

## 明細書

### 切削機械及び研削機械におけるクーラント液の供給及び分離回収方法と装置

#### 技術分野

本発明は、切削機械及び研削機械におけるクーラント液の供給及び分離回収の方法と装置、特に刃物等と工作物との接触箇所へのクーラント液流の供給方法と装置、並びに供給後のクーラント液の自動的な分離回収の方法と装置に関するものである。

#### 背景技術

機械加工において、加工時間を短縮し、加工歪みを極少にするために大きな要素となるのは切削刃又は研削工具と工作物との接触潤滑性と、摩擦熱の放熱・冷却性を高めることである。すなわち、切削状態はわずかな表層弱化を与えることにより改善されるという観点から、切削の主せん断域に全方向からクーラント液を侵入させ、発生した微視的き裂や空隙に吸着させれば、表面エネルギーを低下させて再接着を妨げることになる。このようなせん断域の脆性効果は、せん断角の増大、及び切り屑厚さの薄小化と切削力の減少に大きな効果を発揮する。一方、工具は工作物表面に塑性変形とせん断の場を繰り返し過渡的に形成していくものであるから、その工具が接触する塑性変形とせん断の過渡的な場ごとに効果的に冷却、潤滑を行うことはきわめて重要である。

しかしながら従来の工作機械において、そのような過渡的な場（工具接触箇所）にノズルから直接供給されるクーラント液は、工具又は工作物の回転により跳ね飛ばされ、工具と工作物表面を皮相的に掠るだけであるから効果的な冷却、潤滑に寄与しているとはいえないものである。

#### 発明の開示

本発明者は、工作機械におけるクーラント液が好ましい流動性をもって、且つ

回転表面から受ける遠心力に抗して皮膜状に工具／工作物接触箇所にたどりつき、せん断域によく侵入できるようにするため、種々のクーラント液の相状態を実験的に現出し、検討した。

その結果、クーラント液に、連続的に気泡を混入すれば、液相質量が軽くなって工具接触箇所周辺の回転物に当たっても遠心力が小さいため吹き飛ばされ難く、また気泡が破裂したとき全方向に飛散するなかで、工具接触箇所に向かう飛沫が細いせん断域にも侵入して潤滑性をよくすること、及び残存した気泡は切り屑等の異物に付着してそれらの流動性及び浮力を高めてクーラント液の分離回収に寄与することを発見した。

従って本発明の一つの局面は、切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所に供給し、気泡がその加工箇所に衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入とを促進させることにより、前記加工箇所の冷却性と潤滑性を高めるとともに、加工箇所に達しないか又は到達しても同箇所を通過して回収流路系に至ったクーラント液中の気泡を同液中の懸濁異物に付着させることにより、それらの異物の浮上を促進することを特徴とする切削機械又は研削機械のクーラント液供給方法を構成したことである。

次に、発明者はクーラント液が加工部に潤沢に供給されるようにするため、同液をノズルから加工部に向かって直接噴射するのではなく流れとしてそこに供給しようと試みた。このためのノズルは、加工部を包囲する非回転の円周領域にクーラント液を噴射するものであり、内部でクーラント液の微粒状乱流を形成し、かつ螺旋状に回転を与えることにより、その円周領域に達したクーラント液が渦巻き状に這うようにして回転工具を含む中心部に向かうことを発見した。

従って本発明の別の局面は、垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と捩じり流路を設

けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所へ供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械のクーラント液供給方法を構成したことである。

上記の構成において、クーラント液の円筒状ベールそのものは前記渦巻き状表面流の形成に寄与するほか、切削による油分や加工物表面皮膜の焼け焦げによる煙を閉じ込めて環境汚染の防止に役立つものである。当然ながら、前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に気泡を含ませるならば、加工部へのクーラント液の渦巻流による供給と前述した気泡による効果を併せて発揮せしめるものであることは明らかである。

上記のクーラント液供給方法に用いるために発明されたノズル構造は、垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって、

a) 環状の入口室を形成する入口環部と、

b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振じられた外向き又は内向きの振じり流路と、これらの振じり流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、

c) 前記流路環部における前記乱流形成部分の全環状域に連通し、下方及び求心方向又は外向きに開放した環状のノズル空間を形成するためのノズル環部とか

らなり、

d) 前記流路環部における前記乱流形成部分から前記ノズル空間に至る流路壁に乱流形成のために半径方向に折り返された少なくとも一つの曲折面を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記ノズル空間より放出させ、この螺旋流からなる実質的な円筒状ベールを形成して前記フライス工具又は研削具を包囲するようにしたことを特徴とするものである。

さらに、発明者はクーラント液のリサイクル供給を効果的に行うこと、即ち切り屑や砥粒等の異物及び混入した油分を、加工箇所への供給後回収されるクーラント液から定常的リサイクル過程において確実に分離するシステムを構成することが、流路の洗浄や液の取り替え、また添加剤（防錆剤、潤滑剤等）の補給等のために要する機械のダウンタイム（休止時間）を少なくし、且つ効果的クーラント液供給を円滑に行うための大きな要因であることに着目し、特に前述したクーラント液への気泡混入法と併用される分離・回収装置を創出した。

従って本発明のさらに別の局面は、加工箇所に供給されたクーラント液を集導し、不純物を分離してから排出する切削機械又は研削機械におけるクーラント液の分離回収装置であって、

a) 使用後のクーラント液を受け入れる流入槽と、

b) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁を貫通する略蜂巢状の断面を有する筒束を上流側の槽から下流側の槽にかけてやや上向き加減に配置してなる筒束連通型の槽列と、

c) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2層の仕切り壁に設けた連絡口が底面より僅かに高い下端縁と、最終溢流レベルにより設定された定常液面レベルよりも低い上端縁とを有するようにした開口連通型の槽列と、

d) 前記筒束連通型の槽列及び開口連通型の槽列を組み合わせた複数槽の直列

における後端の槽と前記筒束連通型又は開口連通型で連なる最終の槽であって、分離回収したクーラント液を前記最終溢流レベルにおいて排出するための溢流口を有する流出槽と、

e) 前記流入槽から流出槽にかけて存在する複数の槽の少なくとも一つに設けられた水平軸を有する回転ローラからなり、部分的に槽内のクーラント液面下に没入し、液上に露出したローラ面に微小間隙を置いて対峙した先端縁を有する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置を構成したことである。

上記の構成において、固体微粒子の分離は遠心分離機等の大がかりな装置によることなく定常的に行われ、しかもペーパーフィルター等の濾過手段も用いないため、油分によるフィルター目詰まりでクーラント液中の添加剤が除去される恐れもない。また異物かきとり用ブレードがローラに対して微小間隙で対峙しているのは、ローラの周面にまず油分の付着層（下地）を前記微小間隙に対応する厚さにおいて形成し、以後は切り屑等に付着した気泡群の油膜を、言わば同一物質のコロニーを作る形で、その下地に容易に着床させるためである。従ってローラ周面の各部がクーラント液上部を通過してできた着床異物は、液面上に出てブレードに達したところでこのブレードによりかきとられる。

発明者はさらに、気泡を含むクーラント液の微粒化乱流をほぼ矩形断面において放出口から噴射し、旋盤の加工箇所につながった回転周面の上部から軸方向に、少なくとも前記加工箇所まで延びる領域に当てることにより、その乱流の膜が回転

周面及び刃物を這うようにして工具／工作物接触箇所に向かうことを発見した。

すなわち本発明の他の局面によれば、略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状断面の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント液の含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部をチャック表面及び刃物から工作物の表面を伝って刃物と接触する加工箇所に供給し、且つ切り屑及び摩擦熱とともにクーラント液回収経路に向かって流出させるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液の供給方法を構成したものである。

上記の旋盤用クーラント液の供給方法に用いるべく発明されたクーラント液供給ノズルの構成は、略矩形状断面を有する放出口を有し、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を前記放出口内に遊合・装着した少なくとも一つのノズル部と、

前記少なくとも一つのノズル部に連通した供給室と、この供給室へのクーラント液受入口を有する本体部とからなり、

前記受入口から前記放出口までの供給室及びノズル部の内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けたことにより、前記受入口から受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにし、このクーラント液の放出流を工作物と刃物が接触す

る加工箇所に連続した回転周面及び刃物に当てて含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部を回転周面及び刃物を伝わせて前記加工箇所に供給できるようにしたことを特徴とするものである。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本発明のクーラント液供給システムの基本構成原理を示す略図である。

図 2 は本発明の基本構成において用いられるクーラント液供給ノズルの断面構造を示す部分断面図である。

図 3 は図 2 の部分断面図における A-A 線、B-B 線、C-C 線、及び D-D 線に沿って見た部分断面を組み合わせた図である。

図 4 は図 1 ～図 3 に示したクーラント液供給ノズルから出たクーラント液の円筒状ベール及び渦巻き状表面流を示す側面模式図である。

図 5 は図 4 に示した円筒状ベール及び渦巻き状表面流を示す平面模式図である。

図 6 はクーラント液の分離回収タンクの典型的実施例を示す平面図である。

図 7 は図 6 の E-E 線に沿って見た垂直断面図である。

図 8 は図 6 及び図 7 に示した分離回収タンク中の略蜂巢状断面を有する筒束の斜視図である。

図 9 は図 6 及び図 7 に示した分離回収タンクにおける回転ローラ及びブレードからなる異物分離ローラ構造を示す部分断面図である。

図 10 は本発明の基本構成原理を具体化した第 1 の設備実施例を示す線図である。

図 11 は本発明の基本構成原理を具体化した第 2 の設備実施例を示す線図である。

図 12 は本発明の基本構成原理を具体化した第 3 の設備実施例を示す線図である。

図 13 は本発明のクーラント液供給に関する別の構成原理の概略を示す側面略

図である。

図14は図13に示した構成に用いられるクーラント液供給ノズルの平面図である。

図15は図14のF-F線に沿って見た固定ノズル部の垂直断面図(a)及びそのG-G線に沿って見た部分平面断面図(b)である。

図16は図14に示したクーラント液供給ノズルの全体構造を示す平面断面図である。

図17は図13に示した本発明の別の構成原理を具体化した第4の設備実施例を示す線図である。

図18は図13に示した本発明の別の構成原理を具体化した第5の設備実施例を示す線図である。

図19は図13に示した本発明の別の構成原理を具体化した第6の設備実施例を示す線図である。

#### 発明を実施する最良の形態

本発明の基本システム構成を示した図1において、1は大容量のクーラント液メインタンク、2はクーラントポンプ(P<sub>1</sub>)であり、この場合、空気を噛み込んで気泡を含ませたクーラント液を円環状ノズル3に供給するものである。円環状ノズル3は、後述するがポンプP<sub>1</sub>から供給されたクーラント液を、微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流からなる円筒状ベール4として下向きに噴射し、工作物5の表面に当てるものである。工作物5は移動テーブル6上において、この場合フルバックカッタからなるフライス工具7により切削されるものであり、フライス工具7を支持した主軸8は円環状ノズル3の中心軸を通っている。クーラント液の円筒状ベール4は工作物表面に当たった下端において、大部分が渦巻き状の表面流となって中心部に向かい、フライス工具7の刃物と工作物5との接触箇所に潤沢に供給される。このようにして加工物に供給された後、盛り上がりが大きくなるたびに波状的に円筒状ベール4の外側に排出されたクーラン

ト液は初めから外方に向かったクーラント液とともに工作物 5 及び移動テーブル 6 を経て、この場合、樋状の外周パン 9 に流れ落ち、吸い上げ口 10 より第 2 のクーラントポンプ 2' (P<sub>2</sub>) により汲み上げられ、分離回収タンク 11 に達する。この分離回収タンク 11 の詳細については後述するが、ここで、油分及び切り屑等の異物を分離除去された後のクーラント液は注ぎ口 12 より前述した大容量タンク 1 に戻される。

上記の基本構成例において、円筒状ベール 4 として供給されるクーラント液は好ましくはクーラントポンプ 2 の空気嚙み込み作用により、多量の気泡を含んでいる。従って、フライス工具 7 と工作物 5 との接触部に供給された多量の気泡を含むクーラント液は、その質量が低いために工具回転によって受ける遠心力が小さく、工具／工作物接触部への浸透が容易となり、その際、気泡が破裂して生じた飛沫は加速によって微小の亀裂内にも容易に浸透する。また、破裂による放熱作用も優れており、その潤滑作用及び放熱・冷却作用は前述した通り工具の切削機能を高め、超硬工具を使用して高速送りで切削することが可能になる。当然ながら、加工部位から排出されるクーラント液の流れにより切削熱は連続的に持ち去られる。このような気泡を含んだクーラント液供給の効果は、円筒状ベール 4 を介して渦巻き流を形成する本発明の方式のみでなく、従来一般に行われていたような切削点への直接的なノズル噴射流 13 においても達せられる。また、気泡をクーラント液中に含ませる操作はポンプ 2 の空気嚙み込み作用以外にも、例えば分離回収タンク 11 への回収パイプ注ぎ口 14 から同タンク 11 の液面までの落差、及び分離回収タンク 11 出口の注ぎ口 12 から大容量タンク 1 の液面までの落差を十分高くすることにより、それらの注ぎ込みの衝撃により発生させることができる。

図 2 はクーラント液のための円環状ノズル 3 の断面構造を詳細に示すものである。この場合、円環状ノズル 3 の内周面の主要部は機械の主軸カバー 15 の外周面に支持されている。円環状ノズル 3 は上端の入口環部 16、中間の流路環部 1

This Sheet Has Been Replaced



10

7、曲折環部18、及びノズル環部19からなっている。入口環部16は環状入口室20を形成し、上端入口21からクーラント液の供給を受けるようになっている。流路環部17はその上端面が入口室20の底面をなす配置において入口環部16に連設され、円周方向に等間隔配置された少なくとも1個、この場合、6個のクーラント液導入路22を上端から下端部にかけて穿設し、その導入路22の下端部においていずれか統一された回転方向に振じる配置で外向き振じり流路23を形成したものである。流路環部17において導入路22及び振じり流路23を含む半径範囲の外側は乱流形成部分24として比較的大きい流路となっている。曲折環部18の主要部上面は振じり流路23及び乱流形成部分24の底面をなしており、その外端は乱流形成部分24の外周壁との間に環状の排出間隙25を形成する位置において、上方突起部分26及び内側折り返し部分27を形成している。したがって、振じり流路23から所定の回転方向に振じられた内向きのクーラント液流は曲折環部の上方突起部分26内面に衝突して、内向きに折り返され、さらに、内側折り返し部分27を迂回して外向きに曲折し、微視的な渦流又は微粒状乱流の集まりとして環状の排出路から下向きに流れ出ることになる。ノズル環部19は流路環部17の外壁に連なる外壁28と曲折環部18の下端面との間において内向き及び下向きに傾斜したノズル空間29を形成する傾斜床面30を備えている。傾斜床面30の先端は下向きに急傾斜しているため、この上方の排出路から排出されるクーラント液は回転を伴っていること、及び自重によりほとんど円筒状の下向き螺旋流として放出されることになる。

図3は上記のような円環状ノズル内のクーラント液の流れを順を追って示す水平断面図の組み合わせであり、Aではまず、入口環部21から流入したクーラント液が一つの垂直導入路22に流入して下方に向かい、その導入路22の下端から出たクーラント液はB断面に示すように、振じり流路23を経て、この場合反時計方向の流れとして乱流形成部分24内に入り、断面Cで示すように、この乱流形成部分24から内向き及び外向きに曲折してノズル空間29に連なる外側排

