(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
2016 年 8 月 11 日(11.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/125335 A1

(51) 国際特許分類:
F04D 29/44 (2006.01) *F04D 29/66* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076330

(22) 国際出願日: 2015 年 9 月 16 日(16.09.2015)

(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 2015-019347 2015 年 2 月 3 日(03.02.2015) JP

(71) 出願人: 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１６番５号 Tokyo (JP). 三菱重工コンプレッサ株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目３４番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中庭 彰宏 (NAKANIWA Akihiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 悟 (YOSHIDA Satoru); 〒7338553 広島県広島市西区観音新町４丁目６番２２号 三菱重工コンプレッサ株式会社内 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).

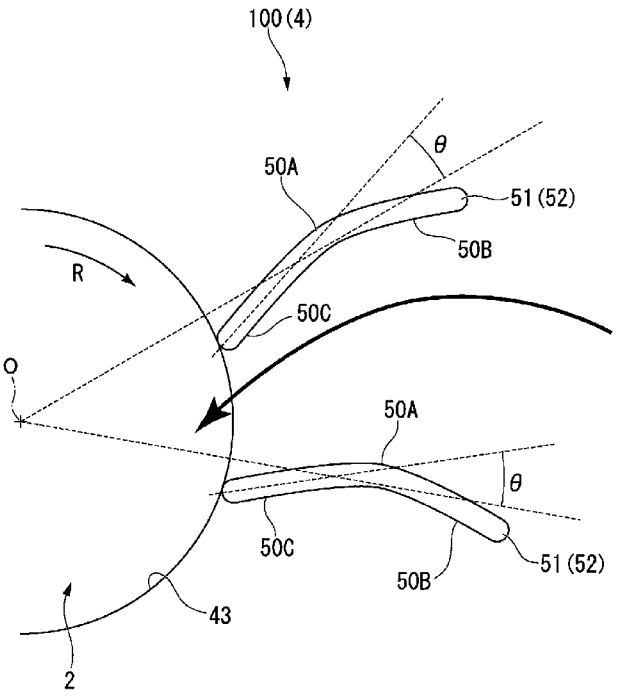
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: CENTRIFUGAL COMPRESSOR

(54) 発明の名称 : 遠心圧縮機



(57) **Abstract**: A centrifugal compressor (100) is provided with: an impeller (2) that rotates about an axis line (O); an inlet guide vane disposed on the upstream side of the impeller (2), having a plurality of vanes (51(52)) provided at circumferential intervals around the axis line (O), and forming guiding flow channels which lead diametrically inward between adjacent vanes (51(52)) and which guide a fluid at an outlet angle (θ) to the diametric direction; and an intake flow channel for guiding the fluid into the inlet guide vane from a section of the circumferential direction. The outlet angle (θ) of vanes (51(52)) of a first area on one side, as seen from the intake flow channel in the inlet guide vane, is more displaced toward the intake flow channel than the outlet angle (θ) of vanes of a second area on the opposite side of the first side.

(57) 要約: 軸線（Ｏ）回りに回転するインペラ（２）と、インペラ（２）の上流側に配置されるとともに、軸線（Ｏ）の周方向に間隔をあけて設けられた複数のベーン（５１（５２））を有し、隣り合うベーン（５１（５２））同士の間で径方向内側に向かうとともに、径方向に対する出口角（θ）を持って流体を案内する案内流路を形成するインレットガイドベーンと、前記流体を周方向の一部から前記インレットガイドベーンに導入する吸込流路と、を備え、前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て一側の第一領域のベーン（５１（５２））の出口角（θ）が、該一側の反対側の第二領域のベーンの出口角（θ）よりも該吸込流路側に変位している遠心圧縮機（１００）。

WO 2016/125335 A1

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 遠心圧縮機

技術分野

[0001] 本発明は、遠心圧縮機に関する。

本願は、２０１５年２月３日に出願された、特願２０１５－０１９３４７に基づき優先権を主張し、その記載を援用する。

背景技術

[0002] 一般的に遠心圧縮機は、回転軸に設けられたインペラと、このインペラを外側から覆うことでインペラとの間で流路を画成するケーシングと、を備えている。この流路は上流側から下流側に向かうにしたがって流路面積が次第に減少するように形成される。これにより、インペラの回転によってケーシング内に外部の流体を吸引するとともに、流路中を流通する間に流体に圧力を加えてケーシングから高圧状態で吐出する。

[0003] ところで、近年では圧縮機の設置スペースを小さくするために、小型ケーシング採用に対する要請が高まっている。小型ケーシングを採用した場合、インペラに流入する流量分布にアンバランスが生じることがある。流量のアンバランスにより、軸方向流速が小さくなった領域では、インペラに対する迎え角が大きくなることで、ストール（失速）したり、サージが発生したりする可能性がある。これにより、圧縮機の運転範囲が狭くなることがある。

[0004] 上記のようなストールを回避するための技術として、下記特許文献１に記載されたものが知られている。特許文献１に記載されたターボチャージャでは、外部から空気を導入するためのコンプレッサ導入管に、４枚の扇状の羽根が設けられている。これらの羽根は、コンプレッサの径方向に延びる軸によってそれぞれ回動自在（開閉自在）に支持されている。圧縮される空気の流量に応じて羽根の開度が調節される。これにより、ターボチャージャの容量を可変制御することができるとともに、コンプレッサ導入口内外における空気の失速を回避することができるとされている。

[0005] ところで、上記特許文献１に記載された装置では、コンプレッサ導入管は、インペラの回転軸線と同じ方向に延びている。すなわち、外部の空気は軸線方向からターボチャージャの内部に導かれる構成とされている。しかしながら、遠心圧縮機に用いられる吸気口（吸気ケーシング）として、これまでに種々の構成が提案されている。

例えば、一軸多段の遠心圧縮機に対して、インペラの軸線における周方向の一部から径方向外側に向かって延びる吸気ケーシングを設ける例が知られている。より詳細には、このような吸気ケーシングは、インペラ入口付近から径方向外側に向かって延びるボリュートと、このボリュートの径方向外側の端部に形成された吸気口と、を備えている。このような吸気ケーシングがインペラを軸線方向の一方側から覆っている。さらに、吸気ケーシングの内部にはインペラの上流側に連通する開口が設けられている。吸気口から取り入れられた外部の空気は、ボリュート内部を通過した後、吸気ケーシング内に形成された上記の開口を通じて径方向外側から内側に向かって流れ、インペラ内部の流路に取り込まれる。

[0006] このような方式の遠心圧縮機では、上記特許文献１のターボチャージャにおける羽根に相当する部材として、吸気ケーシングの開口付近（すなわち、インペラの入口付近）にインレットガイドベーンを設けることで、ストールを回避することが一般的である。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１０－７１１４０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記のような構成を採った場合、空気は周方向の全域で径方向外側から内側に向かう一方で、インペラは一方向に回転していることから、インペラの入口では回転方向に対して空気が順方向に流れる領域と逆方

向に流れる領域とが形成される。これにより、インペラの周方向における空気の流量分布にアンバランスが生じてしまう。流量分布のアンバランスによってインペラの周方向における偏流が発生した場合、局所的なストールが発生する可能性がある。これにより、遠心圧縮機の圧縮効率が低下する可能性がある。

[0009] 本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、流量のアンバランスによるストールやサージの発生を抑制することで、十分な圧縮効率を達成することが可能な遠心圧縮機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

[0010] 上記課題を解決するため、本発明は以下の手段を採用している。

本発明の第一の態様によれば、遠心圧縮機は、軸線回りに回転するインペラと、該インペラにおける軸線方向一方側に配置されるとともに、前記軸線の周方向に間隔をあけて設けられた複数のベーンを有し、隣り合うベーン同士の間で径方向内側に向かうとともに、径方向に対する出口角を持って流体を案内する案内流路を形成するインレットガイドベーンと、前記流体を周方向の一部から前記インレットガイドベーンに導入する吸込流路と、を備え、前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て一側の第一領域のベーンの出口角が、該一側の反対側の第二領域のベーンの出口角よりも該吸込流路側に変位している。

