(19) **日本国特許庁(JP)**

(12) 特 許 公 報(B1)

(11)特許番号

特許第6433041号 (P6433041)

(45) 発行日 平成30年12月5日(2018.12.5)

(24) 登録日 平成30年11月16日(2018.11.16)

(51) Int.Cl. F 1

 BO5B
 1/34
 (2006.01)
 BO5B
 1/34
 1 O 1

 B82B
 1/00
 (2006.01)
 B82B
 1/00
 Z NM

 B23Q
 11/10
 (2006.01)
 B23Q
 11/10
 A

請求項の数 29 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2018-130175 (P2018-130175) (22) 出願日 平成30年7月9日 (2018.7.9)

審査請求日 平成30年7月13日 (2018.7.13)

(31) 優先権主張番号 10-2017-0139355

(32) 優先日 平成29年10月25日 (2017.10.25)

(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 509089340

株式会社塩

東京都八王子市弐分方町705番1号

|(74)代理人 100137969

弁理士 岡部 憲昭

|(74)代理人 100104824

弁理士 穐場 仁

(74)代理人 100121463

弁理士 矢口 哲也

(72) 発明者 駒澤 増彦

東京都八王子市美山町1236 株式会社

塩内

|(72)発明者 大木 勝

東京都八王子市美山町1236 株式会社

塩内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】流体供給装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体供給装置であって、

収納体と、

収納体に収納される内部構造体と、

を有し、

内部構造体は、<u>断面が円形の</u>軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含み

複数の突起部は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して形成されており、複数の螺旋状の流路の少なくとも一部には、複数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径方向について深さをもって溝が形成されていることを特徴とする、

流体供給装置。

【請求項2】

流路に形成された溝は、断面が、V字形、R字形、台形、多角形のいずれかの形状をしていることを特徴とする請求項1に記載の流体供給装置。

【請求項3】

流路に形成された溝により、複数の突起部間で形成される流路の底においても、流速が低下しないことを特徴とする請求項 1 に記載の流体供給装置。

【請求項4】

20

流路に形成された溝は、軸部の回りに沿って螺旋状につながることを特徴とする請求項 1 に記載の流体供給装置。

【請求項5】

収納体は、流入口と流出口とを含み、

内部構造体は、断面が円形の共通の軸部材上に一体化して形成されている第1の部分と 、第2の部分とを含んでおり、

第1の部分は、収納体に内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、

第2の部分は、第1の部分より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した 複数の突起部とを含んでおり、

第2の部分の複数の突起部<u>は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して</u>形成されており、複数の<u>螺旋状の</u>流路の少なくとも一部には、<u>複数の閉路の底面である</u>軸部の外周面から<u>軸部の直径方向について</u>深さをもって溝が形成されていることを特徴とする<u>請求項1に記載の</u>流体供給装置。

【請求項6】

内部構造体は、第1の部分よりも上流側に位置し、収納体の流入口を通じて流入される 流体を中心から半径方向へ拡散させて、第1の部分に与える流体拡散部を更に含むことを 特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項7】

内部構造体の流体拡散部は、円錐形又はドーム形に形成されている内部構造体の一端部であることを特徴とする請求項 6 に記載の流体供給装置。

【請求項8】

内部構造体の第1の部分は、三つの翼を含んでおり、

翼の各々は、その先端が軸部の円周方向に互いに120°ずつずらされていることを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項9】

内部構造体の第2の部分の複数の突起部は網状に形成されており、各々の突起部は菱形の断面を有する柱形をしていることを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項10】

内部構造体は下流側の端部に流体を中心に向かって誘導する誘導部を更に含むことを特徴とする請求項5に記載の流体供装置。

【請求項11】

内部構造体の誘導部は、円錐形又はドーム形に形成されている内部構造体の一端部であることを特徴とする請求項10に記載の流体供装置。

【請求項12】

内部構造体の第2の部分の軸部の半径は第1の部分の軸部の半径より大きく、内部構造体の第2の部分の軸部に形成されている各々の溝の深さは、第2の部分の軸部の半径と第1の部分の軸部の半径との差と同一であることを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項13】

内部構造体の第2の部分の軸部に形成されている各々の溝は、軸部の先端から末端まで つながることを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項14】

内部構造体の第2の部分の軸部に形成されている各々の溝は、軸部の先端から所定の地点までつながり、溝の深さは、軸部の先端において第2の部分の軸部の半径と第1の部分の軸部の半径との差であり、下流側に行けば行くほど減少することを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項15】

内部構造体の第2の部分の軸部に形成されている各々の溝は、断面が、V字形、R字形

10

20

30

40

、台形、多角形のいずれかの形状をしていることを特徴とする請求項 5 に記載の流体供給 装置。

【請求項16】

内部構造体の第2の部分の軸部に形成されている各々の溝は、軸部の回りに沿って螺旋状につながることを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項17】

内部構造体の第2の部分の軸部はその長さ方向に沿って一定した直径を有することを特徴とする請求項5に記載の流体供給装置。

【請求項18】

収納体は、管形状であって、流入側部材と流出側部材とからなり、

流入側部材と流出側部材とは、ねじ結合することを特徴とする請求項 5 に記載の流体供給装置。

【請求項19】

収納体は、流入口と流出口とを含み、

内部構造体は、断面が円形の共通の軸部材上に一体化して形成されている第 1 の部分と、第 2 の部分と、第 3 の部分と、第 4 の部分とを含んでおり、

第1の部分は、収納体に内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、

第2の部分は、第1の部分より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した 複数の突起部とを含んでおり、

第3の部分は、第2の部分より下流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、

第4の部分は、第3の部分より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した 複数の突起部とを含んでおり、

第4の部分の複数の突起部<u>は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して</u>形成されており、複数の<u>螺旋状の</u>流路の少なくとも一部には、<u>複数の閉路の底面である</u>軸部の外周面から<u>軸部の直径方向について</u>深さをもって溝が形成されていることを特徴とする<u>請求項1に記載の</u>流体供給装置。

【請求項20】

第2の部分の複数の突起部<u>は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して</u>形成されており、複数の<u>螺旋状の</u>流路の少なくとも一部には、<u>複数の閉路の底面である</u>軸部の外周面から<u>軸部の直径方向について</u>深さをもって溝が形成されていることを特徴とする請求項19に記載の流体供給装置。

【請求項21】

内部構造体の第2の部分の軸部の半径は第1の部分の軸部の半径より大きく、第4の部分の軸部の半径は第3の部分の軸部の半径より大きいことを特徴とする請求項20に記載の流体供給装置。

【請求項22】

内部構造体の第2の部分の突起部の個数は第4の部分の突起部の個数より少ないことを 特徴とする請求項19に記載の流体供給装置。

【請求項23】

内部構造体は、第1の内部構造体と、第2の内部構造体とを含み、

収納体は、流入口と流出口とを含み、

第1の内部構造体は、断面が円形の共通の軸部材上に一体化して形成されている頭部と、ボディー部とを含んでおり、

頭部は、収納体に第1の内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、

ボディー部は、頭部より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の

10

20

30

40

突起部とを含んでおり、

中空軸形態の第2の内部構造体は、中空の軸部材上に一体化して形成されている頭部と、ボディー部とを含んでおり、

頭部は、収納体に第2の内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、

ボディー部は、頭部より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含んでおり、

第1の内部構造体の少なくとも一部は、第2の内部構造体の中空部に収納され、

第2の内部構造体のボディー部の複数の突起部<u>は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して</u>形成されており、複数の<u>螺旋状の</u>流路の少なくとも一部には、<u>複数の閉路の底面である</u>軸部の外周面から<u>軸部の直径方向について</u>深さをもって溝が形成されていることを特徴とする<u>請求項</u>1に記載の流体供給装置。

【請求項24】

第1の内部構造体のボディー部の複数の突起部<u>は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状</u>につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して形成されており、複数の<u>螺旋状の</u>流路の少なくとも一部には、<u>複数の閉路の底面である</u>軸部の外周面から<u>軸部の直径方向について</u>深さをもって溝が形成されていることを特徴とする、請求項23に記載の流体供給装置。

【請求項25】

第1の内部構造体のボディー部の軸部の半径は頭部の軸部の半径より大きく、第2の内部構造体のボディー部の軸部の半径は頭部の軸部の半径より大きいことを特徴とする請求項24に記載の流体供給装置。

【請求項26】

請求項1から25のいずれかの流体供給装置に、冷却液を流入し、所定の流動特性を与えてから工具や被加工物に吐出させて、冷却するようにした工作機械。

【請求頃27】

請求項1から25のいずれかの流体供給装置に、水や湯を流入し、所定の流動特性を与えてから吐出させるようにして洗浄効果を高めるようにしたシャワーノズル。

【請求項28】

請求項1から25のいずれかの流体供給装置に、複数の異なる特性の流体を流入し、所定の流動特性を与えて、この複数の流体を混合したのち吐出させるようにした流体混合装置。

【請求項29】

請求項1から25のいずれかの流体供給装置に、水を流入し、溶存酸素を増加させてから吐出させる水耕栽培装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

[0001]

本発明は、流体を供給する装置の流体供給装置に関し、より具体的には、その内部を流れる流体に所定の流動特性を与える流体供給装置に関する。例えば、本発明の流体供給装置は、研削盤、ドリル、切削装置、等の様々な工作機械の切削液供給装置に流体供給管として適用可能である。

【背景技術】

[0002]

従来、研削盤やドリル等の工作機械によって、例えば、金属から成る被加工物を所望の 形状に加工する際に、被加工物と刃物との当接する部分とその周囲に加工液(例えば、クーラント)を供給することにより加工中に発生する熱を冷ましたり、被加工物の切りくず (チップとも称する)を加工箇所から除去したりする。被加工物と刃物との当接部で高い 圧力と摩擦抵抗によって発生する切削熱は、刃先を摩耗させたり強度を落としたりして、 10

20

30

40

刃物などの工具の寿命を減少させる。また、被加工物の切りくずが十分に除去されなければ、加工中に刃先にへばりついて加工精度を落とすこともある。

[0003]

切削液とも呼ばれる加工液は、工具と被加工物との間の摩擦抵抗を減少させ、切削熱を除去する同時に、被加工物の表面からの切りくずを除去する洗浄作用を行う。このために、加工液は摩擦係数が小さくて、沸騰点が高くて、刃物と被加工物との当接部によく浸透する特性を持つことが好ましい。

[0004]

例えば、特開平11-254281号には、作用要素(刃物)と被加工物との接触部に加工液を強制的に侵入させるためにガス(例えば、エア)を噴出するガス噴出手段を加工装置に設ける技術が開示されている。

[0005]

更には、特開2004-33962号には、螺旋羽根本体とフリップフロップ現象発生 用軸体とを位置合わせした上、筒本体に挿入固定する構造を有する流体吐出管が開示され ている。

【先行技術文献】

【特許文献】

[0006]

【特許文献1】特開平11-254281号

【特許文献2】特開2004-33962号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

[0007]

特許文献 1 に開示されたもののような通常の技術によると、工作機械に加工液を吐き出す手段に加えて、ガスを高速且つ高圧で噴出する手段を追加に設けなければならないので、費用が増加すると共に装置が大型化される問題がある。また、研削盤においては高速で回転する研削用砥石の外周面に沿って連れ回りする空気によって砥石と被加工物との当接部に加工液が十分に達することができない問題がある。従って、研削砥石の回転方向と同じ方向に向かって空気を噴射することだけでは、加工液を十分に浸透させにくいので、加工熱を所望の水準に冷却させにくいという問題が相変らず存在する。

[00008]