This Sheet Has Been Replaced



1 1

出路 31 に達し、ここから断面 D の矢印で示すように、ノズル空間 29 内を通り内向きから下向きの螺旋流として排出されることが理解されるであろう。

図 4 及び図 5 は、図 2 及び図 3 に示した円環状ノズルから放出される円筒状ベール 4 及び渦巻き状表面流の状態を詳しく示す図である。図 4 に示す通り、円筒状ベール 4 として放出されるクーラント液はノズル空間 29 よりやや内向きに放出された場合でも自重、遠心力、及び回転速度の減少等により典型的には括れた釣鐘状の螺旋流として落下し、これに多数の気泡を含む場合には白濁状態で工作物 5 の表面に当たる。工作物 5 表面に当たったクーラント液の大部分は、その螺旋回転の方向に渦を巻いて中心部に向かい、工具 7 の下部を覆って図 4 の 32 で示すような盛り上がりを示し、この盛り上がりの高さがある程度上昇するたびに円筒状ベール 4 外に波状的に流出し、再び盛り上がり状態を繰り返しながらフライス工具 7 と工作物 5 の接触部の潤滑及び冷却に役立つことになる。このように加工物表面 5 に当たったクーラント液が飛び散らず渦流をなす理由として、一つは円筒状ベールが矢印 33 で示すような螺旋又はひねり回転をしていることと、円環状ノズル内において乱流を形成したことにより、言わばクーラント液の微粒（乱流塊）が集まった状態の流れとなり、同様な微粒群状の工作物表面におけるクーラント液膜上を滑るような状態で流動するからであると考えられる。このような切削工具と工作物との接触部が常時クーラント液相で満たされる状態は従来の直射型ノズルでは全く得られなかった現象であり、これによって切削箇所の潤滑性及び冷却性は飛躍的に向上する。そして、クーラント液に気泡を含む場合には、前述した気泡による潤滑及び冷却効果が加わり、切削性能は一段と向上する。クーラント液が分離回収タンクを用いて比較的清浄に維持される場合、フライス工具 7 としてコーティング超硬工具により湿式切削すると、従来 150～200 m/分で切削していたものを、その 2 倍以上の 300～700 m/分まで速度を上げて切削することができ、しかも、摩擦熱がよく放出・冷却されるため、切り屑は焼入れ状態の青色ではなく、銀白色を呈することが確認された。また、工

作物5への衝突や工具回転による衝撃を受けても、クーラント液は、その噴射圧が低圧力又は中圧力であれば、ミストが発生しても、流動するクーラント液中に取り込んでしまうので作業環境への影響も少なくなる。また、発生した熱はほとんどが水の気化熱として奪われるため、クーラント液の成分の減少は少なく、クーラント液の補充は単に水又は希釈倍率の高いクーラント液を供給すればよいことになる。

図6及び図7に示す通り、クーラント液の分離回収タンク11は複数区分に分かれ、供給口14の直下に位置する流入槽34と排出口35を有する出口槽36との間に複数（この場合、4個）の筒束連通槽37、38、39、及び40を配列したものである。入口槽34と最初の連通槽37との間は底面より僅かに高い下端縁と最終溢流レベルより僅かに低い上端縁とを有する連絡口41により連なった開口連通をなしており、連通槽37と連通槽38との間は略蜂巢状断面（図8）を有する筒束42により連通している。後者の連通槽38と次の連通槽39との間は再び連絡口41により連通し、連通槽39と次の連通槽40との間は第2の同様な筒束42により連通している。さらに、この最終の連通槽40と出口槽36との間は前述した連絡口41により連通している。好ましくは、最終連通槽40内において、筒束42の出口に対向した位置に垂直正面を有する異物付着用ベルトコンベヤ43が配置され、そのベルトコンベヤの上端は槽内のクーラント液面44及びタンク上縁45よりも突出したレベルにある。また、筒束連通槽37、38及び39の上部には、下端を定常レベルのクーラント液面44中に僅かに没入させた異物分離ローラ46がそれぞれ配置される。異物分離ローラにおけるタンク上縁45より高い周面及び前述したベルトコンベヤ43の上端近傍におけるこれらのローラ部分及びベルトコンベヤ部分の付着物は、それぞれ仮想図示したブレード47及び48によりかき取られるようになっている。

これらのブレード47の上端とローラ46との間は僅かに間隙を有し、この間隙を埋めるまでローラ46等の表面に付着した油膜上にはフロック又はコロニー

を作る形で気泡群と切り屑との付着塊表面の油膜が容易に付着し、ブレード位置において掻き取られる。このことはベルトコンベア43と、ブレード48との関係においも同様に成立する。槽34、37間及び38、39間及び40、36間における連絡口は沈殿した重量異物及び定常状態において浮上した軽量異物を共に次槽に流さないように堰き止めるものであり、例えば入口槽34において異物溜め49をその底面に配置しておけば、適当な時期にこの異物溜め49を持ち上げて沈殿物を除去することができる。

2連槽37、38及び39、40を貫通する形で配置された筒束42は図8で示すように上流側から下流側にかけて僅かに上を向くように傾斜配置され、クーラント液がその中を通して次の槽へ進むとき、気泡の油膜に付着して、浮上しようとする異物は各筒内の上面に当たって停滞するが、次々と同様な異物が当たって外形が大きくなり、やがて液流に押されて下流側の槽に押し出され、その槽内の液面まで浮上することになる。

各槽内において浮上した異物は前述した通り、ローラ46表面の油膜に付着し、液面に出てからブレード47により掻き取り除去される。最終の筒束42から排出されたクーラント液中の異物はその筒束の出口端に対向したベルトコンベア43の垂直面に付着して、液面の上方に持ち上げられ、やがてブレード48により掻き取り除去される。なお、各筒束42の直下にはタンク底面に設置されたヒータ50が位置しており、筒束42内の付着異物を確実に落とすための熱源とすることができる。これは油の粘度が温度上昇により低下することを利用したものである。もちろん、分離回収タンク11の全体を加熱してもよい。上記の分離回収タンクの構成は一例として示したものであり、筒束連通槽の数を図示の4個から6個以上、又はすでに気泡がある場合2個のみとしてもよいことは明らかである。

上記のような分離回収タンクを用いることによりリサイクルされるクーラント液の清浄度は常に維持され、これによって大容量タンクの清掃が容易となり、ク

ーラント液の更新期間がのびる。また、油吸着材やペーパーフィルターなどを使用しないため、捕集費用が削減できることは明らかである。

図10～図12は本発明の基本構成原理を具体化した三つの設備実施例をそれぞれ示すものである。第1の実施例は図1に示した基本構成と異なる液槽配列を有するものであり、分離回収タンク101上に直接設けられたクーラントポンプP<sub>1</sub>からは前述した円環状ノズル3及び従来型の補助ノズル102に対しそれぞれ流量調整弁103及び104を介して、好ましくは気泡を含むクーラント液が供給される。105は工作物、106は機械本体、107はフライス盤の回転工具、108は主軸、109はコラムであり、機械本体106直下のタンク110は樋状でなく密閉型の大容量タンクであり、これがクーラント液の直接回収タンク及びメインタンクの役割を果たし、この上に第2のクーラントポンプP<sub>2</sub>が設置されたものである。

図11に示す第2の実施例においては、機械本体106下方のタンク110'内に分離回収部111を形成し、ここからクーラントポンプP<sub>2</sub>により吸い上げた回収クーラント液を大容量の予備タンク112に供給し、さらに、ポンプP<sub>1</sub>により加工部に向かわせる構成であり、その他は図10に示した第1の実施例と同様である。

図12に示した第3の実施例においては、機械本体106の直下に分離回収タンク111'そのものを配置し、これに連設して大容量タンク110''を設け、1個のクーラントポンプP<sub>1</sub>のみによりクーラント液供給を行おうとするものであり、その他の構成は図10及び図11に示した実施例と同様である。

図13は本発明のクーラント液供給のための別の構成を示す側面略図である。図13の旋盤においてクーラント液ノズル53は矩形断面を有する下端ノズル口から乱流及び気泡を含んだクーラント液を噴射して旋盤の工作物把持チャック55の周面上部から軸方向に工作物56及び少くともバイト57の領域までに噴射する方式である。チャック55と工作物56の周面及びバイト57に当たったク

ークラント液はその乱流及び気泡の存在により撥ね飛ばされることなく、回転周面に張りつく形で流動膜を作り、バイト57と工作物56との接触箇所に潤沢に供給される。この方式においても、図1～図5に示したノズルと同様の接触箇所潤滑及び冷却効果を発揮するものである。また、この方式で切削を勧めていけば、バイト57の位置はチャック55に接近し、ノズル53からのクーラント液噴射流はバイト57上方の刃物台にも当たり、クーラント液は前記接触箇所にいっそうよく供給されることになる。

図14～図16はノズル53の実施例の構造を示すものであり、図13に示したノズル53の形状は図14の右側における第1のノズル部53aとノズル本体53bとの関係を示したものである。この第1のノズル部53aと第2のノズル部54cは共にその下端隅部に出口断面H(図15)が略矩形状のノズル開口58を有し、ここから図13～15(a)における下方に向かってクーラント液を噴射するものである。59はそのクーラント液噴射時において振動し、もしくは流路抵抗となることにより噴射クーラント液中に気泡を含ませるために、ノズル開口58中に挿入された実質的剛性又は弾性を有する金属製の振動板又は舌片である。この振動板59は図15に示すように、上端側面領域60のみがノズル開口58の壁面に固着され、周囲にクーラント液が流れるのを許容するものである。ノズル開口58の外側から見た横断面は前述した通り矩形状であって、その内側はクーラント液の入口室となっており、この入口室は第1のノズル部53aと一体化された本体部53bのクーラント液受入口61と連通している。受入口61への連通口部62は入口室及び受入口61の主要部断面積より小さく絞られた乱流形成部となっており、受入口61に流入したクーラント液はこの乱流形成部を通過することにより微粒状乱流の集まりとして入口室からノズル開口58内に流入する。乱流形成部62は図15(b)に示す通り、全周的にも絞り形状を有するものであり、受入口61に流入したクーラント液はまず本体部の背面突起63に当たって乱流を生じ、さらに絞り部62において絞られることにより前述し

たような微粒状乱流の集まりとしてノズル開口58より放出されることになる。

図14及び図16に示す通り、第2のノズル部53cは本体部53bに対し角度調整自在となっており、両ノズルの振動板59を含む面の相互角度を変え、機械の定位置に置かれたノズル53の下方に位置するチャック周面に対してそれぞれ直角にクーラント液を噴射する等の調整が行えるようになっている。

図17～図19はこの第2のノズル構成を用いた三つの設備実施例を示すものであり、いずれも、2個の刃物台に対して2個のノズル53を配置し、さらにこれらの刃物台113a、113bに対しても直接クーラント液を供給する流路が存在し、これらに対する流量調整弁114a、114'a及び114bを有する。ここに、108'は主軸、201は分離回収タンク、210はメインタンク、212は予備タンクである。その他の構成は図17のものにおいては図10に示した第1の構成原理における1番目の実施例と同様である。

同じく図18及び図19の実施例も、図17と同様のノズル流路及び刃物台供給流路を有する他は、それぞれ図11及び図12に示した第1の構成原理における第2及び第3の実施例と同様に構成されている。

#### 本発明システムによる工作実施例

本発明の基本構成原理を用いたシステムを使用することにより、機械部品などの切削及び研削加工のトータルコストの著しい削減、高精度化が可能となることが確認された。すなわち、冷却性能と潤滑性能の著しい向上により、フルバックカッターで通常なら非常に歪みやすい薄鉄板を高速、高送りできわめて歪みの少ない加工を行うことができた。

例えば一般に加工困難とされる厚み12mm×幅1212mm×長さ2424mmのSS400の板を主軸馬力15kw/h、カッター直径200mm、切り込み1.3mm、切削速度500mm/min、切削送り速度3000mm/min～5000mm/minで加工することができた。使用工具は、一般に市販されているノンコートチップでも可能である。

一般に市販されているコーティングチップを使用した場合、主軸馬力15kW/h、切り込み1.7mm、切削速度400mm/min及び切削送り速度3650mm/minにおいて、焼きなまし処理をしていない市販黒皮鉄板材料の厚み12mm×1212mm×2424mmの板でフルバックカッター加工を行っても歪みは0.1mm以内に抑えることができた。粗削り加工後、歪み分を除去し、最後にさらえ刃付き仕上げ用フルバックカッターで仕上げ加工を行えば著しい生産性の向上が可能となる。

クーラント液供給ノズルは、切削点に直接クーラント液を流さないため工具長さの変化があってもノズルの調整が不要になる。マシニングセンターのように常に工具長さの変わる工具を使用する機械の場合には、非常に有効である。

ワーク表面に沿って張付くようにクーラント液が切削点に流れ込むため、フルバックカッターのみならず、ドリル、エンドミル、タップ、ボーリング加工などにおいても同様の効果を発揮させることができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、以上述べた通りの構成において、潤滑性と冷却性に優れたクーラント液の気泡混入法と切削部への潤沢なクーラント液供給を行うノズル供給方式を提供し、さらに異物分離機能の優れた定常的なクーラント液リサイクルシステムを構成したことにより、流動的にクーラント液を供給して高速かつ高精度の切削又は研削加工を行うことができる。加工速度は1.5～3倍程度まで高めることができるため、これに伴う経済的効果は極めて大きくなる。また、切削油コストの低下及びタンク洗浄コストの大幅な低下も見込めるため、能率向上、環境汚染の緩和、省力化等においても計り知れない効果を提供するものである。なお、分離回収タンクそれ自体は優れた混入物分離機能及び油水分離機能を発揮するものであるため、給油所等における油水分離装置としての使用も可能である。また、クーラント液として場合によっては水と防錆剤のみで切削することも可能である。



## 請求の範囲

1. 切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所に供給し、気泡がその加工箇所に衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入を促進させることにより、前記加工箇所の冷却性と潤滑性を高めることを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
2. 切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所に供給し、気泡がその加工箇所に衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入を促進させることにより、前記加工箇所の冷却性と潤滑性を高めるとともに、加工箇所に達しないか又は到達しても同箇所を通過して回収流路系に至ったクーラント液中の気泡を同液中の懸濁異物に付着させることにより、それらの異物の浮上を促進することを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
3. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と振り流路を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所に供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
4. 前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に連続的に気泡を含ませることを





特徴とする請求項3記載の方法。

5. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって、

a) 環状の入口室とを形成する入口環部と、

b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振じられた外向き又は内向きの振じり流路と、これらの振じり流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、

c) 前記流路環部における前記乱流形成部分の全環状域に連通し、下方及び求心方向又は外向き方向に開放した環状のノズル空間を形成するためのノズル環部とからなり、

d) 前記流路環部における前記乱流形成部分から前記ノズル空間に至る流路壁に乱流形成のために半径方向に折り返された少なくとも一つの曲折面を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記ノズル空間より放出させ、この螺旋流からなる実質的な円筒状ベールを形成して前記フライス工具又は研削具を包囲するようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械のためのクーラント液用円環状ノズル。

6. 加工箇所へ供給されたクーラント液を集導し、不純物を分離してから排出する切削機械又は研削機械におけるクーラント液の分離回収装置であって、

a) 使用後のクーラント液を受け入れる流入槽と、

b) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁を貫通する略蜂巣状の断面を有する筒束を上流側の槽から下流側の槽にかけてやや上向き加減に配置してなる筒束連通型の槽列と、

c) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続



2 槽の仕切り壁に設けた連絡口が底面より僅かに高い下端縁と、最終溢流レベルにより設定された定常液面レベルよりも低い上端縁とを有するようにした開口連通型の槽列と、

d) 前記筒束連通型の槽列及び開口連通型の槽列を組み合わせた複数槽の直列における後端の槽と前記筒束連通型又は開口連通型で連なる最終の槽であって、分離回収したクーラント液を前記最終溢流レベルにおいて排出するための溢流口を有する流出槽と、

e) 前記流入槽から流出槽にかけて存在する複数の槽の少なくとも一つに設けられた水平軸を有する回転ローラからなり、部分的に槽内のクーラント液面下に没入し、液上に露出したローラ面に微小間隙を置いて対峙した先端縁を有する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置。

7. 前記筒束連通型の各槽の底部において、その上方に位置する前記筒束を加熱するためのヒータを設けたことを特徴とする請求項 7 記載の装置。

8. 前記少なくとも 1 組の筒束連通型 2 連槽の下流側槽において、前記筒束の上位出口部に対向した垂直上昇面、及びこの垂直上昇面の液面上方に突出した上端から折り返されて配置された垂直下降面を有する異物付着用ベルトと、前記ベルトの上端折返し部から液面までの前記垂直下降面に対向してベルトに付着した異物をかきとるためのブレードとを備えたことを特徴とする請求項 6 記載の装置。





9. 略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少くとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント液の含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部をチャック表面及び刃物から工作物の表面を伝って刃物と接触する加工箇所に供給し、且つ切り屑及び摩擦熱とともにクーラント液回収経路に向かって流出させるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液の供給方法。

