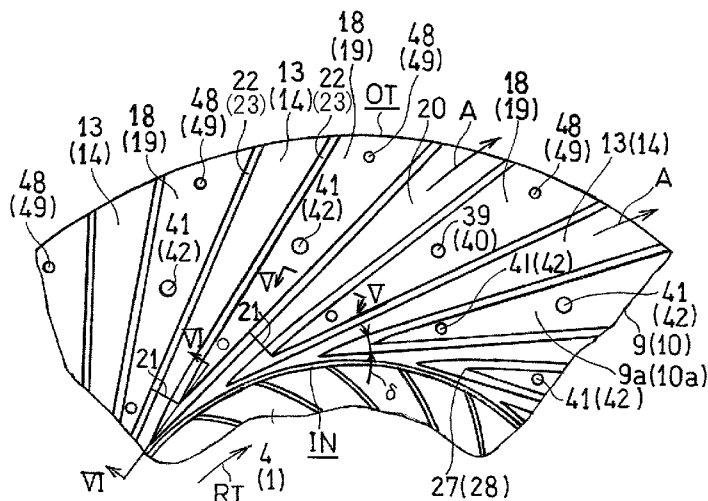
WO 2014/129241 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 29/42 (2006.01) F04D 29/62 (2006.01)
F04D 29/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050814
- (22) 国際出願日: 2014年1月17日(17.01.2014)
- (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 2013-033114 2013年2月22日(22.02.2013) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 川西月波 (KAWANISHI, Tsukinami); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 合田真琴 (GOUDA, Makoto); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 金澤直毅 (KANAZAWA, Naoki); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 杉本修司, 外 (SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番2号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING DIFFUSER

(54) 発明の名称: ディフューザの製造方法



(57) Abstract: The present invention includes: a wall preparation step, wherein a front wall member (9) and a back wall member (10), which oppose one another in the axial direction of a diffuser (8) of a centrifugal compressor, are prepared; a groove formation step, wherein multiple grooves (13) extending from the inner circumference to the outer circumference in the radial direction are formed aligned in the circumferential direction in the back surface of the front wall member and the front surface of the back wall member; and a connecting step, wherein the front wall member and the back wall member are connected by means of vanes (18, 19) between the grooves, thereby forming a diffuser passage (20) between the vanes by means of the grooves. In the groove formation step arc-like rounded sections (22, 23) are formed at the corners of the grooves by means of a ball-end mill (29), thereby bending the front edges of the vanes (18, 19) (which form sharp angles) such that the center parts of the vanes in the span direction are recessed inward in the downstream direction.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/129241 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

遠心圧縮機のディフューザ(8)の軸方向に対向する前壁部材(9)と後壁部材(10)とを用意する壁作成工程と、前壁部材の後面と後壁部材の前面とに、径方向の内周から外周に延びる複数の溝(13)を周方向に並べて形成する溝形成工程と、前壁部材と後壁部材とを溝間のペーン(18, 19)で結合することにより、溝によってペーン間のディフューザ通路(20)を形成する結合工程とを備え、溝形成工程において、溝の隅部にボールエンドミル(29)によって円弧状のアール部(22, 23)を形成することにより、鋭角をなすペーン(18, 19)の前縁を、スパン方向の中央部が下流へ向かって凹入するように湾曲させる。

明 細 書

発明の名称：ディフューザの製造方法

関連出願

[0001] この出願は、2013年2月22日出願の特願2013-033114の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] 本発明は、ディフューザ入口での流入角を最適化するためにスパン方向の中央部が両端部よりも下流側に凹入した湾曲形状の前縁を有するディフューザを製造するに際して、ディフューザの寸法を含む諸元に対応して異なる種々の湾曲形状の前縁を容易に形成することのできるディフューザの製造方法に関するものである。

背景技術

[0003] 一般に、遠心圧縮機には、羽根車により得られた動圧を静圧に変換させるために、羽根車の径方向外方を取り囲む形でディフューザが設けられている。このディフューザの一種として、ベーン部間の溝によりディフューザ通路を形成したものが知られており、このディフューザ通路の形状の如何によって動圧から静圧への変換率が左右される。すなわち、遠心圧縮機における回転する羽根車から流出する空気は、ディフューザ通路の壁面側での流体の粘性と摩擦の影響によって、遠心圧縮機のスパン方向（軸方向に合致）に不均一な流速分布となり、その結果、羽根車からの空気の流出角の分布がスパン方向に不均一となる。そこで、ディフューザ通路は、羽根車からの空気の流れの角度分布に対して空気の流れを効率よく減速して十分な静圧回復力が得られる最適な形状とする必要がある。

