

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部にオイルミストを供給して前記切削部の冷却および潤滑を行う最少量潤滑切削工具であって、

逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給するオイルミスト供給部を備えることを特徴とする最少量潤滑切削工具。

【請求項 2】

工具本体の内部に穿設されたオイルミスト供給流路と、前記工具本体の逃げ面側に開口され、前記オイルミスト供給流路に連絡されたオイルミスト噴出孔と、前記オイルミスト噴出孔の先端開口部に配設され、前記オイルミスト噴出孔から噴出されたオイルミストが前記逃げ面に平行となる方向に刃先に向かって供給されるようにオイルミストの流れ方向を規制する流れ調整部と、を備えることを特徴とする最少量潤滑切削工具。

10

【請求項 3】

前記オイルミスト噴出孔から噴出されたオイルミストが、前記逃げ面に対して 5 ~ - 10 度の方向で前記切削部に向かって供給されるようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の最少量潤滑切削工具。

【請求項 4】

すくい面側と逃げ面側にそれぞれオイルミスト噴出孔を有することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の最少量潤滑切削工具。

【請求項 5】

前記オイルミスト噴出孔からのオイルミスト供給量が 0 . 1 ~ 1 0 0 m l / h であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の最少量潤滑切削工具。

20

【請求項 6】

前記工具本体が、バイト、ドリル、エンドミルまたはフライスであることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の最少量潤滑切削工具。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の最少量潤滑切削工具を装着する工具装着部と、前記最少量潤滑切削工具の工具本体のオイルミスト供給流路にオイルミストを供給するオイルミスト供給部とを備えることを特徴とする最少量潤滑切削装置。

【請求項 8】

被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部にオイルミストを供給して前記切削部の冷却および潤滑を行う最少量潤滑切削方法であって、

前記切削工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給しながら切削を行うことを特徴とする最少量潤滑切削方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、最少量潤滑切削工具、最少量潤滑切削装置および最少量潤滑切削方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

近年、環境保護ならびに廃油処理費の削減、さらには、工具の長寿命化のため、最少量の切削油を使用した切削、いわゆる、最少量潤滑（以下、MQL という）切削が普及しつつある（非特許文献 1 および非特許文献 2）。通常、MQL 切削では、1 時間に数ミリリットルから十数ミリリットルの微量の生分解性の切削油を圧縮空気とともに切削点にオイルミストとして噴出することにより、被削材と切削工具の刃先の潤滑および冷却を行う。

【0003】

ところで、MQL 切削では、通常、オイルミストが工具のすくい面と逃げ面に作用し、工具の摩耗を低減する。また、一般にオイルミストの供給法は、工具本体内に設けられた油穴を通じて刃先にオイルミストを供給する内部給油法と外部から直接、工具にオイルミ

50

ストを吹き付ける外部給油法に大別される。

【0004】

しかし、外部給油法の場合、ノズルを刃先近傍に設置することが難しいため、比較的広い範囲にオイルミストを噴出することになり、被切削材表面や切りくずに吹き付けられるオイルミストが多く、効率よく切削工具の刃先にオイルミストを送り込むことができない。特に、ドリルで穴あけを行う場合には、穴の底で切削している刃先にオイルミストが到達する前に穴の壁や切りくずに油滴が付着する。さらに、工具逃げ面は刃の裏側になるため、オイルミストの到達量はさらに低下するものと考えられる。

【0005】

一方、内部給油法では、切削用工具の場合、すくい面と逃げ面の刃先近傍に対して、油穴から直接オイルミストを噴出することができるが、オイルミストの噴出方向を絞ることができないため、オイルミストの無駄が多い。また、MQL切削が特に有効であるドリルや溝入れ・突切り工具、あるいはエンドミルの場合、逃げ面の油穴から噴出するオイルミストは、逃げ面と向い合う仕上げ面に吹き付けられる状態になり、効率よく刃先に油滴を送り込むことができない。