特許文献 2 の流体吐出管構造においては、螺旋羽根本体とフリップフロップ現象発生用軸体とが別体であることから、両部材を金属製とした場合、その先端が鋭角な刃物となっていて、位置合わせの作業工程に注意が必要であり作業効率が下がる。また、分離されている二つの部材の寸法をマッチングさせるために加工の精度が高くなければならないという問題もある。

[0009]

本発明は、このような事情に鑑みて開発されたものである。本発明の目的は、その内部を流れる流体に所定の流動特性を与えて、流体の潤滑性、浸透性及び冷却効果を向上させることができ、製造が容易である流体供給装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

[0010]

本発明は、上述の課題を解決するために、次のような構成にしてある。即ち、流体供給装置は、収納体と、収納体に収納される内部構造体を有する。内部構造体は、断面が円形の軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含み、複数の突起部は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して形成されており、複数の螺旋状の流路の少なくとも一部には、複数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径方向について深さをもって溝が形成されている。溝が形成される流路は、内部構造体の流路の全部であってもよい。この溝が形成される流路は、複数の突起部によって形成される軸部の外周面に設けられる螺旋状の流路とす

10

20

30

40

20

30

40

50

ることができるが、軸部上の外周面に設けられる円形状又は楕円形状等の閉路である流路 としてもよい。

流体供給装置の一つの実施形態は、管形状の流体供給管である。この場合、流体供給管は、内部構造体と、内部構造体を収納するための収納体としての管本体とを含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。

[0011]

また、本発明に係る流体供給装置の内部構造体は、断面が円形の共通の軸部材上に一体化して形成されている第1の部分と、第2の部分とを含む。第1の部分は、収納体に内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、第2の部分は、第1の部分より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含む。第2の部分の複数の突起部は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して形成されており、複数の螺旋状の流路の少なくとも一部には、複数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径方向について深さをもって溝が形成されている。一つの実施形態によれば、第2の部分の軸部の半径は第1の部分の軸部の半径より大きい。この場合、例えば、内部構造体の第2の部分の軸部に形成されている各々の溝の深さは、第2の部分の軸部の半径と第1の部分の半径との差と同一である。

本発明の他の実施形態による流体供給装置は、内部構造体と、収納体と、を含む。収納 体は、流入口と流出口とを含み、内部構造体は、断面が円形の共通の軸部材上に一体化し て形成されている第1の部分と、第2の部分と、第3の部分と、第4の部分とを含んでい る。第1の部分は、収納体に内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸部 と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、第2の部分 は、第1の部分より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部と を含んでおり、第3の部分は、第2の部分より下流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を 発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、第4の部分は、第3の部分より 下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含んでいる。そし て、第4の部分の複数の突起部は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と 軸部の長手方向に複数に分割した閉路である流路とが交差して形成されており、複数の螺 旋状の流路の少なくとも一部には、複数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径 方向について深さをもって溝が形成されている。この場合、更に第2の部分の複数の突起 部は、軸部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割 した閉路である流路とが交差して形成されており、複数の螺旋状の流路の少なくとも一部 には、複数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径方向について深さをもって溝 が形成されているようにしてもよい。

本発明の更に他の実施形態による流体供給装置は、第1の内部構造体と、第2の内部構 造体と、収納体と、を含む。収納体は、流入口と流出口とを含む。第1の内部構造体は、 断面が円形の共通の軸部材上に一体化して形成されている頭部と、ボディー部とを含んで おり、頭部は、収納体に第1の内部構造体が収納された際、収納体の上流側に位置し、軸 部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成された翼とを含んでおり、ボディー 部は、頭部より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含 んでいる。中空軸形態の第2の内部構造体は、中空の軸部材上に一体化して形成されてい る頭部と、ボディー部とを含んでおり、頭部は、収納体に第2の内部構造体が収納された 際、収納体の上流側に位置し、軸部と、流体に渦巻流を発生させるように螺旋状に形成さ れた翼とを含んでおり、ボディー部は、頭部より下流側に位置し、軸部と、軸部の外周面 から突出した複数の突起部とを含んでいる。第1の内部構造体の少なくとも一部は、第2 の内部構造体の中空部に収納され、第2の内部構造体のボディー部の複数の突起部は、軸 部の円周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路 である流路とが交差して形成されており、複数の螺旋状の流路の少なくとも一部には、複 数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径方向について深さをもって溝が形成さ れている。この場合、更に、第1の内部構造体のボディー部の複数の突起部は、軸部の円 周を複数に分割した螺旋状につながる流路と軸部の長手方向に複数に分割した閉路である 流路とが交差して形成されており、複数の螺旋状の流路の少なくとも一部には、複数の閉路の底面である軸部の外周面から軸部の直径方向について溝が形成されているようにして もよい。

【発明の効果】

[0012]

本発明の流体供給装置を工作機械等の流体供給部に設ければ、流体供給装置の内部で発生した多数のファインバブル(マイクロバブルやそれより粒径の小さなウルトラファインバブル(ナノオーダーのいわゆるナノバブル))が工具と被加工物とにぶつかって消滅する過程において発生する振動及び衝撃によって、従来に比べて洗浄効果が向上する。これは切削刃などの工具の寿命を延長させ、工具の取換えのために消耗する費用を節減する。また、本発明の流体供給装置によって与えられる流動特性は、ファインバブルの発生等によって流体の表面張力が下がり、浸透力や潤滑性が高まる。その結果、工具と被加工物とが接触する箇所で生じる熱の冷却効果が大きく上がる。流体の浸透性を向上させて冷却効果を増大させ、潤滑性を向上させると共に、加工精度を向上させることができる。

[0013]

また、本発明の多数の実施形態において、流体供給装置の内部構造体の少なくとも一部分の軸部にある複数の流路に溝を形成する。つまり、内部構造体の複数の突起部の間に形成された複数の流路の全部または一部には、軸部の外周面から深さをもって溝が設けられる。従って、溝が形成された流路においては、流路の底においても流速が低下せず、流体の流れが最適化される。従って、流体を上流側から下流側にうまく流すことになる。この溝は内部構造体の軸部の直径の差による段差がある場合においては、その段差にも関わらず流体を下流側にうまく誘い込む。また、誘い込み流路の部分を含み、それに連なる溝が形成された流路の全体において流体の流れを最適化する。更に、本発明の多数の実施形態において、流体供給管の内部構造体は一つの軸部材上に流体の流動特性を変化させる複数の部分が形成され、一体化した1つの部品として製造される。従って、内部構造体と収納体、例えば管形状の管本体とを組み立てる工程が単純になる。

[0014]

本発明の流体供給装置は、研削盤、切削機、ドリル、等の様々な工作機械においての冷却剤供給部に適用されることができる。それだけでなく、二つ以上の種類の流体(液体と液体、液体と気体、又は、気体と気体)を混合する装置でも効果的に用いることができる。本発明はその以外にも流体を供給する様々なアプリケーションに適用可能である。例えば、家庭用のシャワーノズルや水耕栽培装置にも適用可能である。シャワーノズルの場合は、流体供給装置に水や湯を流入し、所定の流動特性を与えて洗浄効果を向上させる。特に、ファインバブルによって、流体の表面張力が低下して、浸透性が高まる。水耕栽培装置の場合は、流体供給装置に水を流入し、溶存酸素を増加させて吐出させることができる

【図面の簡単な説明】

[0015]

以下の詳細な記述が以下の図面と合わせて考慮されると、本願のより深い理解が得られる。これらの図面は例示に過ぎず、本発明の範囲を限定するものではない。

【図1】本発明が適用された流体供給部を備える研削装置の一例を示す。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の3次元斜視図である。

【図5】(A)は本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の内部構造体を仮想的に切断した場合においての流動特性提供部の3次元斜視図であり、(B)は(A)において流動特性提供部から仮想的に突起部を全て除去した状態を示す。

【図6】(A)は流動特性提供部の突起部の間に形成されるV字形溝を示す概念図であり

10

20

30

40

、(B)は突起部の間に形成されるR字形溝を示す概念図であり、(C)は突起部の間に 形成される台形溝を示す概念図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の流動特性提供部の構造を説明する概念図である。

【図8】本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の流動特性提供部を形成する方法の一例を説明する図である。

【図9】本発明の第1の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の流動特性提供部に形成されている溝の効果を説明する概念図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。

【図11】本発明の第2の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。

【図12】本発明の第3の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。

【図13】本発明の第3の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。

【図14】本発明の第4の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。

【図15】本発明の第4の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。

【図16】本発明の第4の実施形態に係る流体供給管の第1の内部構造体の3次元斜視図である。

【図17】本発明の第4の実施形態に係る流体供給管の第2の内部構造体の3次元斜視図である。

【図18】本発明の第4の実施形態に係る流体供給管の第1の内部構造体の流動特性提供 部を形成する方法の一例を説明する図である。

【図19】本発明の第4の実施形態に係る流体供給管の押え板の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

[0016]

本明細書においては、主に本発明を研削装置などの工作機械に適用した実施形態について説明するが、本発明の適用分野はこれに限定されない。本発明は、流体を供給する様々なアプリケーションに適用可能であり、例えば、家庭用のシャワーノズルや流体混合装置、更には水耕栽培装置にも適用可能である。

[0017]

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0018]

図1は本発明が適用された流体供給部を備える研削装置の一実施形態を示す。示されたように、研削装置1は研削刃(砥石)2、被加工物Wを平面の上で移動させるテーブル3、被加工物W又は研削刃2を上下に移動させるコラム(図示を省略)、等を備える研削部4と、流体(即ち、冷却剤)を研削刃2や被加工物Wに供給する流体供給部5とを備える。流体は、例えば、水である。研削刃2は、図示が省略された駆動源により、図1の平面において時計周りに回転駆動され、研削箇所Gでの研削刃2の外周面と被加工物Wとの摩擦によって被加工物Wの表面が研削される。また、図示は省略するが、流体供給部5は流体を貯留するタンクと、上記流体をタンクから流出させるポンプとを備える。

[0019]

流体供給部5は、研削刃2と被加工物Wとに向けて流体を吐き出す吐出口を有するノズル6と、流体に所定の流動特性を与える内部構造体を備える流体供給管Pと、タンクに貯留された流体がポンプにより流入する配管9とを含む。ジョイント部7は、流体供給管Pの流出口側とノズル6とを連結する。ジョイント部8は、流体供給管Pの流入口側と配管9とを連結する。配管9から流体供給管Pに流入する流体は、流体供給管Pの流出口を配置の内部構造体によって所定の流動特性を持つようになり、流体供給管Pの流出口を経てノズル6を通じて研削箇所Gに向かって吐き出される。本発明の多数の実施形態によれば、流体供給管Pを通過した流体はファインバブルを含む。以下、流体供給管Pの様々なは、流体供給管Pを通過した流体はファインバブルを含む。以下、流体供給管Pの様で示すが、流体供給管Pは、以下の実施形態で示すが、について図面を参照して説明する。なお、流体供給管Pは、以下の実施形態で示す通りの管形状のものに限定されず、任意の外形形状の収納体を用いることは可能である。ただし、収納体の内側面、つまり内部構造体との間で流体と接する面は、管構造とする

10

20

30

40

20

30

40

50

ことが好ましい。

[0020]

(第1の実施形態)

図2は本発明の第1の実施形態に係る流体供給管100の側面分解図であり、図3は流体供給管100の側面透視図である。図4は流体供給管100の内部構造体140の3次元斜視図である。図2及び図3に示されたように、流体供給管100は管本体110と内部構造体140とを含む。図2及び図3において、流体は流入口111から流出口112側へ流れる。

[0021]