[0004] 本件出願人は、ディフューザ通路を、羽根車から流出する空気の流れの角度分布に対してディフューザ入口部での空気の流入角が適切となる形状とすることができる遠心圧縮機用ディフューザおよびその製造方法を既に提案し

ている（特許文献 1 参照）。この技術は、一对の壁部材の各々の対向面に多数の溝を一体形成し、両壁部材を各々の溝が形成された面を相対向させた配置で接合することにより、相対向する溝からなるディフューザ通路を有するディフューザを得ている。

- [0005] また、ディフューザ通路となる溝の隅部に所定曲率半径のアールを形成することにより、隣接する 2 つの通路の間のベーンの前縁を、スパン方向の中央部が下流へ向かって凹入する湾曲形状に形成している。このベーンの湾曲形状の前縁は、羽根車から流出する空気の流れの角度分布に対してディフューザ入口での空気の流入角を最適化する形状になるよう設定される。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献 1：特開平 8－093694 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献 1 のディフューザは、前述のような顕著な効果を奏するものであるが、実用化するに際しては未だ解決すべき課題がある。すなわち、ベーンの前縁に所要の湾曲形状を得るためには、前記アール部を、適宜設定された半径に高精度に形成しなければならない。しかも、ベーンの前縁に形成する湾曲形状は、圧縮機の機種の違いなどによる大きさを含む諸元によって個々に異なる。そこで、ベーンの前縁に種々の異なる湾曲形状を容易、かつ高精度に得られる方法が求められている。
- [0008] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、溝の隅部に半径が種々に異なる円弧状のアール部を容易、かつ高精度に形成して、ベーン部の前縁に所要の湾曲形状を容易、かつ高精度に得ることができるディフューザ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

- [0009] 上記目的を達成するために、本発明に係るディフューザの製造方法は、遠

心圧縮機の羽根車の径方向外方に設けられるディフューザの製造方法であって、前記遠心圧縮機の軸方向に対向する前壁部材と後壁部材とを用意する壁作成工程と、前記前壁部材の後面と前記後壁部材の前面とに、径方向の内周から外周に延びる複数の溝を周方向に並べて形成する溝形成工程と、前記前壁部材と前記後壁部材とを、それぞれの前記溝を対向させて溝間のベーンで結合することにより、前記溝によって前記ベーン間のディフューザ通路を形成する結合工程とを備え、前記溝形成工程において、前記溝の隅部にボールエンドミルによって円弧状のアール部を形成することにより、鋭角をなす前記ベーンの前縁を、スパン方向の中央部が下流へ向かって凹入するように湾曲させている。

[0010] このディフューザの製造方法によれば、形成すべきアール部の半径に対応する曲率半径の底刃を有するボールエンドミルを選択して、そのボールエンドミルの底刃により溝の隅部を切削加工することにより、半径が異なる種々のアール部を容易、かつ高精度に形成することができる。このように溝の隅部に所定曲率半径を有するアール部を正確に形成できれば、隣接する2つの溝の間に存在するベーンの前縁には、このベーンの両側の溝の隅部に形成された両アール部によって、スパン方向の中央部が下流へ向かって凹入する湾曲形状が得られる。なお、本発明でいうスパン方向とは、両壁部材間を結ぶ方向であって、遠心圧縮機の場合には軸方向に合致する方向である。

[0011] 本発明において、前記ディフューザ通路への空気の流入角に応じた曲率半径を有するボールエンドミルによって前記アール部を切削することにより、前記前縁を形成することが好ましい。これにより、溝の隅部に、ディフューザ通路への空気の流入角に対応した半径を有するアール部が形成されるから、このアール部によってベーン部の前縁に形成される湾曲形状は、羽根車から流出する空気の流れの角度分布に対して最適なものとなる。したがって、遠心圧縮機の機種に応じて空気の流入角が相違しても、その流入角に対応する半径を有するボールエンドミルをその都度選択して使用することにより、種々の流入角に対応した半径を有するアール部を容易に形成することができ

