

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6433039号
(P6433039)

(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

B 2 3 Q 11/10 (2006. 01)**F 1 6 L 55/00 (2006. 01)****B 0 1 F 1/00 (2006. 01)****B 0 1 F 3/04 (2006. 01)****B 0 1 F 3/08 (2006. 01)**

B 2 3 Q 11/10 E

B 2 3 Q 11/10 F

F 1 6 L 55/00 G

B 0 1 F 1/00 A

B 0 1 F 3/04 Z

請求項の数 13 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-92334 (P2018-92334)
 (22) 出願日 平成30年5月11日 (2018. 5. 11)
 審査請求日 平成30年6月18日 (2018. 6. 18)
 (31) 優先権主張番号 10-2017-0124587
 (32) 優先日 平成29年9月26日 (2017. 9. 26)
 (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
 東京都八王子市式分方町705番1号
 (74) 代理人 100137969
 弁理士 岡部 憲昭
 (74) 代理人 100104824
 弁理士 穂場 仁
 (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
 審査官 久保田 信也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体供給管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体供給管であって、内部構造体と、内部構造体を収納するための管本体と、を含み、管本体は、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、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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み、内部構造体の第3の部分の軸部の直径が第4の部分の軸部の直径より小さいことを特徴とする流体供給管。

10

20

【請求項 2】

内部構造体の軸部材は第 3 の部分と第 4 の部分との間において直径が漸次増加するようにテーパ状になっていることを特徴とする請求項 1 に記載の流体供給管。

【請求項 3】

流体供給管であって、

内部構造体と、

内部構造体を収納するための管本体と、

を含み、

管本体は、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、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、

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複数の翼とを含んでおり、

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み、

内部構造体の第 3 の部分の軸部の直径が第 2 の部分の軸部の直径より小さいことを特徴とする流体供給管。

【請求項 4】

内部構造体の軸部材は第 2 の部分と第 3 の部分との間において直径が漸次減少するようにテーパ状になっていることを特徴とする請求項 3 に記載の流体供給管。

【請求項 5】

流体供給管であって、

内部構造体と、

内部構造体を収納するための管本体と、

を含み、

管本体は、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、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、

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複数の翼とを含んでおり、

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み、

内部構造体の第 3 の部分の軸部の直径が第 2 の部分の軸部の直径より小さくて、第 3 の部分の軸部の直径が第 4 の部分の軸部の直径より小さいことを特徴とする流体供給管。

【請求項 6】

流体供給管であって、

内部構造体と、

内部構造体を収納するための管本体と、

を含み、

管本体は、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、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、

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複数の翼とを含んでおり、

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み、

内部構造体の第 1 の部分の軸部の直径が第 2 の部分の軸部の直径より小さいことを特徴とする流体供給管。

【請求項 7】

内部構造体の第 1 の部分の軸部の直径が第 2 の部分の軸部の直径より小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の流体供給管。

【請求項 8】

流体供給管であって、

内部構造体と、

内部構造体を収納するための管本体と、

を含み、

管本体は、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、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、

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複数の翼とを含んでおり、

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み、

内部構造体の第 1 の部分の軸部の直径が上流側から下流側に漸次大きくなり、第 2 の部分の軸部は一定の直径を有し、

第 1 の部分の軸部の断面の最も大きい部分の直径は第 2 の部分の軸部の直径と同一であることを特徴とする流体供給管。

【請求項 9】

内部構造体の第 1 の部分の軸部の直径が上流側から下流側に漸次大きくなり、第 2 の部分の軸部は一定の直径を有し、

第 1 の部分の軸部の断面の最も大きい部分の直径は第 2 の部分の軸部の直径と同一であることを特徴とする請求項 5 に記載の流体供給管。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかの流体供給管に、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。

【請求項 11】

請求項 1 から 9 のいずれかの流体供給管に、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 12】

請求項 1 から 9 のいずれかの流体供給管に、複数の異なる特性の流体を流入し、所定の

10

20

30

40

50

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 13】

請求項 1 から 9 のいずれかの流体供給管に、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管に関し、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管に関する。例えば、本発明の流体供給管は、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適用可能である。

10

【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、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。

20

【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。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】 特開平 11-254281 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

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しする空気によって砥石と被加工物との接触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わらず存在する。

40

【0007】

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る流体供給管を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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

50

管は、内部構造体と、内部構造体を収納するための管本体と、を含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。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の部分とを含む。内部構造体の第1の部分は、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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み、内部構造体の第3の部分の軸部の直径が第4の部分の軸部の直径より小さい。

10

【0009】

また、別の実施形態の流体供給管は、内部構造体と、内部構造体を収納するための管本体と、を含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。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の部分とを含む。内部構造体の第1の部分は、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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み、内部構造体の第3の部分の軸部の直径が第2の部分の軸部の直径より小さい。

20

また、別の実施形態の流体供給管は、内部構造体と、内部構造体を収納するための管本体と、を含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。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の部分とを含む。内部構造体の第1の部分は、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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み、内部構造体の第3の部分の軸部の直径が第2の部分の軸部の直径より小さくて、第3の部分の軸部の直径が第4の部分の軸部の直径より小さい。

30

また、別の実施形態の流体供給管は、内部構造体と、内部構造体を収納するための管本体と、を含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。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の部分とを含む。内部構造体の第1の部分は、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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み、内部構造体の第1の部分の軸部の直径が第2の部分の軸部の直径より小さい。

40

また、別の実施形態の流体供給管は、内部構造体と、内部構造体を収納するための管本体と、を含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。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の部分とを含む。内部構造体の第1の部分は、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の

50

の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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み、内部構造体の第1の部分の軸部の直径が上流側から下流側に漸次大きくなり、第2の部分の軸部は一定の直径を有し、第1の部分の軸部の断面の最も大きい部分の直径は第2の部分の軸部の直径と同一である。

【発明の効果】

【0010】

本発明の流体供給管を工作機械等の流体供給部に設ければ、流体供給管の内では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、本発明の流体供給管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、浸透性や潤滑性が高まる。その結果、工具と被加工物とが接する箇所で生じる熱の冷却効果が大きく上がる。このように、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。

10

【0011】

また、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、内部構造体と管本体とを組み立てる工程が単純になる。

20

【0012】

本発明の流体供給管は、研削盤、切削機、ドリル、等の様々な工作機械における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。それ以外にも、流体を供給するさまざま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、流体供給管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、流体供給管に水を流入し、溶存酸素を増加させて吐出させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

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】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側面図である。

40

【図6A】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正面図である。

【図6B】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背面図である。

【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菱形突起部を形成する方法を説明する図である。

【図8】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9】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10】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11】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12】本発明の第3の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の側面図である。

【図13】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。

50

【図 1 4】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 1 5】本発明の第 4 の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の側面図である。
【図 1 6】本発明の第 5 の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。
【図 1 7】本発明の第 5 の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。
【図 1 8】本発明の第 5 の実施形態に係る流体供給管の内部構造体の側面図である。
【図 1 9】本発明の第 6 の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。
【図 2 0】本発明の第 6 の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。
【図 2 1】本発明の第 7 の実施形態に係る流体供給管の側面分解図である。
【図 2 2】本発明の第 7 の実施形態に係る流体供給管の側面透視図である。
【発明を実施するための形態】

10

【0014】

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。

【0015】

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。

【0016】

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。

20

【0017】

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 を通過しながらそ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 の様々な実施形態について図面を参照して説明する。

30

【0018】

（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 次元斜視図であり、図 5 は内部構造体 140 の側面図である。図 6（A）は内部構造体 140 の正面図であり、図 6（B）は内部構造体 140 の背面図である。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。

