(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6534058号
(P6534058)
(45)発行日　令和1年6月26日(2019.6.26)　(24)登録日　令和1年6月7日(2019.6.7)

(51)Int.Cl.		F I		
B23Q 11/10	(2006.01)	B23Q	11/10	A
B01F 5/00	(2006.01)	B01F	5/00	F
A01G 31/00	(2018.01)	A01G	31/00	601B
B01F 3/00	(2006.01)	B01F	3/00	
B01F 3/04	(2006.01)	B01F	3/04	Z

請求項の数 35　(全 27 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2018-207545(P2018-207545)
(22)出願日　平成30年11月2日(2018.11.2)
(62)分割の表示　特願2018-92334(P2018-92334)の分割
原出願日　平成30年5月11日(2018.5.11)
(65)公開番号　特開2019-63986(P2019-63986A)
(43)公開日　平成31年4月25日(2019.4.25)
審査請求日　平成30年11月21日(2018.11.21)
(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】内部構造体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

収納体に収納される内部構造体であって、

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流体拡散部と、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、

流体拡散部は、流入される流体を軸体部材の半径方向に拡散させ、

第１の部分は、流体拡散部より下流側に位置し、軸部と、流体拡散部によって拡散された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、

内部構造体。

【請求項２】

第１の部分の軸方向における流体拡散部の長さが、第１の部分の軸方向における第２の部分の長さより短く、第１の部分の軸方向における第１の部分の長さが、第１の部分の軸

方向における第２の部分の長さより短いことを特徴とする、
請求項１に記載の内部構造体。
【請求項３】
第１の部分の軸方向における流体拡散部の長さが、第１の部分の軸方向における第１の部分の長さよりも短いことを特徴とする、
請求項２に記載の内部構造体。
【請求項４】
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１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項５】
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１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項６】
内部構造体の第３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１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項７】
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、各々の突起部は柱形をしていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項８】
内部構造体の第４の部分の複数の突起部は網状に形成されており、各々の突起部は柱形をしていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項９】
内部構造体は下流側の端部に流体を流れの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１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項１０】
内部構造体の誘導部は、円錐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９に記載の内部構造体。
【請求項１１】
内部構造体の誘導部は、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９に記載の内部構造体。
【請求項１２】
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ー状になっていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項１３】
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１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項１４】
第３の部分の軸方向における第３の部分の長さが、第３の部分の軸方向における第４の部分の長さよりも短いことを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項１５】
収納体に収納される内部構造体であって、
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流体拡散部と、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、
流体拡散部は、流入される流体を軸体部材の半径方向に拡散させ、
第１の部分は、流体拡散部より下流側に位置し、軸部と、流体拡散部によって拡散された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、
内部構造体。
【請求項１６】
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ー状になっていることを特徴とする請求項１５に記載の内部構造体。
【請求項１７】
収納体に収納される内部構造体であって、
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流体拡散部と、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、
流体拡散部は、流入される流体を軸体部材の半径方向に拡散させ、
第１の部分は、流体拡散部より下流側に位置し、軸部と、流体拡散部によって拡散された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、
内部構造体。
【請求項１８】
収納体に収納される内部構造体であって、
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流体拡散部と、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、
流体拡散部は、流入される流体を軸体部材の半径方向に拡散させ、
第１の部分は、流体拡散部より下流側に位置し、軸部と、流体拡散部によって拡散された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、
内部構造体。
【請求項１９】
第１の部分の軸方向における流体拡散部の長さが、第１の部分の軸方向における第２の部分の長さより短く、第１の部分の軸方向における第１の部分の長さが、第１の部分の軸方向における第２の部分の長さより短いことを特徴とする、
請求項１８に記載の内部構造体。
【請求項２０】
第１の部分の軸方向における流体拡散部の長さが、第１の部分の軸方向における第１の