る。

[0012] 本発明において、前記前壁部材と前記後壁部材の相対向する前記溝により横断面矩形の四隅にアール部を持つ形状の前記ディフューザ通路を形成することが好ましい。このように形成されたディフューザ通路は、溝の四隅のアール部に沿った空気の流れが円滑になって効率よく減速させることができ、動圧から静圧への変換効率である静圧回復率が向上する。

[0013] 横断面矩形の四隅にアール部を持つ形状のディフューザ通路を形成する溝形成工程において、前記溝における前記アール部を除いた直線部をエンドミルで加工することが好ましい。エンドミルは、外周面および端面に切れ刃を持った円柱状のものであるから、このエンドミルにより溝に直線部を容易に切削加工することができる。また、溝の隅部を加工するボールエンドミルとともに、フライス盤によって加工できるので、加工効率が向上する。

[0014] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0015] 本発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明からより明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、本発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。本発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の部品番号は、同一または相当部分を示す。

[図1]本発明の一実施形態に係る製造方法を適用したディフューザを後段側に備えた2段式遠心圧縮機を示す縦断面図である。

[図2]同上の後段側ディフューザの要部を示す拡大図である。

[図3]図1のIII－III線断面図である。

[図4]同上のディフューザにおける実験結果に基づくスパン方向距離に対する空気の流入角の関係を示す特性図である。

[図5]図3のV-V線断面図である。

[図6]図3のVI-VI線断面図である。

[図7]同上のディフューザにおける実験結果に基づく流量係数に対するディフューザの静圧回復率の関係を示す特性図である。

[図8]同上のディフューザにおける実験結果に基づく流量係数に対する圧縮機の断熱効率の関係を示す特性図である。

[図9]同上のディフューザの溝の隅部にアール部を形成するのに用いられるボールエンドミルを示す側面図である。

[図10]同上のディフューザの溝に直線部を形成するのに用いられるエンドミルを示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1において、空気Aは、前段側羽根車1で圧縮されて静圧および速度エネルギーが高められたのち、前段側ディフューザ2により減速されて静圧が上昇する。この空気Aは、つづいてリターンチャンネル3を通り後段側羽根車4に流入して再び圧縮されたのち、後段側ディフューザ8で静圧に変換される。後段側羽根車4の径方向Rの外方に設けられた後段側ディフューザ8は、圧縮機の軸方向Cに対向する前壁部材9と後壁部材10とを備えている。共に径方向Rに延びるリング状の薄板である前壁部材9および後壁部材10はそれぞれ、後段側羽根車4を覆うシュラウド11の外周、および後段側羽根車4のハブ12の外周に配設されている。

[0017] 前壁部材9と後壁部材10とは各々の後面9aおよび前面10aを接触させて互いに結合されている。図3に示すように、前壁部材9の後壁部材10との結合面である後面9aには、径方向Rの内周INから外周OTに延びる所定形状の多数の溝13が、径方向Rに対して所定角度をなして周方向に並べて形成されている。また、後壁部材10の前壁部材9との結合面である前面10aにも同様に、前壁部材9の溝13と同形状の溝14が同様の配置で

形成されている。すなわち、この実施形態では、両壁部材 9、10 の互いに結合される後面 9a および前面 10a が、後段側ディフューザ 8 の左右対称位置となる場合を例示している。また、RT は後段側羽根車 4 の回転方向を示す。

[0018] 前記前壁部材 9 と後壁部材 10 は、それぞれの溝 13、14 を互に対向させて、各々の隣接する 2 つの溝 13、14 の間のベーン 18、19 を互いに結合することにより、双方の溝 13、14 によってベーン 18、19 間のディフューザ通路 20 が形成されている。このディフューザ通路 20 の横断面形状は、図 5 に示すように、スロット部 21 (図 3) までは基本的に矩形とされるとともに、各溝 13、14 の隅部 (角部)、つまり横断面矩形の四隅に所定曲率半径を有する円弧状のアール部 22、23 が形成されている。