[0011] 上述のような構成によれば、第一領域におけるベーンの出口角が、第二領域の出口角よりも吸込流路側に変位していることから、第一領域における流体の流れる方向を、吸込流路側に向かって変更することができる。これにより、吸込流路を経てインペラに向かう流体の流量分布を、第一領域と第二領域とでおおむね均整化することができる。

[0012] 本発明の第二の態様によれば、上記第一の態様に係る遠心圧縮機では、前記第一領域は、前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て、前記インペラの回転方向前方側の領域であってもよい。

[0013] 上述のような構成によれば、インペラの回転方向前方側に位置する第一領

域で、流体の流れる方向を、吸込流路側に向かって変更することができる。これにより、吸込流路を経てインペラに向かう流体の流量分布を、第一領域と第二領域とでおおむね均整化することができる。

[0014] 本発明の第三の態様によれば、上記第一の態様に係る遠心圧縮機では、前記第一領域は、前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て、前記インペラの回転方向後方側の領域であってもよい。

[0015] 上述のような構成であっても、インペラの回転方向後方側に位置する第一領域で、流体の流れる方向を、吸込流路側に向かって変更することができる。これにより、吸込流路を経てインペラに向かう流体の流量分布を、第一領域と第二領域とでおおむね均整化することができる。

[0016] 本発明の第四の態様によれば、上記第一の態様に係る遠心圧縮機では、前記第一領域における前記ベーンの出口角は、前記インペラの径方向に対して１０°～２０°であってもよい。

[0017] 上述のような構成によれば、第一領域における流体の流れ方向を十分に変更することができるとともに、吸込流路に取り込まれる流体の流量を過剰に制限してしまう可能性も回避することができる。

[0018] 本発明の第五の態様によれば、上記第一から第四のいずれか一態様において、遠心圧縮機では、前記第一領域内で、前記軸線方向から見て前記吸込流路からの周方向における軸線回りの角度座標が４５°から１８０°までの領域における前記ベーンの出口角が、前記第二領域の前記ベーンの出口角よりも前記吸込流路側に変位していてもよい。

[0019] 上述のような構成によれば、第一領域内における軸線回りの角度座標が４５°から１８０°までの領域で、流体の流れ方向を十分に変更することができる。当該領域では、流体の流量分布が特に乱れる可能性がある。しかしながら、上記の構成によればこのような流量分布の乱れの発生を十分に抑制することができる。

[0020] 本発明の第六の態様によれば、上記第一から第五のいずれか一態様において、遠心圧縮機では、前記第一領域内で、前記吸込流路から周方向に離間す

る位置に設けられた前記ベーンほど、出口角が大きくてもよい。

[0021] 上述のような構成によれば、第一領域内の流体の周方向における流量分布をさらに均整化することができる。これにより、第一領域内における周方向の偏流が発生する可能性を低減することができる。

発明の効果

[0022] 上述の構成によれば、十分な圧縮効率を備える遠心圧縮機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の構成を示す概略図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る遠心圧縮機の吸気ケーシングの軸線方向における断面図である。

[図3]本発明の第一実施形態に係るインレットガイドベーンの拡大図である。

[図4]本発明の第一実施形態に係る吸気ケーシング開口に周方向における流体の流量分布の一例を示すグラフである。

[図5]本発明の第一実施形態の変形例を示す図である。

[図6]本発明の第二実施形態に係るインレットガイドベーンの配置を示す図である。

[図7]本発明の第三実施形態に係るインレットガイドベーンの配置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] ［第一実施形態］

以下、本発明の第一実施形態について図面を参照して説明する。

図１に示すように、本実施形態に係る遠心圧縮機１００は、１つの回転軸１と複数のインペラ２を備えた一軸多段式の圧縮機である。

[0025] この遠心圧縮機１００は、軸線Ｏ回りに回転させられる回転軸１と、この回転軸１に取り付けられ、遠心力を利用して流体を圧縮するインペラ２と、回転軸１を回転可能に支持するとともに流体を軸線Ｏ方向の一方側から他方側に向かって流す主流路７が形成されたケーシング本体３と、主流路７と外

部とを連通する吸気ケーシング４と、を備えている。

[0026] ケーシング本体３は、略円柱状の外郭をなすように形成されたもので、中心を貫くように回転軸１が配置されている。ケーシング本体３の両側には、それぞれジャーナル軸受５Ａ及びスラスト軸受５Ｂが設けられており、回転軸１を回転可能に支持している。つまり、回転軸１は、これらジャーナル軸受５Ａ及びスラスト軸受５Ｂを介してケーシング本体３に支持されている。

[0027] ケーシング本体３の軸線Ｏ方向における一端側には流体を外部から取り込むための吸気ケーシング４が設けられ、他端側には流体を外部に排気するための排出口６が設けられている。ケーシング本体３内には、これら吸気ケーシング４及び排出口６にそれぞれ連通し、縮径及び拡径を繰り返す内部空間が設けられている。この内部空間は、インペラ２を収容する空間として機能するとともに、上記の主流路７としても機能する。つまり、吸気ケーシング４と排出口６とは、インペラ２及び主流路７を介して連通している。

[0028] 本実施形態に係る遠心圧縮機１００では、６つのインペラ２が軸線Ｏ方向に間隔を開けて設けられている。各インペラ２は、排出口６側に向かうに従って漸次拡径する略円盤状のハブ２Ａと、ハブ２Ａに放射状に取り付けられ、周方向に並んだ複数のブレード２Ｂと、を備えている。

なお、詳しくは図示しないが、これら複数のブレード２Ｂを軸線Ｏ方向一方側から覆うシュラウドをさらに設けることで、インペラ２をいわゆるクローズドタイプとして構成されてもよい。

[0029] 主流路７は、流体が段階的に圧縮されるように各インペラ２間を繋ぐように形成されている。主流路７中におけるインペラ２を通過する部分は、インペラ通路７１とされている。インペラ通路７１は、互いに隣り合う一対のブレード２Ｂ同士の間に形成される流路である。

[0030] このような構成のもとに流体は、主流路７を流通する中途で各インペラ２によって圧縮される。つまり、遠心圧縮機１００では流体を６つのインペラ２によって段階的に圧縮し、これによって大きな圧縮比を得るようになっている。

[0031] ところで、本実施形態に係る遠心圧縮機１００には、吸気ケーシング４が設けられている。この吸気ケーシング４は、詳細には図２に示すように、軸線Ｏ方向一方側から見て、ケーシング本体３と略同一の輪郭線を有する環状部４１と、この環状部４１の周方向における一部から径方向外側に向かって延びるボリュート部４２と、を有している。ボリュート部４２の内部は、流体が流通するための吸込流路４２Ａとされている。この吸込流路４２Ａにおける環状部４１とは反対側の端部は外部に向かって開口されている。すなわち、ボリュート部４２（吸込流路４２Ａ）を経て軸線Ｏの径方向外側から上記主流路７に向かって外部の流体が取り込まれる。

[0032] 環状部４１の内部空間は、１段目のインペラ２のインペラ通路７１と、吸気ケーシング開口４３によって連通されている。吸気ケーシング開口４３は、環状部４１における軸線Ｏを含む領域に設けられる略円形の開口部である。図２に示すように、吸気ケーシング開口４３からはインペラ２の各ブレード２Ｂ及びこれらブレード２Ｂによって形成される各インペラ通路７１が環状部４１の内部空間に露出している。

