(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6889475号
(P6889475)
(45)発行日　令和3年6月18日(2021.6.18)　(24)登録日　令和3年5月25日(2021.5.25)

(51)Int.Cl.			F I		
B05B	1/34	(2006.01)	B05B	1/34	101
B23Q	11/10	(2006.01)	B23Q	11/10	A
B01F	3/04	(2006.01)	B01F	3/04	Z
B01F	1/00	(2006.01)	B01F	1/00	A
B01F	3/08	(2006.01)	B01F	3/08	Z

請求項の数 20　(全 16 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2017-229726(P2017-229726)
(22)出願日　平成29年11月29日(2017.11.29)
(65)公開番号　特開2019-98222(P2019-98222A)
(43)公開日　令和1年6月24日(2019.6.24)
審査請求日　令和2年1月23日(2020.1.23)

(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
(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　磯部　洋一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】内部構造体及びそれを収納した流体供給管

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

収納体に収納されて、流体に対し流動特性を与える内部構造体であって、

内部構造体には、軸部を含み、軸部の外周面から突出した複数の突起部が形成され、

複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれてずれるように配置され、流体が複数の突起部に衝突する頻度を増やすようにし、

内部構造体の複数の突起部においては、複数の突起部の間にある流路の断面積が、上流の流路の断面積より小さく、複数の突起部の間にある流路を流れる流体の静圧力を低くすることによって、キャビテーション現象を誘発して微小バブルを発生するようにしたことを特徴とする、

内部構造体。

【請求項２】

内部構造体の軸部には、複数の突起部の上流側に流体に渦巻流を発生させる渦巻発生部が形成されており、軸部の下流側の複数の突起部の間には螺旋状の複数の流路が形成され、この複数の螺旋状の流路には、渦巻流となった流体が供給される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】

内部構造体の軸部には、渦巻発生部の上流側に流体を軸部の半径方向に拡散させる拡散部が形成され、軸部の下流側の渦巻発生部には、拡散部により拡散された流体が供給される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】
内部構造体の複数の突起部においては、流体が流れる間に、（ｉ）多数の微小バブルを発生するか、（ｉｉ）複数の流体を混合するか、（ｉｉｉ）流体を拡散するかの、少なくとも一つの流動特性を与え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】
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、第１の部分と、第２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２の部分の複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれて所定角度の方向に所定長さずつずれるように配置され、流体が複数の突起部に衝突する頻度を増やすようにし、第２の部分の複数の突起部においては、複数の突起部の間にある流路の断面積が、上流の流路の断面積より小さく、複数の突起部の間にある流路を流れる流体の静圧力を低くすることによって、キャビテーション現象を誘発して微小バブルを発生するようにしたことを特徴とする、
流体供給管。
【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、管本体の流入口を通じて流入される流体を管の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に記載の流体供給管。
【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に記載の流体供給管。
【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に記載の流体供給管。
【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等の多角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に記載の流体供給管。
【請求項１０】
内部構造体は下流側の端部に流体を管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５に記載の流体供給管。
【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に記載の流体供給管。
【請求項１２】
第１の部分と第２の部分とは、断面が円形の共通軸部材上に一体化して形成されていることを特徴とする請求項５に記載の流体供給管。
【請求項１３】
内部構造体の第２の部分の隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれて直行方向に所定長さずつずれるように配置されて、突起部の先端が流路の中心に位置す

るように配置され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１４】
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に記載の流体供給管。
【請求項１５】
管本体は、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に記載の流体供給管。
【請求項１６】
請求項５から１５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１７】
請求項５から１５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１８】
請求項５から１５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１９】
請求項５から１５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。
【請求項２０】
流体供給管の内部構造体であって、
第１の部分と、第２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２の部分の複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれて所定角度の方向に所定距長さずつずれるように配置され、流体が複数の突起部に衝突する頻度を増やすようにし、
第２の部分の複数の突起部においては、複数の突起部の間にある流路の断面積が、上流の流路の断面積より小さく、複数の突起部の間にある流路を流れる流体の静圧力を低くすることによって、キャビテーション現象を誘発して微小バブルを発生するようにしたことを特徴とする、
内部構造体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、流体に流動特性を与える内部構造体及びそれを収納した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。
【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。

【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。

【０００８】

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などの流動特性を向上させることができ、製造が容易である内部構造体及びそれを収納した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】