10. 前記略矩形状断面を有する放出口を有するノズルを2個並列配置し、前記クーラント液の含気泡乱流を近接・平行した2本の放出流として前記チャック周面に当てることを特徴とする請求項9記載の方法。

11. 略矩形状断面を有する放出口を有し、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を前記放出口内に遊合・装着した少なくとも一つのノズル部と、

前記少なくとも一つのノズル部に連通した供給室と、この供給室へのクーラント液受入口を有する本体部とからなり、

前記受入口から前記放出口までの供給室及びノズル部の内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けたことにより、前記受入口から受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにし、このクーラント液の放出流を工作物と刃物



が接触する加工箇所連続した回転周面及び刃物に当てて含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部を回転周面及び刃物を伝わせて前記加工箇所へ供給できるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液供給ノズル。

12. 前記ノズル部を2個並列配置し、一方のノズル部を前記本体部に固定するとともに、他方のノズル部を前記本体部に角度調整自在に連結したことにより、両ノズルから出た二本のクーラント液の放出流を前記回転周面に対しほぼ直角に当てるようにしたことを特徴とする請求項11記載のノズル。



## 補正書の請求の範囲

[1997年7月11日(11.07.97)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1及び2は取り下げられた;他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

1. (削除)
2. (削除)
3. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と振り流路を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所に供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
4. 前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に連続的に気泡を含ませることを特徴とする請求項3記載の方法。
5. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって
  - a) 環状の入口室とを形成する入口環部と、
  - b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振り流された外向き又は内向きの振り流路と、これらの振り流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、



c) 前記流路環部における前記乱流形成部分の全環状域に連通し、下方及び求心方向又は外向き方向に開放した環状のノズル空間を形成するためのノズル環部とからなり、

d) 前記流路環部における前記乱流形成部分から前記ノズル空間に至る流路壁に乱流形成のために半径方向に折り返された少なくとも一つの曲折面を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記ノズル空間より放出させ、この螺旋流からなる実質的な円筒状ベールを形成して前記フライス工具又は研削具を包囲するようにしたこととを特徴とする切削機械又は研削機械のためのクーラント液用円環状ノズル。

6. 加工箇所へ供給されたクーラント液を集導し、不純物を分離してから排出する切削機械又は研削機械におけるクーラント液の分離回収装置であって、

a) 使用後のクーラント液を受け入れる流入槽と、

b) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁を貫通する略蜂巣状の断面を有する筒束を上流側の槽から下流側の槽にかけてやや上向き加減に配置してなる筒束連通型の槽列と、

c) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁に設けた連絡口が底面より僅かに高い下端縁と、最終溢流レベルにより設定された定常液面レベルよりも低い上端縁とを有するようにした開口連通型の槽列と、

d) 前記筒束連通型の槽列及び開口連通型の槽列を組み合わせた複数槽の直列における後端の槽と前記筒束連通型又は開口連通型で連なる最終の槽であって、分離回収したクーラント液を前記最終溢流レベルにおいて排出するための溢流口を有する流出槽と、

e) 前記流入槽から流出槽にかけて存在する複数の槽の少なくとも一つに設けられた水平軸を有する回転ローラからなり、部分的に槽内のクーラント液面に没入し、液上に露出したローラ面に微小間隙を置いて対峙した先端縁を有



する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置。

7. 前記筒束連通型の各槽の底部において、その上方に位置する前記筒束を加熱するためのヒータを設けたことを特徴とする請求項7記載の装置。
8. 前記少なくとも1組の筒束連通型2連槽の下流側槽において、前記筒束の上位出口部に対向した垂直上昇面、及びこの垂直上昇面の液面上方に突出した上端から折り返されて配置された垂直下降面を有する異物付着用ベルトと、前記ベルトの上端折返し部から液面までの前記垂直下降面に対向してベルトに付着した異物をかきとるためのブレードとを備えたことを特徴とする請求項6記載の装置。
9. 略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント



液の含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部をチャック表面及び刃物から工作物の表面を伝って刃物と接触する加工箇所へ供給し、且つ切り屑及び摩擦熱とともにクーラント液回収経路に向かって流出させるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液の供給方法。

10. 前記略矩形状断面を有する放出口を有するノズルを2個並列配置し、前記クーラント液の含気泡乱流を近接・平行した2本の放出流として前記チャック周面に当てることを特徴とする請求項9記載の方法。

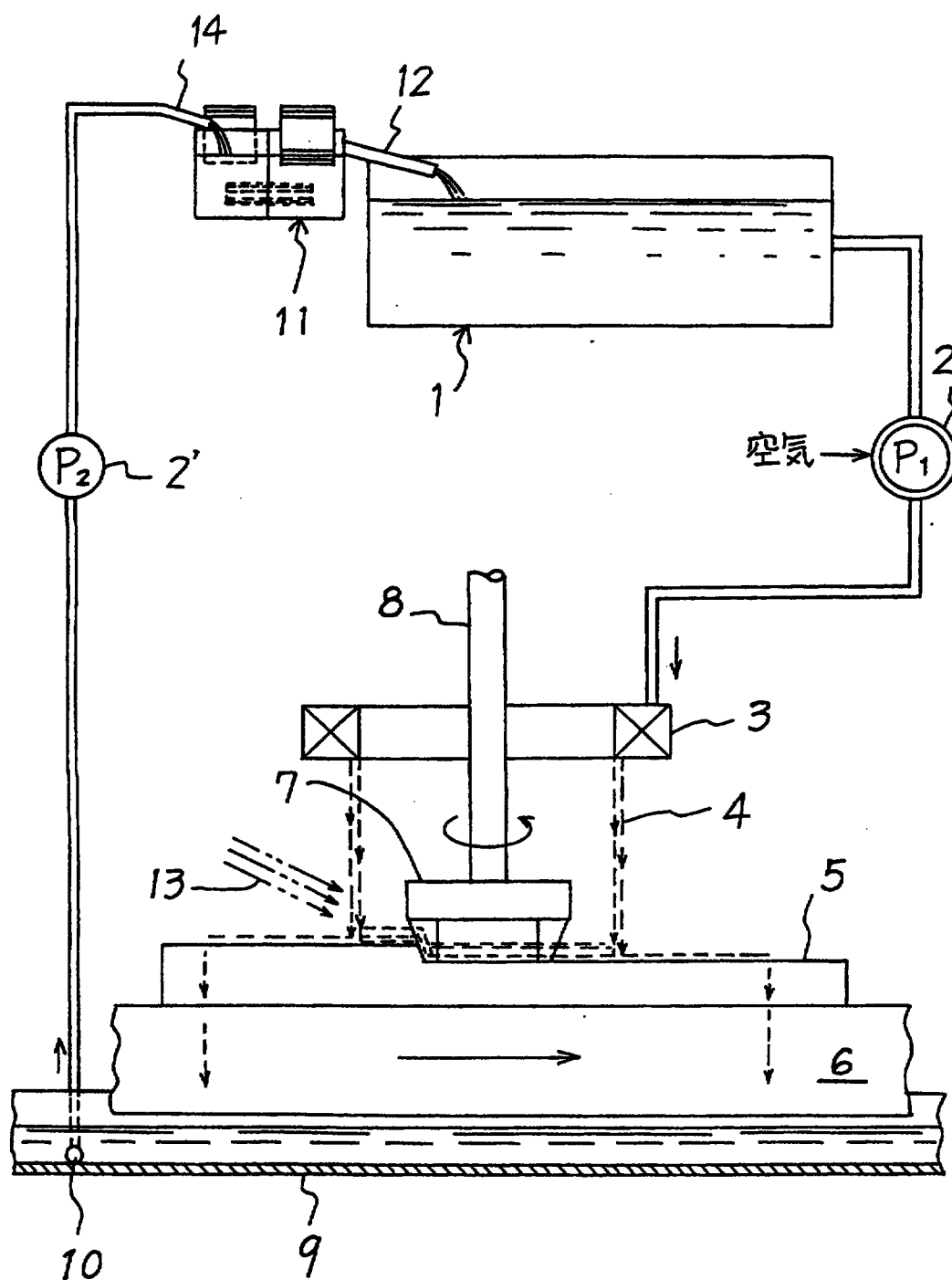
11. 略矩形状断面を有する放出口を有し、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を前記放出口内に遊合・装着した少なくとも一つのノズル部と、

前記少なくとも一つのノズル部に連通した供給室と、この供給室へのクーラント液受入口を有する本体部とからなり、

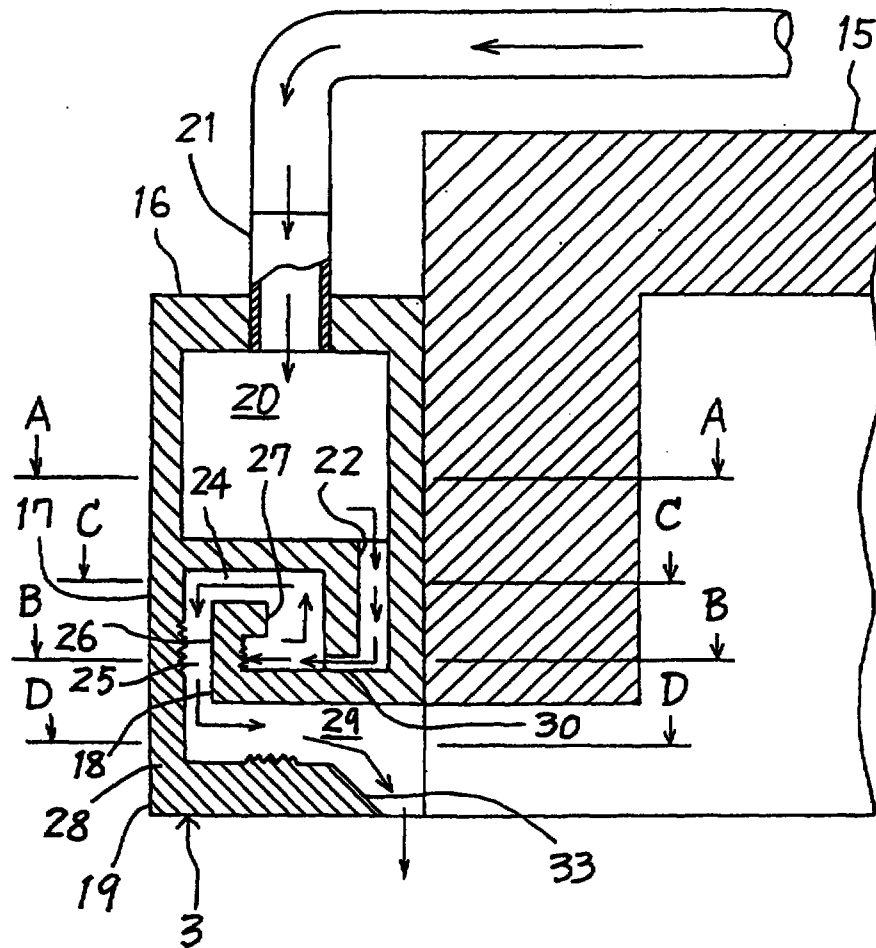
前記受入口から前記放出口までの供給室及びノズル部の内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けたことにより、前記受入口から受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにし、このクーラント液の放出流を工作物と刃物が接触する加工箇所に連続した回転周面及び刃物に当てて含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部を回転周面及び刃物を伝わせて前記加工箇所に供給できるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液供給ノズル。

12. 前記ノズル部を2個並列配置し、一方のノズル部を前記本体部に固定するとともに、他方のノズル部を前記本体部に角度調整自在に連結したことにより、両ノズルから出た二本のクーラント液の放出流を前記回転周面に対しほぼ直角に当てるようにしたことを特徴とする請求項11記載のノズル。