40

【0019】

管本体 110 は、流入側部材 120 と、流出側部材 130 から構成される。流入側部材 120 と流出側部材 130 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 120 は、一端部に所定の直径の流入口 111 を有し、他の端部側には流出側部材 130 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 126 を備える。流入口 111 の側には連結部 122 が形成されており、連結部 122 はジョイント部 8（

50

図1参照)と結合される。例えば、連結部122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120とジョイント部8とが連結される。本実施形態においては、図2に示されたように、流入側部材120は両端部の内径、即ち、流入口111の内径と雌ねじ126との内径とが違い、流入口111の内径が雌ねじ126の内径より小さい。流入口111と雌ねじ126との間にはテーパ部124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120は両端部の内径が同一であってもよい。

【0020】

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の内周面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合により、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の内径が雄ねじ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の一端部の外周面の雄ねじ132とのねじ結合によって、流入側部材120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。

【0021】

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。

【0022】

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。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、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流体拡散部142と、第1の渦巻発生部143と、第1のバブル発生部145と、第2の渦巻発生部147と、第2のバブル発生部149と、円錐形態の誘導部150とを含む。後述するように、本実施形態では、軸部材141は第1の渦巻発生部143と、第1のバブル発生部145と、第2の渦巻発生部147と、第2のバブル発生部149とにおいて同一の直径を有する。流体拡散部142の断面の最も大きい部分の直径が、第1の渦巻発生部143の軸部材141-1の直径と同一である。流体拡散部142、第1の渦巻発生部143、第1のバブル発生部145、第2の渦巻発生部147、第2のバブル発生部149、及び誘導部150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。

【0023】

本実施形態において、流体拡散部142は円錐の形態を有する。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142は流入口111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 142 は、管本体 110 に収納されたときは、流入側部材 120 のテーパ部 124 に対応する位置にある（図 2 および図 3 参照）。本実施形態においては流体拡散部 142 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 142 がドームの形態を有する。その他、先端の一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 140 が流体拡散部を備えない。これらは以下に説明する他の実施形態においても同様である。

【0024】

第 1 の渦巻発生部 143 は、図 4 及び図 5 に示されたように、流体拡散部 142 より下流側に形成されている。第 1 の渦巻発生部 143 は、円形の断面を有しその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、143-3 とを含む。図 5 に示されたように、本実施形態において、第 1 の渦巻発生部 143 の長さ 12 は流体拡散部 142 の長さ 11 より長くて、第 1 のバブル発生部 145 の長さ 14 より短い。また、流体拡散部 142 の断面積の最大である部分の直径は第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の直径と同一である。他の実施形態においては、流体拡散部 142 の断面積の最大である部分の直径が軸部 141-1 の直径より小さい。更に他の実施形態においては、流体拡散部 142 の断面積の最大である部分の直径が軸部 141-1 の直径より大きい。この場合にも、流体拡散部 142 の断面積の最大である部分の半径は第 1 の渦巻発生部 143 の半径（第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の中心から各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 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、第 1 の渦巻発生部 143 の翼 143-1、143-2、及び 143-3 の形態は、流体拡散部 142 をすぎながら拡散されて第 1 の渦巻発生部 143 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 143 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。

【0025】

第 1 のバブル発生部 145 は、流体拡散部 142 及び第 1 の渦巻発生部 143 より下流側に形成されている。図 4 及び図 5 に示されたように、第 1 のバブル発生部 145 は、円形の断面を有しその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。第 1 のバブル発生部 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。より具体的に、それぞれの菱形突起部 145p の形成方法は、例えば、図 7 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研削すると共に、傾いたラインの間を一回ずつ飛ばして研削する。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。研削により形成された溝底面が軸部 141-3 の外周面になる。また、本実施形態において、第 1 のバブル発生部 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とも良く（例えば、三角形、多角形、その他）、その配列も図 7 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である。加えて、上記説明では、菱形突起部 145p 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、旋削加工を組み合わせることで、時間短縮が図れるこ

10

20

30

40

50

とになる。なお、この加工方法は、後述の菱形突起部 149p でも同様であり、更に、他の実施形態においても同様である。

【0026】

本実施形態では、図 2 及び図 5 に示されたように、第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の直径と、第 1 のバブル発生部 145 の軸部 141-3 の直径とが同一である。このために、第 1 の渦巻発生部 143 と第 1 のバブル発生部 145 との間の軸部 141-2 も同一の直径を有する。また、軸部 141-2 の長さ 13 は第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の長さ 12 より短くて、流体拡散部 142 の長さ 11 よりも短い。しかし、本発明はこの実施形態に限定されない。

【0027】

第 2 の渦巻発生部 147 は、図 4 及び図 5 に示されたように、第 1 のバブル発生部 145 より下流側に形成されている。第 2 の渦巻発生部 147 は、円形の断面を有しその直径が一定した軸部 141-5 と、3 個の螺旋状に形成された翼 147-1、147-2、147-3 とを含む。第 1 のバブル発生部 145 の軸部 141-3 と第 2 の渦巻発生部 147 の軸部 141-5 とは同一の直径を有する。このために、これらの間の軸部 141-4 も同一の直径を有する。第 2 の渦巻発生部 147 の軸部 141-5 の長さ 16 は、第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の長さ 12 と同一である。軸部 141-4 の長さ 15 は第 2 の渦巻発生部 147 の軸部 141-5 の長さ 16 (又は、第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の長さ 12) より短い。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 2 の渦巻発生部 147 の軸部 141-5 の長さ 16 は、第 1 の渦巻発生部 143 の軸部 141-1 の長さ 12 と異なる。第 2 の渦巻発生部 147 の翼 147-1、147-2、及び 147-3 の各々は、その先端が軸部 141-5 の円周方向に互いに 120° ずつずらされており、軸部 141-5 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 147 の翼 147-1、147-2、及び 147-3 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、第 2 の渦巻発生部 147 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。

【0028】

第 2 のバブル発生部 149 は、第 2 の渦巻発生部 147 より下流側に形成されている。第 1 のバブル発生部 145 と同様に、第 2 のバブル発生部 149 は、円形の断面を有しその直径が一定した軸部 141-7 と、軸部 141-7 の外周面から突出した複数の菱形突起部 149p とを含んでおり、複数の菱形突起部 149p が網状に形成されている (図 4 及び図 5 参照)。それぞれの菱形突起部 149p は、軸部 141-7 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。菱形突起部 149p は、第 1 のバブル発生部 145 の菱形突起部 145p と同一の方法で形成されることができる (図 7 参照)。また、本実施形態において、第 2 のバブル発生部 149 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。

【0029】

本実施形態では、図 2 及び図 5 に示されたように、第 2 の渦巻発生部 147 の軸部 141-5 の直径と、第 2 のバブル発生部 149 の軸部 141-7 の直径とが同一である。このために、第 2 の渦巻発生部 147 と第 2 のバブル発生部 149 との間の軸部 141-6 も同一の直径を有する。そして、第 2 のバブル発生部 149 の軸部 141-7 の長さ 18 は、第 1 のバブル発生部 145 の軸部 141-3 の長さ 14 より長い。換言すれば、第 2 のバブル発生部 149 の突起部 149p の個数が第 1 のバブル発生部 145 の突起部 145p の個数より多い。また、軸部 141-6 の長さ 17 は第 2 の渦巻発生部 147 の軸部 141-5 の長さ 16 より短くて、第 2 のバブル発生部 149 の軸部 141-7 の長さ 1