[0019] また、隣接する 2 つのディフューザ通路 20 間の鋭角をなすベーン 18、19 は、図 6 に示すように、その前縁 27、28 が、前記アール部 22、23 の形成によって湾曲形状となる。この湾曲形状は、スパン方向 (軸方向 C に合致する) の中央部が下流へ向かって凹入するように湾曲する。この前縁 27、28 の湾曲形状によってディフューザ入口部での空気 A の流入角が適切となるように設定されている。

[0020] 図 4 はベーン 18、19 の前縁 27、28 におけるハブ 12 (後壁部材 10) からシュラウド 11 (前壁部材 9) 間のスパン方向の空気 A の流入角の分布を示したものである。P1、P2、P3 の各特性曲線は、流入角分布を異ならせた場合の実験結果を示したものである。Q の特性曲線は流入角を一定とした場合を示したものである。図 4 の左右両端は、溝 13、14 の底面であり、底面近傍は、流体の粘性と摩擦の影響により、流速が低下するために、流入角が小さくなる。流入角の分布は左右対称とは限らないので、それに応じて、図 6 の前縁 27、28 の形状も対称形から外れる。

[0021] 前記アール部 22、23 の半径および図 3 に示すウェッジ角 δ (ベーン部 18、19 の前縁 27、28 の両側面がなす角度) を適宜選定することにより、前記前縁 27、28 を所望形状、すなわち、ディフューザ 8 への流入角

分布に対して最適な湾曲形状とすることができる。それにより、ディフューザ8の効率の向上を図ることができる。

[0022] また、ディフューザ通路20において、スロート部21以降の横方向断面は、径方向Rおよびスパン方向ともに末広がりし、すなわち3次元的に拡大した矩形とされるときともに、図5に示したように、その隅部に所定曲率半径のアール部22、23が形成されている。これにより、ディフューザ通路20の断面形状を最適なものとすることができ、このディフューザ通路20に沿って効率よく減速させるとともに隅部の流れを円滑化して、動圧を効率よく静圧に変換させることができる。

[0023] つぎに、図2の後段側ディフューザ8の製造工程について説明する。圧縮機の構造、寸法などに適応する形状の前壁部材9および後壁部材10を、鋳造または鍛造により用意する。つづいて、前壁部材9の後面9aに、切削加工機により図3の径方向Rの内周INから外周OTに延びる所要形状の複数の溝13を周方向に並べて形成する。これにより、隣接する2つの溝13の間にベーン18が形成される。ここで、形成される溝13の位置精度を確保するために、後面9aに基準用リーマ孔39を穿孔して、このリーマ孔39を基準として溝加工を行う。また、ボルト挿通用の貫通孔41および後壁部材10から挿通されるボルト43、44（図2）に螺合する雌ねじが形成された貫通孔48を所定位置に形成する。

[0024] つづいて、後壁部材10における前壁部材9に結合する前面10aにも前壁部材9と同様に、リーマ孔40を形成し、このリーマ孔40を基準にして、溝14を所定間隔で所望形状に多数形成する。これにより、隣接する2つの溝14の間にベーン19が形成される。また、前記貫通孔41から挿通されるボルト50（図2）に螺合する雌ねじが形成された貫通孔42、前記貫通孔41に対応した貫通孔42および雌ねじが形成された貫通孔48に対応するボルト挿通用の貫通孔49を形成する。

[0025] 前壁部材9および後壁部材10にそれぞれ溝13、14を切削加工する際に、溝13、14の隅部に、図9に示すボールエンドミル29を用いて、図

5に示す所定曲率半径を有する円弧状のアール部22、23を形成する。このボールエンドミル29は、球状の底刃30を有して曲面を切削加工できるものであるから、形成すべきアール部22、23の半径に対応する曲率半径の底刃30を有するボールエンドミル29を選択して、溝13、14の隅部を切削加工することにより、半径が異なる種々のアール部22、23を容易、かつ高精度に形成することができる。

[0026] したがって、遠心圧縮機の機種に応じて空気の流入角のスパン方向の分布が相違しても、その流入角に対応する曲率半径の底刃30を有するボールエンドミル29をその都度選択して使用することにより、アール部22、23の半径を適宜設定して、種々の流入角分布（図4）に合致する、図6に示す所要の湾曲形状を持つ前縁27、28を形成できる。