【図1】



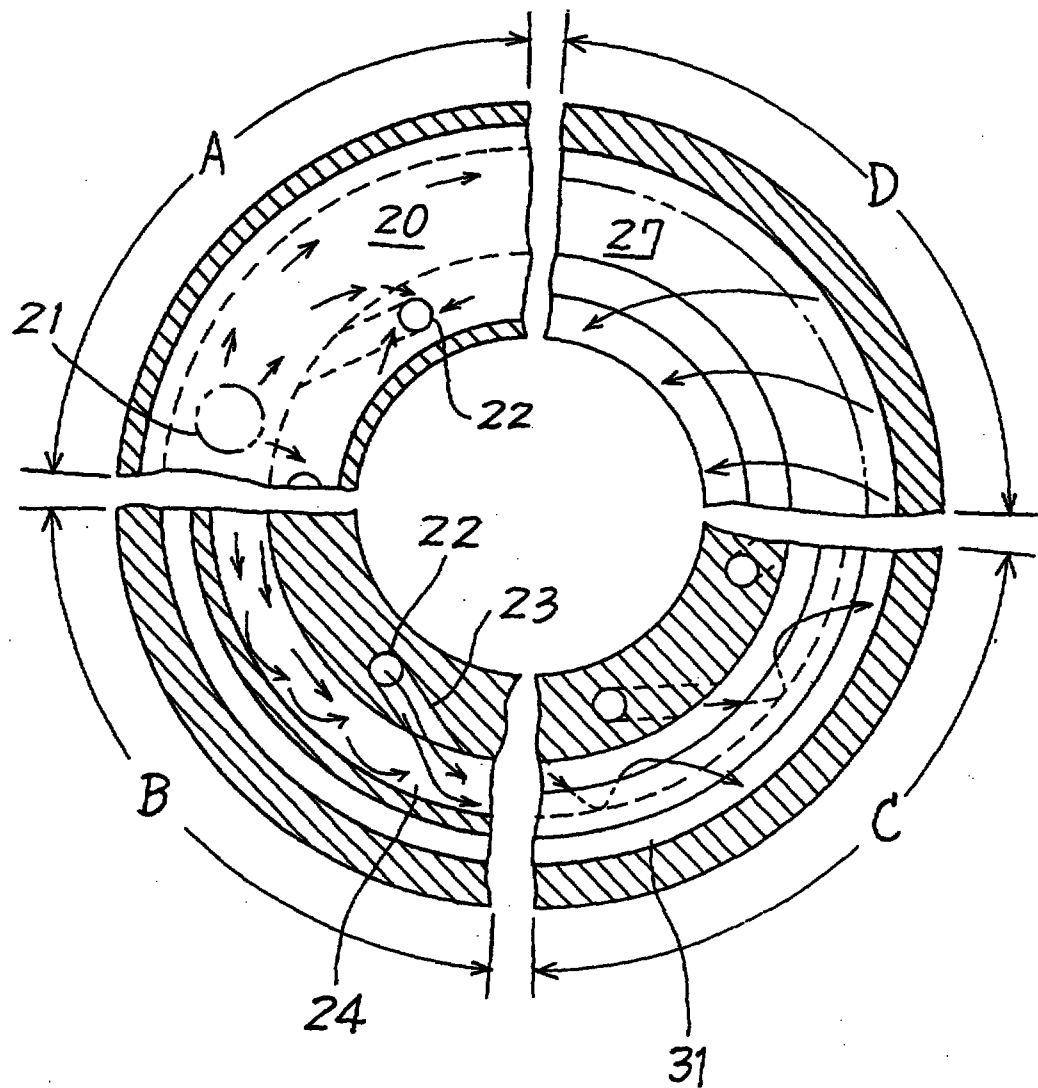
【図 2】



This Sheet Has Been Replaced



【図 3】

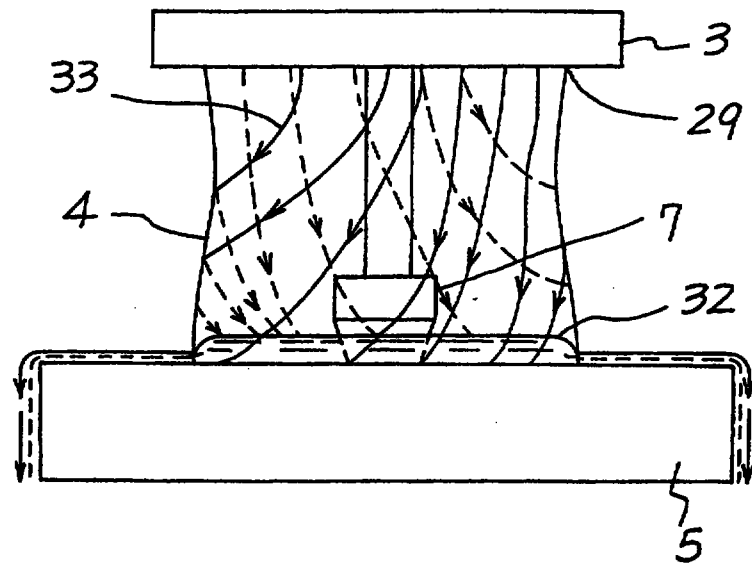


This Sheet Has Been Replaced

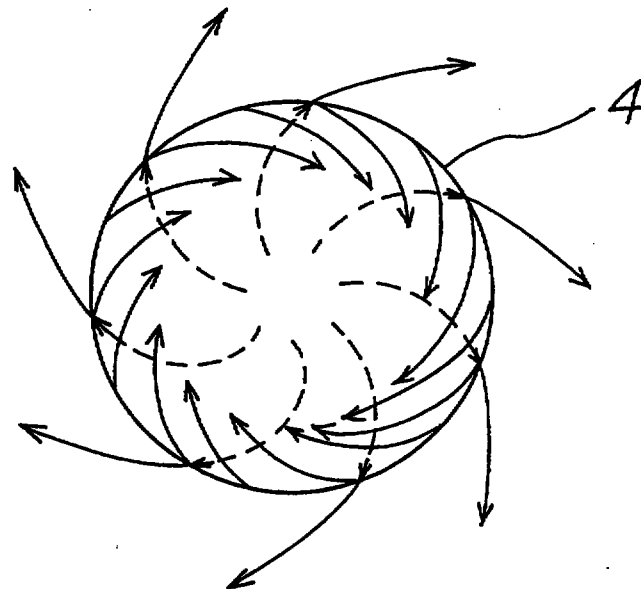


4/16

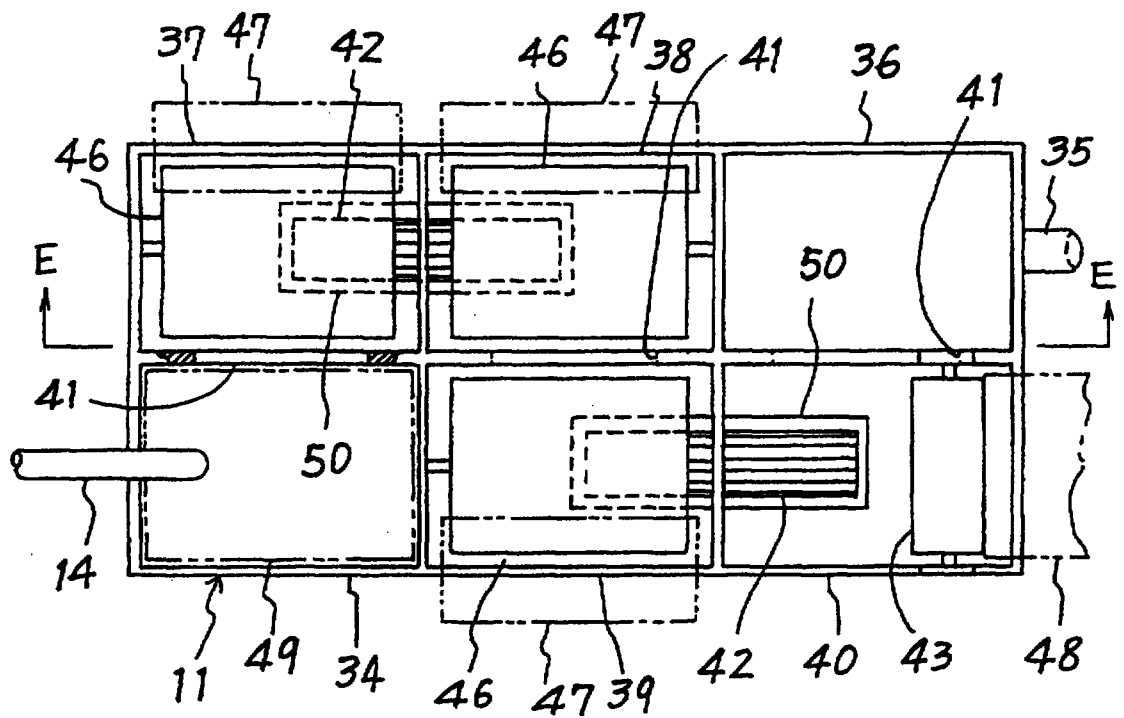
【図 4】



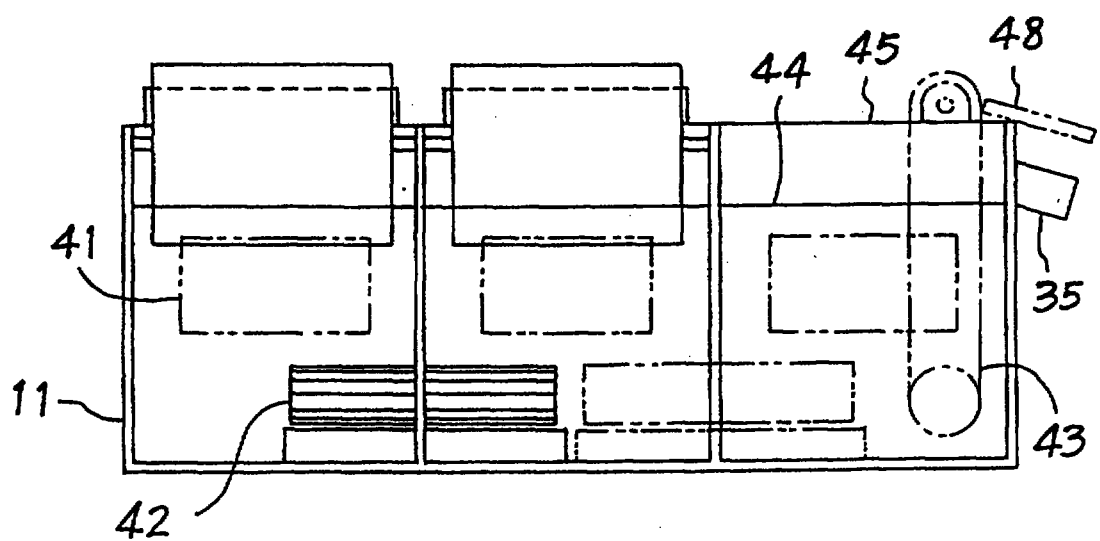
【図 5】



【図6】

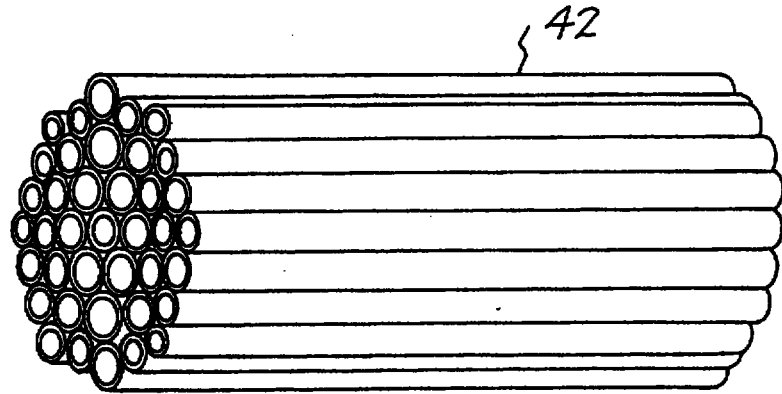


【図7】

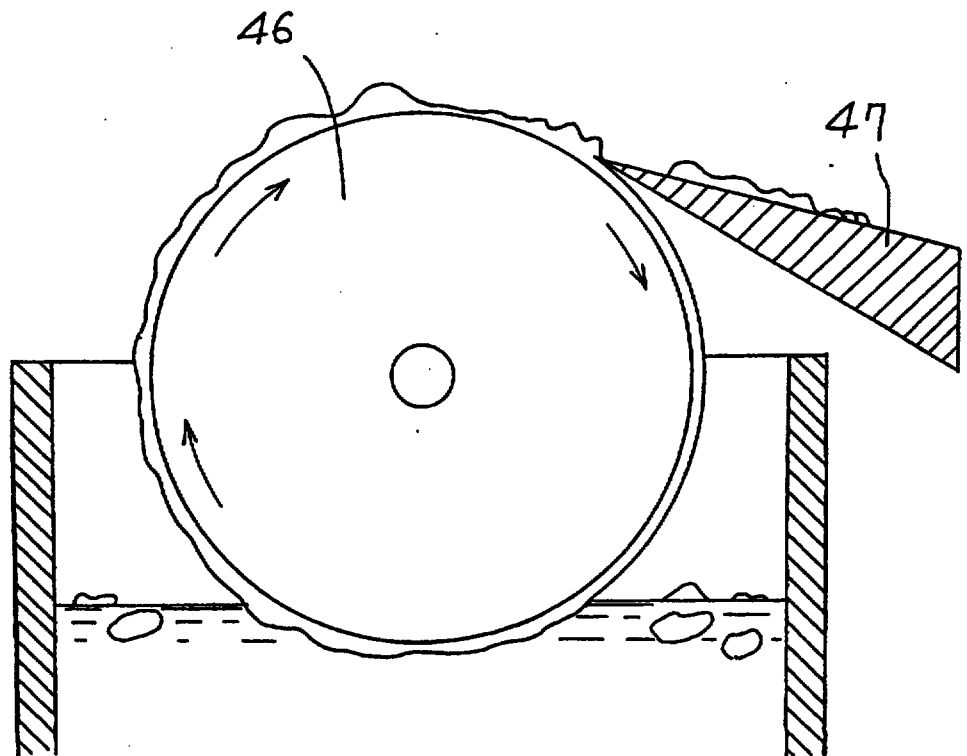


6/16

【図 8】

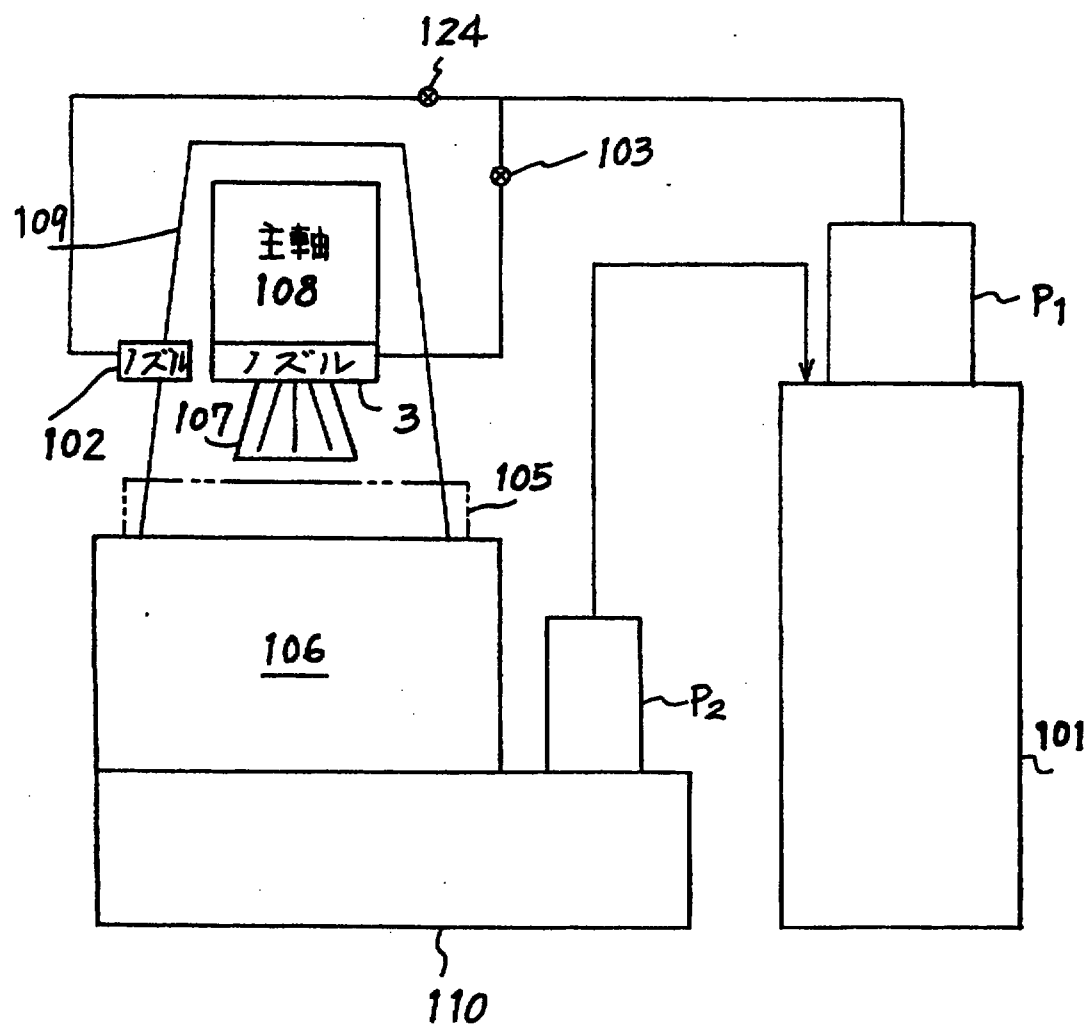


【図 9】



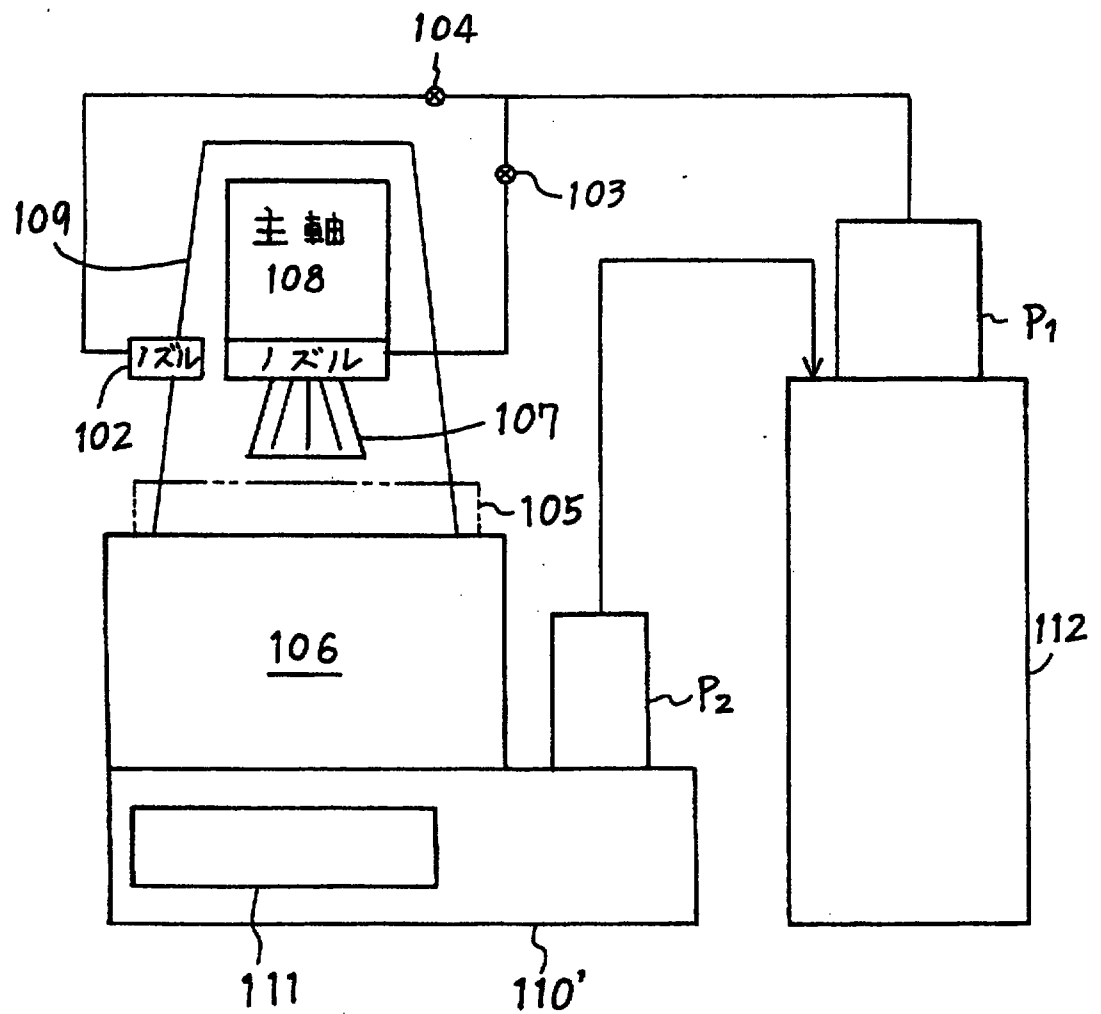
7/16

【図10】



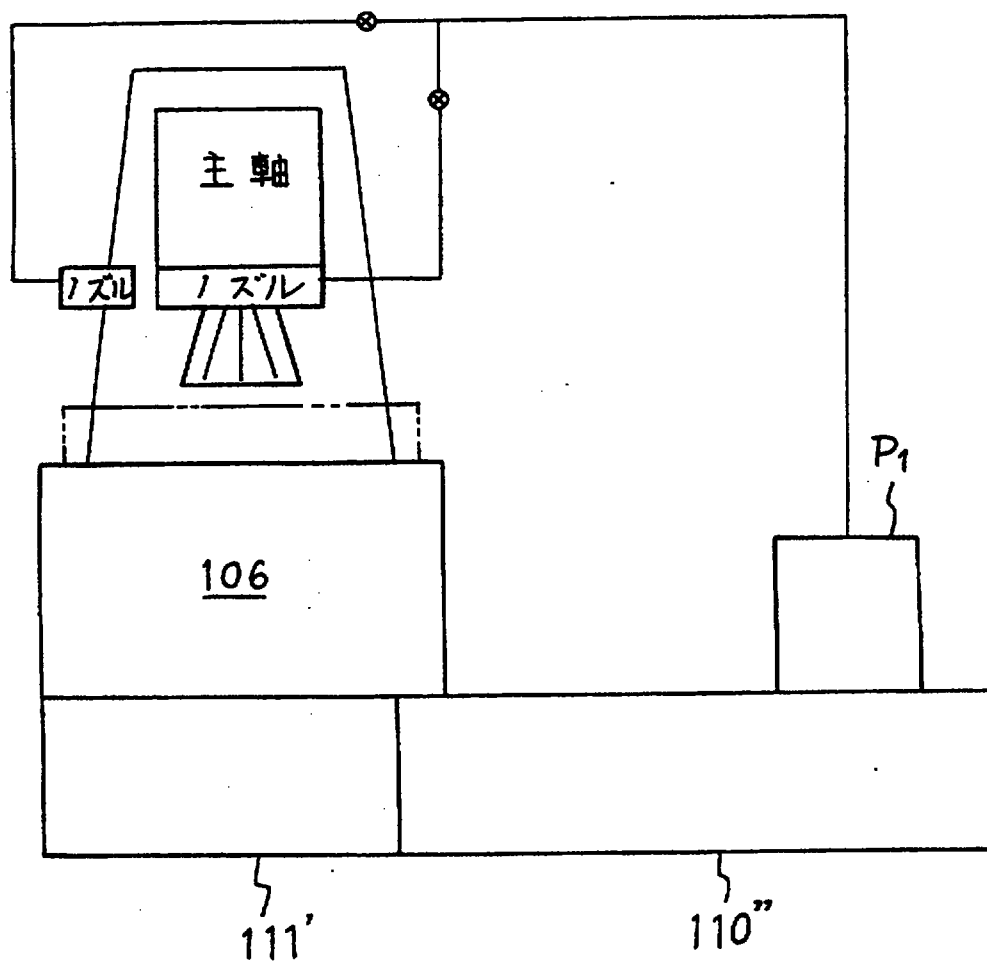
8/16

【図11】



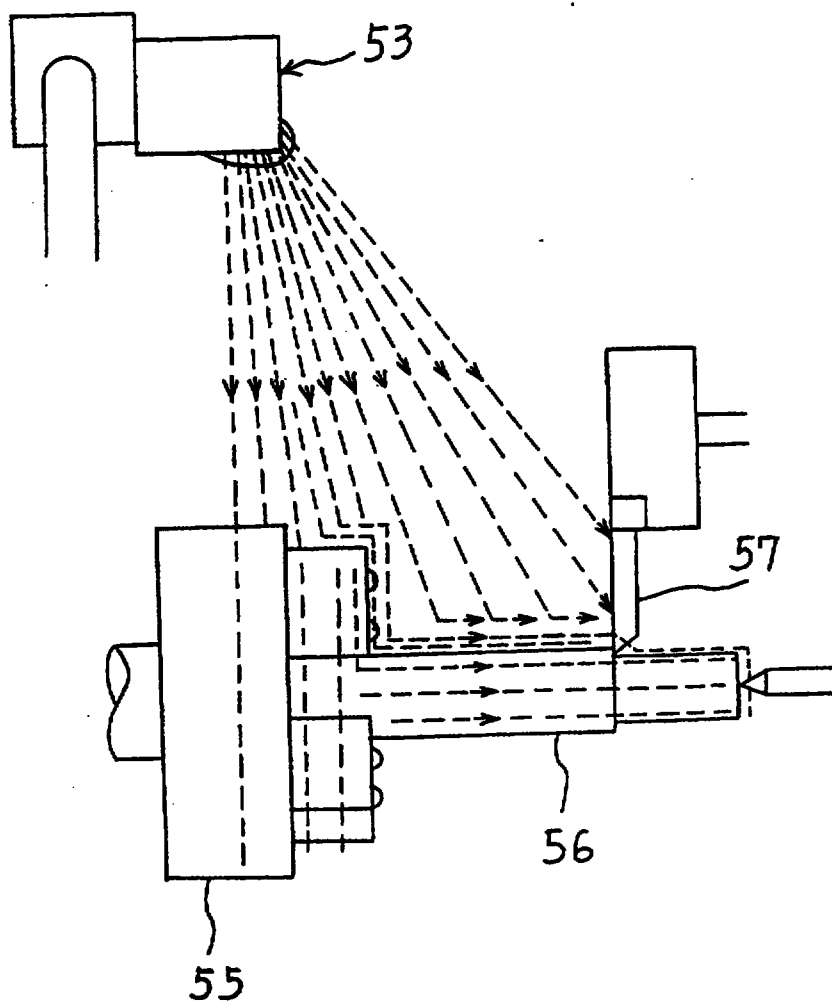
9/16

【図 12】