10

20

30

40

50

8より短い。尚、軸部141-6の長さ17は軸部141-2の長さ13より短い。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、第2のバブル発生部149の軸部141-7の長さ18は第1のバブル発生部145の軸部141-3の長さ14と同一である。

【0030】

誘導部150は、例えば、円柱部材の下流側の端部を円錐形に加工することで形成される。後述するように、流体供給管100の内部を流れる流体が誘導部150によって管の中心に向かって誘導されることにより、流出口112を通じて流体を円滑に吐き出すことができる。一方、他の実施形態においては、内部構造体140が誘導部を含まない。

【0031】

図6(A)は内部構造体140の正面図であり、図6(B)は内部構造体140の背面図である。即ち、図6(A)は内部構造体140を流体供給管100の流入口111の側から見た図であり、図6(B)は内部構造体140を流体供給管100の流出口112の側から見た図である。図6(A)に示されたように、第1の渦巻発生部143の3個の翼143-1、143-2、及び143-3は軸部141-1の円周方向に互いに120°ずつずらされている。図6(B)に示されたように、第2のバブル発生部149は軸部141-7の外周面から突出した形態の複数の突起部149pを有する。

【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111を通じて流入された流体は、流入側部材120のテーパ部124の空間を過ぎて流体拡散部142にぶつかり、流体供給管100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。流体拡散部142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143に進入するように流体を誘導する作用を行う。流体は第1の渦巻発生部143の各翼によって強烈な渦巻流になって、軸部141-2を過ぎて第1のバブル発生部145に送られる。

【0033】

そして、流体は第1のバブル発生部145の複数の菱形突起部145pの間を通る。これらの複数の菱形突起部145pは複数の狭い流路（螺旋状）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。第1のバブル発生部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140は、流体が断面積が大きい上流側（第1の渦巻発生部143）から断面積が小さい下流側（第1のバブル発生部145の複数の菱形突起部145p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（static pressure）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、ρは流体の密度、v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

10

20

30

40

50

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、流体が第1のバブル発生部145を通じながら多数のファインバブルが発生する。

10

【0036】

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、または、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水の表面張力を低下させるため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。

20

【0037】

第1のバブル発生部145を通過した流体は軸部141－4を過ぎて、第2の渦巻発生部147の螺旋状に形成された3個の翼147－1乃至147－3の間を通過して行く。流体は第2の渦巻発生部147の各翼によって強烈な渦巻流になって、軸部141－6を過ぎて第2のバブル発生部149に送られる。第1のバブル発生部145について説明したように、流体が複数の菱形突起部149p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現象が起こる。また、流体が断面積が大きい流路（第2の渦巻発生部147の3個の翼によって形成された流路）から断面積が小さい流路（第2のバブル発生部149の複数の菱形突起部149pの間に形成された流路）へ流れる構造によってキャビテーション現象が起こる。その結果、流体が第2のバブル発生部149を通じながら多数のファインバブルが発生する。

30

【0038】

上述のように、本実施形態の流体供給管100は、第1の渦巻発生部143と第1のバブル発生部145とを過ぎた流体が再び、第2の渦巻発生部147の螺旋状に形成された翼147－1乃至147－3と第2のバブル発生部149の複数の突起部149pを通過するように構成されている。第2のバブル発生部149の上流に設けられた第2の渦巻発生部147により渦巻流を発生させて二番目のバブル発生部に供給することで、一つのバブル発生部を有する場合に比べてファインバブル発生効果を増大させることができる。

40

【0039】

第2のバブル発生部149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。第2のバブル発生部149の複数の狭い流路から流出側部材130のテーパ部136へ流れれば流路が急激に広がる。このとき内部構造体140の誘導部150の円錐形の曲面によって、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150の表面に沿って流れるように誘導される。流体は流出側部材130のテー

50

パー部 136 と内部構造体 140 の誘導部 150 によって管の中心に向かって誘導されて流出口 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時に、第 1 のバブル発生部 145 及び第 2 のバブル発生部 149 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。

【0040】

本発明の流体供給管 100 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。

【0041】

尚、本実施形態では、1つの部材を加工して内部構造体 140 の流体拡散部 142 と、第 1 の渦巻発生部 143 と、第 1 のバブル発生部 145 と、第 2 の渦巻発生部 147 と、第 2 のバブル発生部 149 と、誘導部 150 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。

【0042】

本発明の流体供給管は、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、本発明の流体供給管を燃焼エンジンに適用すれば、燃料と空気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、本発明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、水耕栽培装置に本発明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）を維持または上昇させることにも利用できる。

【0043】

（第 2 の実施形態）

次に、図 8 及び図 9 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 8 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 9 は流体供給管 200 の側面透視図である。図 8 及び図 9 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 8 及び図 9 において、流体は流入口 111 から流出口 112 側へ流れる。図 9 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。

【0044】

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、第 1 の渦巻発生部 243 と、第 1 のバブル発生部 245 と、第 2 の渦巻発生部 247 と、第 2 のバブル発生部 249 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 は第 1 の渦巻発生部 243 と、第 1 のバブル発生部 245 と、第 2 の渦巻発生部 247 と、第 2 のバブル発生部 24

9 において同一の直径を有する。流体拡散部 2 4 2 の断面の最も大きい部分の直径が、第 1 の渦巻発生部 2 4 3 の軸部の直径と同一である。流体拡散部 2 4 2、第 1 の渦巻発生部 2 4 3、第 1 のバブル発生部 2 4 5、第 2 の渦巻発生部 2 4 7、及び第 2 のバブル発生部 2 4 9 のそれぞれは、第 1 の実施形態の流体拡散部 1 4 2、第 1 の渦巻発生部 1 4 3、第 1 のバブル発生部 1 4 5、第 2 の渦巻発生部 1 4 7、及び第 2 のバブル発生部 1 4 9 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。

【0045】

本実施形態では流体拡散部 2 4 2 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 2 4 2 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 2 4 0 が流体拡散部を備えない。また、円錐形の誘導部 1 5 0 を有する第 1 の実施形態の内部構造体 1 4 0 と違い、第 2 の実施形態の内部構造体 2 4 0 はドーム形の誘導部 2 5 0 を有する。誘導部 2 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される。

【0046】

流体供給管 2 0 0 に流入した流体は流体拡散部 2 4 2 により拡散されて順に第 1 の渦巻発生部 2 4 3 と、第 1 のバブル発生部 2 4 5 と、第 2 の渦巻発生部 2 4 7 と、第 2 のバブル発生部 2 4 9 とを過ぎる。そして、流体は第 2 のバブル発生部 2 4 9 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 のテーパ部 1 3 6 へ流れるので流路が急激に広がる。このとき、誘導部 2 5 0 のドーム形態の曲面によって、コアンダ効果が発生する。この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部 1 3 6 を過ぎて流出口 1 1 2 を通じて流出される。2 つのバブル発生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。

【0047】

(第 3 の実施形態)

次に、図 1 0 乃至図 1 2 を参照して本発明の第 3 の実施形態に係る流体供給管 3 0 0 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 1 0 は第 3 の実施形態に係る流体供給管 3 0 0 の側面分解図であり、図 1 1 は流体供給管 3 0 0 の側面透視図であり、図 1 2 は流体供給管 3 0 0 の内部構造体 3 4 0 の側面図である。