[0027] 図5に示す溝13、14におけるアール部22、23を除く直線部31、32は、図10に示すエンドミル33を用いた切削加工により形成する。このエンドミル33は、外周面および端面に切れ刃37、38を持っているので、溝13、14に直線部31、32を容易に、かつ高精度に切削加工することができる。

[0028] 上述のように溝13、14の隅部に所定曲率半径を有するアール部22、23を正確に形成できれば、図6に示すような所要の湾曲形状が形成される。この湾曲形状は、ディフューザ入口での空気の流入角が最適となるように設定されるものである。

[0029] さらに詳述すると、ディフューザ通路20への空気の流入角に応じた曲率半径を有する図9のボールエンドミル29によって図5のアール部22、23を切削加工すれば、ディフューザ通路20への空気の流入角に合致するアール部22、23を形成できる。これにより、このアール部22、23によって図6のベーン18、19の前縁27、28に形成される湾曲形状は、後段側羽根車4から流出する空気の流れの角度分布に対して最適なものとなる。つまり、湾曲形状が、スパン方向に不均一な分布となって、図4のP1～P3で示された空気の流入角に合致した最適なものとなる。

[0030] 上述のように形成した図3の前壁部材9の後面9aおよび後壁部材10の前面10aのリーマ孔39、40にロックピンを圧入して両壁部材9,10の相互の位置決めを行ったのち、ボルト43、50で両壁部材9、10を互いに結合して後段側ディフューザ8を製作する。しかるのち、この後段側ディフューザ8を遠心圧縮機のハウジングの所定位置に、ボルト44により取り付ける。

[0031] このように、このディフューザ8は、切削または研削により両壁部材9、10にディフューザ通路20となる溝13、14を各々形成し、ついで両者をボルト結合するという簡単な作業によりディフューザ通路20を作製することができる。

[0032] つぎに、このようにして作製された後段側ディフューザ8を使用した場合の静圧回復率（羽根車出口での動圧分がディフューザ8で静圧に変換される割合）および圧縮機断熱効率を実験により測定した結果を、設計流量点に対する流量係数の比を横軸として、図7および図8にそれぞれ示す。

[0033] 図7の特性曲線S1は、後段側ディフューザ8のベーン18、19の前縁27、28を図6に示す湾曲形状として、流入角を図4のP2に合致させた場合（本件）の静圧回復率を示す。一方、図7の特性曲線S2は、溝の隅部にアール部を設けない後段側ディフューザを用いた場合（アール部なし）の静圧回復率を示す。図8の特性曲線U1は本件の圧縮機断熱効率を示し、特性曲線U2はアール部なしの圧縮機断熱効率を示す。

[0034] ここで、図7の静圧回復率と図8の圧縮機断熱効率はそれぞれ、S2、U2の設計流量点での値に対する比で示す。図7に示すように、この後段側ディフューザ8は、アール部を設けないディフューザに比較して、圧縮機の設計流量点においてディフューザ静圧回復率が格段に優れていることがわかる。これに伴って、図8に示すように、圧縮機断熱効率も格段に向上している。

[0035] なお、本発明は上述した実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能であり、そのようなものも本発