[0033] 以下の説明では、吸気ケーシング４内部におけるボリュート部４２の径方向外側を上流方向、上流側等と呼び、これと反対の方向を下流方向、下流側等と呼ぶ。

[0034] さらに、以下の説明では、吸気ケーシング開口４３の周方向における任意の位置を、最も上流側の端部を基準（０°）として、軸線Ｏ方向一方側から見て反時計回りに延びる角度座標によって表現する。例えば、図２に示すように、吸気ケーシング開口４３の最も上流側から見て、インペラ２（軸線Ｏ）を挟んで下流側における位置を１８０°と表現する。

[0035] この環状部４１の内部には、流通する流体の流れを案内するための上流側整流部８Ａと、下流側整流部８Ｂとが設けられている。上流側整流部８Ａは、吸気ケーシング４の周縁における０°の位置に設けられた整流用のフィンである。より詳しくは、この上流側整流部８Ａは、軸線Ｏと直交する方向、すなわち径方向に延びる翼型断面の部材である。

[0036] さらに、１８０°の位置、すなわち環状部４１における下流側の内壁面には、下流側整流部８Ｂが設けられている。下流側整流部８Ｂは、上下流方向を基準として左右対称に形成された略三角形状の部材である。より詳しくは、この下流側整流部８Ｂは、環状部４１の内周円から、より大きな曲率を持っておおむね上流方向に延びる２つの円弧部８１を有している。これら２つの円弧部８１の隣り合う端縁同士は、吸気ケーシング開口４３の周縁における１８０°位置で、接続部８２によって互いに接続されている。

[0037] 以上の上流側整流部８Ａ及び下流側整流部８Ｂによって、ボリュート部４２を経て外部から導入された流体が案内される。より具体的には、まず上流側整流部８Ａによって、ボリュート部４２から導かれた流体が軸線Ｏを挟んで２つの流れに分けられる。すなわち、この流体は、吸気ケーシング開口４３を挟んで、上流側整流部８Ａから９０°位置を経て１８０°位置（下流側整流部８Ｂ）に至る流れと、上流側整流部８Ａから２７０°位置を経て１８０°位置（下流側整流部８Ｂ）に至る流れとに分けられる。

このように２つの流れが流通する領域を、本実施形態ではそれぞれ第一領域Ｓ１、第二領域Ｓ２と呼ぶ。すなわち、上記のように、９０°位置が含まれる側の領域は第一領域Ｓ１とされ、２７０°位置が含まれる側の領域は第二領域Ｓ２とされる。これら第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２との内部で、上流側から下流側に向かって流通した流体は、その中途で吸気ケーシング開口４３に向かって流れる。一方で、１８０°位置の近傍まで到達した流体は、上記の下流側整流部８Ｂによってその流れ方向が強制的に変更される。すなわち、下流側整流部８Ｂの円弧部８１によってその流れ方向がおおむね下流側に向かって反転された後、吸気ケーシング開口４３に向かって導かれる。以上のように、吸気ケーシング４の内部では、吸気ケーシング開口４３に向かって、第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２とを含む周方向のおおむね全域から流体が導かれる。

[0038] 上記のように吸気ケーシング開口４３に向かって流れる流体を案内することを目的として、吸気ケーシング開口４３の周縁部には、インレットガイド

ベーンＶが設けられている。このインレットガイドベーンＶは、第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２とにわたって周方向に互いに間隔を空けて配列される複数のベーン５０を有している。互いに隣り合う一対のベーン５０同士の間の間隔は、流体を径方向外側から内側に向かって案内するための案内流路ＶＰとされている。

[0039] なお、以下の説明では、これら複数のベーン５０のうち、第一領域Ｓ１に設けられるベーン５０を第一ベーン５１とし、第二領域Ｓ２に設けられるベーン５０を第二ベーン５２として両者を区別する。より具体的には、第一領域Ｓ１及び第二領域Ｓ２には、周方向に２２．５°の角度間隔を空けてそれぞれ７つずつの第一ベーン５１及び第二ベーン５２が設けられている。

[0040] さらに、吸気ケーシング開口４３の０°位置と１８０°位置には、第一ベーン５１（第二ベーン５２）とは異なる形状の上流ベーンＵＶ及び下流ベーンＤＶが設けられている。上流ベーンＵＶは、上述の上流側整流部８Ａと同様に、径方向に直線状に延びる翼型断面の部材である。一方で、下流ベーンＤＶは、径方向内側から外側に向かうに従って、周方向を向く両面が次第に離間するように形成されている。さらに、これら周方向の両面は、互いに近接する方向に向かっていずれも湾曲している。本実施形態では、下流ベーン８２は、上記の接続部８２を介して上記の下流側整流部８Ｂと接続されている。なお、この下流ベーン８２は、上記のように下流側整流部８Ｂと一体に形成されてもよいし、別体とされてもよい。

[0041] ここで、遠心圧縮機１００では、回転軸１及びインペラ２は運転中、同一の方向に向かって回転する。本実施形態では、回転軸１の回転方向が軸線Ｏ方向の一方側から見て時計回りである例について説明する（図２）。すなわち、本実施形態では、インペラ２は上述の第二領域Ｓ２から第一領域Ｓ１に向かう方向に回転している。したがって、インレットガイドベーンＶによって案内される流体は、第二領域Ｓ２ではインペラ２の回転方向Ｒに対しておおむね沿う方向成分を持って吸気ケーシング開口４３に流入する。その一方で、第一領域Ｓ１における流体は、インペラ２の回転方向ＲＲに対して対向

する方向成分を持って吸気ケーシング開口４３に流入する。

[0042] これにより、インペラ２（インペラ通路７１）に取り込まれる流体の流量は、第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２とで互いに異なる値となる場合がある。具体的には、図４の点線グラフで示すような流量分布となる可能性がある。同図の点線グラフによれば、０°位置から１８０°位置にかけての領域（すなわち、第一領域Ｓ１）では、インペラ通路７１に取り込まれる流体の流量が漸次減少する。一方で、１８０°位置から３６０°位置に向かう領域（すなわち、第二領域Ｓ２）では、この流体の流量が漸次増加する。

[0043] このように、吸気ケーシング開口４３（インペラ２）の周方向にわたって、流量の偏りが生じた場合、第二領域Ｓ２におけるインペラ２のヘッド（揚程）が、第一領域Ｓ１におけるヘッドに比して過剰に大きくなってしまう。これにより、インペラ２の周方向の一部で局所的なストールが発生する可能性がある。

[0044] そこで、本実施形態における遠心圧縮機１００では、上述のような周方向における流量分布の偏りを抑制することを目的として、インレットガイドベーンＶを第一領域Ｓ１（第一ベーン５１）と第二領域Ｓ２（第二ベーン５２）とで互いに異なる形状としている。

[0045] ここで、上記第一ベーン５１と第二ベーン５２の形状の差異を説明するに先立って、図３を参照して、ベーン５０の形状を定義する各部の構成について説明する。同図に示すように、本実施形態では、個々のベーン５０はおおむね軸線Ｏの径方向に延びている。より詳細には、このベーン５０は、中央部が下流側に向かって湾曲することで、概略Ｃ字型に形成されている。すなわち、それぞれのベーン５０の湾曲方向内側の面は、いずれもおおむね上流側に面している。

[0046] このように湾曲して形成されたベーン５０は、湾曲部５０Ａから径方向外側に向かって略直線状に延びる前縁部５０Ｂと、径方向内側に向かって延びる後縁部５０Ｃと、を有している。吸気ケーシング開口４３に向かって流れる流体は、これらベーン５０の前縁部５０Ｂから後縁部５０Ｃを通過する中