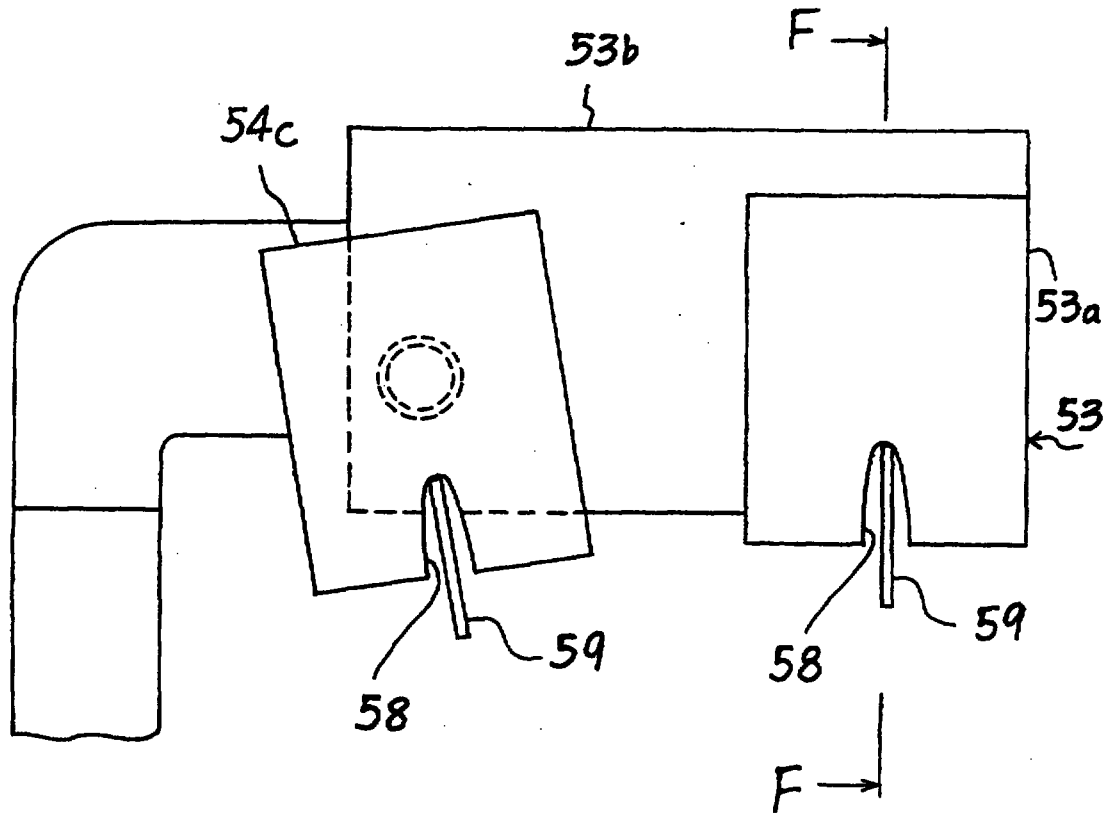
10/16

【図 13】



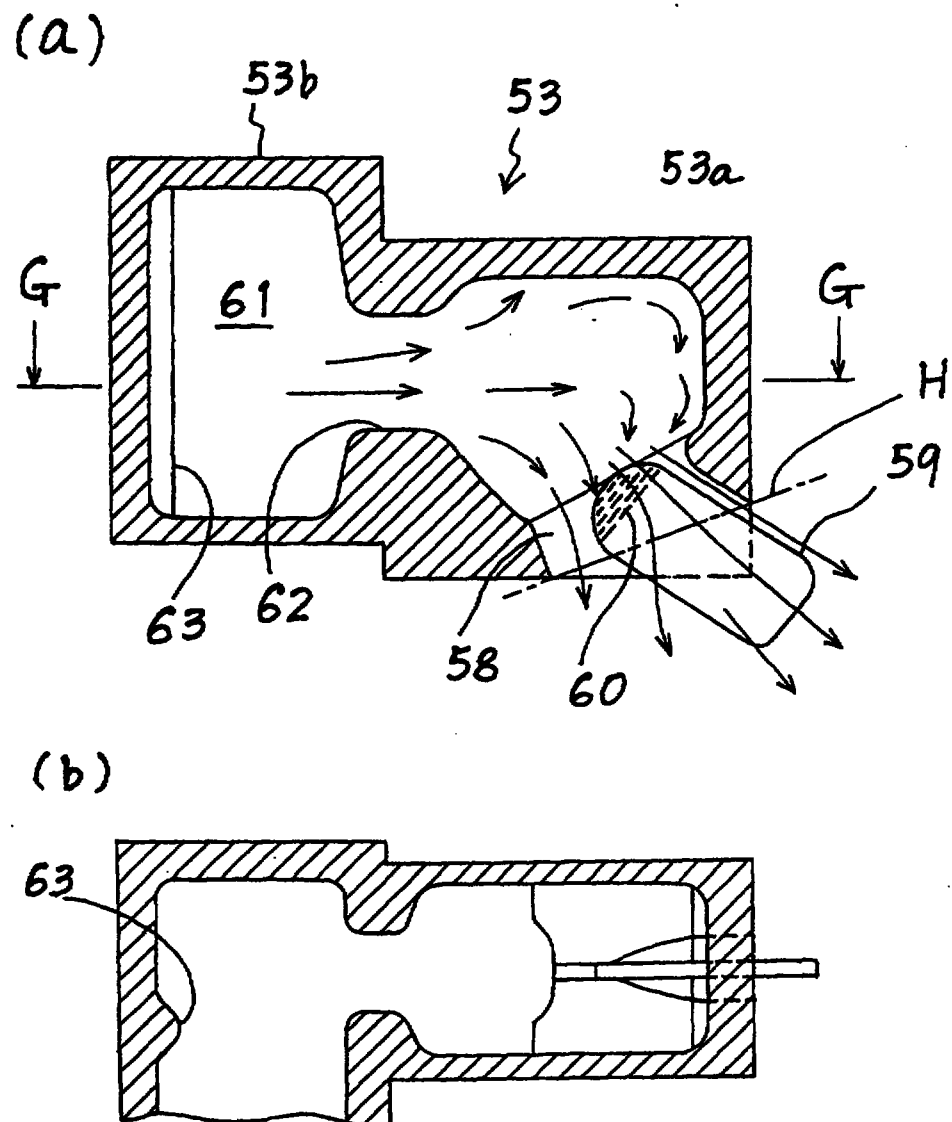
11/16

【図14】

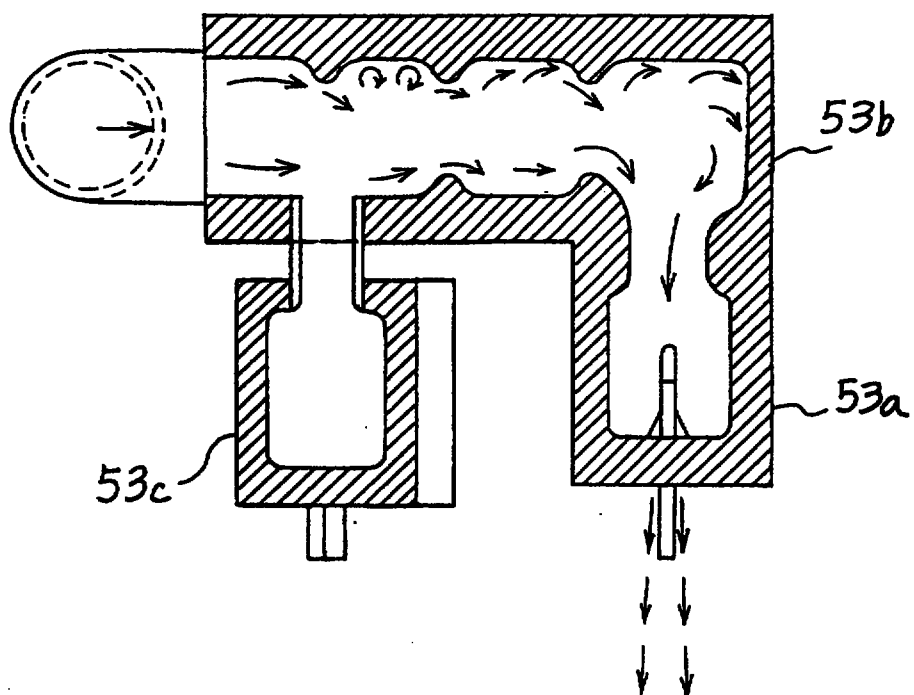


12/16

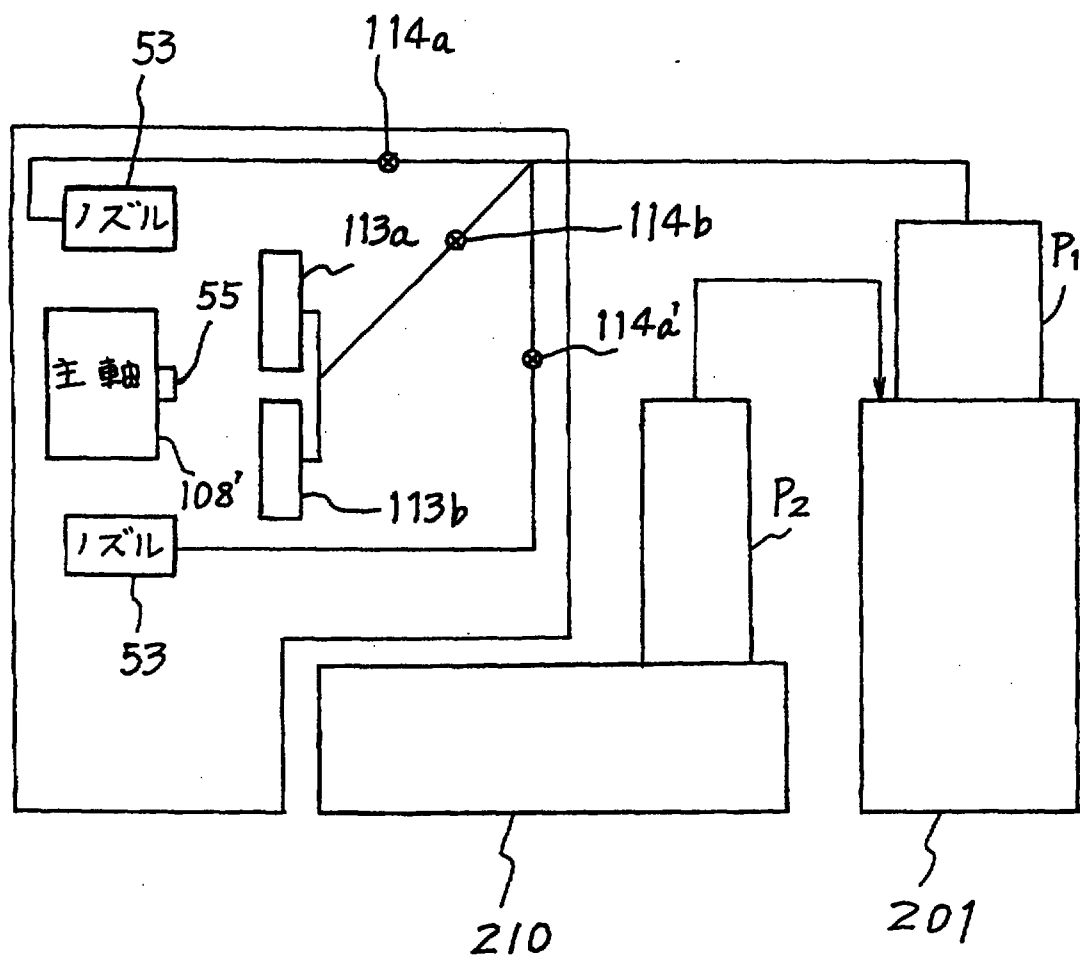
【図15】



【図 16】

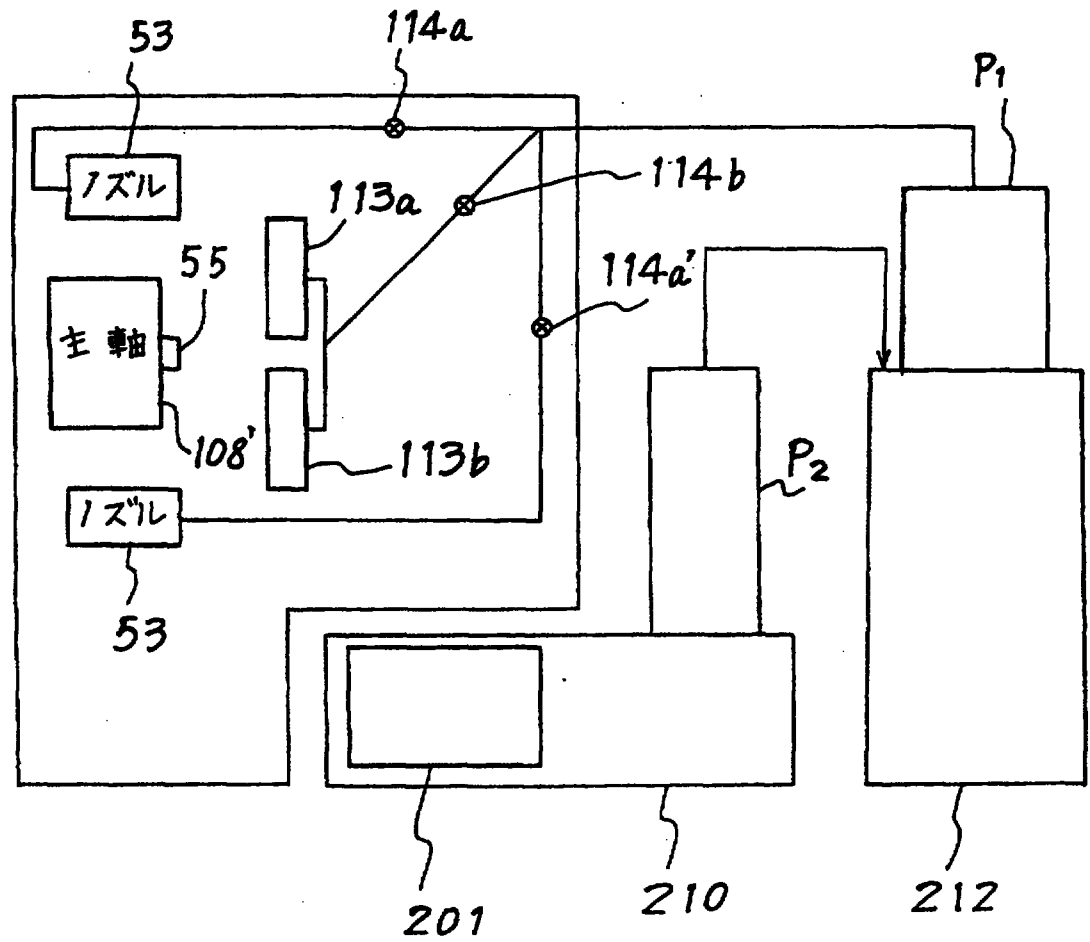


【☒ 17】

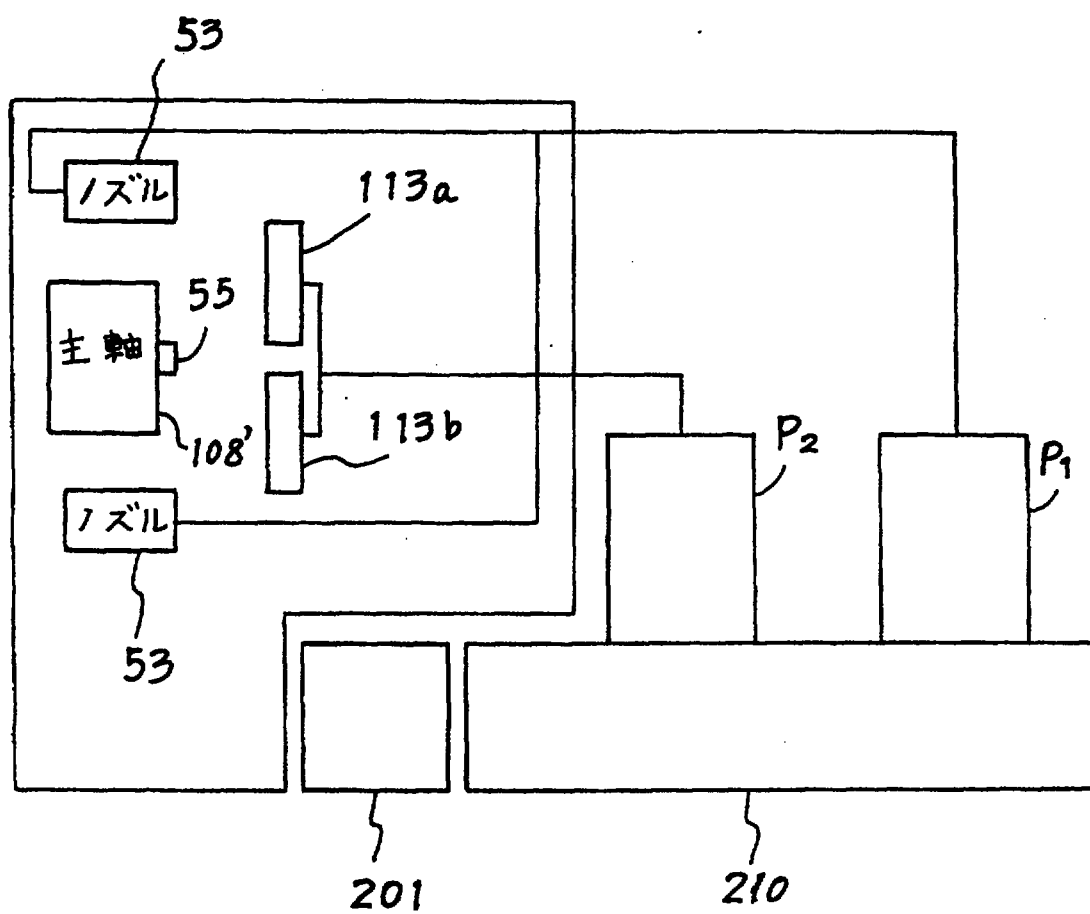


15/16

【図18】



【図19】



7、曲折環部18、及びノズル環部19からなっている。入口環部16は環状入口室20を形成し、上端入口21からクーラント液の供給を受けるようになっている。流路環部17はその上端面が入口室20の底面をなす配置において入口環部16に連設され、円周方向に等間隔配置された少なくとも1個、この場合、6個のクーラント液導入路22を上端から下端部にかけて穿設し、その導入路22の下端部においていずれか統一された回転方向に振じる配置で外向き振じり流路23を形成したものである。流路環部17において導入路22及び振じり流路23を含む半径範囲の外側は乱流形成部分24として比較的大きい流路となっている。