明の範囲内に含まれる。

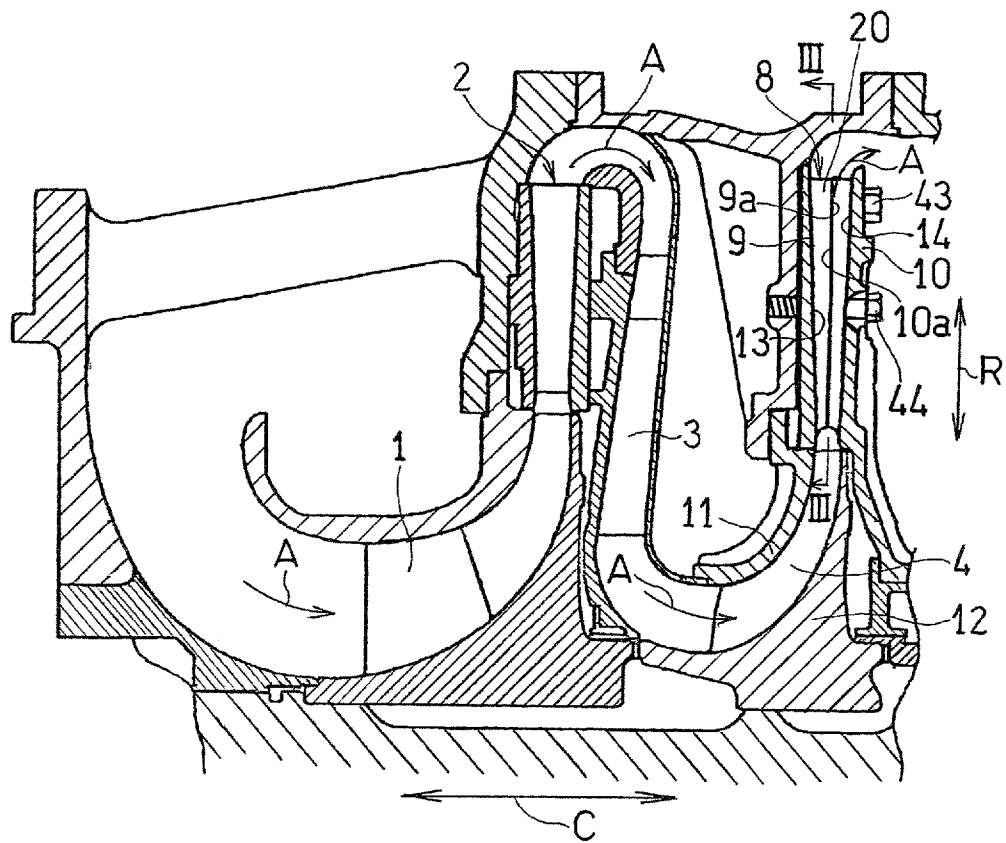
符号の説明

- [0036] 4 羽根車
8 ディフューザ
9 前壁部材
9 a 後面
10 後壁部材
10 a 前面
13, 14 溝
18, 19 ベーン
20 ディフューザ通路
22, 23 アール部
27, 28 前縁
29 ボールエンドミル
31, 32 直線部
33 エンドミル

請求の範囲

- [請求項1] 遠心圧縮機の羽根車の径方向外方に設けられるディフューザの製造方法であって、
- 前記遠心圧縮機の軸方向に対向する前壁部材と後壁部材とを用意する壁作成工程と、
- 前記前壁部材の後面と前記後壁部材の前面とに、径方向の内周から外周に延びる複数の溝を周方向に並べて形成する溝形成工程と、
- 前記前壁部材と前記後壁部材とを、それぞれの前記溝を対向させて溝間のベーンで結合することにより、前記溝によって前記ベーン間のディフューザ通路を形成する結合工程とを備え、
- 前記溝形成工程において、前記溝の隅部にボールエンドミルによって円弧状のアール部を形成することにより、鋭角をなす前記ベーンの前縁を、スパン方向の中央部が下流へ向かって凹入するように湾曲させたディフューザの製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載のディフューザの製造方法において、
- 前記ディフューザ通路への空気の流入角に応じた曲率半径を有するボールエンドミルによって前記アール部を切削することにより、前記前縁を形成するディフューザの製造方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載のディフューザの製造方法において、
- 前記前壁部材と前記後壁部材の相対向する前記溝により横断面矩形の四隅にアール部を持つ形状の前記ディフューザ通路を形成するディフューザの製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載のディフューザの製造方法において、
- 横断面矩形の四隅にアール部を持つ形状のディフューザ通路を形成する溝形成工程において、
- 前記溝における前記アール部を除いた直線部をエンドミルで加工するディフューザの製造方法。

[図1]



[図2]