途で、その流通方向が変更される。このとき、湾曲部５０Ａから後縁部５０Ｃの径方向内側の端部にかけての方向と、軸線Ｏの径方向とがなす角度を、出口角θと定義する。すなわち、吸気ケーシング４の内部で、径方向外側から吸気ケーシング開口４３に向かって流れた流体は、ベーン５０同士の間の案内流路ＶＰを通過する間に、軸線Ｏの径方向に対してこの出口角θの分だけ流れ方向が変更される。

[0047] このように構成されたベーン５０は、上記のように第一領域Ｓ１に設けられる第一ベーン５１と、第二領域Ｓ２に設けられる第二ベーン５２とでその形状が互いに異なっている。より詳細には、図２に示すように、第一ベーン５１の出口角θは、第二ベーン５２の出口角θよりも大きく設定されている。すなわち、第一ベーン５１の出口角θは、ボリュート部４２から見て第二ベーン５２の出口角θよりも、該ボリュート部４２側に変位している。第一領域Ｓ１では、上記のような第一ベーン５１が吸気ケーシング開口４３の周方向にわたって配列される。言い換えると、本実施形態では、個々の第一ベーン５１の出口角θはいずれも同等とされている。

[0048] 具体的には、本実施形態では、この第一ベーン５１の出口角θは、好ましくは１０°から２０°とされ、さらに好ましくは１２°から１８°とされる。最も好ましくは、出口角θは１５°に設定される。

[0049] 以上のような構成によれば、第一領域Ｓ１におけるベーン５０の出口角θが、第二領域Ｓ２の出口角θよりも吸込流路４２Ａ側に変位していることから、第一領域Ｓ１における流体の流れる方向を、吸込流路４２Ａ側（上流側）に向かって変更することができる。これにより、吸込流路４２Ａを経てインペラ２に向かう流体の流量分布を、第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２とでおおむね同等とする（均整化する）ことができる。

[0050] より具体的には、インレットガイドベーンＶ（第一ベーン５１、第二ベーン５２）によって案内される流体は、第二領域Ｓ２ではインペラ２の回転方向Ｒに対しておおむね沿う方向成分を持って吸気ケーシング開口４３に流入する。その一方で、第一領域Ｓ１における流体は、インペラ２の回転方向Ｒ

に対して対向する方向成分を持って吸気ケーシング開口４３に流入する。

[0051] このとき、本実施形態に係る遠心圧縮機１００では、上記のように第一領域Ｓ１における流体の流れる方向を、吸込流路４２Ａ側（上流側）に向かって変更することができる。すなわち、第一領域Ｓ１における流体の流れる方向を、インペラ２の回転方向Ｒに近づけることができる。これにより、インペラ２のインペラ通路７１におけるヘッドを下げる方向に調整することができる。したがって、吸気ケーシング４の周方向における流体の流量分布を、図４の実線グラフで示すような、おおむね一様な分布とすることができる。

[0052] したがって、吸気ケーシング開口４３（インペラ２）の周方向にわたって、流量分布を均整化することが可能となるとともに、第二領域Ｓ２におけるインペラ２のヘッド（揚程）と、第一領域Ｓ１におけるヘッドとを互いに同等とすることができる。これにより、インペラ２の周方向の一部で局所的なストールが発生する可能性を効果的に低減することができる。

[0053] ここで、遠心圧縮機１００の性能（圧縮効率）は、ストールの発生限界によって決定されることが一般的である。したがって、上記のようにストールの発生限界が緩和されることによって、遠心圧縮機１００の性能をさらに向上させることができる。

[0054] さらに、本実施形態では、第一ベーン５１の出口角θが、インペラ２の径方向に対して１０°～２０°とされている。より好ましくはこの出口角θが１５°とされている。

[0055] このような構成によれば、第一領域Ｓ１における流体の流れ方向を十分に変更することができるとともに、吸気ケーシング開口４３に向かって取り込まれる流体の流量を過剰に制限してしまう可能性をも回避することができる。すなわち、出口角θが上記の値よりも大きい場合、吸気ケーシング開口４３に取り込まれる流体の流量が所期の量よりも少なくなることが考えられるが、上記構成を採ることによりこのような可能性を低減することができる。

[0056] 以上、本発明の第一実施形態について図面を参照して説明した。しかしながら、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相

対的位置等は特に特定的な記載がない限りは、この発明の範囲は特に限定されず、種々の変更を加えることが可能である。

[0057] 例えば、上述の実施形態では、第一ベーン５１が設けられる第一領域Ｓ１として、インペラ２の回転方向Ｒ前方側の領域を設定した例について説明した。しかしながら、図５に示すように、第一領域Ｓ１としてインペラ２の回転方向Ｒ後方側の領域を設定してもよい。

[0058] このような構成によれば、回転方向後方側に位置する第一領域Ｓ１では、第一ベーン５１を経て吸気ケーシング開口４３に取り込まれる流体のヘッドを、第二領域Ｓ２におけるヘッドよりも小さくすることができる。したがって、第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２とで、吸気ケーシング開口４３の周方向における流体の流量分布をおおむね均整化することができ、ひいては上記実施形態と同様に、遠心圧縮機１００の圧縮効率を含む各種性能値を向上させることができる。

[0059] なお、上述の第一実施形態では、後縁部５０Ｃが径方向に対してなす角度（出口角θ）について詳細に説明したが、前縁部５０Ｂが径方向に対してなす角度は、設計や仕様に応じて適宜に決定されてよい。すなわち、後縁部５０Ｃに対する前縁部５０Ｂの湾曲方向が上流側に向いている限りにおいては、いかなる態様を採用してもよい。

[0060] ［第二実施形態］

続いて、本発明の第二実施形態について、図６を参照して説明する。同図に示すように、本実施形態に係る遠心圧縮機１００では、インレットガイドベーンＶの配置、形状が上述の第一実施形態と以下の点で異なっている。すなわち、本実施形態では、第一領域Ｓ１に設けられる第一ベーン５１のうち、周方向における４５°位置から１８０°位置までの領域における第一ベーン５１のみ、その出口角θが第二ベーン５２の出口角θよりも大きく変位している。より具体的には、これら特定の第一ベーン５１のみ、その出口角θが第二ベーン５２の出口角θよりも、上記の吸込流路４２Ａ（ボリュート部４２）側に向かって変位している。

[0061] ここで、本実施形態のような吸気ケーシング４を有する遠心圧縮機１００では、図４の点線グラフに示すように、ボリュート部４２を基準として４５°から１８０°までの領域で、特に流量分布の偏りが生じがちであることが知られている。

[0062] 本実施形態では、周方向における４５°位置から１８０°位置までの領域における第一ベーン５１のみ、その出口角θが第二ベーン５２の出口角θよりも大きく変位している。したがって、上記のように流量の偏在が顕著な領域で、重点的に流量の均整化を図ることができる。これにより、上記の第一実施形態に比してさらに遠心圧縮機１００の圧縮効率を向上させることができる。

[0063] 加えて、本実施形態では、０°位置から４５°位置までの領域における第一ベーン５１の出口角θは、第二ベーン５２と概ね同等とされている。０°位置の近傍では、ボリュート部４２から下流側に向かってほぼ直線状に流体が流入することから、第一領域Ｓ１と第二領域Ｓ２とを問わず、流量分布には偏りが生じにくい。したがって、本実施形態の構成によれば、当該領域における流体の流量分布が乱される可能性をも低減することができる。

[0064] ［第三実施形態］

次いで、本発明の第三実施形態について、図７を参照して説明する。同図に示すように、第三実施形態に係る遠心圧縮機１００では、第一領域Ｓ１における第一ベーン５１の出口角θが、０°位置から１８０°位置に向かうに従って次第に増加するように構成されている。すなわち、ボリュート部４２に近い位置（上流側）では第一ベーン５１の出口角θは比較的に小さく設定される一方で、下流側における１８０°位置の近傍では第一ベーン５１の出口角θは比較的に大きく設定されている。