部分の長さよりも短いことを特徴とする、
請求項１９に記載の内部構造体。
【請求項２１】
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１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項２２】
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１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項２３】
内部構造体の第３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請求項１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項２４】
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、各々の突起部は柱形をしていることを特徴とする請求項１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項２５】
内部構造体の第４の部分の複数の突起部は網状に形成されており、各々の突起部は柱形をしていることを特徴とする請求項１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項２６】
内部構造体は下流側の端部に流体を流れの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請求項１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項２７】
内部構造体の誘導部は、円錐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２６に記載の内部構造体。
【請求項２８】
内部構造体の誘導部は、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２６に記載の内部構造体。
【請求項２９】
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１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項３０】
第３の部分の軸方向における第３の部分の長さが、第３の部分の軸方向における第４の部分の長さよりも短いことを特徴とする請求項１８乃至２０のいずれかに記載の内部構造体。
【請求項３１】
収納体に収納される内部構造体であって、
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流体拡散部と、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、
流体拡散部は、流入される流体を軸体部材の半径方向に拡散させ、
第１の部分は、流体拡散部より下流側に位置し、軸部と、流体拡散部によって拡散された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内部構造体。

【請求項３２】

請求項１から３１のいずれかの内部構造体が収納された収納体に、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３３】

請求項１から３１のいずれかの内部構造体が収納された収納体に、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３４】

請求項１から３１のいずれかの内部構造体が収納された収納体に、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３５】

請求項１から３１のいずれかの内部構造体が収納された収納体に、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、収納体に収納されて、流体に所定の流動特性を与える内部構造体に関する。例えば本発明の内部構造体は、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。

【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。

【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】

【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り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らず存在する。

【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内部構造体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、上記の課題を解決するために、次のような構造にしてある。即ち、収納体に収納される内部構造体であって、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流体拡散部と、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。流体拡散部は、流入される流体を軸体部材の半径方向に拡散させ、第１の部分は、流体拡散部より下流側に位置し、軸部と、流体拡散部によって拡散された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む。そして、その特徴とするところは、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である。

また、本発明の別の実施形態によれば、上記流体拡散部および第１乃至第４の部分を含み、更に、その特徴とするところは、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である。

また、本発明の別の実施形態によれば、上記流体拡散部および第１乃至第４の部分を含み、更に、その特徴とするところは、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である。

また、本発明の別の実施形態によれば、上記流体拡散部および第１乃至第４の部分を含み、更に、その特徴とするところは、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である。

また、本発明の別の実施形態によれば、上記流体拡散部および第１乃至第４の部分を含み、更に、その特徴とするところは、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である。

【発明の効果】

【００１０】

本発明の本発明の内部構造体を工作機械等の流体供給部に設ければ、収納体の内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、本発明の内部構造体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。

【００１１】

また、本発明の多数の実施形態において、内部構造体は一体化した一つの部品として製

造される。従って、収納体に内部構造体を固定して組み立てる工程が単純になる。

【００１２】

本発明の内部構造体は、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）を混合する装置に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、収納体に水や湯を流入し、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、収納体に水を流入し、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】

【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。

【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。

【図１４】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１５】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１６】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１７】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１８】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１９】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２０】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２１】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２２】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】

【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。

【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。

【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。

【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（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との間にはテーパー部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のテーパー部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ｌ２は流体拡散部１４２の長さｌ１よりは長くて、第１のバブル発生部１４５の長さｌ４よりは短い。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ても良く（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て行うことで、時間短縮が図れることになる。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ｌ３は第１の渦巻発生部１４３の軸部１４１－１の長さｌ２より短くて、流体拡散部１４２の長さｌ１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ｌ６は、第１の渦巻発生部１４３の軸部１４１－１の長さｌ２と同一である。軸部１４１－４の長さｌ５は第２の渦巻発生部１４７の軸部１４１－５の長さｌ６（又は、第１の渦巻発生部１４３の軸部１４１－１の長さｌ２）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ｌ６は、第１の渦巻発生部１４３の軸部１４１－１の長さｌ２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ｌ８は、第１のバブル発生部１４５の軸部１４１－３の長さｌ４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ｌ７は第２の渦巻発生部１４７の軸部１４１－５の長さｌ６より短くて、第２のバブル発生部１４９の軸部１４１－７の長さｌ８より短い。尚、軸部１４１－６の長さｌ７は軸部１４１－２の長さｌ３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ｌ８は第１のバブル発生部１４５の軸部１４１－３の長さｌ４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のテーパー部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。