【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、本発明の一実施形態は、収納体に収納されて、流体に対し流動特性を与える内部構造体である。内部構造体には、軸部を含み、軸部の外周面から突出した複数の突起部が形成され、複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれてずれるように配置され、流体が複数の突起部に衝突する頻度を増やすようにし、内部構造体の複数の突起部においては、複数の突起部の間にある流路の断面積が、上流の流路の断面積より小さく、複数の突起部の間にある流路を流れる流体の静圧力を低くすることによって、キャビテーション現象を誘発して微小バブルを発生するようにしている。

本発明の他の実施形態による流体供給管は、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、第１の部分と、第２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いる。第２の部分の複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれて所定角度の方向に所定長さずつずれるように配置され、流体が複数の突起部に衝突する頻度を増やすようにし、第２の部分の複数の突起部においては、複数の突起部の間にある流路の断面積が、上流の流路の断面積より小さく、複数の突起部の間にある流路を流れる流体の静圧力を低くすることによって、キャビテーション現象を誘発して微小バブルを発生するようにしている。

【００１１】

また、本発明に係る一実施形態による流体供給管の内部構造体は、第１の部分と、第２の部分とを含む。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いる。第２の部分の複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれて所定角度の方向に所定長さずつずれるように配置され、流体が複数の突起部に衝突する頻度を増やすようにし、第２の部分の複数の突起部においては、複数の突起部の間にある流路の断面積が、上流の流路の断面積より小さく、複数の突起部の間にある流路を流れる流体の静圧力を低くすることによって、キャビテーション現象を誘発して微小バブルを発生するようにしている。

【発明の効果】

【００１２】

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、流体供給管の内で発生した多数のマイクロバブルなどの微小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、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、本発明の流体供給管に含まれる内部構造体の第２の部分の複数の突起部は、隣どうしの突起部間の流路の中心が、流路の進行方向につれて所定角度の方向に所定長さずつずれるように、配置されている。この長さのずれにより、流体が突起部に当たる可能性（頻度）が高くなり、特に、流路の中心に突起部の先端が位置するように配置すれば、流体へ与える影響（流動特性に与える変化）が高くなる。更に、本発明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】

本発明の流体供給管は、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。

【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】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バブル発生部を形成する方法の一例を説明する図である。
【図６】（Ａ） は、従来例によるフリップフロップ現象発生用軸体の流路の説明図であり、（Ｂ）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のバブル発生部の流路の効果を示す図である。
【図７】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８】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。
【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。図示されたように、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。本発明のいくつかの実施形態によれば、流体供給管Ｐを通過した流体はマイクロバブルを含む。以下、流体供給管Ｐの複数の実施形態について図面を参照して説明する。
【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。

【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。

【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流体拡散部１４２と、渦巻発生部１４３と、バブル発生部１４５、誘導部１５０とを含む。流体拡散部１４２と渦巻発生部１４３、バブル発生部１４５および誘導部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。

【００２５】

本実施形態において、流体拡散部１４２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、内部構造体１４０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１４２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。

【００２６】

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、１４３－３とを含む。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。

【００２７】

渦巻発生部１４３の軸部１４１－１の長さｍ２は流体拡散部１４２の長さｍ１よりは長くて、バブル発生部１４５の軸部１４１－３の長さｍ４よりは短い。渦巻発生部１４３とバブル発生部１４５との間の軸部１４１－２の長さｍ３は流体拡散部１４２の長さｍ１より短い。また、流体拡散部１４２の断面積が最大である部分の直径は渦巻発生部１４３の軸部１４１－１の直径と同一である。他の実施形態では、流体拡散部１４２の断面積が最大である部分の直径が軸部１４１－１の直径より小さい。更に他の実施形態では、流体拡散部１４２の断面積が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の断面積が最大である部分の半径は渦巻発生部１４３の半径（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）より小さいことが好ましい。軸部１４１－１は、同一直径を保ってもよいし、下流側に行くにつれて直径が大きくなるようにして、流体を誘い込むようにしてもよい。軸部１４１－２は、同一直径を保ってもよいし、或いは下流側に向かってテーパーがつくように、上流側は直径が小さく、下流側に行くにつれて直径が大きくなってもよい。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。

【００２８】

流体供給管１００に流入した流体は流体拡散部１４２により拡散されて渦巻発生部１４３の翼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渦巻発生部１４３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を過ぎてバブル発生部１４５に送られる。