【0048】

示されたように、流体供給管 3 0 0 は管本体 1 1 0 と内部構造体 3 4 0 とを含む。第 3 の実施形態の管本体 1 1 0 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 1 0 及び図 1 1 において、流体は流入口 1 1 1 から流出口 1 1 2 側へ流れる。図 1 1 に示されたように、流体供給管 3 0 0 は、内部構造体 3 4 0 を流出側部材 1 3 0 に収納した後に、流出側部材 1 3 0 の外周面の雄ねじ 1 3 2 と流入側部材 1 2 0 の内周面の雌ねじ 1 2 6 とを結合することで構成される。

【0049】

第 3 の実施形態の内部構造体 3 4 0 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 3 4 1 の上に一体化して形成されている流体拡散部 3 4 2 と、第 1 の渦巻発生部 3 4 3 と、第 1 のバブル発生部 3 4 5 と、第 2 の渦巻発生部 3 4 7 と、第 2 のバブル発生部 3 4 9 と、円錐形の誘導部 3 5 0 とを含む。流体拡散部 3 4 2、第 1 の渦巻発生部 3 4 3、第 1 のバブル発生部 3 4 5、第 2 の渦巻発生部 3 4 7、第 2 のバブル発生部 3 4 9、及び誘導部 3 5 0 のそれぞれは、第 1 の実施形態の流体拡散部 1 4 2、第 1 の渦巻発生部 1 4 3、第 1 のバブル発生部 1 4 5、第 2 の渦巻発生部 1 4 7、第 2 のバブル発生部 1 4 9、及び誘導部 1 5 0 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。

【0050】

上述のように、第1の実施形態では、軸部材141は第1の渦巻発生部143と、第1のバブル発生部145と、第2の渦巻発生部147と、第2のバブル発生部149とにおいて同一の直径を有する。本実施形態においては、図12に示されたように、第2の渦巻発生部347の軸部341-5の直径が第1のバブル発生部345の軸部341-3や第2バブル発生部349の軸部341-7の直径より小さい。これによって、第1のバブル発生部345と第2の渦巻発生部347との間の軸部341-4はその直径が漸次減少するようにテーパ状になっており、第2の渦巻発生部347と第2のバブル発生部349との間の軸部341-6はその直径が漸次増加するようにテーパ状になっている。即ち、第2の渦巻発生部347の直前にテーパ部を形成することで流体の流路が広くなって、第2の渦巻発生部347に流入する流量が増加し第2の渦巻発生部347による流体の旋回力が大きくなる。また、第2の渦巻発生部347と第2のバブル発生部349との間にテーパ部を形成することで第2のバブル発生部349に進入する流体の流路が急激に狭くなり、その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のバブル発生部の効果を増大させ、結果的に流体の冷却機能及び洗浄効果を向上させる。

10

【0051】

本実施形態では、第1の渦巻発生部343の軸部341-1の長さn2は流体拡散部342の長さn1より長くて、第1のバブル発生部345の軸部341-3の長さn4より短い。軸部341-2の長さn3は第1の渦巻発生部343の軸部341-1の長さn2や流体拡散部342の長さn1より短い。第2の渦巻発生部347の軸部341-5の長さn6は第1の渦巻発生部343の軸部341-1の長さn2と同一である。軸部341-4の長さn5は第1の渦巻発生部343の軸部341-1の長さn2や第2の渦巻発生部347の軸部341-5の長さn6より短い。第2のバブル発生部349の軸部341-7の長さn8は第1のバブル発生部345の軸部341-3の長さn4より長い。即ち、第2のバブル発生部349の突起部の数が第1のバブル発生部345の突起部の数より多い。また、軸部341-6の長さn7は第2の渦巻発生部347の軸部341-5の長さn6や第2のバブル発生部349の軸部341-7の長さn8より短い。一方、軸部341-4の長さn5と軸部341-6の長さn7とのそれぞれは軸部341-2の長さn3より短い。しかし、本発明は上記実施形態に限定されない。例えば、他の実施形態では、第1のバブル発生部345の軸部341-3の長さn4は第2のバブル発生部349の軸部341-7の長さn8と同一である。

20

30

【0052】

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が流体拡散部を備えない。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、内部構造体340が誘導部を備えない。

【0053】

(第4の実施形態)

次に、図13乃至図15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13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14は流体供給管400の側面透視図であり、図15は流体供給管400の内部構造体440の側面図である。

40

【0054】

示されたように、流体供給管400は管本体110と内部構造体440とを含む。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13及び図14において、流体は流入口111から流出口112側へ流れる。図14に示されたように、流体供給管400は、内部構造体440を流出側部材130に収納

50

した後に、流出側部材 1 3 0 の外周面の雄ねじ 1 3 2 と流入側部材 1 2 0 の内周面の雌ねじ 1 2 6 とを結合することで構成される。

【0055】

第 4 の実施形態の内部構造体 4 4 0 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 4 4 1 の上に一体化して形成されている流体拡散部 4 4 2 と、第 1 の渦巻発生部 4 4 3 と、第 1 のバブル発生部 4 4 5 と、第 2 の渦巻発生部 4 4 7 と、第 2 のバブル発生部 4 4 9 と、円錐形の誘導部 4 5 0 とを含む。流体拡散部 4 4 2、第 1 の渦巻発生部 4 4 3、第 1 のバブル発生部 4 4 5、第 2 の渦巻発生部 4 4 7、第 2 のバブル発生部 4 4 9、及び誘導部 4 5 0 のそれぞれは、第 1 の実施形態の流体拡散部 1 4 2、第 1 の渦巻発生部 1 4 3、第 1 のバブル発生部 1 4 5、第 2 の渦巻発生部 1 4 7、第 2 のバブル発生部 1 4 9、及び誘導部 1 5 0 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。

10

【0056】

上述のように、第 1 の実施形態では、軸部材 1 4 1 は第 1 の渦巻発生部 1 4 3 と、第 1 のバブル発生部 1 4 5 と、第 2 の渦巻発生部 1 4 7 と、第 2 のバブル発生部 1 4 9 とにおいて同一の直径を有する。本実施形態においては、図 1 5 に示されたように、第 1 の渦巻発生部 4 4 3 の軸部 4 4 1-1 と軸部 4 4 1-2 との直径が第 1 のバブル発生部 4 4 5 の軸部 4 4 1-3 の直径より小さい。流体拡散部 4 4 2 の断面の最も大きい部分の直径は、第 1 の渦巻発生部 4 4 3 の軸部 4 4 1-1 の直径と同一である。また、第 2 の渦巻発生部 4 4 7 の軸部 4 4 1-5 の直径が第 1 のバブル発生部 4 4 5 の軸部 4 4 1-3 や第 2 のバブル発生部 4 4 9 の軸部 4 4 1-7 の直径より小さい。そして、第 1 のバブル発生部 4 4 5 と第 2 の渦巻発生部 4 4 7 との間の軸部 4 4 1-4 はその直径が漸次減少するようにテーパ状になっており、第 2 の渦巻発生部 4 4 7 と第 2 のバブル発生部 4 4 9 との間の軸部 4 4 1-6 はその直径が漸次増加するようにテーパ状になっている。軸部 4 4 1-1 と軸部 4 4 1-2 の直径は軸部 4 4 1-5 の直径と同一である。

20

【0057】

以下、流体供給管 4 0 0 の内における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 1 1 1 に流入した流体は、流入側部材 1 2 0 のテーパ部 1 2 4 の空間を過ぎて流体拡散部 4 4 2 にぶつかり、流体供給管 4 0 0 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 4 4 3 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 のバブル発生部 4 4 5 に送られる。次に、流体は第 1 のバブル発生部 4 4 5 の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。第 1 のバブル発生部 4 4 5 の軸部 4 4 1-3 の直径が第 1 の渦巻発生部 4 4 3 の軸部 4 4 1-1 と軸部 4 4 1-2 との直径より大きいので、第 1 の渦巻発生部 4 4 3 から第 1 のバブル発生部 4 4 5 に流れる間に流路が急激に狭くなる。このような第 1 のバブル発生部 4 4 5 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。