曲折環部18の主要部上面は振じり流路23及び乱流形成部分24の底面をなしており、その外端は乱流形成部分24の外周壁との間に環状の排出間隙25を形成する位置において、上方突起部分26及び内側折り返し部分27を形成している。したがって、振じり流路23から所定の回転方向に振じられた内向きのクーラント液流は曲折環部の上方突起部分26内面に衝突して、内向きに折り返され、さらに、内側折り返し部分27を迂回して外向きに曲折し、微視的な渦流又は微粒状乱流の集まりとして環状の排出路から下向きに流れ出ることになる。ノズル環部19は流路環部17の外壁に連なる外壁28と曲折環部18の下端面との間において内向き及び下向きに傾斜したノズル空間29を形成する傾斜床面30を備えている。傾斜床面30の先端は下向きに急傾斜しているため、この上方の排出路から排出されるクーラント液は回転を伴っていること、及び自重によりほとんど円筒状の下向き螺旋流として放出されることになる。

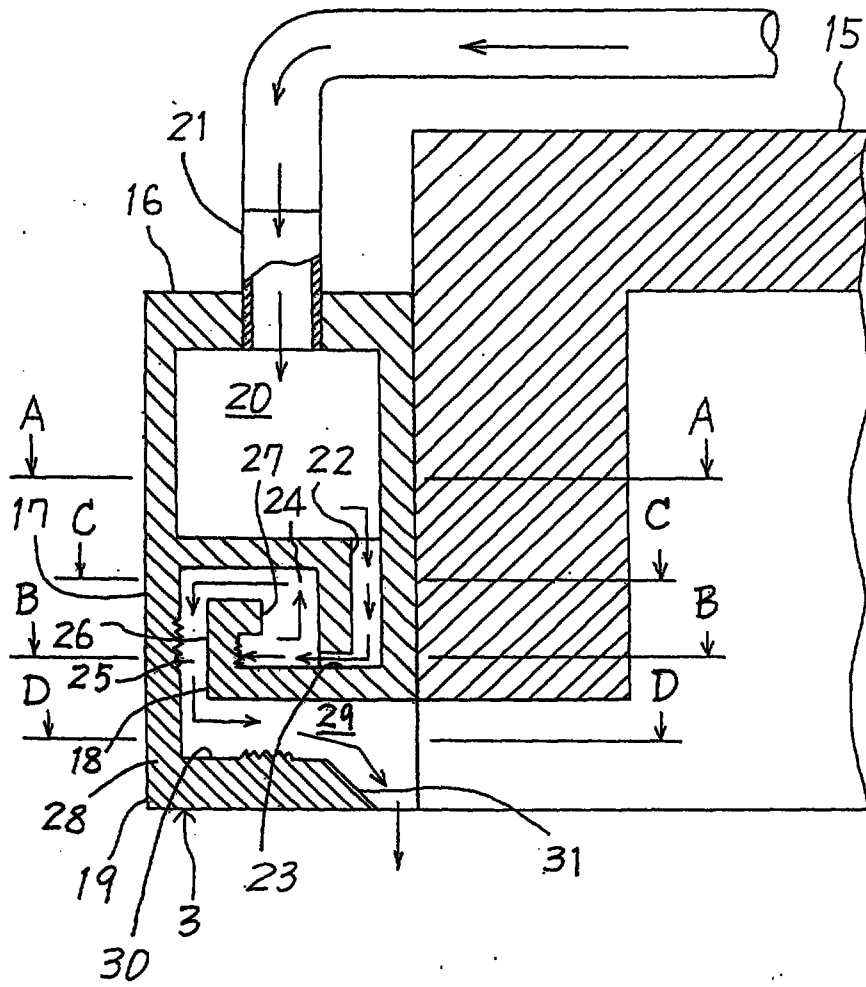
図3は上記のような円環状ノズル内のクーラント液の流れを順を追って示す水平断面図の組み合わせであり、Aではまず、入口環部21から流入したクーラント液が一つの垂直導入路22に流入して下方に向かい、その導入路22の下端から出たクーラント液はB断面に示すように、振じり流路23を経て、この場合反時計方向の流れとして乱流形成部分24内に入り、断面Cで示すように、この乱流形成部分24から内向き及び外向きに曲折してノズル空間29に連なる外側排