【００２９】

バブル発生部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。バブル発生部１４５は、渦巻発生部１４３より下流側に位置し、内部構造体１４０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、バブル発生部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の直径と同じである。

【００３０】

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あるいは研削加工に加えて切削加工、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ことによって形成される。これらの加工方法は、流体拡散部１４２、

渦巻発生部１４３、誘導部１５０にも適用できる。また、バブル発生部１４５の軸部１４１－３の外周面には突起部１４５ｐの間に軸部１４１－３の一端から他端まで軸部１４１－３の周りに沿って螺旋状につながる複数の流路１４５ｒ（本例においては、１２本）が形成される。流路の本数は１２に限定されない。他の実施形態によれば、バブル発生部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。この場合は、軸部１４１－３の外周面には先端から末端まで軸部１４１－３の周りに沿って螺旋状につながる複数の流路１４５ｒに加えて、流路の底部に溝が形成される。これらの溝はＶ字形、Ｒ字形、台形、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からバブル発生部１４５に流れる間、流路の断面積が急激に小さくなって、バブル発生部１４５によるキャビテーション現象が増幅され、マイクロバブル発生の効果が増大する。軸部１４１－３が軸部１４１－１及び１４１－２によりも直径が大の場合の実施形態であっても、渦巻発生部１４３とバブル発生部１４５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バブル発生部１４５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。

【００３１】

図５は本実施形態に係る菱形突起部１４５ｐとその間の流路１４５ｒの形成方法の一例を示す。図５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。ただし、図５に示す通り、例えば６０度の角度を持つ流路の進行方向につれて、突起部１４５ｐごとに、所定の長さだけ、つまり、流路の中心が図の右手側に最小流路の幅の１／２分ずれるようにする。特に、突起部１４５Ｐの先端が流路の中心に位置するようにずらす。この場合の「流路の中心」とは、流路を正確に２等分した位置に突起部１４５ｐの先端がある場合のほか、流路のほぼ中央に突起部１４５ｐの先端が位置するようにずらす場合も含む。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。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。また、突起部１４５ｐの流路１４５ｒに対する配置のずれは、突起部の形状や配置の方向性などに応じて適宜変更できる。

【００３２】

図６の（Ａ）は、特開２００４－３３９６２号に開示されている菱形突起と流路の関係を示すものであるが、このような従来例によれば、菱形突起間の流路を流体は単純に流れてゆき、その分流は少ない。つまり、流体が突起部１４５ｐと衝突する可能性（頻度）は相対的に低く、流動特性に与える変化は相対的に低い。しかし、本発明では、（Ｂ）のように流体は流れていくこととなり、分流の量は大きくなり、より複雑な経路をたどることとなる。従って、従来例（図６（Ａ））に比して、流体が突起部１４５Ｐと衝突する可能性（頻度）は相対的に高く、より複雑な経路を流体は通ることとなり、流動特性に与える変化も相対的に高くなる。図６の（Ｂ）に従えば、後述するキャビテーション（ｃａｖｉｔａｔｉｏｎ）現象の誘発度合い、複数の流体の混合度合い、マイクロバブルなどの微小バブルの発生度合い、等が増大する。

【００３３】

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、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を過ぎてバブル発生部１４５に送られる。

【００３４】
そして、流体はバブル発生部１４５の複数の菱形突起部１４５ｐの間を通り過ぎる。複数の菱形突起部１４５ｐは複数の狭い流路１４５ｒ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１４５ｒを通過することで、多数の微小な渦を発生させ、流体の混合及び拡散を誘発する。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。
【００３５】
また、内部構造体１４０は、流体が断面積が大きい上流側（渦巻発生部１４３）から断面積が小さい下流側（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１４５ｒ）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。
【００３６】
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、流体がバブル発生部１４５を通じながら多数のマイクロバブルが発生する。
【００３７】
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マイクロ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。
【００３８】
そして、流体はバブル発生部１４５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。ここで、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。ドーム形態の誘導部１５０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を通じて吐き出される。流体供給管２００から吐き出される流体は、刃物や被加工物の表面によく貼り付くようになる。これは流体による冷却効果を増加させる。また、バブル発生部によって生成されるマイクロバブルなどの微小バブルは、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。

【００３９】

誘導部１５０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１５０は、上記のように、流体供給管１００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。更に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。