30

【0058】

次に、流体は第 2 の渦巻発生部 4 4 7 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 4 4 7 の軸部 4 4 1-5 の直径は第 1 のバブル発生部 4 4 5 の軸部 4 4 1-3 の直径より小さいので、第 2 の渦巻発生部 4 4 7 に流入する流量が十分に確保され第 2 の渦巻発生部 4 4 7 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 のバブル発生部 4 4 9 に送られる。第 2 のバブル発生部 4 4 9 の軸部 4 4 1-7 の直径が第 1 の渦巻発生部 4 4 7 の軸部 4 4 1-5 の直径より大きいので、第 2 の渦巻発生部 4 4 7 から第 2 のバブル発生部 4 4 9 に流れる間に流路が急激に狭くなる。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。

40

【0059】

第 2 のバブル発生部 4 4 9 を通過した流体は内部構造体 4 4 0 の端部に向かって流れ、誘導部 4 5 0 の表面に沿って管の中心に誘導される。そして、流体はテーパ部 1 3 6 を

50

過ぎて流出口 1 1 2 を通じて流出される。内部構造体 4 4 0 の上記構成によれば、第 1 の渦巻発生部 4 4 3 と第 2 の渦巻発生部 4 4 7 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 のバブル発生部 4 4 5 と第 2 のバブル発生部 4 4 9 に流入する流体の流路が急激に狭くなり、その結果キャビテーション現象が増幅される。流体供給管 4 0 0 の内部構造体 4 4 0 に形成されている 2 つの渦巻発生部と 2 つのバブル発生部とによって、流出口 1 1 2 を通じて被加工物 W 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。上述のように、ファインバブルは流体の表面張力を低下させ、その結果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せる。また、誘導部 4 5 0 によって増幅されたコアンダ効果によって研削刃や被加工物の表面に流体がよく張り付くようになるので、冷却効果が増加する。それに加えて、内部構造体 4 4 0 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。

10

【0060】

本実施形態では流体拡散部 4 4 2 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 4 4 2 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 4 4 0 が流体拡散部を備えない。また、本実施形態では誘導部 4 5 0 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 4 5 0 はドームの形態を有する。更に他の実施形態においては、内部構造体 4 4 0 が誘導部を備えない。尚、本実施形態では軸部 4 4 1-2 の直径が第 1 の渦巻発生部 4 4 3 の軸部 4 4 1-1 の直径と同一であり、軸部 4 4 1-1 と軸部 4 4 1-2 との直径が軸部 4 4 1-5 の直径と同一である。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、軸部 4 4 1-2 が上流側から下流側に向けてその直径が漸次増加するようにテーパ状になる。更に他の実施形態においては、軸部 4 4 1-1 と軸部 4 4 1-2 との直径が軸部 4 4 1-5 の直径と異なる。

20

【0061】

(第 5 の実施形態)

次に、図 1 6 乃至図 1 8 を参照して本発明の第 5 の実施形態に係る流体供給管 5 0 0 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 1 6 は第 5 の実施形態に係る流体供給管 5 0 0 の側面分解図であり、図 1 7 は流体供給管 5 0 0 の側面透視図であり、図 1 8 は流体供給管 5 0 0 の内部構造体 5 4 0 の側面図である。

30

【0062】

示されたように、流体供給管 5 0 0 は管本体 1 1 0 と内部構造体 5 4 0 とを含む。第 5 の実施形態の管本体 1 1 0 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 1 6 及び図 1 7 において、流体は流入口 1 1 1 から流出口 1 1 2 側へ流れる。図 1 7 に示されたように、流体供給管 5 0 0 は、内部構造体 5 4 0 を流出側部材 1 3 0 に収納した後に、流出側部材 1 3 0 の外周面の雄ねじ 1 3 2 と流入側部材 1 2 0 の内周面の雌ねじ 1 2 6 とを結合することで構成される。

【0063】

第 5 の実施形態の内部構造体 5 4 0 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 5 4 1 の上に一体化して形成されている流体拡散部 5 4 2 と、第 1 の渦巻発生部 5 4 3 と、第 1 のバブル発生部 5 4 5 と、第 2 の渦巻発生部 5 4 7 と、第 2 のバブル発生部 5 4 9 と、円錐形の誘導部 5 5 0 とを含む。流体拡散部 5 4 2、第 1 の渦巻発生部 5 4 3、第 1 のバブル発生部 5 4 5、第 2 の渦巻発生部 5 4 7、第 2 のバブル発生部 5 4 9、及び誘導部 5 5 0 のそれぞれは、第 1 の実施形態の流体拡散部 1 4 2、第 1 の渦巻発生部 1 4 3、第 1 のバブル発生部 1 4 5、第 2 の渦巻発生部 1 4 7、第 2 のバブル発生部 1 4 9、及び誘導部 1 5 0 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。

40

【0064】

50

上述のように、第１の実施形態では、軸部材１４１は第１の渦巻発生部１４３と、第１のバブル発生部１４５と、第２の渦巻発生部１４７と、第２のバブル発生部１４９とにおいて同一の直径を有する。本実施形態においては、図１８に示されたように、第１の渦巻発生部５４３の軸部５４１－１の直径が上流側から下流側に漸次増加する。軸部５４１－２から第２のバブル発生部５４９の軸部５４１－７までは一定の直径を有する。流体拡散部５４２の断面の最も大きい部分と、第１の渦巻発生部５４３の軸部５４１－１の断面が最も小さい部分とが同一の直径を有し、第１の渦巻発生部５４３の軸部５４１－１の断面が最も大きい部分と、軸部５４１－２から第２のバブル発生部５４９の軸部５４１－７までとが同一の直径を有する。これによって、第１の渦巻発生部５４３に十分な流体が流入され第１の渦巻発生部５４３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５４３の軸部５４１－１の直径が漸次大きくなるので、第１のバブル発生部５４５の複数の突起部によって形成された複数の狭い流路に流体をうまく誘い込むことができる。上記の構造の流体供給管５００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。

10

【００６５】

本実施形態では流体拡散部５４２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５４２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５４０が流体拡散部を備えない。また、本実施形態では誘導部５５０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５５０はドームの形態を有する。更に他の実施形態においては、内部構造体５４０が誘導部を備えない。尚、本実施形態では第１の渦巻発生部５４３の軸部５４１－１の断面が最も大きい部分と第１のバブル発生部５４５の軸部５４１－３とが同一の直径を有する。しかし、他の実施形態においては、第１の渦巻発生部５４３の軸部５４１－１の断面が最も大きい部分の直径が軸部５４１－３の直径より小さくて、軸部５４１－２は直径が漸次大きくなるようにテーパ状になる。

20

【００６６】

（第６の実施形態）

次に、図１９及び図２０を参照して本発明の第６の実施形態に係る流体供給管６００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１９は第６の実施形態に係る流体供給管６００の側面分解図であり、図２０は流体供給管６００の側面透視図である。

30

【００６７】

示されたように、流体供給管６００は管本体１１０と内部構造体６４０とを含む。第６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１９及び図２０において、流体は流入口１１１から流出口１１２側へ流れる。図２０に示されたように、流体供給管６００は、内部構造体６４０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。