管本体 1 1 0 は、その内部空間に内部構造体 1 4 0 を収納するための収納体として機能する。管本体 1 1 0 は、流入側部材 1 2 0 と、流出側部材 1 3 0 から構成される。流入側部材 1 2 0 と流出側部材 1 3 0 から構成される。流入側部材 1 2 0 と流出側部材 1 3 0 とは、円筒形の中が空いている管の形態を有する。流入側部材 1 2 0 は、一端部に所定の直径の流入口 1 1 1 を有し、他の端部側には流出側部材 1 3 0 との接続のために内周面をねじ加工することによって形成された雌ねじ 1 2 6 を備える。流入口 1 1 1 の側には連結部 1 2 2 が形成されており、連結部 1 2 2 はジョイント部 8 (図 1 参照)と結合される。例えば、連結部 1 2 2 の内周面に形成された雌ねじとジョイント部 8 の端部の外周面に形成された雄ねじとのねじ結合により、流入側部材 1 2 0 と可端部の内径、即ち、流入口 1 1 1 の内径と雌ねじ 1 2 6 との内径とが違い、流入口 1 1 1 の内径が雌ねじ 1 2 6 の内径より小さい。流入口 1 1 1 と雌ねじ 1 2 6 との間にはテーパー部 1 2 4 が形成されている。本発明はこの構成に限定されず、流入側部材 1 2 0 は両端部の内径が同一であってもよい。

[0022]

流出側部材130は、一端部に所定の直径の流出口112を有し、他の端部側には流入側部材120との接続のために外周面をねじ加工することによって形成された雄ねじ132を備える。流出側部材130の雄ねじ132の外周面の直径は流入側部材120の雌ねじ126の内径と同一である。流出口112の側には連結部138が形成されており、連結部138はジョイント部7(図1参照)と結合される。例えば、連結部138の内周に形成された雌ねじとジョイント部7の端部の外周面に形成された雄ねじとのねじ結部により、流出側部材130とジョイント部7とが連結される。雄ねじ132と連結部138との間には筒形部134及びテーパー部136が形成される。本実施形態においては、流出側部材130は両端部の内径、即ち、流出口112の内径と雄ねじ132の内径とが違い、流出口112の内径が確ねじ132の内径より小さい。本発明はこの構成に限定されず、流出側部材130は両端部の内径が同一であってもよい。流入側部材120の一端部の内周面の雌ねじ126と流出側部材130とが連結されることで管本体110が形成される。

[0023]

一方、管本体110の上記構成は一つの実施形態に過ぎず、本発明は上記構成に限定されない。例えば、流入側部材120と流出側部材130との連結は上記のねじ結合に限定されず、当業者に知られた機械部品の結合方法はどれでも適用可能である。また、流入側部材120と流出側部材130との形態は、図2及び図3の形態に限定されず、設計者が任意に選択したり、流体供給管100の用途によって変更したりすることができる。流入側部材120又は流出側部材130は、例えば、スチールのような金属、又はプラスチックから成る。図2及び図3を一緒に参照すれば、流体供給管100は、内部構造体140を流出側部材130に収納した後に、流出側部材130の外周面の雄ねじ132と流入側部材120の内周面の雌ねじ126とを結合させることによって構成されることが理解される。

[0024]

内部構造体140は、例えば、スチールのような金属からなる円柱部材を加工する方法

20

30

40

50

又はプラスチックを成形する方法等によって形成される。図2及び図4に示されたように、本実施形態の内部構造体140は、上流側から下流側に向けて、断面が円形の共通の軸部材141の上に一体化して形成されている渦巻発生部143と、流動特性提供部145とを含む。渦巻発生部143及び流動特性提供部145のそれぞれは、例えば、一つの円柱部材の一部を加工することにより形成される。

[0025]

渦巻発生部143は、管本体110に内部構造体140が収納された際に管本体110 の上流側に位置する内部構造体140の頭部の一部又は全部に対応する。図4に示された ように、渦巻発生部143は、円形の断面を有し軸部材141の長さ方向に沿って直径が 一定した軸部141-1と、3個の螺旋状に形成された翼143-1、143-2、14 3 - 3 とを含む。図 2 に示されたように、本実施形態において、渦巻発生部 1 4 3 の軸部 141-1の長さ11は軸部141-2の長さ12よりは長くて、流動特性提供部145 の軸部141-3の長さ13よりは短い。渦巻発生部143の翼143-1、143-2 及び143-3の各々は、その先端が軸部141-1の円周方向に互いに120°ずつ ずらされており、軸部141-1の一端から他端まで外周面に所定の間隔をあけて反時計 まわりに螺旋状に形成されている。本実施形態では翼の個数を3個にしたが、本発明はこ のような実施形態に限定されない。また、渦巻発生部143の翼143・1、143・2 、及び143-3の形態は、流体が各翼の間を通過する間に渦巻流を起こすことができる 形態であれば特に制限されない。一方、本実施形態では、渦巻発生部143は、内部構造 体 1 4 0 を管本体 1 1 0 に収納した時に、管本体 1 1 0 の流出側部材 1 3 0 の筒形部 1 3 4の内周面に近接する程度の外径を有する。なお、ある実施形態によれば、渦巻発生部1 4 3 が無くてもよい。その場合は、軸部材 1 4 1 は、流動特性提供部 1 4 5 のみ、或いは 他の機能を有する部分を上流側或いは下流側に備えたものであってもよい。このような様 々な変形は後述する他の実施形態にも同様に適用可能である。

[0026]

流動特性提供部145は、渦巻発生部143より下流側に形成され、内部構造体140のボディー部の一部又は全部に対応する。図2及び図4に示されたように、流動特性提供部145は、円形の断面を有し軸部材141の長さ方向に沿って直径が一定した軸部141・3と、軸部141・3の外周面から突出した複数の突起部(凸部)145pとを含む。本実施形態において、流動特性提供部145の軸部141・3の直径は、渦巻発生部143の軸部141・1及び軸部141・2の直径より大きい。従って、渦巻発生部143に流入する流量が十分に確保され、渦巻発生部143による流体の旋回力が十分に大きくなる。そして、渦巻発生部143から流動特性提供部145に流れる間、流路の断面積が急激に小さくなって流体の流動特性を変化させる。また、渦巻発生部143と流動特性提供部145との間には、直径の差によって段差が存在し、流動特性提供部145の複数の突起部145pの間には流体を誘い込むための溝が形成されている。

[0027]

図5(A)は、本実施形態に係る内部構造体140の軸部材141の中心軸に対して直交する方向に軸部141-2と軸部141-3との境界で内部構造体140を仮想的に切断した場合において、流動特性提供部145の3次元斜視図である。図5(B)は図5(A)において仮想的に突起部145pを全て除去した状態を示す。図5(A)に示されたように、流動特性提供部145にはそれぞれが菱形の断面を有する柱形をしている複数の突起部145pが網状に形成されている。それぞれの菱形突起部145pは、軸部141-3の表面から半径方向に外側に向かって突出した形態になるように、例えば、円柱部材の外周面を研削加工することによって形成される。また、図5(B)に示されたように、流動特性提供部145の軸部141-3の月りに沿って螺旋状につながるある深さをもった複数の溝(本例においては、12個)が形成される。それぞれの溝は流動特性提供部145の上流側において流体を誘い込むための誘い込み流路として機能する。図5(A)及び図5(B)には溝がV字形である実施形態を示しているが、溝の形態はこの実施形態に限

20

30

40

50

定されない。図6(A)乃至図6(C)は溝の様々な形態を例示する。図6(A)はV字形に加工された溝の断面を示す概念図であり、図6(B)はR字形に加工された溝の断面を示す概念図であり、図6(C)は台形に加工された溝の断面を示す概念図である。他の多角形の形態に溝を加工することも可能である。また、溝の個数は12個に限定されない。このような様々な変形は後述する他の実施形態にも同様に適用可能である。

[0028]

図7は本実施形態に係る流動特性提供部145の突起部145pと、誘い込み流路14 5 r を含みそれに連なる流路に形成される溝の構造を説明する図である。図 7 に示された 実施形態において、溝はV字形に形成されている。渦巻発生部143の軸部141-1及 び軸部 1 4 1 - 2 の半径 R 1 は流動特性提供部 1 4 5 の軸部 1 4 1 - 3 の半径 R 2 より小 さい。溝の深さ(高さ)h2は(R2-R1)に決まり、これによって渦巻発生部143 と流動特性提供部145の軸部の直径の差による段差にも関わらず(即ち、直径の差が相 殺されて)渦巻発生部143を過ぎた流体が流動特性提供部145にうまく誘導される。 突起部 1 4 5 p の高さは h 1 であり、流動特性提供部 1 4 5 の半径 R 3 は (R 2 + h 1) に決まる。図2と図7、そして、他の実施形態に関する図10、12、14にも表示され ている破線Bは溝の底面(例えば、V字の頂点)の位置を示す。しかし、本発明はこの実 施形態に限定されない。溝の深さはR1とR2との差を完全に又は部分的に相殺して流体 が渦巻発生部143から流動特性提供部145にうまく誘い込まれることができる程度で あれば良い。他の実施形態では、軸部141-2と軸部141-3の境界、即ち、流動特 性提供部145の先端においては溝の深さが(R2-R1)であり、漸次深さが浅くなっ て所定の地点では深さが0になるように誘い込み流路が形成される。換言すれば、誘い込 み流路がテーパー状になるように流動特性提供部145の先端から所定の地点まで形成さ れる。このような様々な変形は後述する他の実施形態にも同様に適用可能である。

[0029]

図8は本実施形態に係る菱形突起部145pと誘い込み流路145rを含む溝との形成 方法の一例を示す。図8に示されたように、円柱部材の長さ方向に対して90度の方向に 一定の間隔を持つ複数のラインと、上記長さ方向に対して所定の角度(例えば、60度) に傾いた一定の間隔のラインを交差させ、90度の方向のラインの間を一回ずつ飛ばして h 1 の深さほどに研削すると共に、傾いたラインの間を一回ずつ飛ばして(h 1 + h 2) の深さほどに、V字形に研削する(図7参照)。このようにして、軸部141-3の外周 面から突出した複数の菱形突起部145pが上下(円周方向)、左右(軸部141-3の 長さ方向)に一つずつ飛ばして規則的に形成される。また、傾いたラインに沿って軸部1 4 1 - 3 の外周面に深さが h 2 である複数の誘い込み流路及びそれに連なる溝が形成され る。本実施形態において、流動特性提供部145は、内部構造体140を管本体110に 収納した時に、管本体110の流出側部材130の筒形部134の内周面に近接する程度 の外径を有する。なお、複数の突起部145pの形状は、上述の菱形突起でなくても良く (例えば、三角形、多角形、その他)、その配列も図8から適宜(角度、幅など)変更で きる。この変更は、以下に説明する他の実施形態においても同様に適用可能である。加え て、上記説明では、菱形突起部145pと誘い込み流路145r及びそれに連なる溝を研 削加工で製作すると説明したが、研削加工に代えて切削加工、旋削加工、エンドミル加工 等を単独で、或いは、組み合わせて行うことで、時間短縮が図れることもできる。この加 工方法は、他の形態の突起部、他の形態の誘い込み流路及びそれに連なる溝、そして後述 する他の実施形態にも同様に適用可能である。

[0030]

図9は本実施形態に係る流動特性提供部145に形成されている溝の効果を説明する概念図である。特開2004-33962号に開示されているもの等の従来技術では突起部の間の流路が図9の上側に示された形態を有する。流路の底面と流体との摩擦が流体の流れを害して、流路の底に行けば行くほど流速が遅くなる。渦巻発生部と流動特性提供部との間の軸部の直径の差によって段差が存在する場合には、流路の底部での流速が鈍化が一層激しくなる。流速の鈍化は後述する流動特性提供部145での流体の特性の変化を低下