[0065] このような構成によれば、第一領域Ｓ１における流体の流量分布を、さらに均整化することができる。第一領域Ｓ１内では、０°位置から１８０°位置にかけて、インペラ２の回転方向Ｒに対して流体の流れ方向のなす角度が漸次変化する。本実施形態のように、第一ベーン５１の出口角θが０°位置

から１８０°位置に向かうに従って増加する構成であれば、上記のような流体の流れ方向のなす角度を、インペラ２の回転方向Ｒに対してさらに適正に対応させることができる。これにより、遠心圧縮機１００の圧縮効率をさらに向上させることができる。

符号の説明

[0066] １…回転軸　２…インペラ　２Ａ…ハブ　２Ｂ…ブレード　３…ケーシング本体　４…吸気ケーシング　５Ａ…ジャーナル軸受　５Ｂ…スラスト軸受　６…排出口　７…主流路　８Ａ…上流側整流部　８Ｂ…下流側整流部　４１…環状部　４２…ボリュート部　４２Ａ…吸込流路　４３…吸気ケーシング開口　５０…ベーン　５０Ａ…湾曲部　５０Ｂ…前縁部　５０Ｃ…後縁部　５１…第一ベーン　５２…第二ベーン　７１…インペラ通路　８１…円弧部　８２…稜線部　１００…遠心圧縮機　ＤＶ…下流ベーン　Ｏ…軸線　Ｒ…インペラの回転方向　Ｓ１…第一領域　Ｓ２…第二領域　ＵＶ…上流ベーン　Ｖ…インレットガイドベーン　ＶＰ…案内流路　θ…出口角

請求の範囲

[請求項1] 軸線回りに回転するインペラと、

該インペラにおける軸線方向一方側に配置されるとともに、前記軸線の周方向に間隔をあけて設けられた複数のベーンを有し、隣り合うベーン同士の間で径方向内側に向かうとともに、径方向に対する出口角を持って流体を案内する案内流路を形成するインレットガイドベーンと、

前記流体を周方向の一部から前記インレットガイドベーンに導入する吸込流路と、

を備え、

前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て一側の第一領域のベーンの出口角が、該一側の反対側の第二領域のベーンの出口角よりも該吸込流路側に変位している

遠心圧縮機。

[請求項2] 前記第一領域は、前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て、前記インペラの回転方向前方側の領域である請求項１に記載の遠心圧縮機。

[請求項3] 前記第一領域は、前記インレットガイドベーンにおける前記吸込流路から見て、前記インペラの回転方向後方側の領域である請求項１に記載の遠心圧縮機。

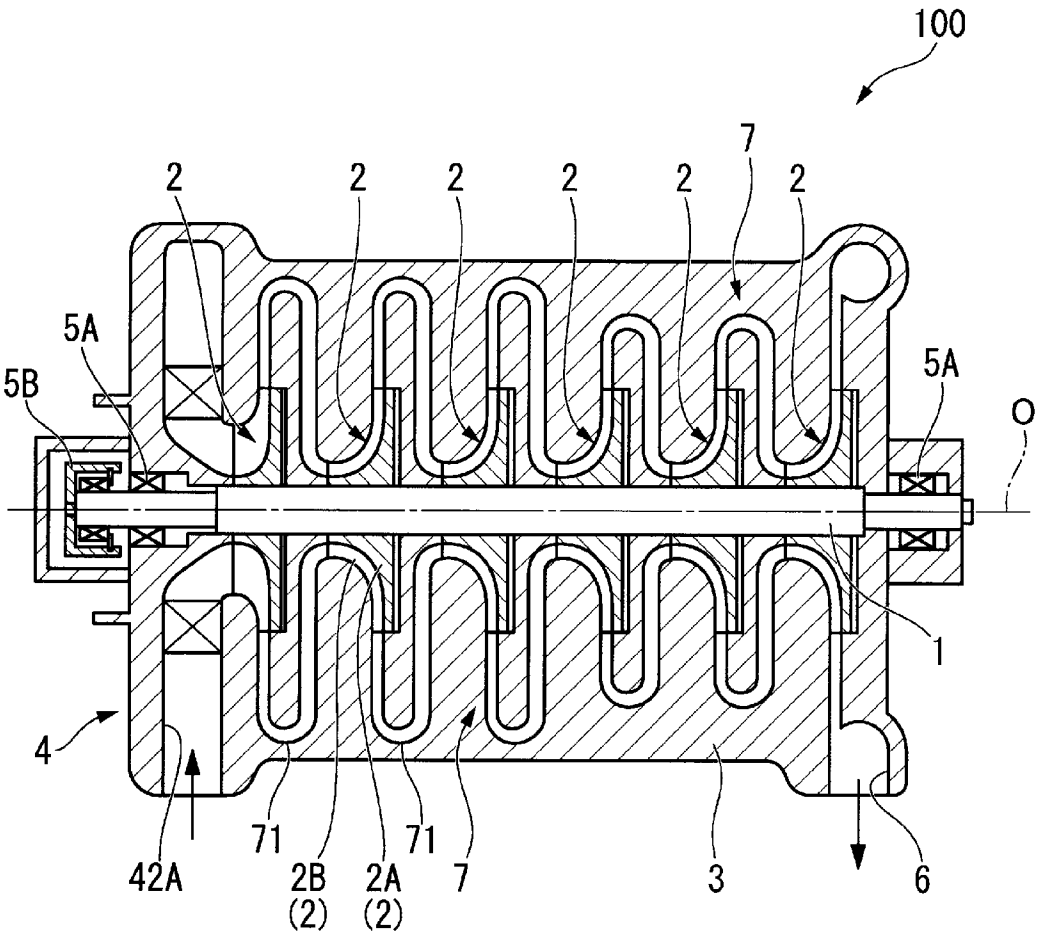
[請求項4] 前記第一領域における前記ベーンの出口角は、前記インペラの径方向に対して１０°～２０°である請求項１に記載の遠心圧縮機。

[請求項5] 前記第一領域内で、前記軸線方向から見て前記吸込流路からの周方向における軸線回りの角度座標が４５°から１８０°までの領域における前記ベーンの出口角が、前記第二領域の前記ベーンの出口角よりも前記吸込流路側に変位している請求項１から４のいずれか一項に記載の遠心圧縮機。