【００６８】

第６の実施形態の内部構造体６４０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６４１の上に一体化して形成されている流体拡散部６４２と、第１の渦巻発生部６４３と、第１のバブル発生部６４５と、第２の渦巻発生部６４７と、第２のバブル発生部６４９と、円錐形の誘導部６５０とを含む。流体拡散部６４２、第１の渦巻発生部６４３、第１のバブル発生部６４５、第２の渦巻発生部６４７、第２のバブル発生部６４９、及び誘導部６５０のそれぞれは、第１の実施形態の流体拡散部１４２、第１の渦巻発生部１４３、第１のバブル発生部１４５、第２の渦巻発生部１４７、第２のバブル発生部１４９、及び誘導部１５０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。

40

【００６９】

50

上述のように、第１の実施形態では、軸部材１４１は第１の渦巻発生部１４３と、第１のバブル発生部１４５と、第２の渦巻発生部１４７と、第２のバブル発生部１４９とにおいて同一の直径を有する。本実施形態においては、図１９に示されたように、第１の渦巻発生部６４３の軸部の直径が上流側から下流側に漸次増加する。流体拡散部６４２の断面が最も大きい部分と、第１の渦巻発生部６４３の軸部の断面が最も小さい部分とが同一の直径を有し、第１の渦巻発生部６４３の軸部の断面が最も大きい部分と、第１のバブル発生部６４５の軸部とが同一の直径を有する。これによって、第１の渦巻発生部６４３に十分な流体が流入され第１の渦巻発生部６４３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６４３の軸部の直径が漸次大きくなるので、第１のバブル発生部６４５の複数の突起部によって形成された複数の狭い流路に流体をうまく誘い込むことができる。

10

【００７０】

第２の渦巻発生部６４７の軸部の直径は第１のバブル発生部６４５の軸部の直径より小さくて、第２のバブル発生部６４９の軸部の直径より小さい。そして、第１のバブル発生部６４５と第２の渦巻発生部６４７との間の軸部はその直径が漸次減少するようにテーパ状になっており、第２の渦巻発生部６４７と第２のバブル発生部６４９との間の軸部はその直径が漸次増加するようにテーパ状になっている。即ち、第２の渦巻発生部６４７の直前にテーパ部を形成することで流体の流路が広くなって、第２の渦巻発生部６４７に流入される流量が十分に確保され第２の渦巻発生部６４７による流体の旋回力が十分に大きくなる。また、第２の渦巻発生部６４７と第２のバブル発生部６４９との間にテーパ部を形成することで第２のバブル発生部６４９に進入する流体の流路が急激に狭くなり、その結果キャビテーション現象が増幅される。上記の構造の流体供給管６００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。

20

【００７１】

本実施形態では流体拡散部６４２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６４２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６４０が流体拡散部を備えない。また、本実施形態では誘導部６５０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６５０はドームの形態を有する。更に他の実施形態においては、内部構造体６４０が誘導部を備えない。尚、本実施形態では第１の渦巻発生部６４３の軸部の断面が最も大きい部分と第１のバブル発生部６４５の軸部とが同一の直径を有する。しかし、他の実施形態においては、第１の渦巻発生部６４３の軸部の断面が最も大きい部分の直径が第１のバブル発生部６４５の軸部の直径より小さい。

30

【００７２】

（第７の実施形態）

次に、図２１及び図２２を参照して本発明の第７の実施形態に係る流体供給管７００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２１は第７の実施形態に係る流体供給管７００の側面分解図であり、図２２は流体供給管７００の側面透視図である。

40

【００７３】

示されたように、流体供給管７００は管本体１１０と内部構造体７４０とを含む。第７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２１及び図２２において、流体は流入口１１１から流出口１１２側へ流れる。図２２に示されたように、流体供給管７００は、内部構造体７４０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。

【００７４】

第７の実施形態の内部構造体７４０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７４１の上に一体化して形成されている流体拡散部７４２と、第１の渦巻発生

50

部 7 4 3 と、第 1 のバブル発生部 7 4 5 と、第 2 の渦巻発生部 7 4 7 と、第 2 のバブル発生部 7 4 9 と、円錐形の誘導部 7 5 0 とを含む。流体拡散部 7 4 2、第 1 の渦巻発生部 7 4 3、第 1 のバブル発生部 7 4 5、第 2 の渦巻発生部 7 4 7、第 2 のバブル発生部 7 4 9、及び誘導部 7 5 0 のそれぞれは、第 1 の実施形態の流体拡散部 1 4 2、第 1 の渦巻発生部 1 4 3、第 1 のバブル発生部 1 4 5、第 2 の渦巻発生部 1 4 7、第 2 のバブル発生部 1 4 9、及び誘導部 1 5 0 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。

【0075】

本実施形態の内部構造体 7 4 0 の軸部材 7 4 1 は、第 4 の実施形態の内部構造体 4 4 0 の軸部材 4 4 1 と類似している。具体的には、第 1 の渦巻発生部 7 4 3 の軸部 7 4 1-1 と軸部 7 4 1-2 との直径が、第 1 のバブル発生部 7 4 5 の軸部 7 4 1-3 の直径より小さい。流体拡散部 7 4 2 の断面の最も大きい部分の直径は、第 1 の渦巻発生部 7 4 3 の軸部 7 4 1-1 の直径と同一である。また、第 2 の渦巻発生部 7 4 7 の軸部 7 4 1-5 の直径が第 1 のバブル発生部 7 4 5 の軸部 7 4 1-3 や第 2 のバブル発生部 7 4 9 の軸部 7 4 1-7 の直径より小さい。そして、第 1 のバブル発生部 7 4 5 と第 2 の渦巻発生部 7 4 7 との間の軸部 7 4 1-4 はその直径が漸次減少するようにテーパ状になっており、第 2 の渦巻発生部 7 4 7 と第 2 のバブル発生部 7 4 9 との間の軸部 7 4 1-6 はその直径が漸次増加するようにテーパ状になっている。軸部 7 4 1-1 と軸部 7 4 1-2 の直径は軸部 7 4 1-5 の直径と同一である。

【0076】

第 1 のバブル発生部 7 4 5 は第 2 のバブル発生部 7 4 9 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 のバブル発生部 7 4 5 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 のバブル発生部 7 4 9 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 のバブル発生部 7 4 5 の複数の菱形突起部の間の流路の個数は第 2 のバブル発生部 7 4 9 の複数の菱形突起部の間の流路の個数より少ない。例えば、第 1 のバブル発生部 7 4 5 には 8 個の流路が形成されるが、第 2 のバブル発生部 7 4 9 には 1 2 個の流路が形成される。これによって、第 2 のバブル発生部 7 4 9 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。このような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。

【0077】

上流側に形成された複数の菱形突起部の個数が下流側に形成された複数の菱形突起部の個数よりはるかに少ない構成は、上述した第 1 の実施形態乃至第 6 の実施形態にも適用可能である。本実施形態では流体拡散部 7 4 2 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 7 4 2 がドームの形態を有したり、内部構造体 7 4 0 が流体拡散部を備えなかったりしてもよい。また、本実施形態では誘導部 7 5 0 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 7 5 0 はドームの形態を有したり、内部構造体 7 4 0 が誘導部を備えなかったりしてもよい。尚、本実施形態では軸部 7 4 1-2 の直径が第 1 の渦巻発生部 7 4 3 の軸部 7 4 1-1 の直径と同一であり、軸部 7 4 1-1 と軸部 7 4 1-2 との直径が軸部 7 4 1-5 の直径と同一である。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、軸部 7 4 1-2 が上流側から下流側に向けてその直径が漸次増加するようにテーパ状になる。更に他の実施形態においては、軸部 7 4 1-1 と軸部 7 4 1-2 との直径が軸部 7 4 1-5 の直径と異なる。