20

30

40

50

させるので好ましくない。これに対して、本発明の多数の実施形態によれば、図9の下側に示されたように突起部の間に誘い込み流路及びその後の突起部の間の流路に設けられた溝が形成される。上述したように、誘い込み流路やその後の溝は流動特性提供部の軸部の外周面に形成されているV字形、R字形、台形、又は、他の多角形の溝である。この構造によって、流路の底でも流速が遅くならなく流体の流れが改善される。すなわち、突起部の間に形成されている12列の誘い込み流路が渦巻発生部143と流動特性提供部145との軸部の半径の差に起因する段差を解消し、上流側から下流側に連続して誘い込み流路に連なる溝によって、流速の鈍化を防止するので、渦巻発生部143と軸部141・2から流動特性提供部145に流体がうまく誘い込まれるとともに、良好な流速を流動特性提供部145全体において保つ。

[0031]

本実施形態では、図2に示されたように、渦巻発生部143の軸部141-1の直径と、軸部141-2の直径とが同一である。また、流動特性提供部145の軸部141-3の長さ13は渦巻発生部143の軸部141-1の長さ11より長くて、軸部141-2の長さ12より長い。しかし、本発明はこの実施形態に限定されない。例えば、軸部141-2の一部又は全部が直径が漸次増加するようにテーパー状になっても良い。

なお、本実施形態では、図8の長さ方向に対して60度の角度をもつ螺旋状の流路のみに溝を形成することとしたが、90度の角度を持つ円形状の流路(閉路)についても、溝を形成してもよいことは勿論である。このことは、後述する他の実施形態においても同様に適用できる。

[0032]

以下、流体が流体供給管100を通過する間の流動について説明する。インペラ(羽根車)が右折又は左折する電動ポンプによって配管9(図1参照)を経て流入口1111を通じて流入された流体は、渦巻発生部143の螺旋状に形成された3個の翼143-1乃至143-3の間を通過して行く。流体は渦巻発生部143の各翼によって強烈な渦巻流になって、軸部141-2を過ぎて流動特性提供部145に送られる。

[0033]

そして、流体は流動特性提供部145の複数の菱形突起部145pの間を通り過ぎる。上記のように、突起部145pの間には複数の誘い込み流路145rが形成されているので、軸部141-2から流動特性提供部145の軸部141-3への段差が解消されて渦巻発生部143で発生した渦巻流を流動特性提供部145に誘い込む効果が向上し、誘い込み流路145rを含み、それに連なる溝によって流動特性提供部145における流体の流れが円滑になる。複数の菱形突起部145pは複数の狭い流路を形成する。流体が複数の菱形突起部145pによって形成された複数の狭い流路を通過することで、多数の微小な渦を発生させる。このような現象によって、流体の混合及び拡散を誘発する。流動特性提供部145の上記構造は、異なる性質を有する二つ以上の流体を混合する場合にも有用である。

[0034]

また、内部構造体 1 4 0 は、流体が断面積が大きい上流側(渦巻発生部 1 4 3) から断面積が小さい下流側(流動特性提供部 1 4 5 の複数の菱形突起部 1 4 5 p の間に形成された流路)へ流れるようにする構造を有する。この構造は以下に説明するように流体の静圧力(s t a t i c p r e s s u r e) を変化させる。流体に外部エネルギーが加えられない状態での圧力、速度、及び位置エネルギーの関係は次のようなベルヌーイ方程式として表される。

 $p + \frac{\rho v^2}{2} + gh\rho = k$

ここで、 p は流線内の一点での圧力、 は流体の密度、 はその点での流動の速度、 g は重力加速度、 h は基準面に対するその点の高さ、 k は定数である。上記方程式として表

20

30

40

50

現されるベルヌーイ定理は、エネルギー保存法則を流体に適用したものであり、流れる流体に対して流線上ですべての形態のエネルギーの合計はいつも一定であるということを説明する。ベルヌーイ定理によると、断面積が大きい上流では、流体の速度が遅くて静圧は高い。これに対して、断面積が小さい下流では、流体の速度が速くなり静圧は低くなる。

[0035]

流体が液体である場合、低くなった静圧が液体の飽和蒸気圧に到達すると液体の気化が 始まる。このようにほぼ同一の温度において静圧がきわめて短い時間内に飽和蒸気圧より 低くなって(水の場合、3000-4000Pa)液体が急激に気化する現象をキャビテ ーション(cavitation)と称する。本発明の流体供給管100の内部構造はこ のようなキャビテーション現象を誘発する。キャビテーション現象によって液体のうちに 存在する100ミクロン以下の微小な気泡核を核として液体が沸騰したり溶存気体の遊離 によって小さい気泡が多数生じる。すなわち、流体が流動特性提供部145を通じながら 多数のファインバブルが発生する。特に、本実施形態において、流動特性提供部145の 軸部141-3の直径が渦巻発生部143の軸部141-1の直径より大きいので、流体 が渦巻発生部143から流動特性提供部145に流れる間に流路が急激に狭くなり、その 結果、上述したキャビテーション現象が一層増幅される。更に、流動特性提供部145に 複数の誘い込み流路145r或いは更にそれに連なる溝を形成することで、上記の直径の 差による段差を解消して渦巻発生部143から流動特性提供部145に流体をうまく誘い 込むことができる。また、図9に関連して説明したように、誘い込み流路145r或いは 更にそれに連なる溝はその底部で流速が遅くならないように形成されるので、流動特性提 供部145での流動を最適化することができる。

[0036]

そして、水の場合、1つの水分子が他の4個の水分子と水素結合を形成でき、この水素結合ネットワークを破壊することは容易ではない。そのために、水は水素結合を形成しない他の液体に比べて沸点や融点が非常に高いし、高い粘度を示す。水の沸点が高い性質は優秀な冷却効果をもたらすので、研削等を行う加工装置の冷却水として頻繁に用いられるが、水分子の大きさが大きくて加工箇所への浸透性や潤滑性は良くないという問題がある。そこで、通常は水でない特殊な潤滑油(即ち、切削油)を単独に、又は、水と混合して用いる場合も多い。ところで、本発明の供給管を用いれば、上記したキャビテーション現象によって水の気化が起き、その結果、水の水素結合ネットワークが破壊されて粘度が低くなる。また、気化によって発生するファインバブルは浸透性及び潤滑性を向上させる。浸透性の向上は結果的に冷却効率を増加させる。従って、本発明によると、特殊な潤滑油を使うこと無しに、水だけを用いても加工品質、即ち、工作機械の性能を向上させることができる。

[0037]

流動特性提供部145を通過した流体は内部構造体140の端部に向かって流れる。流動特性提供部145の複数の狭い流路から流出側部材130のテーパー部136へ流れれば流路が急激に広くなる。流体は流出口112を通じて流出され、ノズル6を通じて研削箇所Gに向かって吐き出される。流体がノズル6を通じて吐き出される時に、流動特性提供部145で発生した多数のファインバブルが大気圧に露出し、研削刃2と被加工物Wにぶつかってバブルがこわれたり爆発したりして消滅する。このようにバブルが消滅する過程で発生する振動及び衝撃は、研削箇所Gで発生するスラッジや切りくずを効果的に除去する。換言すれば、ファインバブルが消滅しながら研削箇所Gの周囲の洗浄効果を向上させる。

[0038]

本発明の流体供給管 1 0 0 を工作機械等の流体供給部に設けることによって、研削刃と被加工物とで発生する熱を従来に比べてより効果的に冷却させることができ、浸透性及び潤滑性が良くなって加工精度を向上させることができる。また、被加工物の切りくずを加工箇所から効果的に除去することで、切削刃等の工具の寿命を延長させ、工具の取換えのために消耗する費用を節減することができる。

[0039]

尚、本実施形態では、1つの部材を加工して内部構造体140の渦巻発生部143と、流動特性提供部145とを形成するので、内部構造体140が一体化した1つの部品として製造される。従って、内部構造体140を流出側部材130の内部に収納した後に、流出側部材130と流入側部材120とを結合(例えば、流出側部材130の雄ねじ132と流入側部材120の雌ねじ126とのねじ結合による)する簡単な工程だけで、流体供給管100を製造することができる。また、渦巻発生部143と流動特性提供部145との位置合わせや寸法のマッチングに大きく注意しなくても良いので、加工や組み立てに必要な時間及び費用を節減することができる。

[0040]

本発明の一実施形態の流体供給管は、研削装置、切削装置、ドリル、等の様々な工作機械においての加工液供給部に適用可能である。また、2つ以上の流体(液体と液体、液体と気体、又は、気体と気体等)を混合する装置にも効果的に利用することができる。例えば、この流体供給管を燃焼エンジンに適用すれば、燃料と空気とが十分に混ざり合うことによって燃焼効率が向上する。また、この流体供給管を洗浄装置に適用すれば、通常の洗浄装置に比べて洗浄効果をより向上させることができる。更には、水耕栽培装置にこの流体供給管を用いて、供給水の溶存酸素を増加させて、水中の酸素量(溶存酸素濃度)を維持又は上昇させることにも利用できる。

[0041]

(第2の実施形態)

次に、図10及び図11を参照して本発明の第2の実施形態に係る流体供給管200について説明する。第1の実施形態と同一の構成については説明を省略し、差のある部分を詳細に説明する。第1の実施形態の構成要素と同一の構成要素に対しては同一の図面符号を使う。図10は第2の実施形態に係る流体供給管200の側面分解図であり、図11は流体供給管200の側面透視図である。図10及び図11に示されたように、流体供給管200は管本体110と内部構造体240とを含む。第2の実施形態の管本体110は第1の実施形態のものと同一であるので、その説明を省略する。図10及び図11において、流体は流入口111から流出口112側へ流れる。図11に示されたように、流体供給管200は、内部構造体240を流出側部材130に収納した後に、流出側部材130の外周面の雄ねじ132と流入側部材120の内周面の雌ねじ126とを結合することで構成される。

[0042]

第2の実施形態の内部構造体240は、上流側から下流側に向かって、断面が円形の共通の軸部材241の上に一体化して形成されている流体拡散部242と、渦巻発生部243と、流動特性提供部245と、誘導部250とを含む。例えば、内部構造体240は一つの円柱形態の部材を加工して形成される。本実施形態において、軸部材241は渦巻発生部243の軸部241-1と、軸部241-2とにおいて同一の直径を有する。流動特性提供部245の軸部241-1及び軸部241-2の直径より大きい。破線Bは流動特性提供部245に形成されている溝(V字形、R字形、台形、多角形、等)の底面(頂点)の位置を示す。渦巻発生部243及び流動特性提供部245のそれぞれは、第1の実施形態の渦巻発生部143及び流動特性提供部145のそれぞれと同様の構造を有し、同様の方法で形成することができる。

[0043]

本実施形態において、流体拡散部242は円錐の形態を有し、例えば、円柱部材の一端部を円錐の形態に加工することで形成される。流体拡散部242は流入口1111を経て流入側部材120に流入する流体を管の中心部から外側へ、即ち、半径方向へ拡散させる。流体拡散部242は、内部構造体240が管本体110に収納されたときは、流入側部材120のテーパー部124に対応する位置にある(図10及び図11参照)。本実施形態においては流体拡散部242が円錐の形態を有するが、本発明はこの実施形態に限定されない。他の実施形態では、流体拡散部242がドームの形態を有する。その他、先端の一

10

20

30

40

20

30

40

50

点から徐々に同心円的に拡大する形状であればよい。更に他の実施形態では、内部構造体240が流体拡散部を備えない。これらの変形は以下に説明する他の実施形態においても同様に適用可能である。