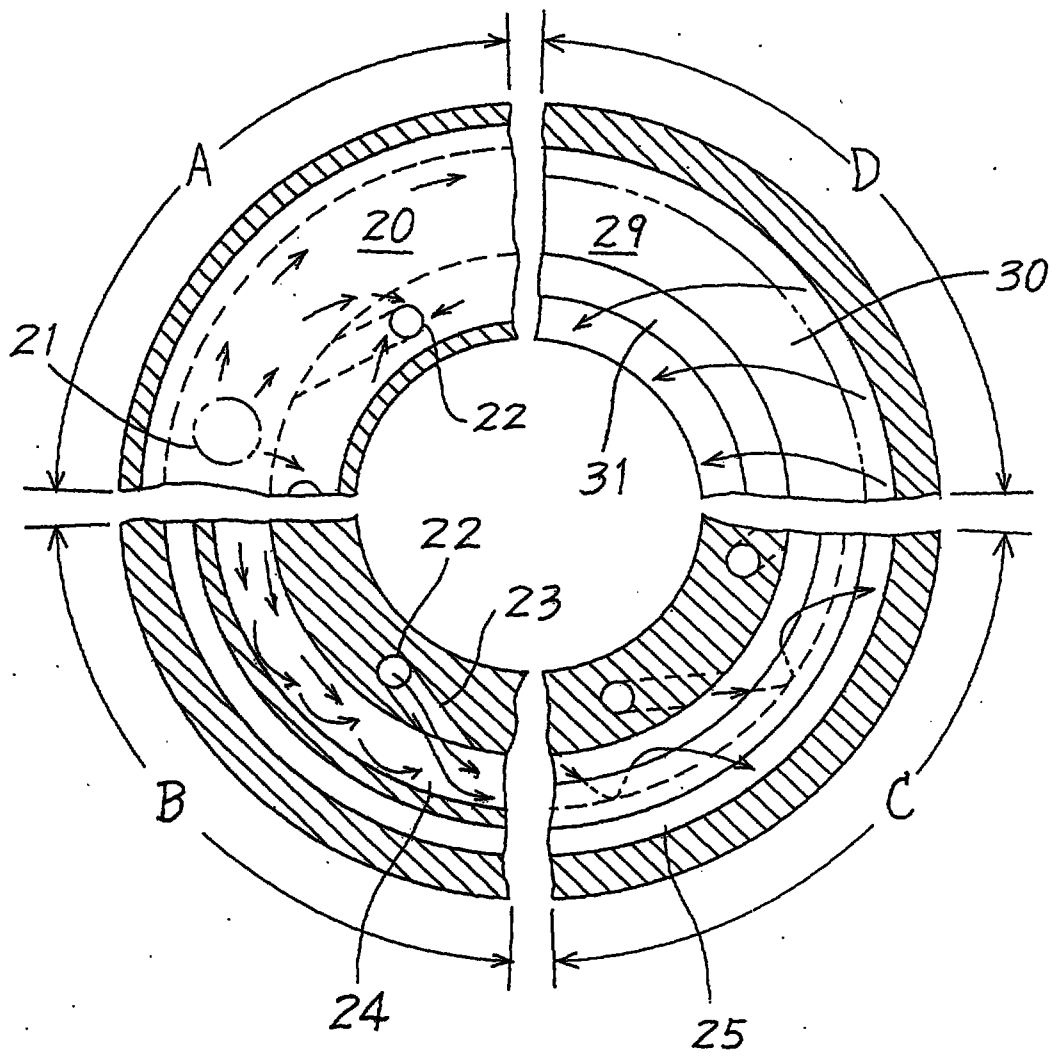
内降 25

出路 8-1 に達し、ここから断面 D の矢印で示すように、ノズル空間 29 内を通り内向きから下向きの螺旋流として排出されることが理解されるであろう。

図 4 及び図 5 は、図 2 及び図 3 に示した円環状ノズルから放出される円筒状ベール 4 及び渦巻き状表面流の状態を詳しく示す図である。図 4 に示す通り、円筒状ベール 4 として放出されるクーラント液はノズル空間 29 よりやや内向きに放出された場合でも自重、遠心力、及び回転速度の減少等により典型的には括れた釣鐘状の螺旋流として落下し、これに多数の気泡を含む場合には白濁状態で工作物 5 の表面に当たる。工作物 5 表面に当たったクーラント液の大部分は、その螺旋回転の方向に渦を巻いて中心部に向かい、工具 7 の下部を覆って図 4 の 32 で示すような盛り上がりを示し、この盛り上がりの高さがある程度上昇するたびに円筒状ベール 4 外に波状的に流出し、再び盛り上がり状態を繰り返しながらフライス工具 7 と工作物 5 の接触部の潤滑及び冷却に役立つことになる。このように加工物表面 5 に当たったクーラント液が飛び散らず渦流をなす理由として、一つは円筒状ベールが矢印 33 で示すような螺旋又はひねり回転をしていることと、円環状ノズル内において乱流を形成したことにより、言わばクーラント液の微粒（乱流塊）が集まった状態の流れとなり、同様な微粒群状の工作物表面におけるクーラント液膜上を滑るような状態で流動するからであると考えられる。このような切削工具と工作物との接触部が常時クーラント液相で満たされる状態は従来の直射型ノズルでは全く得られなかった現象であり、これによって切削箇所の潤滑性及び冷却性は飛躍的に向上する。そして、クーラント液に気泡を含む場合には、前述した気泡による潤滑及び冷却効果が加わり、切削性能は一段と向上する。クーラント液が分離回収タンクを用いて比較的清浄に維持される場合、フライス工具 7 としてコーティング超硬工具により湿式切削すると、従来 150～200 m/分で切削していたものを、その 2 倍以上の 300～700 m/分まで速度を上げて切削することができ、しかも、摩擦熱がよく放出・冷却されるため、切り屑は焼入れ状態の青色ではなく、銀白色を呈することが確認された。また、工

【図2】







する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置。

7. (補正後) 前記筒束連通型の各槽の底部において、その上方に位置する前記筒束を加熱するためのヒータを設けたことを特徴とする請求項6記載の装置。
8. 前記少なくとも1組の筒束連通型2連槽の下流側槽において、前記筒束の上位出口部に対向した垂直上昇面、及びこの垂直上昇面の液面上方に突出した上端から折り返されて配置された垂直下降面を有する異物付着用ベルトと、前記ベルトの上端折返し部から液面までの前記垂直下降面に対向してベルトに付着した異物をかきとるためのブレードとを備えたことを特徴とする請求項6記載の装置。
9. 略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント



## 請求の範囲

1. (削除)
2. (削除)
3. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と振り流路を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所に供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
4. 前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に連続的に気泡を含ませることを特徴とする請求項3記載の方法。
5. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって、
  - a) 環状の入口室とを形成する入口環部と、
  - b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振り流された外向き又は内向きの振り流路と、これらの振り流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、

## SPECIFICATION

### METHOD AND APPARATUS FOR FEEDING COOLANT LIQUID AND SEPARATING AND RECOVERING IT IN CUTTING MACHINE AND GRINDING MACHINE

#### TECHNICAL FIELD

The present invention relates to a method and apparatus for feeding a coolant liquid and separating and recovering it in a cutting machine and a grinding machine, particularly a method and apparatus for feeding a flow of coolant liquid to a region of contact between a cutter or the like and a workpiece and it also relates to a method and apparatus for automatically separating and recovering the coolant liquid subsequent to the supply thereof.

#### BACKGROUND ART

In machining, the factor which plays a major role in shortening the processing time and minimizing the strain due to processing is to enhance contact lubrication between a cutting tool or grinding tool and a workpiece and promote dissipation of heat of friction or cooling. That is, from the standpoint that the cutting conditions can be improved by slightly weakening the surface layer, if the coolant liquid is allowed to flow in all directions into the main cutting shear region and to be adsorbed by the created macroscopic cracks or voids, this results in lowering the surface energy and preventing re-adhesion. Such effect of brittleness in the shear region is very useful in providing an increased shear angle and a decrease in the thickness

of chips and also in the cutting force. On the other hand, since tools transiently create a field of plastic deformation and shear in the surface of a workpiece, it is of utmost importance that effective cooling and lubrication be effected for each transient field of plastic deformation and shear with which the tool comes in contact.

However, in conventional machine tools, a coolant liquid fed directly to such transient field (tool contact region) through a nozzle is flung away by the rotation of the tool or workpiece and only superficially passes along the tool and workpiece surfaces; therefore, it can hardly be said that the coolant liquid contributes to effective cooling and lubrication.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

In order to ensure that a coolant liquid in machine tools finds its way to a tool/ workpiece contact region in a film-formed flow with desirable fluidity against the centrifugal force from a rotating surface and satisfactorily enters the shear region, I have experimentally created phase conditions of various coolant liquids for investigation.

As a result, I have found that continuous mixing of air in a coolant liquid decreases the liquid phase mass, thereby making it difficult for the liquid coolant to be flung away because of the decreased centrifugal force when impinging on a rotating body adjacent the tool contact region, that of the liquid particles which are splashed in all directions upon the bursting of air bubbles, those which are heading for the tool contact region also enter the narrow shear region, thereby providing improved lubrication, and that the remaining air bubbles adhere to foreign

matters, such as chips, to enhance the fluidity and buoyancy thereof, thereby contributing to the separation and recovery of the coolant liquid.

Accordingly, an aspect of the present invention provides a method for feeding a coolant liquid to a cutting machine or grinding machine, which is characterized by feeding a coolant liquid, with bubbles caused to form continuously therein, for cutting or grinding operation to a region under machining, expediting the splashing of air bubbles in all directions when the air bubbles impinge on the region under machining and burst, and also expediting the entry of accelerated splashed liquid particles into a cutter/workpiece pressure contact plane, thereby improving the cooling and lubrication of said region under machining, whereby the air bubbles in the coolant liquid which has failed to reach the region under machining or which, though reaching there, has left there for the recovery channel are allowed to adhere to suspended foreign matters in said liquid, thereby expediting the surfacing of the foreign matters.

Then, in order to allow the coolant liquid to be affluently fed to the region under machining, I have tried, not to directly spout it against the region under machining from a nozzle, but to feed it there in the form of a flow. A nozzle for this purpose is designed to spout the coolant liquid against a non-rotating circumferential region surrounding the region under machining. And I have found that in the interior of the nozzle, there is formed a particulate turbulent flow of coolant liquid and that by imparting a spiral rotation thereto, the coolant liquid which reaches the circumferential region moves, as if crawling in a

whirl, to the central region including the rotating tool.

Therefore, another aspect of the invention provides a method for feeding a coolant liquid to a cutting machine or grinding machine, which is characterized by installing an annular nozzle for coolant liquid above a milling tool or grinding tool connected to a vertical main spindle so that it faces downward at a substantially coaxial position, the inner wall of said nozzle which extends to its discharge port being formed with a curved surface and a twist channel for producing a turbulent flow, whereby the coolant liquid being fed is discharged downward through said discharge port generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, thereby forming a cylindrical veil of spiral flow of coolant liquid which surrounds said milling tool or grinding tool and whose lower end reaches the surface of the workpiece, at least a part of said spiral flow being caused to move from the lower end of said cylindrical veil along the surface of the workpiece in a whirl toward the central region until it is fed to the region under machining which is in contact with the milling tool or grinding tool, the at least a part of said spiral flow being discharged outside said cylindrical veil together with chips and heat of friction and diffused along the workpiece surface.

In the above arrangement, the cylindrical veil of coolant liquid itself contributes to the formation of said whirling surface flow and also serves for prevention of environmental pollution by enclosing the smoke from the scorching of oil and oil films on the workpiece surface due to cutting. Of course, it is apparent that if air bubbles are caused to form in the coolant

liquid being fed to said cylindrical nozzle, the effect of the whirling flow feeding a coolant liquid to the region under machining and the above-described effect brought about by air bubbles can be concurrently developed.

The nozzle construction invented in order to use said coolant liquid feeding method forms an annular nozzle for downwardly discharging coolant liquid adapted to be installed above and coaxial with a milling tool or grinding tool connected to a vertical main spindle, said nozzle comprising:

- a) an inlet annulus defining an annular inlet chamber,
- b) a channel annulus disposed axially adjacent said annular inlet chamber, including at least two introducing passages communicating with said inlet chamber at axisymmetrical positions, outward or inward twist channels respectively communicating with said introducing passages and twisted in a unified direction, and annular turbulent flow forming portions communicating with the terminal ends of said twist channels, and
- c) nozzle annulus communicating with all annular area of said turbulent flow forming portions in said channel annulus and defining an annular nozzle space which opens in a downward and inward or outward direction,
- d) wherein the channel wall extending from said turbulent flow forming portions in said channel annulus to said nozzle space is formed with at least one bent surface radially bent back for formation of turbulent flow, whereby the coolant liquid fed is discharged from said nozzle space generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, forming a substantially cylindrical veil which consists of said spiral flow

and which surrounds said milling tool or grinding tool.

Further, I have taken notice of the fact that effective recycle feeding of a coolant liquid, that is, constructing a system for reliably separating foreign matters, such as chips and grinding stone fragments, and a migrating oil content from a coolant liquid recovered after being fed to a region under machining in the ordinary recycle process is a great factor which minimizes the downtime of the machine involved in cleaning the channels, exchanging liquid or re-supplying additive agents (rust preventive agent, lubricant, etc.) and which ensures smooth effective feeding of coolant liquid, leading to my inventing a separating and recovering device which is used in conjunction with said method of mixing air bubbles in a coolant liquid.

Therefore, another aspect of the invention is to provide a separating and recovering apparatus for coolant liquid in a cutting machine or grinding machine for collecting a coolant liquid fed to a region under machining and separating impurities therefrom and then discharging it, said separating and recovering device comprising;

a) an inflow tank for receiving a coolant liquid after the latter has been used;

b) a row of sleeve communicated tanks comprising at least one set of two connected tanks disposed downstream of- or incorporatating therein said inflow tank, wherein a sleeve bundle having a substantially honeycomb-like cross section and extending through a partition wall between said two connected tanks is disposed extending from the upstream tank to the downstream tank and facing somewhat upward,

c) a row of opening communicated tanks comprising at least one set of two connected tanks disposed downstream of- or incorporating therein said inflow tank, wherein a communication port formed in a partition wall between said two connected tanks has a lower end edge disposed at a slightly higher level than that of the tank bottom and an upper end edge disposed at a lower level than the normal liquid level set to the final overflow level;

d) an outflow tank which is a final tank connected through said sleeve bundle or said opening to the rear end tank in a plurality of series connected tanks comprising a combination of said sleeve communicated tank row and said opening communicated tank row, said outflow tank having an overflow port for discharging the separated and recovered coolant liquid at said final overflow level,

e) a foreign matter separating roller including a rotatable roller having a horizontal axis installed in at least one of the plurality of tanks ranging from said inflow tank to said outflow tank, said roller being partially immersed in the coolant liquid in the at least one tank and combined with a deposit scraping blade having a front edge opposed to the portion of the roller surface exposed above the liquid level, with a very narrow clearance defined between the exposed portion of the roller surface and said blade,

f) the upward slope of said sleeve bundle being such that masses of air bubbles, having foreign matters such as chips adhering thereto, in the coolant liquid flowing from the low-level inlet in said sleeve bundle in the upstream tank are caused by

the action of buoyancy to abut against the respective ceiling surfaces of the sleeves and while these masses of air bubbles are staying in the sleeves, they are integrated with subsequent masses to become increased in size, whereby said masses are pushed by the liquid flowing into the sleeves to move to the high-level outlet in the ceiling surface, said masses being discharged from said outlet into the coolant liquid phase in the downstream tank and finally surfacing.

In the above arrangement, the separation of solid fine particles is effected normally without using a large-scale device such as a centrifugal separator, and since filter means such as a paper filter is not used, there is no danger of the additive agents in the coolant liquid being removed owing to filter clogging caused by the oil content. The reason for the foreign matter scraping blade being opposed to the roller with a narrow clearance therebetween is to allow the oil content to deposit on the peripheral roller surface to form a deposited layer of oil content (substrate) having a thickness corresponding to said narrow clearance and thence forth allow an oil film of air bubbles adhering to chips and the like to be implanted on said substrate with ease so as to form, as it were, a colony of the same substance. Therefore, implanted foreign matters formed as every portion of the peripheral roller surface passes through the top layer of the coolant liquid is scraped by the blade as they come out above the liquid surface and reach the blade.

I have also found that when a turbulent flow of finely divided coolant liquid containing air bubbles is spouted with a substantially rectangular cross section to impinge from above the

rotating peripheral surface connected to the machining portion of a lathe on a region axially extending at least to said region under machining, the film of turbulent flow moves toward the tool/workpiece contact region as if crawling along the rotating peripheral surface and the cutter.

That is, another aspect of the invention provides a method of feeding a coolant liquid for a lathe, comprising the steps of positioning a nozzle above the work holding chuck of the lathe, said nozzle including a discharge port of substantially rectangular cross section and a constricted curved surface portion on its inner wall extending to said discharge port for producing a turbulent flow, and also including a loosely mounted tongue piece of rigid or elastic material crossing the section of said discharge port and projecting outward, whereby said nozzle is arranged such that a coolant liquid received through the inlet disposed upstream of said constricted curved surface portion is discharged from said discharge port as a collection of particulate turbulent flows containing air bubbles drawn into the coolant liquid as the latter passes by said tongue piece, said cross section of the discharge port of said substantially rectangular section being disposed substantially orthogonal to the plane containing the main axis of the lathe and facing obliquely downward deviated in the direction in which the workpiece projects, whereby the coolant liquid discharged from said nozzle is caused to impinge on a region axially extending from the top of the peripheral surface of said chuck to at least the region under machining, so as to form a turbulent flow film of coolant liquid containing air bubbles surrounding the chuck and

the peripheral surface of the workpiece, at least part of said turbulent flow containing air bubble being caused to move along the chuck surface and workpiece surface so as to be fed to the region under machining which is in contact with the cutter and then flow out toward the coolant liquid recovery channel together with chips and heat of friction.