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

ここで、ｐは流線内の一点での圧力、ρは流体の密度、υ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。

【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。

【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。

【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の効果を増大させることができる。

【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のテーパー部１３６へ流れれば流路が急激に広くなる。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、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２４９とにおいて同一の直径を有する。流体拡散部２４２の断面の最も大きい部分の直径が、第１の渦巻発生部２４３の軸部の直径と同一である。流体拡散部２４２、第１の渦巻発生部２４３、第１のバブル発生部２４５、第２の渦巻発生部２４７、及び第２のバブル発生部２４９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、及び第２のバブル発生部１４９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２４２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２４２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２４０が流体拡散部を備えない。また、円錐形の誘導部１５０を有する第１の実施形態の内部構造体１４０と違い、第２の実施形態の内部構造体２４０はドーム形の誘導部２５０を有する。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。

【００４６】

流体供給管２００に流入した流体は流体拡散部２４２により拡散されて順に第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とを過ぎる。そして、流体は第２のバブル発生部２４９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１３０のテーパー部１３６へ流れるので流路が急激に広くなる。このとき、誘導部２５０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２５０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２５０によって中心に向かって誘導された流体はテーパー部１３６を過ぎて流出口１１２を通じて流出される。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１０乃至図１２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１０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１１は流体供給管３００の側面透視図であり、図１２は流体供給管３００の内部構造体３４０の側面図である。

【００４８】

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。

【００４９】

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のバブル発生部３４５と、第２の渦巻発生部３４７と、第２のバブル発生部３４９と、円錐形の誘導部３５０とを含む。流体拡散部３４２、第１の渦巻発生部３４３、第１のバブル発生部３４５、第２の渦巻発生部３４７、第２のバブル発生部３４９、及び誘導部３５０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。

【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ー状になっており、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ー状になっている。即ち、第２の渦巻発生部３４７の直前にテーパー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との間にテーパー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。

【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。

【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。

【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。

【００５５】

第４の実施形態の内部構造体４４０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と、第１のバブル発生部４４５と、第２の渦巻発生部４４７と、第２のバブル発生部４４９と、円錐形の誘導部４５０とを含む。流体拡散部４４２、第１の渦巻発生部４４３、第１のバブル発生部４４５、第２の渦巻発生部４４７、第２のバブル発生部４４９、及び誘導部４５０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。

【００５６】

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１５に示されたように、第１の渦巻発生部４４３の軸部４４１－１と軸部４４１－２との直径が第１のバブル発生部４４５の軸部４４１－３の直径より小さい。流体拡散部４４２の断面の最も大きい部分の直径は、第１の渦巻発生部４４３の軸部４４１－１の直径と同一である。また、第２の渦巻発生部

４４７の軸部４４１－５の直径が第１のバブル発生部４４５の軸部４４１－３や第２のバブル発生部４４９の軸部４４１－７の直径より小さい。そして、第１のバブル発生部４４５と第２の渦巻発生部４４７との間の軸部４４１－４はその直径が漸次減少するようにテーパー状になっており、第２の渦巻発生部４４７と第２のバブル発生部４４９との間の軸部４４１－６はその直径が漸次増加するようにテーパー状になっている。軸部４４１－１と軸部４４１－２の直径は軸部４４１－５の直径と同一である。

【００５７】

以下、流体供給管４００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１１１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４４２にぶつかり、流体供給管４００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４４３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４４５に送られる。次に、流体は第１のバブル発生部４４５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４４５の軸部４４１－３の直径が第１の渦巻発生部４４３の軸部４４１－１と軸部４４１－２との直径より大きいので、第１の渦巻発生部４４３から第１のバブル発生部４４５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４４５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４４７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４４７の軸部４４１－５の直径は第１のバブル発生部４４５の軸部４４１－３の直径より小さいので、第２の渦巻発生部４４７に流入する流量が十分に確保され第２の渦巻発生部４４７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４４９に送られる。第２のバブル発生部４４９の軸部４４１－７の直径が第１の渦巻発生部４４７の軸部４４１－５の直径より大きいので、第２の渦巻発生部４４７から第２のバブル発生部４４９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。