【0078】

上述した各実施形態では内部構造体が 2 個の渦巻発生部と 2 個のバブル発生部とを備える構成を有するが、3 個以上の渦巻発生部と 3 個以上のバブル発生部とを備える実施形態も可能である。この場合軸部材は、第 1 の実施形態や第 2 の実施形態と同様に一定の直径を有したり、第 3 の実施形態と同様に下流側の渦巻発生部の前後にテーパ部が形成され

たり、第４の実施形態と同様に流入口側の渦巻発生部の軸部がバブル発生部の軸部より小さい直径を有したり、第５の実施形態と同様に流入口側の渦巻発生部の軸部の直径が漸次増加したり、第７の実施形態と同様に流入口側のバブル発生部がそれより下流側のバブル発生部に比べはるかに少ない数の流路を有したりするように形成されることができる。上記の構成の様々な組合せも可能である。また、主に本発明の流体供給管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、流体供給管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、本発明の流体供給管は流体混合装置にも適用可能である。この場合、流体供給管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）を維持または上昇させることにも利用できる。加えて、本発明の流体供給管は、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。

10

【００７９】

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。

20

【符号の説明】

【００８０】

- | | | |
|-------------------------------|-----------|----|
| １ | 研削装置 | |
| W | 被加工物 | |
| G | 研削箇所 | |
| ２ | 研削刃（砥石） | 30 |
| ３ | 被加工物 | |
| ４ | 研削部 | |
| ５ | 流体供給部 | |
| ６ | ノズル | |
| ７、８ | ジョイント部 | |
| ９ | 配管 | |
| P、１００、２００、３００、４００、５００、６００、７００ | 流体供給管 | |
| １１０ | 管本体 | |
| １２０ | 流入側部材 | |
| １３０ | 流出側部材 | 40 |
| １４０、２４０、３４０、４４０、５４０、６４０、７４０ | 内部構造体 | |
| １４１、２４１、３４１、４４１、５４１、６４１、７４１ | 軸部材 | |
| １４２、２４２、３４２、４４２、５４２、６４２、７４２ | 流体拡散部 | |
| １４３、２４３、３４３、４４３、５４３、６４３、７４３ | 第１の渦巻発生部 | |
| １４５、２４５、３４５、４４５、５４５、６４５、７４５ | 第１のバブル発生部 | |
| １４７、２４７、３４７、４４７、５４７、６４７、７４７ | 第２の渦巻発生部 | |
| １４９、２４９、３４９、４４９、５４９、６４９、７４９ | 第２のバブル発生部 | |
| １５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０ | 誘導部 | |

【要約】

50

【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管を提供することにある。

【解決手段】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管本体と、を含み、管本体は、流入口と流出口とを含む。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の部分とを含む。内部構造体の第1の部分は、管本体に内部構造体が収納された際、管本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複数の翼とを含んでおり、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複数の翼とを含んでおり、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む。

10

【選択図】図2

【図1】

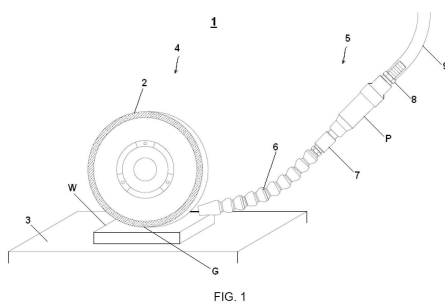


FIG. 1

【図3】

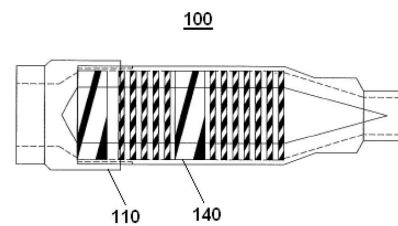


FIG. 3

【図2】

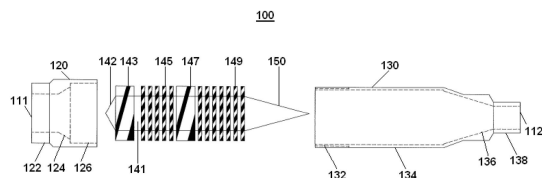


FIG. 2

【図4】

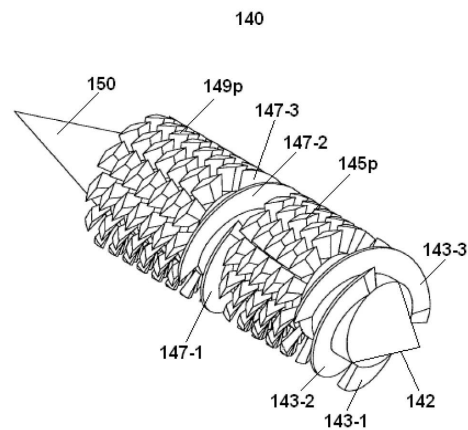


FIG. 4

【図 5】

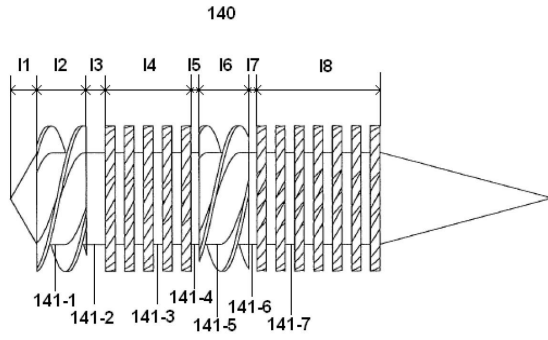


FIG. 5

【図 6 A】

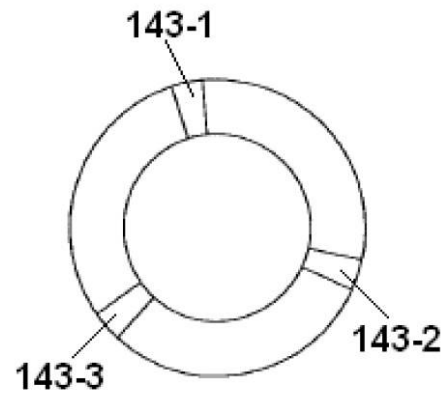


FIG. 6(A)

【図 6 B】

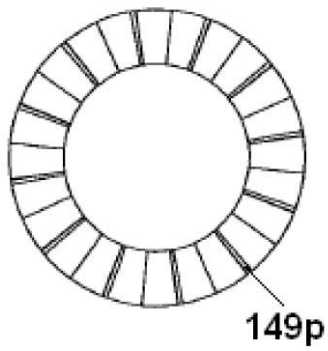


FIG. 6(B)