[0044]

渦巻発生部243は、管本体110に内部構造体240が収納された際に管本体110の上流側に位置する内部構造体240の頭部の一部又は全部に対応する。渦巻発生部243の軸部241-1の長さm2は流体拡散部242の長さm1よりは長くて、流動特性提供部245の軸部241-2の長さm4よりは短い。渦巻発生部243と流動特性提供部245との間の軸部241-2の長さm3は流体拡散部242の長さm1より短い。また、流体拡散部242の断面積が最大である部分の直径は渦巻発生部243の軸部241-1の直径と同一である。他の実施形態では、流体拡散部242の断面積が最大である部分の直径が軸部241-1の直径より大きい。この場合にも、流体拡散部242の断面積が最大である部分の半径は渦巻発生部243の半径(渦巻発生部243の軸部241-1の中心から各翼の先端までの距離)より小さいことが好ましい。これらの変形は後述する他の実施形態にも同様に適用可能である。

[0045]

流体供給管200に流入した流体は流体拡散部242により拡散されて渦巻発生部243の翼の間を通過して行く。渦巻発生部243は、円形の断面を有し軸部材241の長さ方向に沿って直径が一定した軸部241-1と、3個の螺旋状に形成された翼とを含む。流体拡散部242は配管9を通じて流入された流体が効果的に渦巻発生部243の翼の間に進入するように流体を誘導する作用を行う。流体は渦巻発生部243の各翼によって強烈な渦巻流になって、軸部241-2を過ぎて流動特性提供部245に送られる。

[0046]

第1の実施形態と同様に、流動特性提供部245は、円形の断面を有し軸部材241の 長さ方向に沿って直径が一定した軸部241-3と、軸部241-3の外周面から突出し た複数の突起部(凸部)とを含む。流動特性提供部245は、渦巻発生部243より下流 側に位置し、内部構造体240のボディー部の一部又は全部に対応する。本実施形態にお いて、流動特性提供部245の軸部241-3の直径は、渦巻発生部243の軸部241 - 1 及び軸部 2 4 1 - 2 の直径より大きい。軸部 2 4 1 - 3 の外周面には先端から末端ま で軸部241-3の周りに沿って螺旋状につながる複数の溝が形成される。これらの溝は V字形(図6(A)参照)、R字形(図6(B)参照)、台形(図6(C)参照)、多角 形、等の形態をしており、複数の突起部の間に流体を誘い込むための誘い込み流路及びそ れに連なる溝を形成する。この構造によって、渦巻発生部243に流入する流量が十分に 確保され、渦巻発生部243による流体の旋回力が十分に大きくなる。そして、渦巻発生 部243から流動特性提供部245に流れる間流路の断面積が急激に小さくなって、流動 特性提供部245によるキャビテーション現象が増幅され、ファインバブル発生の効果が 増大する。渦巻発生部243と流動特性提供部245との軸部の直径の差による段差が存 在しているにも関わらず、誘い込み流路により流体が流動特性提供部245にうまく誘い 込まれ、その後の溝によって、流体の流速も良好に保たれる。

[0047]

そして、流体は流動特性提供部 2 4 5 の複数の突起部によって形成された複数の狭い流路から流出側部材 1 3 0 のテーパー部 1 3 6 へ流れるので流路が急激に広くなる。このとき内部構造体 2 4 0 の誘導部 2 5 0 のドーム形の曲面によってコアンダ(Coanda)効果が発生する。コアンダ効果は、流体を曲面の周囲で流せば流体と曲面との間の圧力低下によって流体が曲面に吸い寄せられることによって流体が曲面に沿って流れる現象を称する。このようなコアンダ効果によって、流体は誘導部 2 5 0 の表面に沿って流れるように誘導される。ドーム形態の誘導部 2 5 0 によって中心に向かって誘導された流体はテーパー部 1 3 6 を過ぎて流出口 1 1 2 を通じて吐き出される。また、流動特性提供部によって生成されるファインバブルは、通常の技術に比べて流体の冷却機能及び洗浄効果を向上

させる。

[0048]

誘導部250は、例えば、円柱部材の下流側の端部をドーム形に加工して形成される。 誘導部250は、上記のように、流体供給管200の内部を流れる流体を管の中心に向かって誘導することで、流体が円滑に流出口112を通じて吐き出されるようにする。しかし、本発明はこの実施形態に限定されない。他の実施形態においては、誘導部250が円錐形をしている。更に他の実施形態においては、内部構造体240が誘導部を含まない。これらの変形は後述する他の実施形態にも同様に適用可能である。

[0049]

(第3の実施形態)

次に、図12及び図13を参照して本発明の第3の実施形態に係る流体供給管300について説明する。第1の実施形態と同一の構成については説明を省略し、差のある部分を詳細に説明する。第1の実施形態の構成要素と同一の構成要素に対しては同一の図面符号を使う。図12は第3の実施形態に係る流体供給管300の側面分解図であり、図13は流体供給管300の側面透視図である。

[0050]

図示されたように、流体供給管300は管本体110と内部構造体340とを含む。第3の実施形態の管本体110は第1の実施形態のものと同一であるので、その説明を省略する。図12及び図13において、流体は流入口111から流出口112側へ流れる。図13に示されたように、流体供給管300は、内部構造体340を流出側部材130に収納した後に、流出側部材130の外周面の雄ねじ132と流入側部材120の内周面の雌ねじ126とを結合することで構成される。

[0051]

第3の実施形態の内部構造体340は、上流側から下流側に向かって、断面が円形の共通の軸部材341の上に一体化して形成されている流体拡散部342と、第1の渦巻発生部343と、第1の流動特性提供部345と、第2の渦巻発生部347と、第2の流動特性提供部349と、円錐形の誘導部350とを含む。内部構造体340は、例えば、スチールのような金属からなる円柱部材を加工する方法又はプラスチックを成形する方法等によって形成される。流体拡散部342は第2の実施形態の流体拡散部242と同様の構造を有し、同様の方法で形成することができる。第1の渦巻発生部343は、管本体110に内部構造体340が収納された際に管本体110の上流側に位置する内部構造体340の頭部の一部又は全部に対応する。第1の渦巻発生部343及び第2の渦巻発生部347のそれぞれは第1の実施形態の渦巻発生部143と同様の構造を有し、同様の方法で形成することができる。第1の流動特性提供部349のそれぞれは第1の実施形態の流動特性提供部145と同様の構造を有し(図5(A)及び図5(B)参照)、同様の方法で形成することができる(図8参照)。

[0052]

誘導部 3 5 0 は、例えば、円柱部材の下流側の端部を円錐形に加工して形成される。誘導部 3 5 0 は、流体供給管 3 0 0 の内部を流れる流体を管の中心に向かって誘導することで、流体が円滑に流出口 1 1 2 を通じて吐き出されるようにする。

[0053]

図12に示されたように、第1の流動特性提供部345の軸部の直径が第1の渦巻発生部343の軸部の直径より大きくて、第2の流動特性提供部349の軸部の直径が第2の渦巻発生部347の軸部の直径より大きい。本実施形態において、第1の渦巻発生部343の軸部の直径と、第2の渦巻発生部347の軸部の直径とが同一である。また、第1の流動特性提供部349の軸部の直径とが同一である。これによって、第1の渦巻発生部343と第2の渦巻発生部347に流入する流量を十分に確保することができ、これらによる流体の旋回力が十分に大きくなる。また、第1の渦巻発生部343から第1の流動特性提供部345に、そして、第2の渦巻発生部347から第2の流動特性提供部349に進入する流体の流路が急激に狭くなり、その

10

20

30

40

20

30

40

50

結果キャビテーション現象が増幅される。これは流体供給管300のバブル発生の効果を 増大させ、結果的に流体の冷却機能及び洗浄効果を向上させる。

[0054]

上述したように、第1の流動特性提供部345にはその軸部の先端から末端まで軸部の 周りに沿って螺旋状につながる複数(例えば、8列)の溝が形成される。同様に、第2の 流動特性提供部349にはその軸部の先端から末端まで軸部の周りに沿って螺旋状につな がる複数(例えば、12列)の溝が形成される。第1の流動特性提供部345及び第2の 流動特性提供部349に形成されている各々の溝は流体を誘い込むための誘い込み流路と して機能する。また、第1の流動特性提供部345は第2の流動特性提供部349に比べ てはるかに少ない数の菱形突起部を有し、菱形突起部の間の間隔がもっと広い。従って、 第1の流動特性提供部345の複数の菱形突起部の間に螺旋状に形成される流路は、第2 の流動特性提供部349の複数の菱形突起部の間に螺旋状に形成される流路に比べて広く て、第1の流動特性提供部345の複数の菱形突起部の間の流路の個数は第2の流動特性 提供部349の複数の菱形突起部の間の流路の個数より少ない。これによって、第2の流 動特性提供部349で、すなわち、流出口側で流体の流動特性の変化(例えば、キャビテ ーション効果によるファインバブルの発生)が更に強く起きる。この構造は加工の費用を 節減すると共に、流出口側に位置した複数の菱形突起部による流体の流動特性の強力な変 化によって流体の冷却機能及び洗浄効果を向上させる。しかし、本発明はこの実施形態に 限定されない。例えば、第1の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部349との 中でいずれか一つのみに誘い込み流路或いは更にそれに連なる溝が形成されても良い。こ の場合、誘い込み流路や溝の形成されていない流動特性提供部の軸部の直径がそれより上 流側に位置した渦巻発生部の軸部の直径と同一であったり、渦巻発生部と流動特性提供部 との間の軸部がテーパー状になったりすることが好ましい。また、第1の流動特性提供部 345の菱形突起部の個数と第2の流動特性提供部349の菱形突起部の個数とが同一で あっても良い。或いは、第1の流動特性提供部345の菱形突起部の間の間隔と第2の流 動特性提供部349の菱形突起部の間の間隔とが同一であっても良い。

[0055]

図12の破線Bは溝の底面(例えば、V字の頂点)の位置を示す。本実施形態において 、溝の深さは第1の流動特性提供部345及び第2の流動特性提供部349の軸部の半径 と第1の渦巻発生部343及び第2の渦巻発生部347の軸部の半径の差として決まる。 これにより、第1の渦巻発生部343と第1の流動特性提供部345との軸部の半径の差 、そして、第2の渦巻発生部347と第2の流動特性提供部349との軸部の半径の差に よる段差にも関わらず(即ち、半径の差が相殺されて)、流体が第1の流動特性提供部3 45及び第2の流動特性提供部349にうまく誘導される。さらに、それに連なる溝によ って、流体は適切な流速を保つことができる。しかし、本発明はこの実施形態に限定され ない。溝の深さは軸部の直径の差を完全に又は部分的に相殺して、流体が第1の渦巻発生 部 3 4 3 から第 1 の流動特性提供部 3 4 5 に、第 2 の渦巻発生部 3 4 7 から第 2 の流動特 性提供部349にうまく誘導されることができる程度であれば良い。更に他の実施形態で は、第1の流動特性提供部345の先端においては溝の深さが(第1の流動特性提供部3 45の軸部の半径 - 第1の渦巻発生部343の軸部の半径)であり、漸次深さが浅くなっ て所定の地点では深さが0になるように誘い込み流路が形成される。換言すれば、誘い込 み流路がテーパー状になるように第1の流動特性提供部345の先端から所定の地点まで 形成される。このような様々な変形は本実施形態の第2の流動特性提供部349及び他の 実施形態にも同様に適用可能である。

[0056]