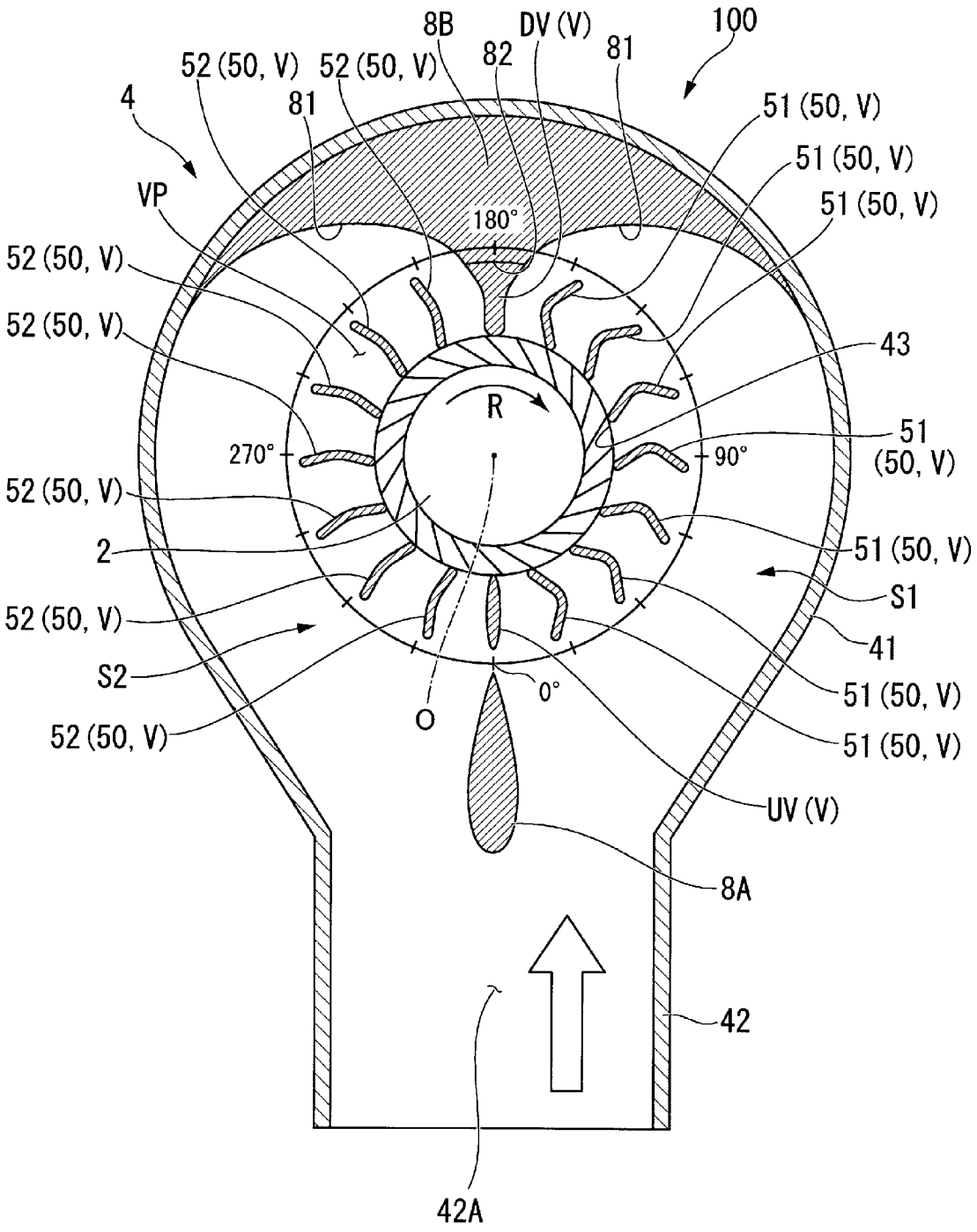
[請求項6] 前記第一領域内で、前記吸込流路から周方向に離間する位置に設け

られた前記ベーンほど、出口角が大きい請求項１から５のいずれか一項に記載の遠心圧縮機。

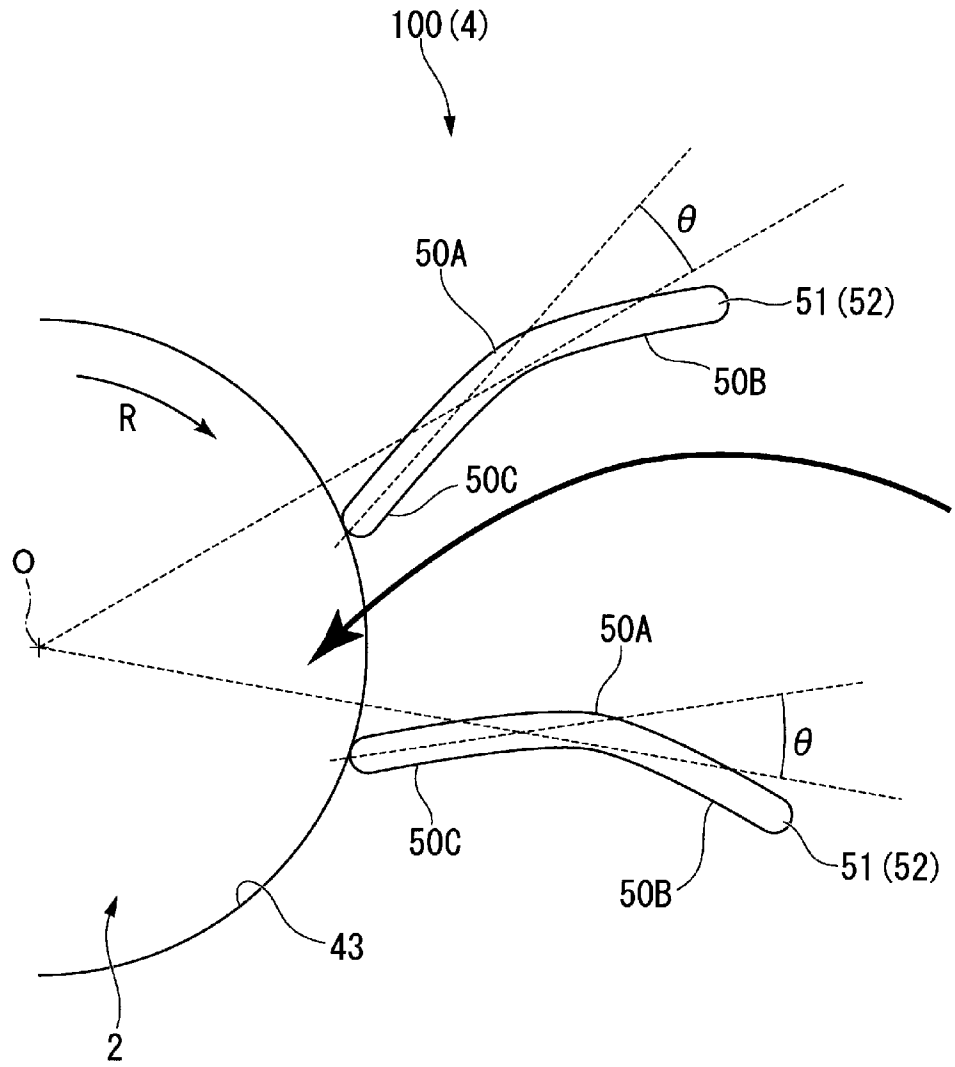
[図1]



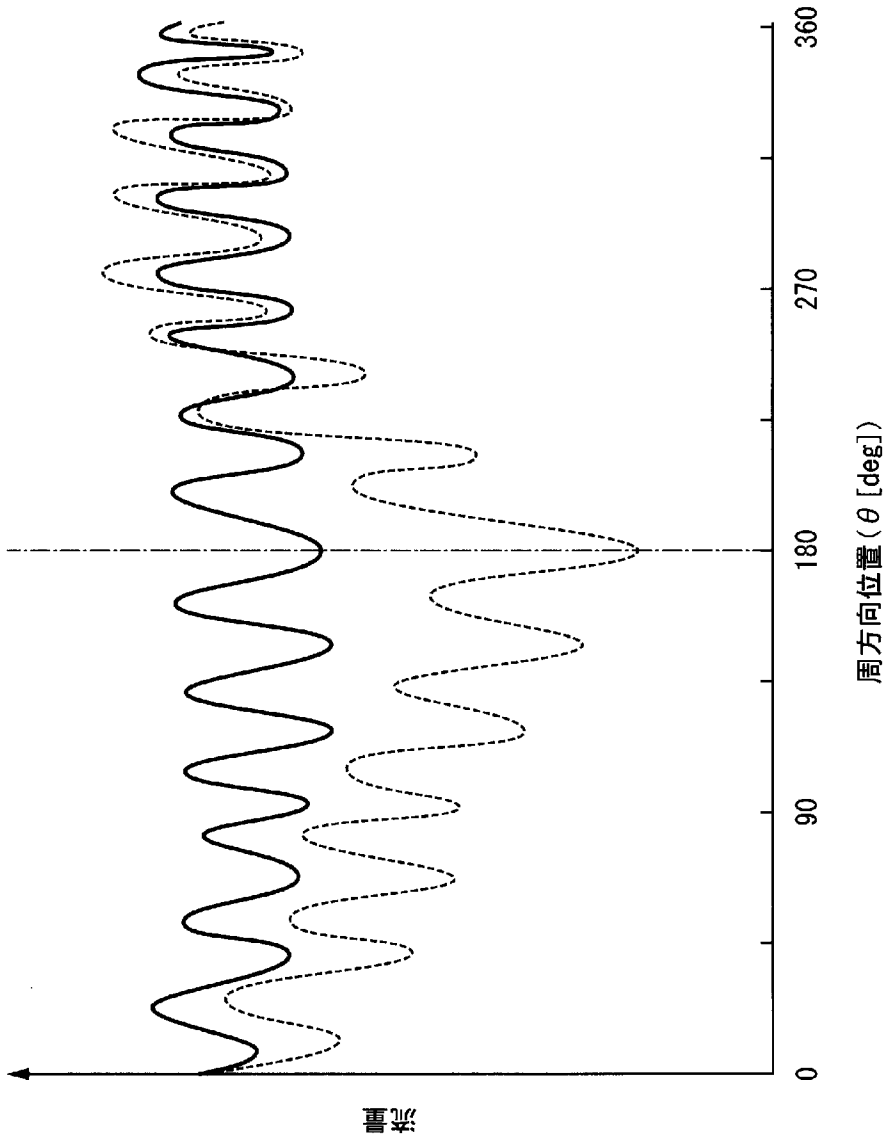
[図2]