10

【0006】

また、従来のMQL切削工具で用いられる微量の切削油でも工場環境に及ぼす影響は大きく、切削油使用量をさらに低減し、環境保護や廃油処理のためのコスト削減を図ることが望まれている。通常、オイルミストは工具のすくい面と逃げ面、あるいは、いずれか一方に向けて噴出される。しかし、すくい面では工具と切りくずが接触し、両者の間には非常に高い垂直応力が作用するので、切削油の刃先への進入は困難であると考えられる。このことから、油滴を無駄なく刃先に送り込むためには、工具逃げ面においてオイルミストの流れを制御することが重要となる。通常、工具の逃げ面と仕上げ面は、両者の間に5度程度の狭い楔形の空間が形成される。工具逃げ面からこの狭い隙間にオイルミストを噴出して供給すると、油滴の多くは、仕上げ面に付着することになる。

20

【非特許文献1】切削加工にイノベーション！ 切削油剤の削減が環境改善とコストダウンの両立を実現する MQL (Minimum Quantity Lubrication) 加工方法 <URL : <http://www.horkos.co.jp/japanese/machine/mql/index.html>>

【非特許文献2】セミドライ (MQL) 加工 フジBC技研株式会社 <URL : <http://www.fuji-bc.com/bluebe/index.html>>

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明の目的は、環境保護や切削油処理のためのコスト削減のため、切削性能をほとんど低下させることなく、切削油量を現状の数分の1に低減することができるMQL切削工具、最少量潤滑切削装置および最少量潤滑切削方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するため、本発明のMQL切削工具は、被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部にオイルミストを供給して前記切削部の冷却および潤滑を行うMQL切削工具であって、逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給するオイルミスト供給部を備えることを特徴とする。

40

【0009】

本発明において、「切削工具」とは、バイト、ドリル、エンドミル、フライス等の旋削、穿削、溝入れ、突切り、フライス削り等の各種切削加工を行うために用いられる工具を言う。

【0010】

このMQL切削工具は、オイルミスト供給部から、被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部にオイルミストを供給して前記切削部の冷却および潤滑を行うMQL切削工具で

50

あって、逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給することによって、現状の数分の1の切削油量に低減しても、十分な切削を行うことができる。

【0011】

また、このMQL切削工具は、工具本体の内部に穿設されたオイルミスト供給流路と、前記工具本体の逃げ面側に開口され、前記オイルミスト供給流路に連絡されたオイルミスト噴出孔と、前記オイルミスト噴出孔の先端開口部に配設され、前記オイルミスト噴出孔から噴出されたオイルミストが前記逃げ面に平行となる方向に刃先に向かって供給されるようにオイルミストの流れ方向を規制する流れ調整部と、を備えることを特徴とする。

【0012】

このMQL切削工具では、前記流れ調整部によって、前記オイルミスト噴出孔から噴出されるオイルミストが前記逃げ面に平行となる方向に刃先に向かって供給され、現状の数分の1の切削油量でも、十分な切削を行うことができる。

10

【0013】

さらに、本発明のMQL切削装置は、請求項1～請求項5のいずれか1項に記載のMQL切削工具を装着する工具装着部と、前記MQL切削工具の工具本体のオイルミスト供給流路にオイルミストを供給するオイルミスト供給部とを備えることを特徴とする。

【0014】

このMQL切削装置では、前記オイルミスト供給部から工具装着部に装着された前記MQL切削工具の工具本体のオイルミスト供給流路にオイルミストが供給されることによって、MQL工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストが供給されるため、現状の数分の1の切削油量でも、十分な切削を行うことができる。

20

【0015】

さらにまた、本発明のMQL切削方法は、被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部にオイルミストを供給して前記切削部の冷却および潤滑を行うMQL切削方法であって、前記切削工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給しながら切削を行うことを特徴とする。

【0016】

このMQL切削方法では、被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部に、切削工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給することによって、現状の数分の1の切削油量でも、十分な切削を行うことができる。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明のMQL切削工具は、工具刃先に届く前に、被削材表面や切りくず、あるいは刃先から多少離れた工具に付着するため、有効に利用されていなかったオイルを逃げ面に平行な方向から刃先に向かってオイルミストとして供給することによって、仕上げられた被削材表面にほとんど吹き付けることなく、オイルミストを刃先近傍に効率よく到達させることができるため、切削性能をほとんど低下させることなく、切削油量をさらに低減、少なくとも切削油を通常の数分の1まで低下させることができる。そのため、本発明のMQL切削工具を用いれば、環境保護や廃油処理のためのコスト削減を図ることができる。また、従来のMQL切削における切削油量と同量の切削油を供給した場合には、工具の摩耗が低減し、切削性能が向上する。