【図 7】

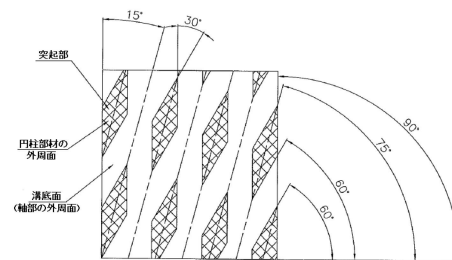


FIG. 7

【図 8】

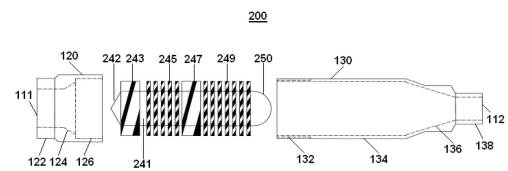


FIG. 8

【図 9】

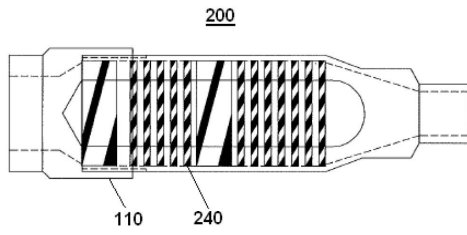


FIG. 9

【図 11】

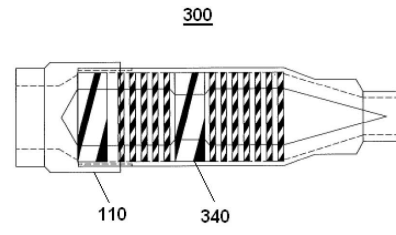


FIG. 11

【図 10】

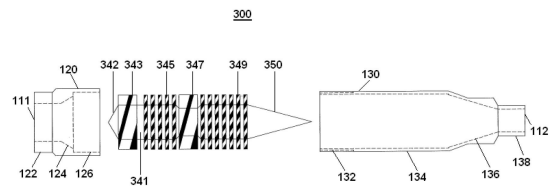


FIG. 10

【図 12】

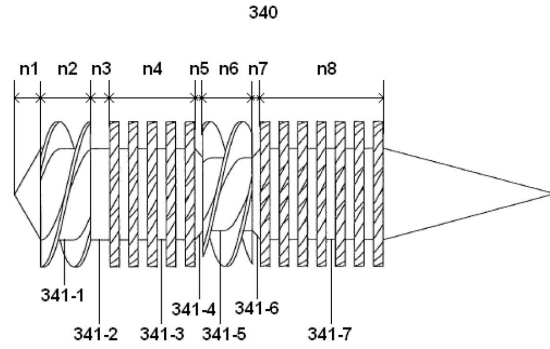


FIG. 12

【図 13】

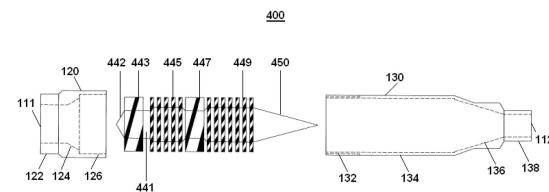


FIG. 13

【図 15】

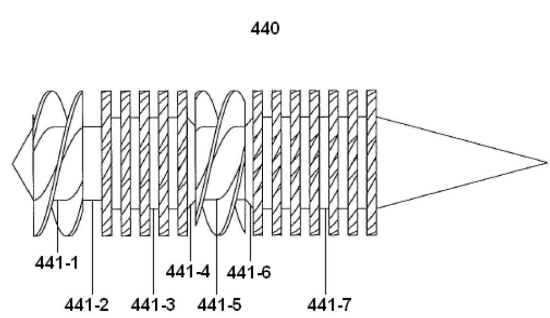


FIG. 15

【図 14】

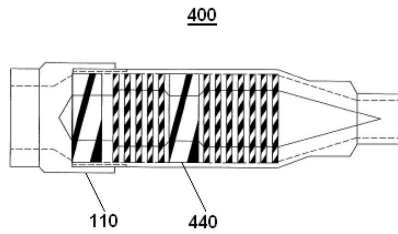


FIG. 14

【図 16】

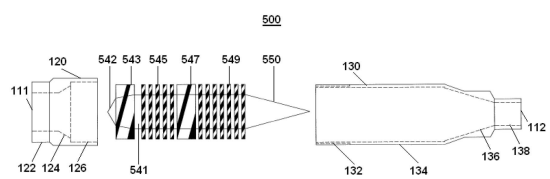


FIG. 16

【図 17】

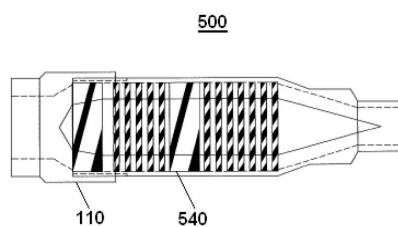


FIG. 17

【図 19】

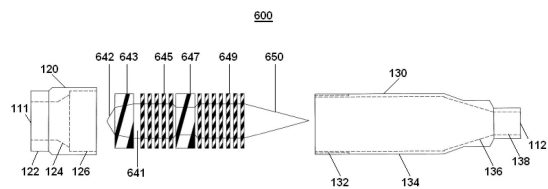


FIG. 19

【図 18】

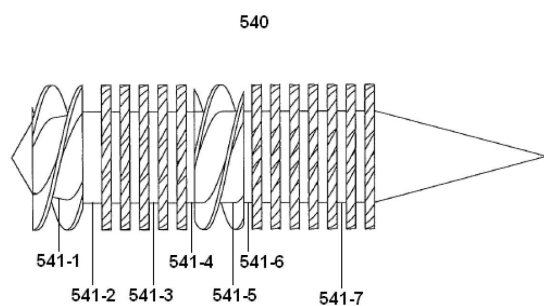


FIG. 18

【図 20】

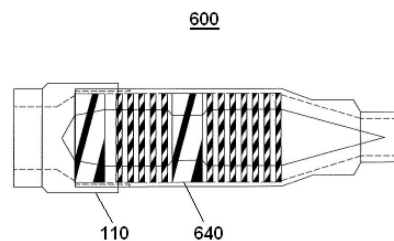


FIG. 20

【図 2 1】

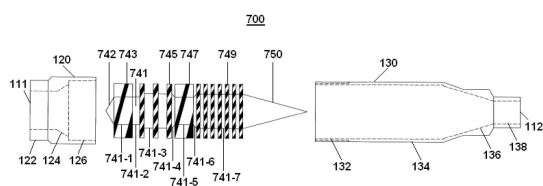


FIG. 21

【図 2 2】

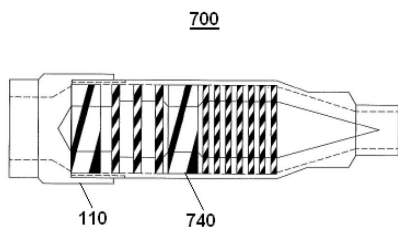


FIG. 22

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>B 0 1 F</i>	<i>3/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>3/08</i>	<i>Z</i>
<i>B 0 1 F</i>	<i>5/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>3/02</i>	
<i>B 0 5 B</i>	<i>1/34</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>5/00</i>	<i>G</i>
<i>A 4 7 K</i>	<i>3/28</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>5/00</i>	<i>F</i>
<i>A 0 1 G</i>	<i>31/00</i>	<i>(2018.01)</i>	<i>B 0 5 B</i>	<i>1/34</i>	<i>1 0 1</i>
<i>B 0 8 B</i>	<i>3/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>A 4 7 K</i>	<i>3/28</i>	
			<i>A 0 1 G</i>	<i>31/00</i>	<i>6 0 1 B</i>
			<i>A 0 1 G</i>	<i>31/00</i>	<i>6 0 2</i>
			<i>B 0 8 B</i>	<i>3/10</i>	<i>Z</i>

(56)参考文献 登録実用新案第3 1 8 4 7 8 6 (J P, U)
特開2 0 0 4－0 3 3 9 6 2 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

B 2 3 Q *1 1/0 0* *－ 1 3/0 0*
A 0 1 G *3 1/0 0*
A 4 7 K *3/2 8*
B 0 1 F *1/0 0* *－ 5/2 6*
B 0 5 B *1/3 4*
B 0 8 B *3/1 0*
F 1 6 L *5 5/0 0*