【００４０】

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、バブル発生部１４５で発生した多数のマイクロ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、マイクロ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。

【００４１】

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。

【００４２】

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、バブル発生部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とバブル発生部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。

【００４３】

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）を維持又は上昇させることにも利用できる。

【００４４】

（第２の実施形態）

次に、図７及び図８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７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８は流体供給

管２００の側面透視図である。図７及び図８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７及び図８において、流体は流入口１１１から流出口１１２側へ流れる。図７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。

【００４５】

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、バブル発生部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。バブル発生部２４５の軸部２４１－３の直径は軸部２４１－１及び軸部２４１－２の直径と同じである。或いは他の実施形態では、バブル発生部２４５の軸部２４１－３の直径は、軸部２４１－１及び軸部２４１－２の直径より大きい。この場合は、バブル発生部１４５に第１の実施例同様、バブル発生部の菱形突起の間の流路に更に溝（Ｖ字形、Ｒ字形、台形、等）を形成する。渦巻発生部２４３及びバブル発生部２４５のそれぞれは、第１の実施形態の渦巻発生部１４３及びバブル発生部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。

【００４６】

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８参照）。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。

【００４７】

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、バブル発生部２４５の軸部２４１－３の長さｍ４よりは短い。渦巻発生部２４３とバブル発生部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２４２－１の直径より小さい。更に他の実施形態では、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。軸部２４１－１は、同一直径を保ってもよいし、下流側に行くにつれて直径が大きくなるようにして、流体を誘い込むようにしてもよい。軸部１４１－２は、同一直径を保ってもよいし、或いは下流に向かってテーパーがつくように、上流側が直径が小さく下流側に行くにつれて直径が大きくなってもよい。

【００４８】

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を過ぎてバブル発生部２４５に送られる。

【００４９】

第１の実施形態と同様に、バブル発生部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）２４５ｐとを含む。バブル発生部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、バブル発生部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２４１－２の直径と同じであるか、或いはより軸部２４１－３の直径が大きい場合には、軸部２４１－３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流路２４５ｒに対して溝が形成される。突起部２４５ｐと流路２４５ｒは、第１の実施形態につき図５で説明した方法にて形成される。

【００５０】

そして、流体はバブル発生部２４５の複数の突起部によって形成された複数の狭い流路２４５ｒ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。ここで、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。誘導部２５０の円錐形状に沿って渦巻状にな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を通じて吐き出される。流体供給管２００から吐き出される流体は、刃物や被加工物の表面によく貼り付くようになる。これは流体による冷却効果を増加させる。また、バブル発生部によって生成されるマイクロバブルなどの微小バブルは、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。

【００５１】

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たりすることも可能である。

【００５２】

以上、本発明を、いくつかの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。

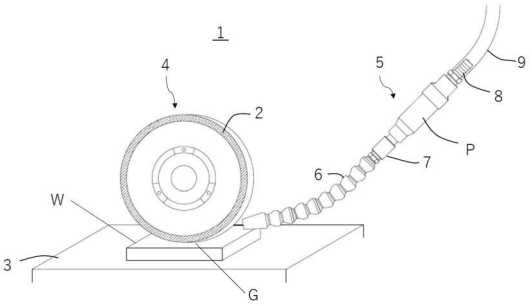
【符号の説明】

【００５３】

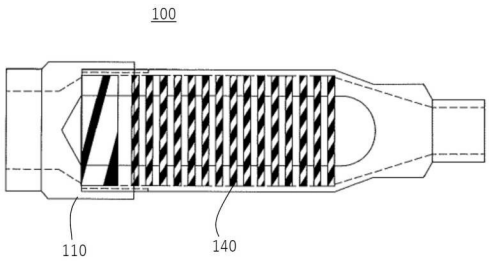
１　研削装置
２　研削刃（砥石）
４　研削部
Ｗ　被加工物
Ｇ　研削箇所
５　流体供給部

６　ノズル
７、８　ジョイント部
９　配管
Ｐ、１００、２００　流体供給管
１１０　管本体
１２０　流入側部材
１３０　流出側部材
１４０、２４０　内部構造体
１４１、２４１　軸部材
１４２、２４２　流体拡散部
１４３、２４３　渦巻発生部
１４５、２４５　バブル発生部
１４５ｐ、２４５ｐ　突起部
１４５ｒ、２４５ｒ　流路
１５０、２５０　誘導部