【００５９】

第２のバブル発生部４４９を通過した流体は内部構造体４４０の端部に向かって流れ、誘導部４５０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４４０の上記構成によれば、第１の渦巻発生部４４３と第２の渦巻発生部４４７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４４５と第２のバブル発生部４４９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４００の内部構造体４４０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１１２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４５０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４４０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】

本実施形態では流体拡散部４４２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４４２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４４０が流体拡散部を備えない。また、本実施形態では誘導部４５０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４５０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４４０が誘導部を備えない。尚、本実施形態では軸部４４１－２の直径が第１の渦巻

発生部４４３の軸部４４１－１の直径と同一であり、軸部４４１－１と軸部４４１－２との直径が軸部４４１－５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４４１－２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ー状になる。更に他の実施形態においては、軸部４４１－１と軸部４４１－２との直径が軸部４４１－５の直径と異なる。

【００６１】

（第５の実施形態）

次に、図１６乃至図１８を参照して本発明の第５の実施形態に係る流体供給管５００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１６は第５の実施形態に係る流体供給管５００の側面分解図であり、図１７は流体供給管５００の側面透視図であり、図１８は流体供給管５００の内部構造体５４０の側面図である。

【００６２】

示されたように、流体供給管５００は管本体１１０と内部構造体５４０とを含む。第５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１６及び図１７において、流体は流入口１１１から流出口１１２側へ流れる。図１７に示されたように、流体供給管５００は、内部構造体５４０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。

【００６３】

第５の実施形態の内部構造体５４０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５４１の上に一体化して形成されている流体拡散部５４２と、第１の渦巻発生部５４３と、第１のバブル発生部５４５と、第２の渦巻発生部５４７と、第２のバブル発生部５４９と、円錐形の誘導部５５０とを含む。流体拡散部５４２、第１の渦巻発生部５４３、第１のバブル発生部５４５、第２の渦巻発生部５４７、第２のバブル発生部５４９、及び誘導部５５０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。

【００６４】

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。

【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ー状になる。

【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。

【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。

【００６９】

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。

【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ー状になっており、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ー状になっている。即ち、第２の渦巻発生部６４７の直前にテーパー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との間にテーパー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。

【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。

【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。

【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の渦巻発生部７４３と、第１のバブル発生部７４５と、第２の渦巻発生部７４７と、第２のバブル発生部７４９と、円錐形の誘導部７５０とを含む。流体拡散部７４２、第１の渦巻発生部７４３、第１のバブル発生部７４５、第２の渦巻発生部７４７、第２のバブル発生部７４９、及び誘導部７５０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。

【００７５】

本実施形態の内部構造体７４０の軸部材７４１は、第４の実施形態の内部構造体４４０の軸部材４４１と類似している。具体的には、第１の渦巻発生部７４３の軸部７４１－１と軸部７４１－２との直径が、第１のバブル発生部７４５の軸部７４１－３の直径より小さい。流体拡散部７４２の断面の最も大きい部分の直径は、第１の渦巻発生部７４３の軸部７４１－１の直径と同一である。また、第２の渦巻発生部７４７の軸部７４１－５の直径が第１のバブル発生部７４５の軸部７４１－３や第２のバブル発生部７４９の軸部７４１－７の直径より小さい。そして、第１のバブル発生部７４５と第２の渦巻発生部７４７との間の軸部７４１－４はその直径が漸次減少するようにテーパー状になっており、第２の渦巻発生部７４７と第２のバブル発生部７４９との間の軸部７４１－６はその直径が漸次増加するようにテーパー状になっている。軸部７４１－１と軸部７４１－２の直径は軸部７４１－５の直径と同一である。