本実施形態では流体拡散部342が円錐形をしているが、本発明はこの実施形態に限定されない。他の実施形態においては、流体拡散部342がドームの形態を有する。更に他の実施形態では、内部構造体340が流体拡散部を含まない。また、本実施形態では誘導部350が円錐形をしているが、本発明はこの実施形態に限定されない。他の実施形態においては、誘導部350はドームの形態を有する。更に他の実施形態においては、内部構

20

30

40

50

造体340が誘導部を含まない。

[0057]

以下、流体供給管300の内においての流体の流動について説明する。配管9(図1参照)を経て流入口1111に流入した流体は、流入側部材120のテーパー部124の空間を過ぎて流体拡散部342にぶつかり、流体供給管300の中心から外側に向かって(即ち、半径方向へ)拡散される。拡散された流体は第1の渦巻発生部343の螺旋状に形成された3個の翼の間を通過しながら強烈な渦巻流になって、第1の流動特性提供部345のもは第1の流動特性提供部345の軸部の直径が第1の流動特性提供部345の軸部の直径が第1の流動特性提供部345の軸部の直径が第1の流動特性提供部345に流れる間に流路が急激に狭くなる。一方、第1の渦巻発生部343と第1の流動特性提供部345に表の差による段差にも関わらず、第1の流動特性提供部345に分まく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって、第1の流動特性提供部345に分まく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって、第1の流動特性提供部345に分まく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって流体が第1の流動特性提供部345に分まく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって流体が第1の流動特性提供部345に分まく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって、第1の流動特性提供部345に分まく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって、第1の流動特性提供部345に対いて、流路の底においても流速が大きく低下しない。このような第1の流動特性提供部345の構造によって流体に多数の微小な渦が発生するとともに、キャビテーション現象が起こり、その結果ファインバブルが発生する。

[0058]

次に、流体は第2の渦巻発生部347の螺旋状に形成された3個の翼の間を通過しながら強烈な渦巻流になる。第2の渦巻発生部347の軸部の直径は第1の流動特性提供部345の軸部の直径より小さいので、第2の渦巻発生部347に流入する流量が十分に確保され第2の渦巻発生部347による流体の旋回力が十分に大きくなる。この渦巻流は第2の流動特性提供部349に送られる。第2の流動特性提供部349の軸部の直径が第2の渦巻発生部347から第2の流動特性提供部349に流れる間に流路が急激に狭くなる。一方、第2の渦巻発生部347から第2の流動特性提供部349に形成されている複数の誘い込み流路により流体が第2の流動特性提供部349にうまく誘導されるだけでなく、それに連なる溝によって、第2の流動特性提供部349全体において、流路の底においても流速が大きく低下しない。上記の構造によって流体に多数の微小な渦が発生するとともに、キャビテーション現象が起こり、その結果ファインバブルが発生する。

[0059]

第2の流動特性提供部349を通過した流体は内部構造体340の端部に向かって流れ、誘導部350の表面に沿って管の中心に誘導される。そして、流体はテーパー部136を過ぎて流出口112を通じて流出される。内部構造体340の上記構成によれば、第1の渦巻発生部343と第2の渦巻発生部347とに流入する流量を十分に確保することができ、これらによる流体の旋回力が十分に大きくなる。また、第1の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部345と第2の流動特性提供部2つの渦巻発生部と2つの流動特性提供部とによって、流出口112を通じて被加ている2つの渦巻発生部と2つの流動特性提供部とによって、流出口112を通じて被加て物ツと研削刃2とに噴射される流体に多数のファインバブルが含まれる。上述のよって初ツと研削刃2とに噴射される流体に多数のファインバブルは流体の浸透性及び潤滑性を高めて、冷却機能及び洗浄効果を向上さる内部構造体340によって発生する渦巻流は混合及び拡散を誘発して、他の性質を有する二種類以上の流体を混合する場合にも有用である。

[0060]

本実施形態では内部構造体が2個の渦巻発生部と2個の流動特性提供部とを備えるが、3個以上の渦巻発生部と3個以上の流動特性提供部とを備える実施形態も可能である。この場合、軸部材は、全ての流動特性提供部においてその上流側の渦巻発生部より大きい直

20

30

40

50

径を有し、全ての流動特性提供部に誘い込み流路及びそれに連なる溝が形成されても良い。或いは、一つの流動特性提供部のみ(例えば、最も下流側の流動特性提供部)がその上流側の渦巻発生部より大きい直径を有し、上記一つの流動特性提供部のみに誘い込み流路或いは更にそれに連なる溝が形成されても良い。

[0061]

(第4の実施形態)

次に、図14乃至図17を参照して本発明の第4の実施形態に係る流体供給管400について説明する。第1の実施形態と同一の構成については説明を省略し、差のある部分を詳細に説明する。第1の実施形態の構成要素と同一の構成要素に対しては同一の図面符号を使う。図14は第4の実施形態に係る流体供給管400の側面分解図であり、図15は流体供給管400の側面透視図である。図16は流体供給管400の第1の内部構造体440の3次元斜視図であり、図17は流体供給管400の第2の内部構造体460の3次元斜視図である。第4の実施形態の管本体110は第1の実施形態のものと同一であるので、その説明を省略する。図14及び図15において、流体は流入口111から流出口112側へ流れる。

[0062]

流体供給管400は、管本体110に収納される中空軸タイプの第2の内部構造体460と、第2の内部構造体460の中空部に収納される第1の内部構造体440とを含む。流体供給管400は、第2の内部構造体460の中空部に第1の内部構造体440を入れた後、その状態でこれらを流出側部材130に収納し、第2の内部構造体460の先頭に押え板480を置いた状態で、流出側部材130の外周面の雄ねじ132と流入側部材120の内周面の雌ねじ126とを結合させることによって構成されることが理解される。流入口111を通じて流入される流体は、第2の内部構造体460の中空部と、流出側部材130の内部とに分かれて流れる。

[0063]

第1の内部構造体440は、例えば、スチールのような金属からなった円柱部材を加工する方法又はプラスチックを成形する方法等によって形成される。図14及び図16に示されたように、第1の内部構造体440は、上流側から下流側に向けて、断面が円形の共通の軸部材441の上に一体化して形成されている流体拡散部442と、第1の渦巻発生部443が、第1の内部構造体440の頭部の一部又は全部に対応し、第1の流動特性提供部445が、第1の内部構造体440のボディー部の一部又は全部に対応する。頭部は管本体110の上流側に位置する。円柱部材を加工して第1の内部構造体440が収納された際に管本体110の上流側に位置し、ボディー部は頭部の下流側に位置する。円柱部材を加工して第1の内部構造体440を制作する場合、流体拡散部442は上記円柱部材の一端部を円錐の形態に加工することで形成することができる。流体拡散部442は流入口111を経て流入側部材120に流入される流体を管の中心部から外側へ、即ち、半径方向に拡散させる。本実施形態においては、流体拡散部442が円錐の形態を有するが、本発明はこの実施形態に限定されなく、流体拡散部442は他の形態を有するが、本発明はこの実施形態に限定されなく、流体拡散部442は他の形態を有する。一実施形態では、流体拡散部442はドームの形態を有する。

[0064]

第1の内部構造体 4 4 0 の第1の渦巻発生部 4 4 3 は、第1の実施形態の渦巻発生部 1 4 3 と同様の構造を有し、同様の方法で形成することができる。第1の渦巻発生部 4 4 3 は円形の断面を有し軸部材 4 4 1 の長さ方向に沿って直径が一定した軸部と、3個の螺旋状に形成された翼とを含む。本実施形態において、第1の渦巻発生部 4 4 3 の長さは流体拡散部 4 4 2 の長さよりは長くて、第1の流動特性提供部 4 4 5 の長さよりは短い。また、流体拡散部 4 4 2 の断面積が最大である部分の半径は第1の渦巻発生部 4 4 3 の軸部の半径と同一である。一方、流体拡散部 4 4 2 の断面積が最大である部分の半径は、第1の渦巻発生部 4 4 3 の軸部の中心から翼の先端までの距離より小さいのが好ましい。第1の渦巻発生部 4 4 3 の翼の各々は、その先端が軸部分の円周方向に互いに120°ずつずら

20

30

40

50

されており、軸部の一端から他端まで外周面に所定の間隔をあけて反時計まわりに螺旋状に形成されている。本実施形態では翼の個数を3個にしたが、本発明はこのような実施形態に限定されない。また、第1の渦巻発生部443の翼の形態は、流体拡散部442によって拡散されて第1の渦巻発生部443に進入した流体が、各翼の間を通過する間に渦巻流を起こすことができる形態であれば特に制限されない。一方、本実施形態では、第1の渦巻発生部443は、第1の内部構造体440を第2の内部構造体460の中空部に収納した時に、第2の内部構造体460の内周面に近接する程度の外径を有する。

[0065]

第1の内部構造体440の第1の流動特性提供部445は、流体拡散部442と第1の 渦巻発生部443とより下流側に形成されている。図14及び図16に示されたように、 第1の流動特性提供部445は円形の断面を有し軸部材441の長さ方向に沿って直径が 一定した軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部(凸部)とを含む。それぞれの 突起部は菱形の断面を有する柱形をしており、複数の突起部が網状に形成されている。そ れぞれの菱形突起部は、軸部の表面から半径方向に外側へ向かって突出した形態になるよ うに、例えば、円柱部材の外周面を研削加工することによって形成される。第1の流動特 性提供部445の形成方法は、例えば、図18に図示されたように、円柱部材の長さ方向 に対して90度の方向に一定の間隔を持つ複数のラインと、上記長さ方向に対して所定の 角度(例えば、60度)に傾いた一定の間隔のラインを交差させ、90度の方向のライン の間を一回ずつ飛ばして所定の深さほど研削すると共に、傾いたラインの間を一回ずつ飛 ばして同一の深さほど研削する。このようにして、軸部の外周面から突出した複数の菱形 の突起部が上下(円周方向)、左右(軸部分の長さ方向)に一つずつ飛ばして規則的に形 成される。第1の実施形態の流動特性提供部145と違い本実施形態の第1の流動特性提 供部445は誘い込み流路及びそれに連なる溝を含んでおらず、第1の流動特性提供部4 45の軸部の直径は第1の渦巻発生部443の軸部の直径と同一である。他の実施形態に おいては、第1の流動特性提供部445の軸部の直径は第1の渦巻発生部443の軸部の 直径より大きくて、第1の流動特性提供部445の複数の突起部の間には複数の誘い込み 流路及びそれに連なる溝が形成される。また、本実施形態では、第1の流動特性提供部4 45は、第1の内部構造体440を第2の内部構造体460の中空部に収納した時、第2 の内部構造体460の内周面に近接する程度の外径を有する。突起部の断面の形態は菱形 に限定されず、三角形又は他の多角形であっても良い。

[0066]

本実施形態では、第1の渦巻発生部443の軸部の直径と第1の流動特性提供部445の軸部の直径とが同一である。しかし、本発明はこの実施形態に限定されない。他の実施形態においては、第1の渦巻発生部443の軸部の直径が第1の流動特性提供部445の軸部の直径より小さくて、これらの間には直径が漸次増加するテーパー部が存在する。

[0067]

第1の内部構造体 4 4 0 の第1の誘導部 4 5 0 は、例えば、円柱部材の下流側の端部をドーム形に加工して形成する。図1 4 に示されたように、第1の流動特性提供部 4 4 5 の軸部分が延びている。本実施形態では、この軸延長部 4 4 6 の長さは、第1の内部構造体 4 4 0 が第2の内部構造体 4 6 0 の中空部に収納された時、第1の内部構造体 4 4 0 の第1の誘導部 4 5 0 が第2の内部構造体 4 6 0 外に突出するように決まる。一例では、軸延長部 4 4 6 の長さが第2の内部構造体 4 6 0 の第2の誘導部 4 7 0 の長さと同一である。本実施形態では、第1の誘導部 4 5 0 がドーム形態を有するが、本発明はこの実施形態に限定されなく、第1の誘導部 4 5 0 は他の形態(例えば、円錐形)を有することも可能である。或いは、第1の内部構造体 4 4 0 は誘導部を含まないことも可能である。