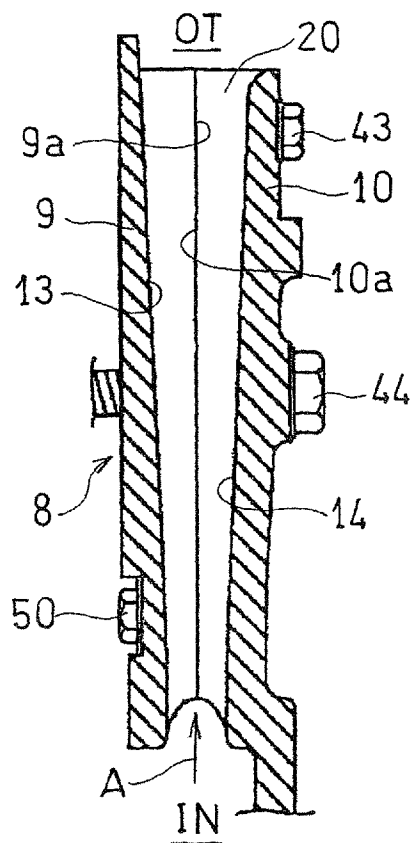
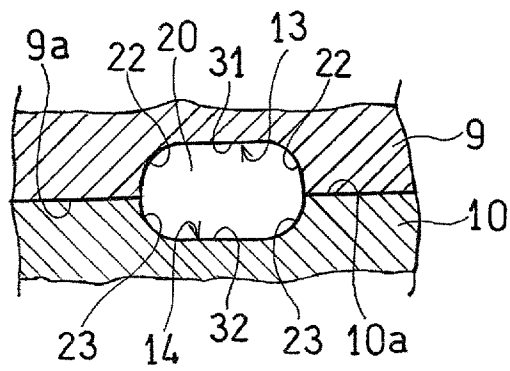


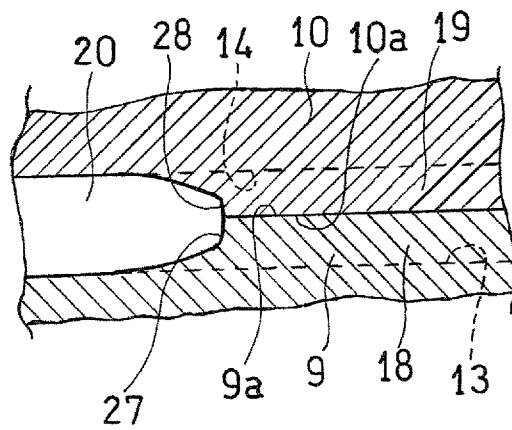
Figure 1 is a line graph showing the relationship between the span direction (dimensionless value) and the diffusion angle of the diffuser. The x-axis represents the span direction, ranging from 1 (front wall) to 0 (rear wall). The y-axis represents the diffusion angle, ranging from 0 to 25 degrees. Four curves are plotted: P1 (solid line), P2 (dashed line), P3 (solid line), and Q (dashed line, without the arc part). A horizontal dashed line is drawn at 15 degrees.

Span Direction (X)	P1 (Solid) [°]	P2 (Dashed) [°]	P3 (Solid) [°]	Q (Dashed) [°]
1.0 (Front Wall)	8	10	12	5
0.8	14	15	17	14
0.6	18	16	20	15
0.4	19	17	20	15
0.2	18	16	19	14
0.0 (Rear Wall)	8	10	12	5

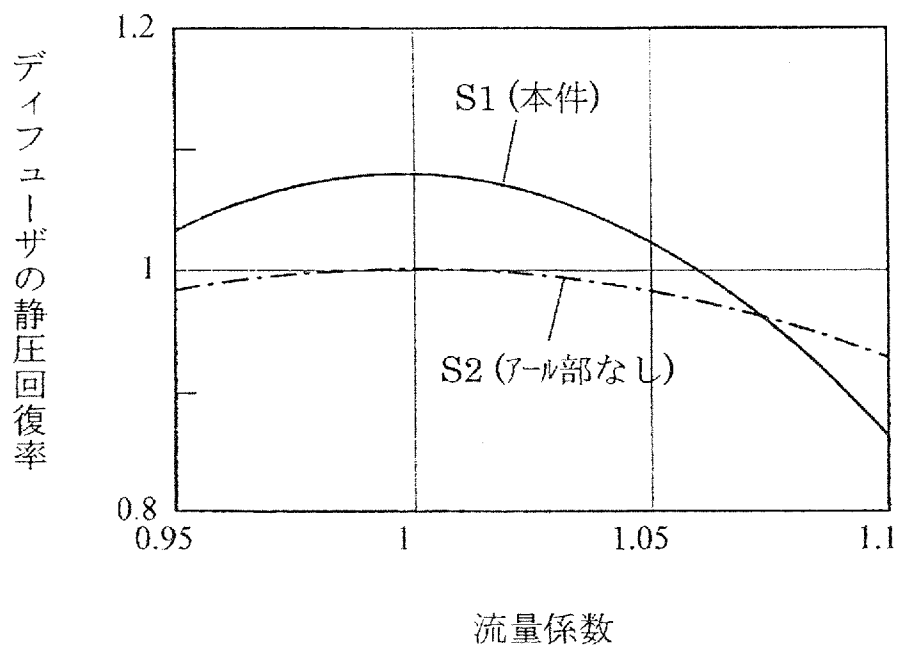
[図5]