【００７６】
第１のバブル発生部７４５は第２のバブル発生部７４９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７４５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７４９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７４５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７４９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７４５には８個の流路が形成されるが、第２のバブル発生部７４９には１２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７４９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７４２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７４２がドームの形態を有したり、内部構造体７４０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７５０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７５０はドームの形態を有したり、内部構造体７４０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７４１－２の直径が第１の渦巻発生部７４３の軸部７４１－１の直径と同一であり、軸部７４１－１と軸部７４１－２との直径が軸部７４１－５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７４１－２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ー状になる。更に他の実施形態においては、軸部７４１－１と軸部７４１－２との直径が軸部７４１－５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ー部が形成されたり、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。

【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。

【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）
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
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

【図１】

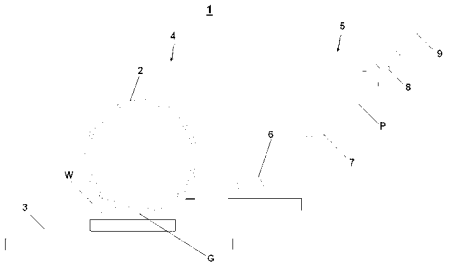

FIG. 1

【図２】

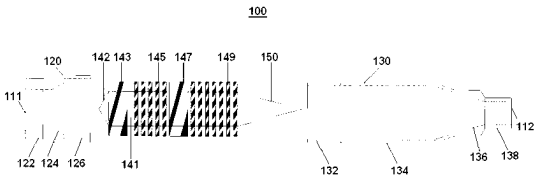

FIG. 2

【図３】

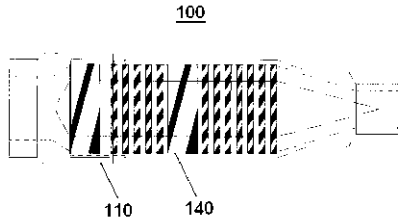

FIG. 3

【図４】

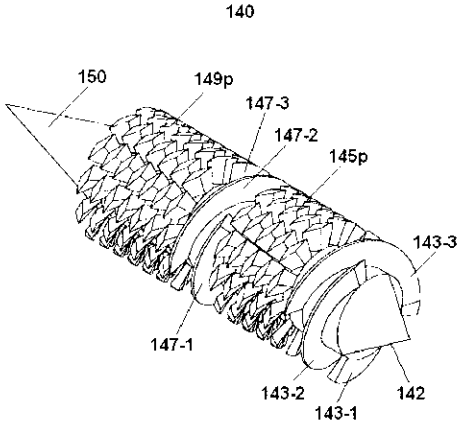

FIG. 4

【図５】

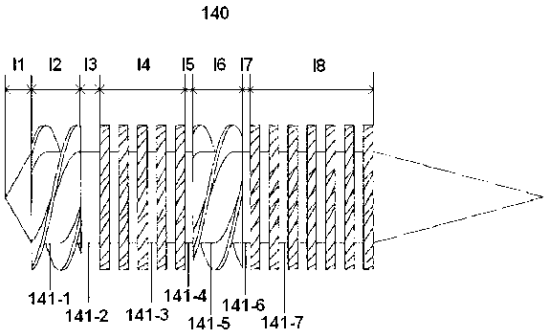

FIG. 5

【図６Ａ】

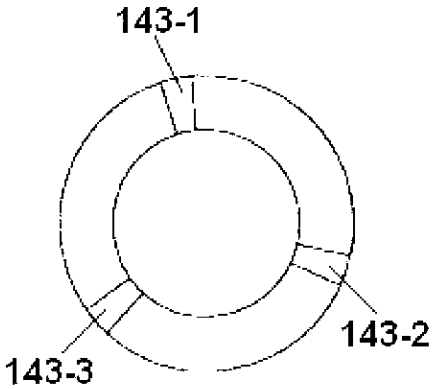

FIG. 6(A)

【図６Ｂ】

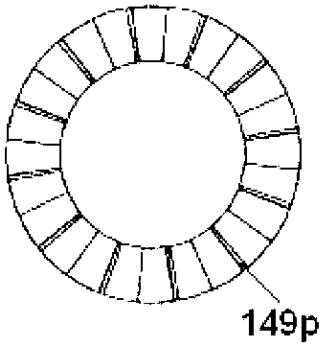

FIG. 6(B)