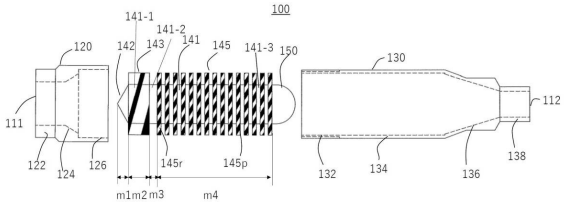
【図１】



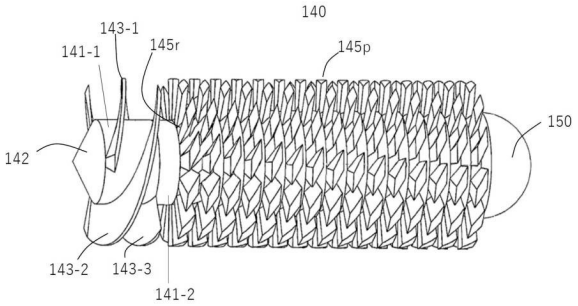
【図３】



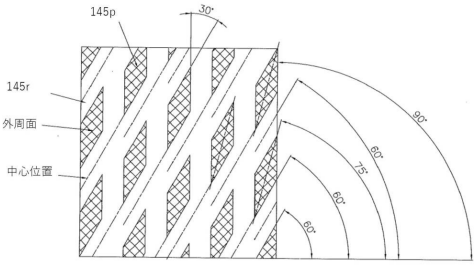
【図２】



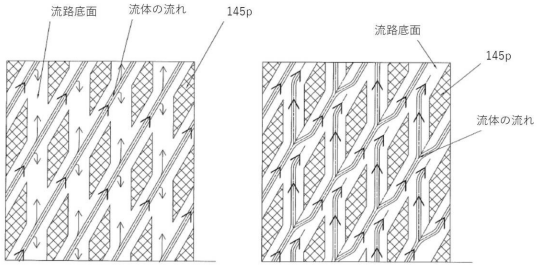
【図４】



【図５】

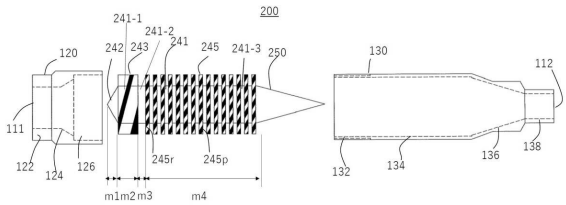


【図６】

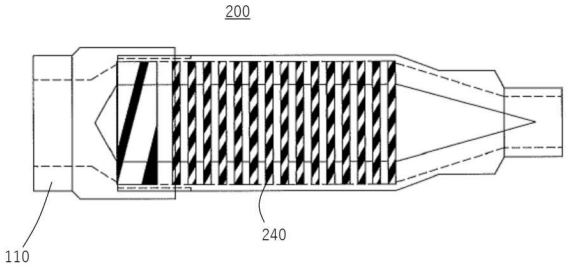


（Ａ）従来例　（Ｂ）本発明

【図７】



【図８】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
Ｂ０１Ｆ	3/00	(2006.01)	Ｂ０１Ｆ	3/00	
Ｂ０１Ｆ	5/00	(2006.01)	Ｂ０１Ｆ	5/00	Ｇ
Ａ０１Ｇ	31/00	(2018.01)	Ｂ０１Ｆ	5/00	Ｄ
			Ａ０１Ｇ	31/00	６０１Ａ

(56)参考文献　特開２０１４－０３０８０２（ＪＰ，Ａ）
登録実用新案第３１８４７８６（ＪＰ，Ｕ）
特開２０１４－０５４９２６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０００００５７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０８０７２１（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０３３９６２（ＪＰ，Ａ）
特許第６２０５０９９（ＪＰ，Ｂ２）
登録実用新案第３２０５５９５（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｂ０５Ｂ	１／３４
Ａ０１Ｇ	３１／００
Ｂ０１Ｆ	１／００
Ｂ０１Ｆ	３／００
Ｂ０１Ｆ	３／０４
Ｂ０１Ｆ	３／０８
Ｂ０１Ｆ	５／００
Ｂ２３Ｑ	１１／１０
Ｆ１６Ｌ	５５／００