8B
DV (V)
100
52 (50, V)
52 (50, V)
82
81
4
81
51 (50, V)
51 (50, V)
VP
51 (50, V)
180°
52 (50, V)
52 (50, V)
43
R
51
(50, V)
270°
90°
52 (50, V)
2
51 (50, V)
S1
52 (50, V)
41
S2
51 (50, V)
0°
O
52 (50, V)
51 (50, V)
UV (V)
8A
42
42A

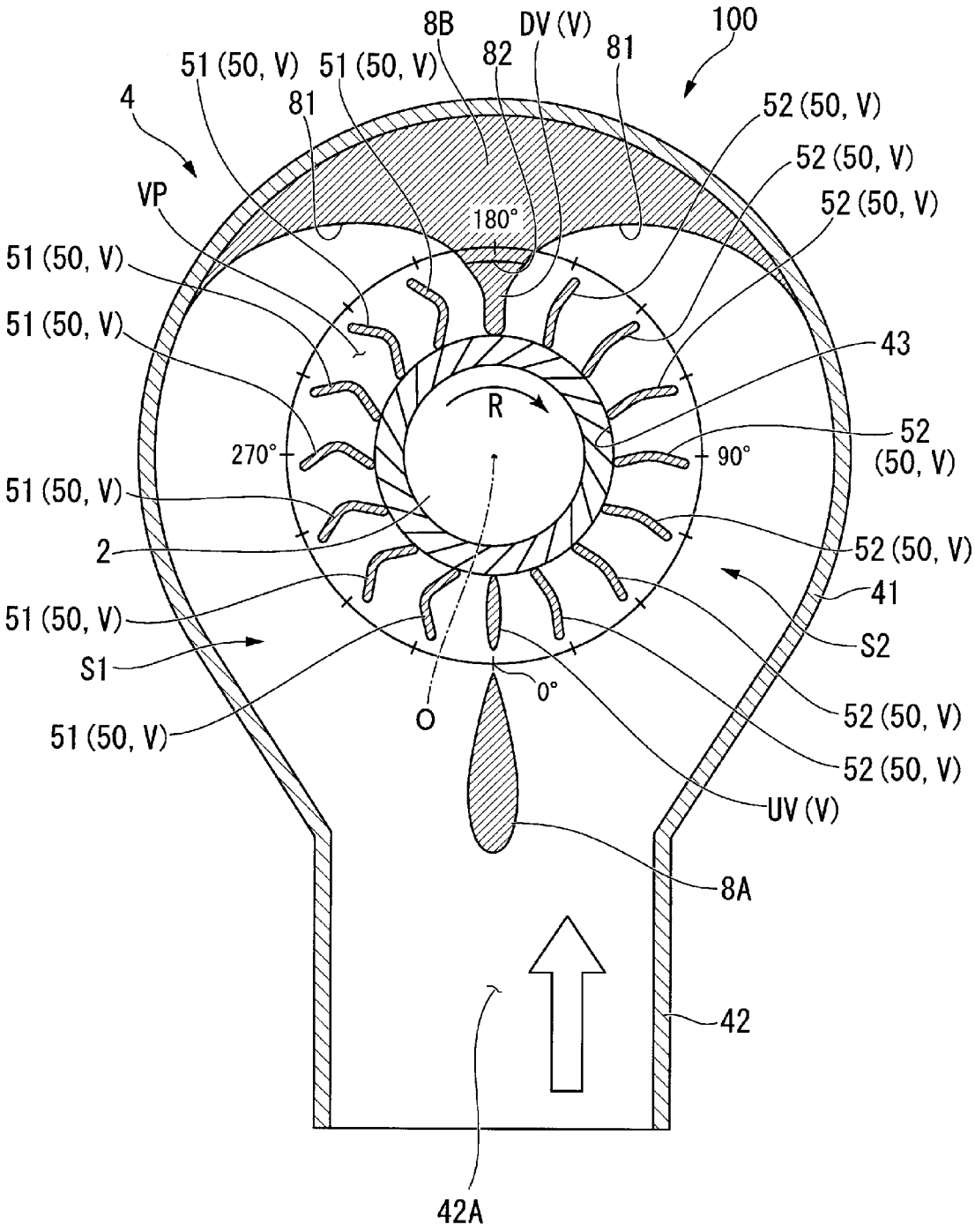
[図3]



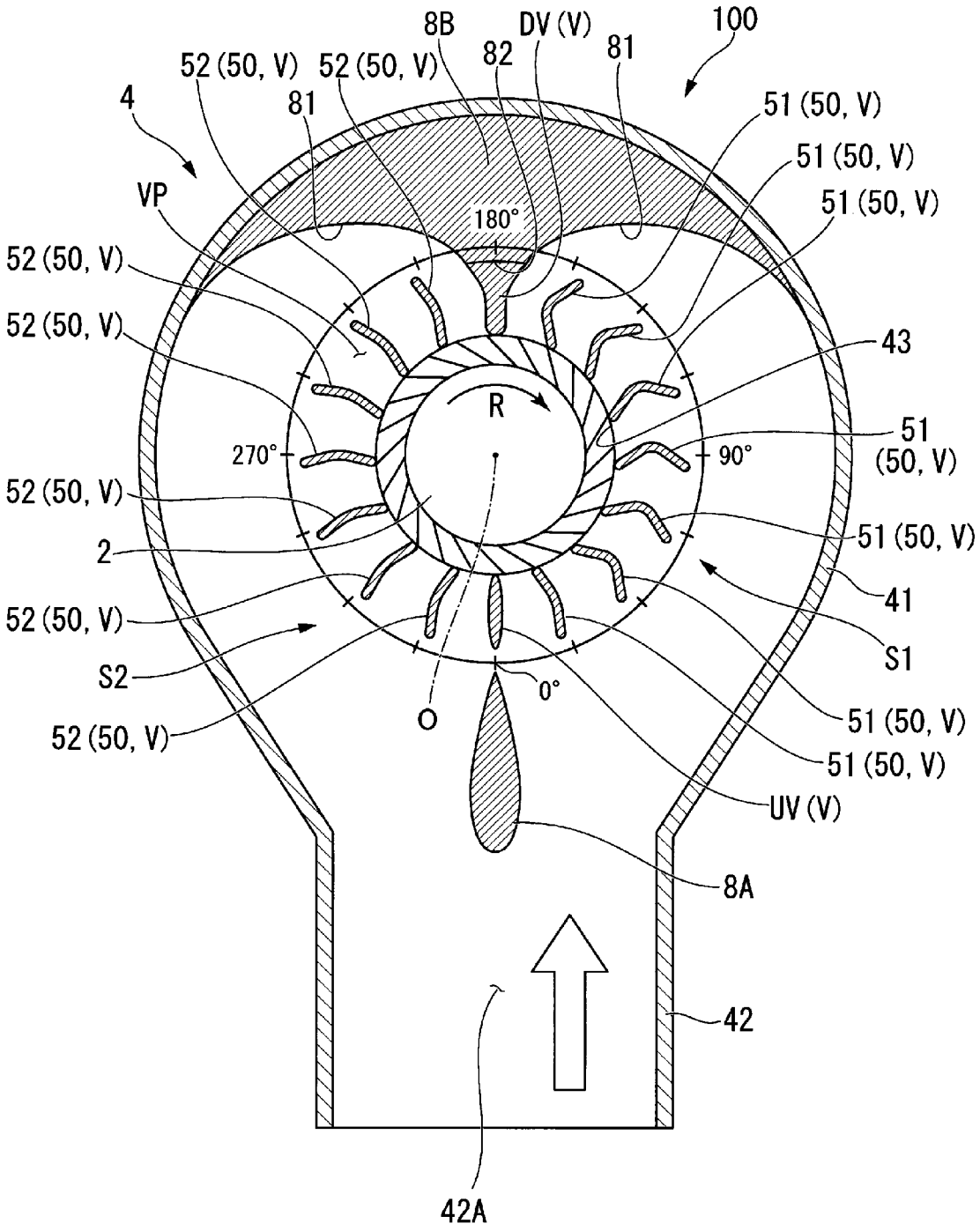
[図4]