【図７】

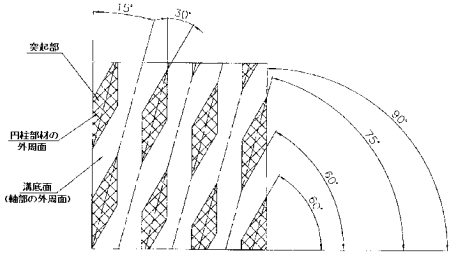

FIG. 7

【図８】

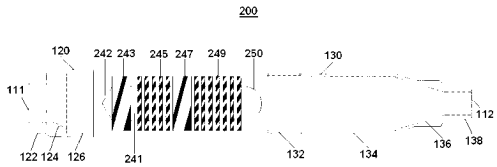

FIG. 8

【図９】

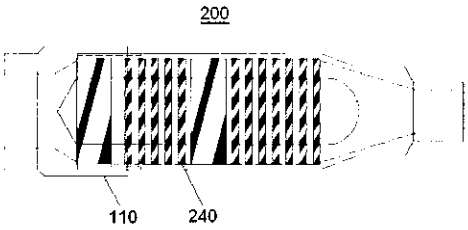

FIG. 9

【図１１】

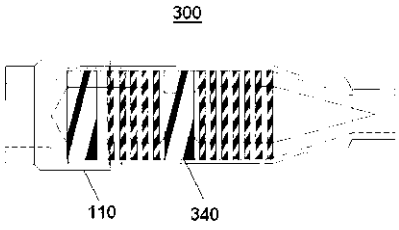

FIG. 11

【図１０】

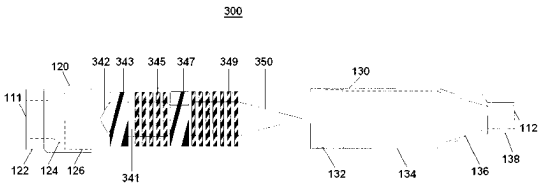

FIG. 10

【図１２】

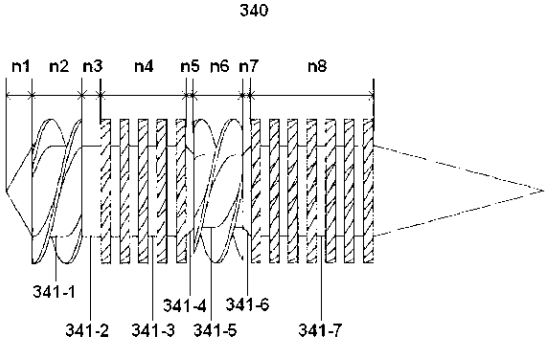

FIG. 12

【図１３】

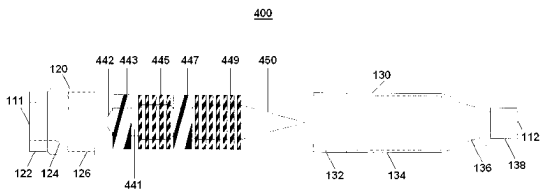

FIG. 13

【図１４】

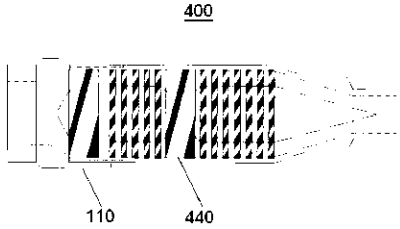

FIG. 14

【図１５】

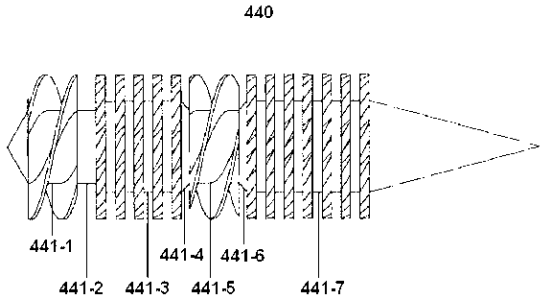

FIG. 15

【図１６】

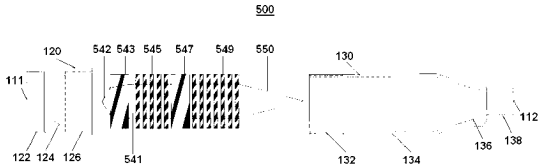

FIG. 16

【図１７】

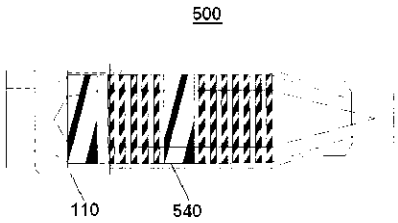

FIG. 17

【図１８】

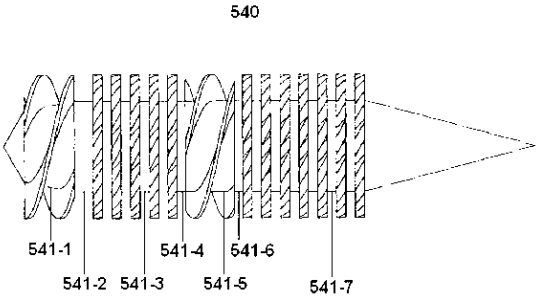