40

【0018】

また、本発明のMQL切削装置は、従来の切削装置に比して、切削性能がさらに向上するとともに、少ない切削油量で十分な切削を行うことができ、環境保護や廃油処理に要するコストの低下を図ることができる。特に、オイルの供給に要するエネルギーが削減され、さらに、工具の摩耗、具体的には逃げ面摩耗、コーナ摩耗、および境界摩耗のいずれにおいても、低減するため、切削装置の稼働時間の向上、アイドルタイムの減少、信頼性の向上によるトラブルの減少等によって大きなコスト削減を図ることができる。

【0019】

さらに、本発明のMQL切削方法によれば、前記本発明のMQL切削工具を用いて、オ

50

イルを逃げ面に平行な方向から刃先に向かってオイルミストとして供給することによって、仕上げられた被削材表面にほとんど吹き付けることなく、オイルミストを刃先近傍に効率よく到達させることができるため、切削性能をほとんど低下させることなく、切削油量をさらに低減、少なくとも切削油を通常の数分の1まで低下させることができる。そのため、環境保護や廃油処理のためのコスト削減を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について、適宜、図面を参照しながら詳細に説明する。図1(a)は本発明の実施形態に係る溝入れ工具の分解斜視図、図1(b)はその溝入れ切削工具の概略を示す平面図、図2はその溝入れ工具による切削を説明する概念図である。

10

【0021】

図1(a)および図1(b)に示す溝入れ切削工具1は、工具本体2と、工具本体2の先端に設けられた刃先(チップ)3と、工具本体2の内部に穿設されたオイルミスト供給流路4(図2参照)と、工具本体1の逃げ面5側に開口されたオイルミスト噴出孔6と、オイルミストの流れ方向を規制する流れ調整部7とを備える。

【0022】

オイルミスト供給流路4は、溝入れ切削工具1に連結されたオイル供給装置(図示せず)によって供給されるオイルミストが流通する流路である。このオイルミスト供給流路4において、オイルミストは、前記オイル供給装置から、通常、0.2~0.7MPa程度の圧力の圧縮空気によって、大きさが0.2~20 μ m程度の油滴として供給される。また、オイルミスト噴出孔6からのオイルミスト供給量は、1~100ml/hである。

20

【0023】

また、オイルミスト噴出孔6は、オイルミスト供給流路4に連絡され、オイルミスト供給流路4(図2参照)を通して供給されるオイルミストを工具本体2から噴出させる出口である。このオイルミスト噴出孔6の開口形状、開口径は、工具の種類、工具の寸法等によって適宜選択される。例えば、図1,2の溝入れ切削工具の場合には、開口形状は楕円、開口径の短軸は2mm程度である。

【0024】

さらに、流れ調整部7は、オイルミスト噴出孔6の先端開口部に配設され、オイルミスト噴出孔から噴出されたオイルミストが前記逃げ面に平行となる方向に刃先に向かって供給されるようにオイルミストの流れ方向を規制する役割を有するものである。

30

【0025】

この流れ調整部7は、オイルミスト噴出孔6から噴出されたオイルミストの流れの幅方向を規制する1次ガイド板7aと、オイルミストの流れの長手方向を規制する2次ガイド板7bとから構成される。1次ガイド板は、オイルミスト噴出孔6に配設され、オイルミストの流れの幅方向を規制する二又状の先端部7a1,7a2を備える。この流れ調整部7によって、オイルミスト噴出孔6から噴出されたオイルミストが、逃げ面5に対して平行な方向、少なくとも、逃げ面5に対して5~10度の方向で、刃先3と被削材Wの当接部である切削部に向かって供給される。

【0026】

この溝入れ切削工具1を用いて被削材Wを切削する場合、図2に示すとおり、被削材Wに対して、溝入れ切削工具1の刃先3が当接して、すくい面8によって被削材Wから切り屑9が切削される。このとき、すくい面8の反対側の逃げ面5は、被削材Wに対して所定の逃げ角度(通常、5度程度)で離隔されている。このとき、オイルミスト供給流路4から供給され、オイルミスト噴出孔6から噴出されたオイルミストOMは、流れ調整部7(1次ガイド板7a、2次ガイド板7b)によって、逃げ面5に対して平行となる角度に流れ方向Aが規制されて刃先(被削材Wと切削工具の刃先5とが当接する切削部)に供給される。これによって、切削性能をほとんど低下させることなく、仕上げられた被削材表面にオイルをほとんど吹き付けることなく、刃先近傍に効率よく到達させることができる。そのため、オイルを有効に利用して、より少ない切削油量で、少なくとも切削油を通常