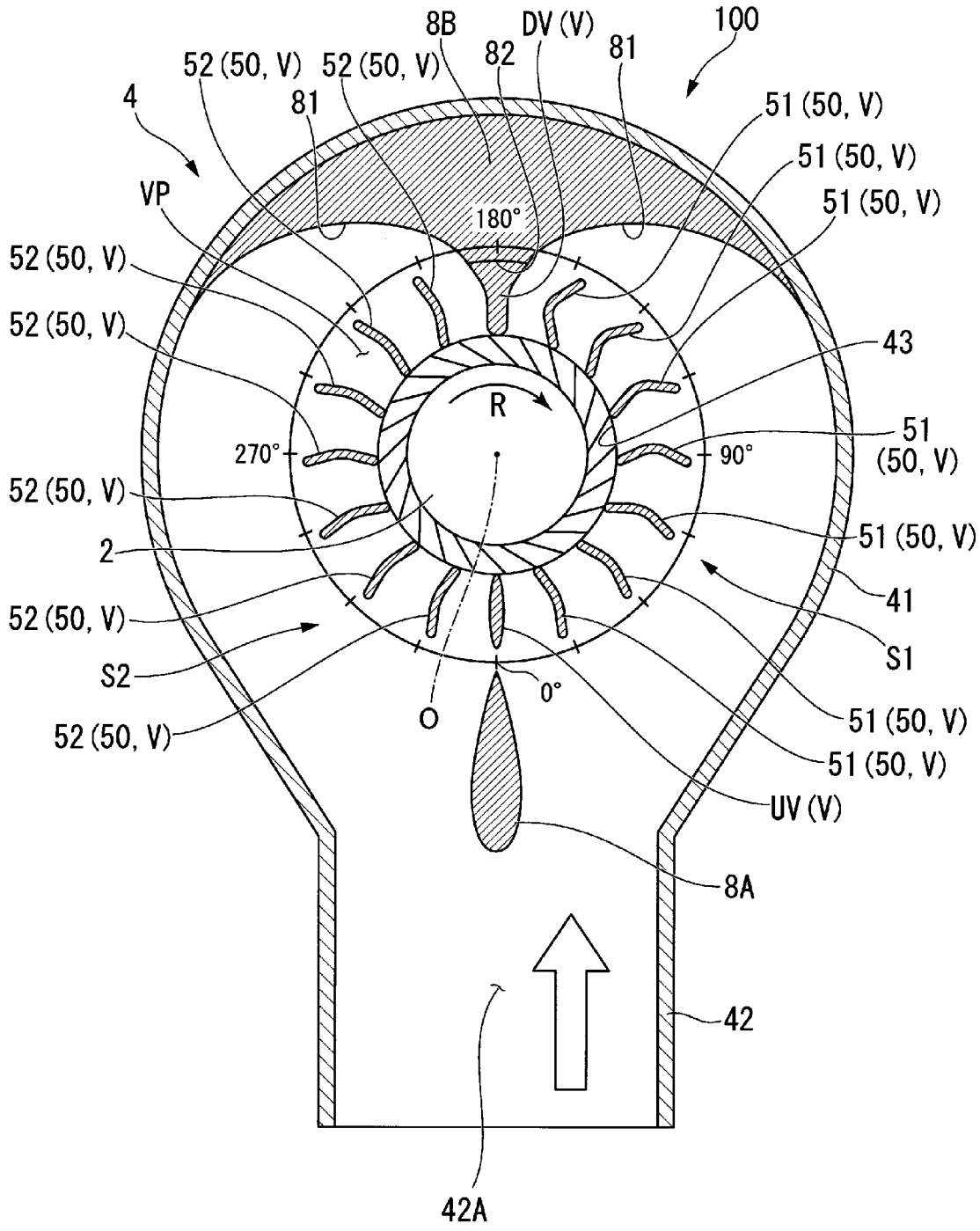
[図5]


8B
DV (V)
100
82
81
51 (50, V)
51 (50, V)
4
81
52 (50, V)
52 (50, V)
VP
52 (50, V)
180°
51 (50, V)
51 (50, V)
43
R
52
(50, V)
270°
90°
51 (50, V)
2
52 (50, V)
41
51 (50, V)
S2
S1
0°
O
52 (50, V)
51 (50, V)
52 (50, V)
UV (V)
8A
42
42A

[図6]


8B
DV (V)
100
52 (50, V)
52 (50, V)
82
81
4
81
51 (50, V)
51 (50, V)
VP
51 (50, V)
180°
52 (50, V)
52 (50, V)
43
R
51
(50, V)
270°
90°
52 (50, V)
2
51 (50, V)
41
52 (50, V)
S1
S2
0°
O
51 (50, V)
52 (50, V)
51 (50, V)
UV (V)
8A
42
42A

[図7]


8B
DV (V)
82
81
100
52 (50, V)
52 (50, V)
81
4
51 (50, V)
51 (50, V)
VP
51 (50, V)
180°
52 (50, V)
52 (50, V)
43
R
51
(50, V)
270°
90°
52 (50, V)
51 (50, V)
2
41
52 (50, V)
S1
S2
0°
O
51 (50, V)
52 (50, V)
51 (50, V)
UV (V)
8A
42
42A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/076330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F04D29/44(2006.01)i, *F04D29/66*(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)
F04D29/44, F04D29/66

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 8-93691 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 April 1996 (09.04.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2011-117402 A (Hitachi Plant Technologies, Ltd.), 16 June 2011 (16.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 4120616 A (DWYER,Niles M.), 17 October 1978 (17.10.1978), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 November 2015 (30.11.15)	08 December 2015 (08.12.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７６３３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04D29/44(2006.01)i, F04D29/66(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.　F04D29/44, F04D29/66

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
A	JP 8-93691 A (日産自動車株式会社) 1996.04.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2011-117402 A (株式会社日立プラントテクノロジー) 2011.06.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

☑　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	国際調査報告の発送日
３０．１１．２０１５	０８．１２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｏ　５３６５
松浦　久夫
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
A	US 4120616 A (DWYER,Niles M.) 1978.10.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6