FIG. 18

【図１９】

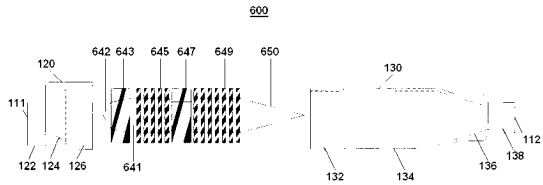

FIG. 19

【図２０】

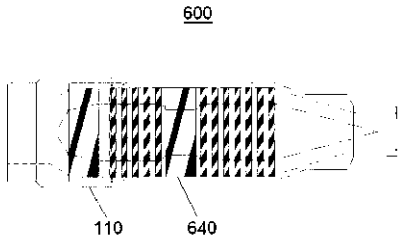

FIG. 20

【図２１】

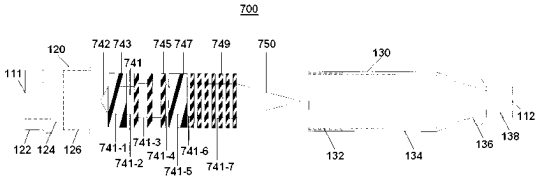

FIG. 21

【図２２】

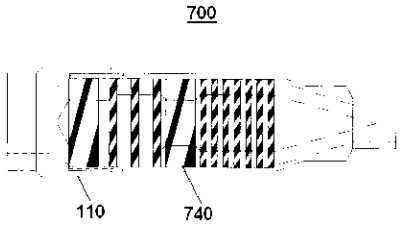

FIG. 22

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			ＦＩ		
Ｂ０１Ｆ	3/08	(2006.01)	Ｂ０１Ｆ	3/08	Ｚ
Ｂ０１Ｆ	1/00	(2006.01)	Ｂ０１Ｆ	5/00	Ｄ
Ｂ０５Ｂ	1/18	(2006.01)	Ｂ０１Ｆ	5/00	Ｇ
Ｂ０５Ｂ	1/34	(2006.01)	Ｂ０１Ｆ	1/00	Ａ
			Ｂ０５Ｂ	1/18	１０１
			Ｂ０５Ｂ	1/34	１０１

審査官　久保田　信也

(56)参考文献　特開２００４－０３３９６２（ＪＰ，Ａ）
登録実用新案第３１８４７８６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｂ２３Ｑ	１１／００	－	１３／００
Ａ０１Ｇ	３１／００		
Ｂ０１Ｆ	１／００	－	５／２６
Ｂ０５Ｂ	１／１８		
Ｂ０５Ｂ	１／３４		