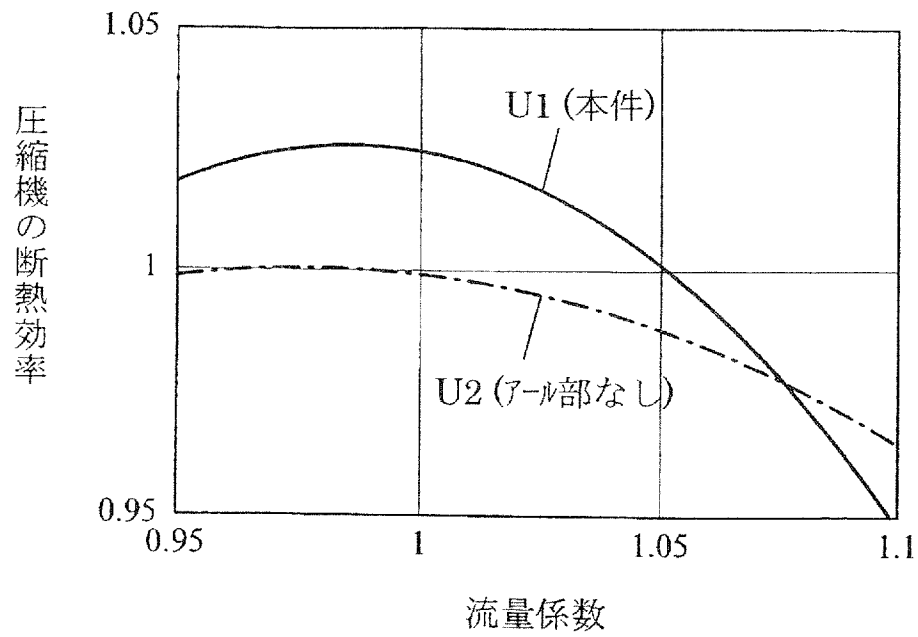
[図6]



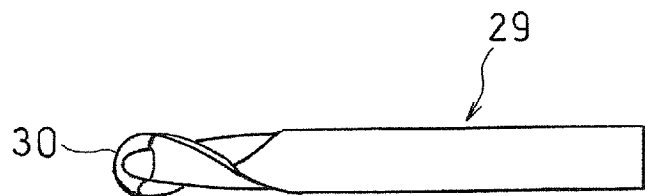
[図7]



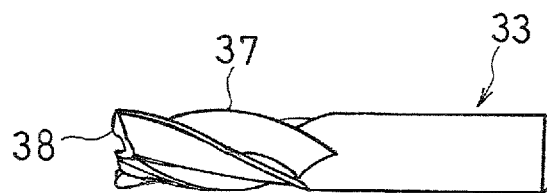
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/42(2006.01)i, F04D29/44(2006.01)i, F04D29/62(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)

F04D29/42, F04D29/44, F04D29/62

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 8-093694 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 09 April 1996 (09.04.1996), paragraphs [0016] to [0026]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-4
Y	JP 2004-092482 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 March 2004 (25.03.2004), paragraphs [0023] to [0040]; fig. 1 to 7 (Family: none)	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
21 February, 2014 (21.02.14)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D29/42(2006.01)i, F04D29/44(2006.01)i, F04D29/62(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. F04D29/42, F04D29/44, F04D29/62

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 8-093694 A（川崎重工業株式会社） 1996.04.09, 段落【0016】-【0026】, 図1-図5 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2004-092482 A（三菱重工業株式会社） 2004.03.25, 段落【0023】-【0040】, 図1-図7 (ファミリーなし)	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

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

2 1 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 3 . 2 0 1 4

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）

柏原 郁昭

3 O

5 3 6 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8