40

50

の数分の1まで低下させることが可能である。また、従来通りの切削油量を使用する場合には、工具の摩耗が低減し、切削性能が向上する。

【0027】

前記の実施形態では、溝入れ切削工具であるバイトを例にとり、本発明のMQL切削工具を説明したが、本発明は、この実施形態に限定されず、各種のバイト、ドリル、エンドミル、フライス等の切削工具に適用可能である。また、刃先(チップ)3を付け替え可能な切削工具、すなわち、スローアウェイ型の切削工具では、工具本体2にオイルミスト供給流路4と、オイルミスト噴出孔6とを備え、用いる刃先(チップ)に応じて、流れ調整部7を付け替え型にすることも可能であり、刃先3と流れ調整部7を最適な組み合わせとして、多様な切削方法に対応することができる。

10

【0028】

次に、本発明のMQL切削工具の他の実施形態として、図3に示す旋削用のバイト31について説明する。

このバイト31は、工具本体32と、その工具本体32の先端に設けられたチップ保持部40と、チップ保持部40の先端部に配設された刃先(チップ)33と、オイルミスト噴出孔36から噴出されるオイルミストOMの流れ方向Bを、刃先33の逃げ面35に平行な方向に規制する流れ調整部37とを備えるものである。

【0029】

このバイト31において、オイルミスト噴出孔36から噴出されるオイルミストOMは、流れ調整部37によって、流れ方向Bが、刃先33の逃げ面35に平行な方向に規制され、オイルミストOMは、バイト31の逃げ面35に対して平行となる角度に流れ方向Bが規制されて刃先(被削材とバイト31の刃先35とが当接する切削部)に供給される。これによって、切削性能をほとんど低下させることなく、仕上げられた被削材表面にオイルをほとんど吹き付けることなく、刃先近傍に効率よく到達させることができる。そのため、オイルを有効に利用して、より少ない切削油量で、少なくとも切削油を通常の数分の1まで低下させることが可能である。また、従来通りの切削油量を使用する場合には、工具の摩耗が低減し、切削性能が向上する。

20

【0030】

次に、図4は、本発明のMQL切削工具の他の実施形態として、穿削用のドリル41の先端を示す。

このドリル41は、工具本体42と、その工具本体42の先端に刃先(チップ)43a, 43bと、オイルミスト噴出孔46a, 46bから噴出されるオイルミストOM1, OM2の流れ方向C1, C2を、刃先43a, 43bの逃げ面45a, 45bに平行な方向に規制する流れ調整部47a, 47bとを備えるものである。

30

【0031】

このドリル41において、オイルミスト噴出孔46a, 46bからそれぞれ噴出されるオイルミストOM1, OM2は、流れ調整部47a, 47bによって、流れ方向C1, C2が、刃先43a, 43bの逃げ面45a, 45bに平行な方向に規制され、オイルミストOM1, OM2は、それぞれ刃先43a, 43bの逃げ面45a, 45bに対して平行となる角度に流れ方向C1, C2が規制されて刃先(被削材とドリル41の刃先43a, 43bとが当接する切削部)に供給される。これによって、切削性能をほとんど低下させることなく、仕上げられた被削材表面にオイルをほとんど吹き付けることなく、刃先近傍に効率よく到達させることができる。そのため、オイルを有効に利用して、より少ない切削油量で、少なくとも切削油を通常の数分の1まで低下させることが可能である。また、従来通りの切削油量を使用する場合には、工具の摩耗が低減し、穿削性能が向上する。

40

【0032】

本発明のMQL切削工具において、オイルミストの流れ方向を規制する流れ調整部は、各種の変形が可能である。例えば、噴出するオイルミストの流れが逃げ面にほぼ平行な場合には、図2に示す前記2次ガイド板7bを設置せず、1次ガイド板7aのみによってオイルミストの流れの広がりを抑え、切削工具の逃げ面と仕上げ面の楔の奥まで、オイルミ