[0068]

第2の内部構造体460は中空軸の形態を有し、例えば、スチール等の金属から成った 円柱部材を加工する方法、又はプラスチックを成型する方法等によって形成される。第2 の内部構造体460は、図14及び図17に示されたように、上流側から下流側に向けて

20

30

40

50

、共通の中空軸部材 4 6 1 の上に一体化して形成されている第 2 の渦巻発生部 4 6 3 と、第 2 の流動特性提供部 4 6 5 と、第 2 の誘導部 4 7 0 とを含む。第 2 の渦巻発生部 4 6 3 が、第 2 の内部構造体 4 6 0 の頭部の一部又は全部に対応し、第 2 の流動特性提供部 4 6 5 が、第 2 の内部構造体 3 0 のボディー部の一部又は全部に対応する。頭部は管本体 1 1 0 に第 2 の内部構造体 4 6 0 が収納された際に管本体 1 1 0 の上流側に位置し、ボディー部は頭部の下流側に位置する。本実施形態において、第 2 の内部構造体 4 6 0 の内径(即ち、中空部の直径)は、流入口側が流出口側より大きい。図 1 5 及び図 1 7 に示されたように、第 2 の内部構造体 4 6 0 の中空部の流入口 4 7 1 を通じて第 1 の内部構造体 4 4 0 が挿入され、第 2 の内部構造体 4 6 0 の中空部の流出口 4 7 2 を通じて第 1 の内部構造体 4 4 0 の第 1 の誘導部 4 5 0 が突出する。

[0069]

第2の内部構造体460の第2の渦巻発生部463は、第1の実施形態の渦巻発生部143と同様の構造を有し、同様の方法で形成することができる。第2の渦巻発生部463は円形の断面を有し軸部材461の長さ方向に沿って直径が一定した軸部と、3個の螺旋状に形成された翼とを含む。円柱部材を加工して第2の内部構造体460を制作する場合、第2の渦巻発生部463は、上記円柱部材の一端部を加工することで形成される。第2の渦巻発生部463の翼の各々は、その先端が軸部分の円周方向に互いに120°ずらされており、軸部の一端から他端まで外周面に所定の間隔をあけて反時計まわりに螺旋状に形成されている。本実施形態では翼の個数を3個にしたが、本発明はこのような実施形態に限定されない。また、第2の渦巻発生部463の翼の形態は、第1の内部構造体440の流体拡散部442によって拡散されて第2の渦巻発生部463に進入した流体が、各翼の間を通過する間に渦巻流を起こすことができる形態であれば特に制限されない。一方、本実施形態では、第2の渦巻発生部463は、第2の内部構造体460を管本体40に収納した時に、管本体110の流出側部材130の筒形部134の内周面に近接する程度の外径を有する。

[0070]

第2の内部構造体460の第2の流動特性提供部465は、第1の実施形態の流動特性 提供部145と同様の構造を有し(図5(A)及び図5(B)参照)、同様の方法で形 成することができる(図8参照)。具体的には、第2の流動特性提供部465は、円形の 断面を有し軸部材461の長さ方向に沿って直径が一定した軸部と、軸部の外周面から突 出した複数の突起部(凸部)とを含む。それぞれの突起部は菱形の断面を有する柱形をし ており、複数の突起部が網状に形成されている。それぞれの菱形突起部は、軸部の表面か ら半径方向に外側へ向かって突出した形態になるように、例えば、円柱部材の外周面を研 削加工することによって形成される。第2の流動特性提供部465の軸部の直径は第2の 渦巻発生部463の軸部の直径より大きくて、第2の流動特性提供部465の軸部の外周 面には先端から末端まで軸部の周りに沿って螺旋状に複数の溝が形成される。これらの溝 はV字形(図6(A)参照)、R字形(図6(B)参照)、台形(図6(C)参照)、多 角形、等の形態をしており、複数の突起部の間に流体を誘い込むための誘い込み流路及び それに連なる溝を形成する。誘い込み流路及びそれに連なる溝は流動特性提供部の軸部の 先端から末端まで形成されず、先端から所定の地点まで形成されていても良い。この場合 、流動特性提供部の下流側に行けば行くほど誘い込み流路の深さが減少するようにテーパ ー状になっていても良い。また、本実施形態においては、第2の流動特性提供部465は 、第2の内部構造体460を管本体110に収納した時、管本体110の流出側部材13 0の筒形部134の内周面に近接する程度の外径を有する。

[0071]

図14の破線Bは第2の流動特性提供部465に形成されている溝(V字形、R字形、台形、多角形、等)の底面(例えば、頂点)の位置を示す。本実施形態において、溝の深さは第2の流動特性提供部465の軸部の半径と第2の渦巻発生部463の軸部の半径の差として決まり、これにより第2の渦巻発生部463と第2の流動特性提供部465との軸部の半径の差による段差にも関わらず(即ち、半径の差が相殺されて)流体が第2の渦

巻発生部463から第2の流動特性提供部465にうまく誘導される。そしてそれに連なる溝により、流体の速度は適切なものとなる。しかし、本発明はこの実施形態に限定されない。溝の深さは軸部の直径の差を完全に又は部分的に相殺して、流体が第2の渦巻発生部463から第2の流動特性提供部465にうまく誘導されることができる程度であれば良い。他の実施形態では、第2の流動特性提供部465の先端においては溝の深さが(第2の流動特性提供部465の軸部の半径)であり、漸次深さが浅くなって所定の地点では深さが0になるように誘い込み流路が形成される。換言すれば、誘い込み流路がテーパー状になるように、第2の流動特性提供部465の先端から所定の地点まで形成される。

[0072]

第2の内部構造体 4 6 0 の第2 の誘導部 4 7 0 は、例えば、円柱部材の下流側の末端の部分を截頭ドーム(頭部を切りとったドーム)の形に加工することで形成する。図 1 4 に示されたように、第2 の流動特性提供部 4 6 5 と第2 の誘導部 4 7 0 との間には、第2 の流動特性提供部 4 6 5 の軸部が延びている。この軸延長部 4 6 6 の長さは、例えば、加工の利便性、第2 の誘導部 4 7 0 のコアンダ効果、第1 の内部構造体 4 4 0 の寸法の中で少なくとも一つに基づいて決まる。一方、第2 の誘導部 4 7 0 は截頭ドームの形に限定されなく、他の形態を有することも可能である。他の実施形態においては、第2 の誘導部 4 7 0 を截頭円錐形に形成する。

[0073]

第2の内部構造体460の中空部は、流入口471側の内径が、流出口472側の内径より大きいことが好ましい。本実施形態において、第2の内部構造体460は、図15に示されたように、流入口471から第2の流動特性提供部465の軸延長部466までは同一の内径を有し、第2の誘導部470ではそれより小さい内径を有する。従って、第2の内部構造体460の中空部において軸延長部466と第2の誘導部470の境界には段差468が存在する。これによって、第2の内部構造体460の流入口471を通じて、第1の内部構造体440を第2の内部構造体460の中空部に収納することができるとともに、第1の内部構造体440が流出口472を通じて外部に離脱することを防ぐことができる。第2の誘導部470の内径の大きさは、第1の内部構造体440の第1の誘導部450の外径よりは大きい。

[0074]

図14に示されたように流体供給管400は押え板480を含んでおり、図19は本実施形態に係る押え板480の斜視図である。図19に示されたように、押え板480は、半径の小さいリング480・1と、それより半径の大きいリング480・2とを、3つの支持アーム480・3で連結した構造を有する。リング480・2は、図14に示されたように、流入側部材120の雌ねじ126の内周面に近接する程度の外径を有する。押え板480は、例えば、スチールのような金属又はプラスチックからなる。

[0075]

本実施形態では、図14に示されたように、リング480-1の半径が第1の内部構造体440の流体拡散部442の最大半径よりは大きいし、第1の渦巻発生部443の最大半径(第1の渦巻発生部443の軸部の中心から翼の先端までの距離)よりは小さい。このような寸法関係によって、押え板480は、第1の内部構造体440が管本体110の流入口111を通じて離脱することを防ぐ。具体的には、第2の内部構造体460の中空部に、第1の内部構造体440の流体拡散部442がリング480-1を通じて突出するし、第1の内部構造体440の流体拡散部442がリング480-1を通じて突出するの外周面の雄ねじ132と、流入側部材120の内周面の雌ねじ126とのねじ結合によって、流体供給管10が構成される。上記の組み立て状態で、第1の内部構造体440は、押え板480によって管本体110の流入口111外に離脱できないと同時に、第2の内部構造体460の流出口472の外に離脱できない。押え板480は、第1の内部構

10

20

30

40

造体440を第2の内部構造体460の中空部に拘束させる役割を行う。

[0076]

以下、図14乃至図17を参照して、流体が流体供給管400を通過する間の流動について説明する。流体が配管9(図1参照)を経て流体供給管400の流入口111を通じて流入される。流体は、流入側部材120のテーパー部124の空間を過ぎる間、リング480・1を通過して突出した第1の内部構造体440の流体拡散部442にぶつかって、流体供給管400の中心から外側に向かって(即ち、半径方向に)拡散される。そして、流入された流体の一部は、第1の内部構造体440が収納されている第2の内部構造体460の中空部に流れ込み、残りは第2の内部構造体460が収納されている流出側部材130の内部の空間に流れ込む。

[0077]

第1の内部構造体 4 4 0 が収納されている第2の内部構造体 4 6 0 の中空部を通じて流れる流体は、第1の渦巻発生部 4 4 3 の反時計方向に螺旋状に形成された 3 個の翼の間を通過して行く。流体拡散部 4 4 2 は、配管 9 を通じて流入された流体が効果的に第1の渦巻発生部 4 4 3 の各翼によって強烈な渦巻流になって、第1の流動特性提供部 4 4 5 に送られる。

[0078]

そして、流体は第1の流動特性提供部445の軸部の外周面に規則的に形成されている複数の菱形突起部の間を通り過ぎる。これらの複数の菱形突起部は複数の狭い流路を形成する。流体が複数の菱形突起部によって形成された複数の狭い流路を通過することで、多数の微小な渦を発生させるとともにキャビテーション現象が起こり、その結果ファインバブルが発生する。。第1の流動特性提供部445の上記構造は、異なる性質を有する二つ以上の流体を混合する場合にも有用である。

[0079]

また、第1の内部構造体440は、断面積が大きい上流(第1の渦巻発生部443)から断面積が小さい下流(第1の流動特性提供部445の複数の菱形突起部の間に形成された流路)へ流体を流す構造を有する。本実施形態に係る流体供給管400の 第1の内部構造体440は上記のキャビテーション現象を誘発して、流体が第1の流動特性提供部445を過ぎる間多数のファインバブルが発生する。ファインバブルは流体の浸透性及び潤滑性を向上させ、浸透性の向上は結果的に冷却効率を増加させる。

[0800]