50

ストを導く半開放式の流路を設置するようにしてもよい。

また、逃げ面にオイルミスト供給流路を設置するだけの隙間がない場合には、工具逃げ面にオイルミストを流すための溝を設けてもよい。

さらに、前記1次ガイド板および2次ガイド板は平板でなくてもよい。曲面に沿って設置できる適度な強度と柔軟さとを兼ね備えたものがよい。

【0033】

また、本発明のMQL切削工具は、これを装着する工具装着部と、MQL切削工具の工具本体のオイルミスト供給流路にオイルミストを供給するオイルミスト供給部とを備えるMQL切削装置を構成することができる。

【0034】

このMQL切削装置では、前記オイルミスト供給部から工具装着部に装着された前記MQL切削工具の工具本体のオイルミスト供給流路にオイルミストが供給されることによって、MQL工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストが供給されるため、現状の数分の1の切削油量でも、十分な切削を行うことができる。

【0035】

さらにまた、本発明のMQL切削方法は、前記MQL切削工具を使用して、被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部にオイルミストを供給して前記切削部の冷却および潤滑を行う際に、MQL切削工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給しながら切削を行う方法である。

【0036】

このMQL切削方法では、被削材と切削工具の刃先とが当接する切削部に、切削工具の逃げ面に対して平行となる方向から刃先に向かってオイルミストを供給することによって、現状の数分の1の切削油量でも、十分な切削を行うことができる。

【0037】

本発明のMQL切削工具において、オイルミスト噴出孔から噴出され、流れ調整部によって流れ方向が規制されるオイルミストについて、その流れ方向は、数値流体解析により流れを確認することができる。すなわち、CAE援用設計を、流路の設計に適用することによって、最適なオイルミストの流れ方向を得るために、切削工具の運動、被削材の運動、工具刃先の形状、工具径、切込み、送り、切削速度、オイルミストの噴出圧力等に応じて、オイルミスト噴出孔の穿設位置、形状、大きさ、また、流れ調整部の形状、配置位置、流れの分岐等を適宜設計することができる。

【実施例】

【0038】

次に、本発明の効果を確認した実施例について説明する。

【0039】

(実施例1)

図1(a)および図1(b)に示すコーテッド超硬P35のチップを有する溝入れ工具を用いて、切削速度4.0m/s、送り0.12mm/rev、オイルミストを供給する圧縮空気の圧力を0.5MPaとし、切削油の噴出量を7ml/hから2.4ml/hに減少させて丸棒(被削材S45C)の切削を行った。その結果、逃げ面摩耗(図5(a))およびコーナ摩耗(図5(b))のいずれにおいても、切削油減少の影響はほとんどなく良好な切削効果が得られた。ただし、図5(a)および図5(b)の0.5MPa(7ml/h)は、切削油消費量7ml/hでオイルミストの流れの制御なし。図5(a)および図5(b)の0.5MPa(2.4ml/h)は、切削油消費量2.4ml/hでオイルミストの流れの制御なし。一方、図5(a)および図5(b)の0.5MPa(center, 2.4ml/h)は、切削油消費量2.4ml/hでオイルミストの流れを制御している場合である。

【0040】

(実施例2)

さらに、図6に示すとおり、オイルミストの供給量を7ml/h一定とした場合、逃げ

10

20

30

40

50

面摩耗が約 20% 抑制され、工具寿命を逃げ面摩耗幅で 0.2 mm とした場合、工具寿命は 3 割以上延長することが予想される。ただし、図 6 の MQL (normal) は、オイルミストの流れの制御なし。一方、図 6 の MQL (center) はオイルミストの流れの制御あり。また、図 6 の MQL (corner) は、オイルミストの流れを制御しているが、流路設定の悪い例である。切削条件は、超硬 P25、切削速度 3.0 m/s、送り 0.25 mm/rev、切削油消費量 7 ml/h、圧縮空気の圧力 0.5 MPa である。

【0041】

(実施例 2、比較例 1)

図 1 (a) および図 1 (b) に示す構造の溝入れ切削工具 (オイル噴出方向が 1 方向である例: 実施例 2)、図 7 に示す構造の溝入れ切削工具 (オイルミスト供給流路 74a, 74b とオイルミストの流れ調整部からの噴出孔 76a, 76b を有し、噴出方向が刃先 73 に対して 2 方向に分かれる例: 比較例 1) について、逃げ面と仕上げ面との間の楔状空間におけるオイルミストの流れの数値流体解析シミュレーションを行った結果を図 8 (a) および図 8 (b) に示す。ここで、図 8 (b) は図 6 の MQL (corner) の流れに対応する。

10

【0042】

図 8 (a) および図 8 (b) に示す結果を比較すると、実施例 2 では、オイルミストの流れが、比較例 1 の場合よりもオイルミストの流れが良好な状態を示し、これにより、実施例 2 では、比較例よりも切削状態が改善されることが分かる。

【図面の簡単な説明】

20

【0043】

【図 1】(a) は本発明の実施形態に係る溝入れ工具の分解斜視図、(b) はその溝入れ切削工具の概略を示す平面図である。

【図 2】溝入れ工具による切削を説明する概念図である。

【図 3】本発明の MQL 切削工具の他の実施形態に係るバイトの斜視図である。

【図 4】本発明の MQL 切削工具の他の実施形態に係るドリルの先端を示す図である。

【図 5】(a) はコーテッド超硬の溝入れ工具の逃げ面摩耗、(b) はコーナ摩耗の測定結果を示す図である。

【図 6】超硬の溝入れ工具の逃げ面摩耗の測定結果を示す図である。

【図 7】溝入れ工具のオイルミスト噴出方向が刃先に対して 2 方向に分かれる例を示す図である。

30

【図 8】(a) および (b) は、それぞれ溝入れ切削工具におけるオイルミストの流れ方向をシミュレーションした結果を示す図である。

【符号の説明】

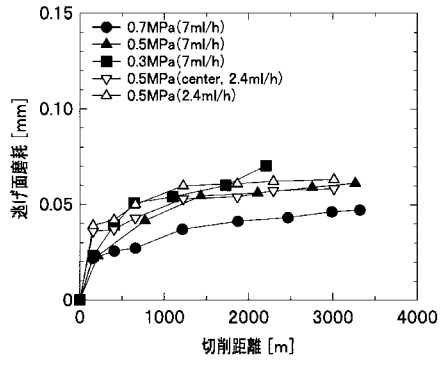
【0044】

- 1 切削工具
- 2 工具本体
- 3 刃先
- 4 オイルミスト供給流路
- 5 逃げ面
- 6 オイルミスト噴出孔
- 7 流れ調整部
- 8 すくい面
- OM オイルミスト
- W 被削材

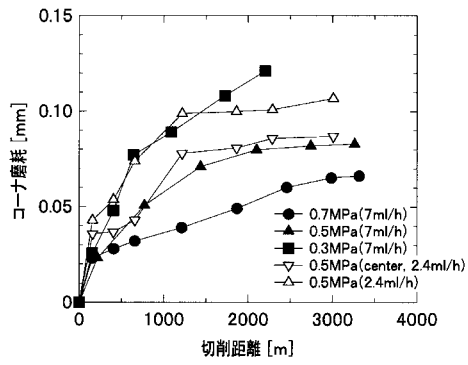
40

【 図 5 】

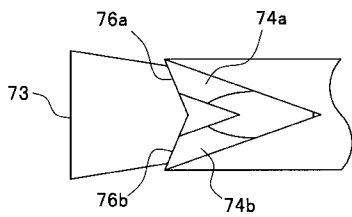
(a)



(b)

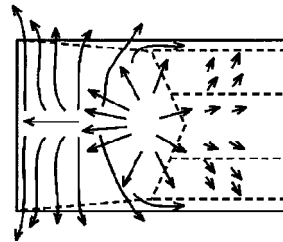


【 図 7 】

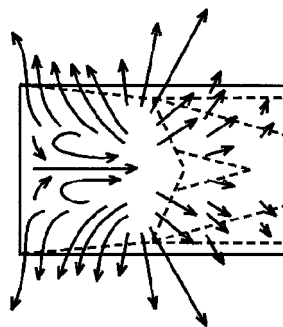


【 図 8 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 釜田 康裕
東京都目黒区大岡山2 - 12 - 1

国立大学法人 東京工業大学内