流体は第1の流動特性提供部445を過ぎて第1の内部構造体440の端部に向かって流れる。流体が第1の流動特性提供部445の複数の突起部により形成された複数の狭い流路から第1の内部構造体440の端部に形成されている第1の誘導部25に向かって流れると、流路が急激に広くなる。このとき、第1の内部構造体440のドーム形態の第1の誘導部25の曲面によって、コアンダ効果が発生する。コアンダ効果によって、流体は第1の誘導部450の表面に沿って流れるように誘導され、ドーム形態の第1の誘導部450によって中心に向かって誘導された流体は流出側部材130のテーパー部136を過ぎて流出口112を通じて流出される。

[0081]

第2の内部構造体460が収納されている流出側部材130の内部の空間を通じて流れる流体は、第2の渦巻発生部463の反時計方向に螺旋状に形成されている3個の翼の間を通過して行く。流体は第2の渦巻発生部463の各翼によって強烈な渦巻流になって、第2の流動特性提供部465に送られる。そして、流体は第2の流動特性提供部465の軸部の外周面に規則的に形成された複数の菱形突起部の間を通り過ぎる。第2の内部構造体460は、第1の内部構造体440と同様に、断面積が大きい上流(第2の渦巻発生部463)から断面積が小さい下流(第2の流動特性提供部465の軸に形成された流路)へ流体を流す構造を有する。また、第2の流動特性提供部465の軸部の直径が第2の渦巻発生部463の軸部の直径より大きいので、第2の渦巻発生部463から第2の流動特性提供部465に流れる間に流路が急激に狭くなる。第2の渦巻発生

10

20

30

40

20

30

40

50

部463と第2の流動特性提供部465との直径の差による段差にも関わらず、第2の流動特性提供部465に形成されている複数の誘い込み流路により流体が第2の流動特性提供部465にうまく誘導されるだけでなく、その後の溝の効果によって第2流動特性提供部465全体において、流路の底においても流速が大きく低下しない。第2の流動特性提供部465の上記構造によって流体に多数の微小な渦が発生するとともに、キャビテーション現象が起こり、その結果流体にファインバブルが発生する。

[0082]

流体は第2の流動特性提供部465を過ぎて第2の内部構造体460の端部に向かって流れる。流体が第2の流動特性提供部465の複数の突起部により形成された複数の狭い流路から第2の内部構造体460の端部に形成されている第2の誘導部470に向かって流れると、流路が急激に広くなることによってコアンダ効果が発生する。上記のように、コアンダ効果によって、流体は第2の誘導部470の表面に沿って流れるように誘導される。截頭ドーム形の第2の誘導部470によって中心に向かって誘導された流体は流出側部材130のテーパー部136を過ぎて流出口112を通じて流出される。

[0083]

第2の内部構造体460の中空部を通じて流動した流体と、流出側部材130の内部の空間を通じて流動した流体とは、テーパー部136で合して流出口112を通じて流出され、ノズル6を通じて研削箇所Gに向かって吐き出される。流体がノズル6を通じて吐き出される際に、第1の流動特性提供部445と第2の流動特性提供部465とで発生した多数のファインバブルが大気圧に露出され、研削砥石2や被加工物Wにぶつかってバブルがこわれたり爆発したりして消滅する。このようにバブルが消滅する過程で発生する振動及び衝撃は、研削箇所Gで発生するスラッジや切りくずを効果的に除去する。換言すれば、ファインバブルが消滅しながら研削箇所Gの周囲の洗浄効果を向上させる。

[0084]

本実施形態においては、1つの部材を加工して第1の内部構造体440の流体拡散部4 4 2 と、第 1 の渦巻発生部 4 4 3 と、第 1 の流動特性提供部 4 4 5 と、第 1 の誘導部 4 5 0とを形成するので、第1の内部構造体440が一体化した1つの部品として製造される 。また、1つの部材を加工して第2の内部構造体460の第2の渦巻発生部463と、第 2の流動特性提供部465と、第2の誘導部470とを形成するので、第2の内部構造体 4 6 0 が一体化した 1 つの部品として製造される。上記の構造及び寸法関係によって、第 1 の内部構造体 4 4 0 と、第 2 の内部構造体 4 6 0 と、押え板 4 8 0 とのセルフアライメ ントが可能である。従って、第1の内部構造体440を第2の内部構造体460の中空部 に入れた状態で、第2の内部構造体460を流出側部材130の内部に入れ、押え板48 0 を第 1 の内部構造体 4 4 0 の先頭に置いた後、流出側部材 1 3 0 の雄ねじ 1 3 2 と流入 側部材120の雌ねじ126とを結合する簡単な工程だけで、流体供給管400を製造す ることができる。即ち、流体供給管400の部品の組み立てが容易であり、流体供給管4 0 0 の製造にかかる時間が短縮される。押え板480は図19に示された形態に限定され ず、第1の内部構造体440の離脱を防ぐことができる他の形態も可能である。或いは、 押え板480を用いず、例えば、ボルト結合により、第1の内部構造体440を第2の内 部構造体460に固定させることも可能である。

[0085]

第4の実施形態においては2個の内部構造体が管本体に収納されるが、3個以上の内部構造体を含む多層の流体供給管を提供する実施形態も可能である。それぞれの内部構造体は流動特性提供部を含むことで、流体供給管に流入する流体に多い量のファインバブルを発生させる。3個以上の内部構造体の中で少なくとも一つの流動特性提供部には上記の誘い込み流路或いは更にそれに連なる溝が形成される。

[0086]

主に本発明の流体供給装置を工作機械に適用して冷却剤を吐き出す例について説明したが、本発明は流体を供給する様々なアプリケーションに適用可能である。例えば、家庭用のシャワーノズルに適用可能である。この場合、流体供給装置に所定の温度の水や湯を流

入すれば、内部構造体によって水に上述した流動特性が付与されて吐き出されることで、 洗浄効果を向上させることができる。或いは、本発明の流体供給装置は流体混合装置にも 適用可能である。この場合、流体供給装置に異なる特性を有する複数の種類の流体を流入 すれば、内部構造体によって複数の種類の流体に上述した流動特性が付与されて流体が混 合されて吐き出される。更には、水耕栽培装置に本発明の流体供給装置を用いて、供給水 の溶存酸素を増加させて、水中の酸素量(溶存酸素濃度)を維持又は上昇させることにも 利用できる。加えて、本発明の流体供給装置は、粘度が高い流体にも適用可能で、各種流 体の粘度(粘性)を変化させたり、流体の特性を変化させることも可能である。

[0087]

以上、本発明を実施形態を利用して説明したが、本発明はこのような実施形態に限定さ れることではない。本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者は、上記説明 及び関連図面から本発明の多くの変形及び他の実施形態を導出することができる。本明細 書では、複数の特定用語が使われているが、これらは一般的な意味として単に説明の目的 のために使われただけであり、発明を制限する目的で使われたものではない。添付の特許 請求の範囲及びその均等物により定義される一般的な発明の概念及び思想を抜け出さない 範囲で多様な変形が可能である。

【符号の説明】

[0088]

- 1 研削装置
- 研削刃(砥石) 2
- 4 研削部
- W 被加工物
- G 研削箇所
- 5 流体供給部
- ノズル 6
- 7、8 ジョイント部
- 配管
- P、100、200、300、400 流体供給管
- 1 1 0 管本体
- 1 2 0 流入側部材
- 1 3 0 流出側部材
- 140,240,340 内部構造体
- 1 4 5 p 突起部
- 145 r 誘い込み流路(溝)
- 4 4 0 第1の内部構造体
- 4 6 0 第2の内部構造体
- 141, 241, 341, 441
- 2 4 2 \ 3 4 2 \ 4 4 2 流体拡散部
- 1 4 3 . 2 4 3 渦巻発生部
- 流動特性提供部 145、245
- 250,350 誘導部

【要約】

【課題】流体に所定の流動特性を与えて、流体の潤滑性、浸透性、及び冷却効果を向上さ せることができる流体供給装置を提供することにある。

【解決手段】流体供給装置であって、収納体と、収納体に収納される内部構造体を有する 。内部構造体は、軸部と、軸部の外周面から突出した複数の突起部とを含み、複数の突起 部の間には、複数の流路が形成されており、複数の流路の少なくとも一部には、軸部の外 周面から深さをもって溝が形成されている。

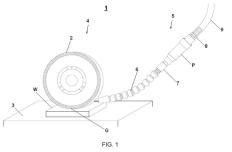
【選択図】図7

10

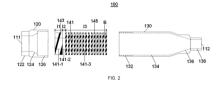
20

30

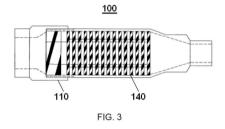
【図1】



【図2】



【図3】



【図5(A)】

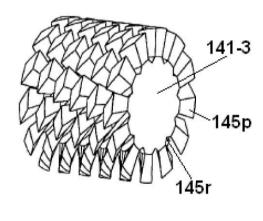
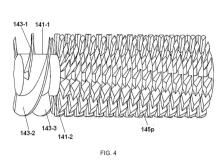


FIG. 5(A)

【図4】



【図5(B)】

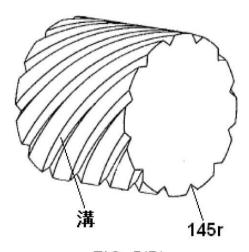


FIG. 5(B)

【図6(A)】



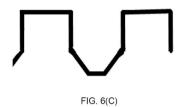
FIG. 6(A)

【図6(B)】

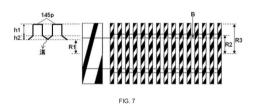


FIG. 6(B)

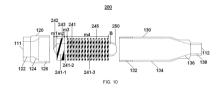
【図6(C)】



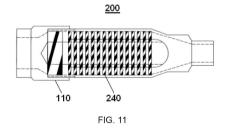
【図7】



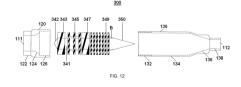
【図10】



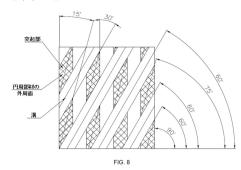
【図11】



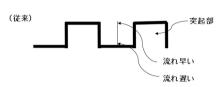
【図12】

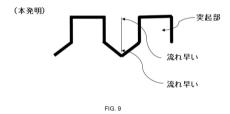


【図8】



【図9】





【図13】

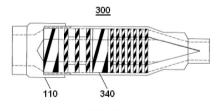
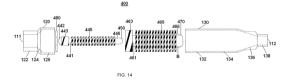
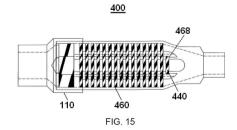


FIG. 13

【図14】

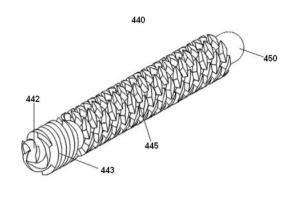


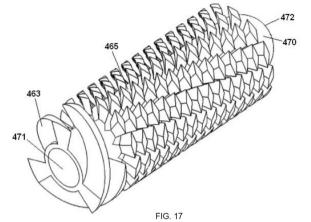
【図15】



【図16】

【図17】

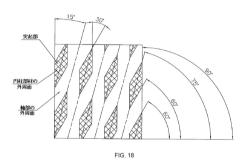




460

FIG. 16

【図18】



【図19】

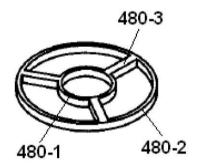


FIG.19

フロントページの続き

審査官 久保田 信也

(56)参考文献 再公表特許第2010/047167(JP,A1) 特開2004-033962(JP,A)

(58)調査した分野(Int.CI., DB名)

B 0 5 B 1 / 0 0 - 3 / 1 8 B 0 5 B 7 / 0 0 - 9 / 0 8

B 2 3 Q 1 1 / 1 0 B 8 2 B 1 / 0 0