The arrangement of the coolant liquid feeding nozzle invented to be used with said method of feeding a coolant liquid for a lathe comprises;

at least one nozzle having a discharge port of substantially rectangular section and having a tongue piece of rigid or elastic material crossing the section of said discharge port and projecting outside, said tongue piece being loosely mounted in said discharge port; and

a main body having a feed chamber communicating with said at least one nozzle, and a coolant receiving inlet in said feed chamber,

the inner wall of the feed chamber extending from said receiving port to said discharge port and the inner wall of the nozzle being formed with a constricted curved surface portion, whereby the coolant liquid received from said receiving port is discharge from said discharge port as a collection of particulate turbulent flows containing air bubbles drawn into the coolant liquid as the latter passes by said tongue piece, the discharge flow of this coolant liquid being cause to impinge on the rotating peripheral surface continuous with the region under machining which is in contact with the cutter and also impinge on the cutter to form a turbulent flow film containing air bubbles, at

least part of said turbulent flow film containing air bubbles moving along the rotating peripheral surface and cutter until it is fed to said region under machining.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a diagrammatic view showing the basic constructional principle of the coolant liquid feeding system of the present invention;

Fig. 2 is a partial sectional view showing the cross-sectional construction of a coolant liquid feeding nozzle used in the basic construction of the invention;

Fig. 3 is a view showing a combination of partial sections taken along the line A-A, B-B, C-C and D-D in the partial sectional view of Fig. 2;

Fig. 4 is a schematic side view showing a cylindrical veil and a whirling surface flow of a coolant liquid coming out of the coolant liquid feeding nozzle shown in Figs. 1 through 3;

Fig. 5 is a schematic plan view showing the cylindrical veil and the whirling surface flow shown in Fig. 4;

Fig. 6 is a plan view showing a typical embodiment of a separating and recovering tank for coolant liquid;

Fig. 7 is a vertical section taken along the line E-E in Fig. 6;

Fig. 8 is a perspective view of a sleeve bundle having a substantially honeycomb-shaped cross section in the separating and recovering tank shown in Figs. 6 and 7;

Fig. 9 is a partial sectional view showing a foreign matter separating roller construction comprising a rotatable roller and a blade in the separating and recovering tank shown in Figs. 6 and 7;

Fig. 10 is a diagrammatic view showing a first installation

example embodying the basic constructional principle of the invention;

Fig. 11 is a diagrammatic showing a second installation example embodying the basic constructional principle of the invention;

Fig. 12 is a diagrammatic view showing a third installation example embodying the basic constructional principle of the invention;

Fig. 13 is a diagrammatic side view showing the outline of another constructional principle concerning the coolant liquid supply of the invention;

Fig. 14 is a plan view of a coolant liquid feeding nozzle used in the arrangement shown in Fig. 13;

Fig. 15 is a vertical sectional view (a) of a fixed nozzle taken along the line F-F in Fig. 14 and a partial sectional plan view (b) taken along the line G-G therein;

Fig. 16 is a sectional plan view showing the entire construction of the coolant liquid feeding nozzle shown in Fig. 14;

Fig. 17 is a sectional plan view showing a fourth installation example embodying said another constructional principle shown in Fig. 13;

Fig. 18 is a sectional plan view showing a fifth installation example embodying said another constructional principle shown in Fig. 13; and

Fig. 19 is a sectional plan view showing a sixth installation example embodying said another constructional principle shown in Fig. 13.

### BEST MODE FOR EMBODYING THE INVENTION

In Fig. 1 showing the basic system construction of the present invention, the numeral 1 denotes a main tank of large capacity for storing coolant liquid; 2 denotes a coolant pump (P1) which, in this case, is used to take in air to cause air bubbles to form in a coolant liquid and feed the liquid to an annular nozzle 3. The annular nozzle 3, as will be later described in more detail, is used to downwardly spout the coolant liquid fed from the pump P1 as a cylindrical veil 4 generally consisting of a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows to impinge on the surface of a workpiece 5. The workpiece 5 is cut on a movable table 6 by a milling tool 7 which, in this case, is a fullback cutter, and a main spindle 8 supporting the milling tool 7 passes through the annular nozzle 3. Most of the cylindrical veil 4 of coolant liquid, at its lower end impinging on the workpiece surface, moves as a whirling surface flow toward the center to be affluently fed to the place of contact between the cutting edge of the milling tool 7 and the workpiece 5. After having been thus fed to the workpiece, the coolant liquid discharged outside the cylindrical veil 4 sinusoidally each time its mound increases travels, together with the portion of the coolant liquid which has initially been directed outward, via the workpiece 5 and a movable table 6 to flow down, in this case, into a gutter-like outer peripheral pan 9, and is drawn up by a second coolant pump 2' (P2) through a suction port 10, finally reaching a separating and recovering tank 11. In the separating and recovering tank 11 to be later described in more

detail, the coolant liquid after having the foreign matters, such as oil and chips, removed therefrom, is returned to said large-capacity tank 1 through a filling port 12.

In the above example of the basic construction, the coolant liquid supplied as a cylindrical veil 4 preferably contains lots of air bubbles due to the air take-in action of the coolant pump 2. Therefore, the coolant liquid containing lots of air bubbles which is fed to the region of contact between the milling tool 7 and the workpiece 5 undergoes centrifugal force from the rotation of the tool to a less degree due to its lower mass, a fact which makes it easier for the coolant liquid to penetrate into the tool/workpiece contact region. And in this case the splashed liquid created upon the bursting of air bubbles easily enter into the fine cracks by the action of acceleration. Further, this arrangement is also superior in dissipation of heat due to bursting, and the lubricating action and heat dissipating action thereof, as described above, enhance the cutting performance of the tool and make it possible to use a sintered carbide tool to effect cutting with high feed rate.

Of course, the cutting heat is continuously carried away by the flow of coolant liquid discharged from the region under machining. The effect of feeding such air bubble-containing coolant liquid is attained not only by the system of the present invention forming a whirling flow through the cylindrical veil 4 but also by a direct nozzle jet flow 13 to the cutting point as has heretofore been practiced. Further, the operation for causing air bubbles to form in a coolant liquid is effected by the air take-in action of the pump 2, as described above, but

besides this, it can also be effected, e.g., by making sufficiently high the head between the recovery pipe pouring port 14 and the liquid level of the tank 11 and the head between the filling port 12 at the outlet of the separating and recovering tank 11 and the liquid level of the large-capacity tank 1 to produce a pouring impact.

Fig. 2 shows in detail the sectional construction of the annular nozzle 3 for coolant liquid. In this case, the main portion of the inner peripheral surface of the annular nozzle 3 is supported by the outer peripheral surface of a main spindle cover 15. The annular nozzle 3 comprises an inlet annulus 16 at the upper end, an intermediate channel annulus 17, and a nozzle annulus 19. The inlet annulus 16 forms an annular inlet chamber 20 to receive a supply of coolant liquid from the upper inlet 21. The channel annulus 17 is connected to the inlet annulus 16 such that its upper end surface defines the bottom surface of the inlet chamber 20. And at least one, or in this case, 6 coolant liquid introducing passages 22 are defined to extend from the upper and to the lower end, thus defining an outwardly twisted channel 23 twisted in a unified direction of rotation at the lower ends of the introducing passages 22. In the region outside the radial range including the introducing passages 22 and the twist channel 23 in the channel annulus 17, there is a relatively large channel serving as a turbulent flow forming portion 24. The upper surface of the main portion of the bent annulus 18 defines the bottom surfaces of the twist channel 23 and turbulent flow forming portion 24 and, its outer end, at a position where it forms an annular discharge passage



25 between it and the outer peripheral wall of the turbulent flow forming portion 24 defines an upwardly projecting portion 26 and an inwardly turned back portion 27. Therefore, the inward coolant liquid flow twisted in a predetermined direction of rotation from the twist channel 23 impinges on the inner surface of the upwardly projecting portion 26 of the bent annulus and is inwardly turned back, detouring around the inwardly turned back portion 27 to bend outwardly, and finally flowing out as a collection of microscopic whirling flows or tiny turbulent flows downwardly through an annular discharge passage. The nozzle annulus 19 is provided with an inclined floor surface 30 which defines an inwardly and downwardly inclined nozzle space 29 between the outer wall 28 connected to the outer wall of the channel annulus 17 and the lower end surface of the bent annulus 18. Since the front end of the inclined floor surface 30 is sharply inclined downward, it follows that the coolant liquid discharged from the discharge passage thereabove is rotating and that said coolant liquid is discharged mostly as a cylindrical downward spiral flow under its own weight.

Fig. 3 is a combination of horizontal sections showing in order the flow of coolant liquid in said annular nozzle, wherein first, at A, the coolant liquid flowing in through the inlet annulus 21 travels into one vertical introducing passage 22 to flow downward, and the coolant liquid leaving the lower end of said introducing passage 22, as shown in B-section, travels through the twist channel 23, entering the turbulent flow forming portion 24 as a counterclockwise flow in this case, and



as shown at the section C, bends inwardly and outwardly from said turbulent flow forming portion 24 to reach the outer discharge passage 31 connected to the nozzle space 29, from which discharge passage 31, as shown by arrows in the section D it travels through the nozzle space 29 until it is discharged as a spiral flow moving inwardly and then downwardly, as will be understood.

Figs. 4 and 5 are views which show in detail the state of the cylindrical veil 4 and whirling surface flow discharged from the annular nozzle. As shown in Fig. 4, the coolant liquid discharged as the cylindrical veil 4 falls typically in the form of a constricted bell-shaped spiral flow as a result of its self-weight, centrifugal force and rotative speed, and in cases in which it contains a number of air bubbles, it impinges on the surface of the workpiece 5 while assuming a clouding state. Most of the coolant liquid impinging on the surface of the workpiece 5 travels in a whirl in the direction of the spiral rotation toward the center, covering the lower portion of the tool 7, exhibiting a mound as shown at 32 in Fig. 4. Each time the height of the mound increases to a certain level, the coolant liquid sinusoidally flows outside the veil 4; thus, the coolant liquid contributes to the lubrication and cooling of the region of contact between the milling tool 7 and the workpiece 5 while repeating the mounding. It seems that one reason why the coolant liquid impinging on the workpiece surface 5 forms a whirling flow rather than being scattered is that the cylindrical veil is making a spiral or twist rotation as indicated by arrows 33, and another is that the coolant liquid



forming a turbulent flow in the annular nozzle results in a flow of fine particles (a mass of turbulent flow) of coolant liquid, which flow runs, as it were, sliding on a coolant liquid film in the form of a similar group of fine particles formed on the workpiece surface. Such state in which the region of contact between the cutting tool and the workpiece is permanently filled with a coolant liquid phase is a phenomenon which has heretofore never been found in the conventional direct spout type nozzle and which greatly improves the lubricating and cooling of the region being cut. And if the coolant liquid contains air bubbles, said lubricating and cooling effects brought about by air bubbles are added, further improving the cutting performance. In cases in which the coolant liquid is maintained relatively clean by using the separating and recovering tank, wet cutting using a coated carbide tool can be effected at as high a rate as 300 - 700 m/min, which is more than twice the conventional cutting rate of 150 - 200 m/min. Furthermore, it has been confirmed that since the heat of friction is well dissipated for cooling, the chips are not quenching blue but silver white. Further, even if the coolant liquid is subjected to a shock due to impingement on the workpiece 5 or due to rotation of the tool, mist, if any, will be taken into the running coolant liquid if the spouting pressure is low or medium, thus little influencing the working environment. Further, since almost all heat generated is taken away as the heat of vaporization of water, there is little reduction in the components of the coolant liquid; thus, it follows that the re-supplying of coolant liquid requires only

supplying water alone or a coolant liquid of high dilution percentage.

As shown in Figs. 6 and 7, the separating and recovering tank 11 for the coolant liquid is divided into sections and has a plurality (4 in this case) of sleeve bundle communication tanks 37, 38, 39 and 40 disposed between an inflow tank 34 positioned immediately below the feed port 14 and an outlet tank 36 having a discharge port 35. Between the inlet tank 34 and the first communication tank 37, there is opening communication provided by a communication port 41 having a lower edge disposed slightly above the bottom surface and an upper edge disposed slightly below the final overflow level, and the communication tanks 37 and 38 communicate with each other through a sleeve bundle 42 having a substantially honeycomb-shaped cross section (Fig. 8). The latter communication tank 38 and the next communication tank 39 communicate with each other again through a similar communication port 41, and the communication tank 39 and the next communication tank 40 communicate with each other through a second similar sleeve bundle 42. Further, the final communication tank 40 and the outlet tank 36 communicate with each other through a communication port 41 such as mentioned above. Preferably, in the final communication tank 40, there is a foreign matter arresting belt conveyor 43 having a vertical front at a position opposed to the outlet of the sleeve bundle 42, the upper end of said belt conveyor being above the level of the coolant liquid surface 44 in the tank and also above the level of the upper edge 45 of the tank. Further, disposed in the upper regions of

the sleeve bundle-communicated tanks 37, 38 and 39 are foreign matter separating rollers 46 having their lower ends slightly submerged below the coolant liquid surface 44 which is at the normal level. Matter adhering to the peripheral surfaces of the foreign matter separating rollers above the level of the upper edge 45 of the tank and the matter adhering to the upper end region of the belt conveyor 43 are scraped off by blades 47 and 48 shown in phantom lines.

There is a slight clearance between each blade 47 and the upper ends of each roller 46, and an oil film adheres to the surface of the roller 46 until it fills said clearance and an oil film on the surface of an adhering mass of chips and air bubbles easily deposits on the first-mentioned oil film in the form of a flock or colony and is scraped off at the blade position. This remark is applicable also to the relation between the belt conveyor 43 and the blade 48. The ports for communication between the tanks 34 and 37, between the tanks 38 and 39 and between the tanks 40 and 36 serve to check a precipitated heavy foreign matter and a normally surfacing light-weight foreign matter to prevent them from flowing into the next tank. For example, if a foreign matter reservoir 49 is disposed on the bottom of the inlet tank 34, the sediment can be removed by raising said foreign matter reservoir 49 at a suitable time.

The sleeve bundles 42 disposed to extend through the tandem tanks 37, 38 and 39, 40 are inclined slightly upward from the downstream to the upstream side as shown in Fig. 8, and such that as the coolant liquid proceeds therethrough to the next

tank, foreign matters adhering to oil films on the air bubbles and tending to float impinge on the upper surface of the sleeve and stay there, but similar foreign matters impinge on the same in succession and the latter increase in diameter until they are pushed by the liquid flow and driven into the downstream tank, where the foreign matters float on the liquid surface.

The foreign matters surfacing in each tank, as described above, adhere to the oil film on the surface of the roller 46 and are carried to the liquid surface, whereupon they are scraped off by the blade 47. The foreign matters in the coolant liquid discharged from the final sleeve bundle 42 adhere to the vertical surface of the belt conveyor opposed to the outlet end of said sleeve bundle and are thereby raised above the liquid surface and then scraped off by the blade 48. In addition, disposed immediately below each sleeve bundle 42 is a heater 50 positioned on the tank bottom surface, serving as a heat source for reliably removing the adhering foreign matters in the sleeve bundle 42. This utilizes the fact that the viscosity of oil decreases with increasing temperature. Of course, the separating and recovering tank 11 may be heated in its entirety. The arrangement of said separating and recovering tank is shown by way of example only, and it is clear that the number of sleeve bundle-communicated tanks may be increased from the illustrated 4 to 6 or more and that if air bubbles are already present, only two tanks will suffice.

By the use of the separating and recovering tank described above, the coolant liquid being recycled is maintained clean at all times, whereby the cleaning of the large-capacity tank is

facilitated, prolonging the renewal period for the coolant liquid. Further, it is clear that since no use of oil adsorbent, paper filter or the like is involved, the arresting cost can be reduced.

Figs. 10 through 12 show three installation examples embodying the basic constructional principle of the present invention. A first embodiment has a liquid tank arrangement different from the basic arrangement shown in Fig. 1, wherein a coolant liquid preferably containing air bubbles are fed from a coolant pump P1 installed directly on a separating and recovering tank 101 into said annular nozzle 3 and an auxiliary nozzle 102 of conventional type respectively through flow control valves 103 and 104. The numeral 105 denotes a workpiece; 106 denotes a machine body; 107 denotes a milling tool for milling machines; 108 denotes a main spindle; and 109 denotes a column, and the tank 110 disposed immediately below the machine body 106 is not gutter-shaped; it is a sealed type large-capacity tank, which plays the roles of both a direct recovery tank and a main tank for coolant liquid, and a second coolant pump P2 is installed thereon.

In a second embodiment shown in Fig. 11, a separating and recovering section 111 is formed within a tank 110' disposed below a machine body 106, and a recovered coolant liquid drawn therefrom by a coolant pump P2 is fed to a large-capacity preparatory tank 112 and is directed to the region under machining, the rest of the arrangement being the same as in the first embodiment shown in Fig. 10.

In a third embodiment shown in Fig. 12, a separating and

recovering tank 111' itself is disposed immediately below the machine body 106, with a large-capacity tank 110" connected thereto, and a single coolant pump P1 alone is used to feed a coolant liquid, the rest of the arrangement being the same as in the embodiments shown in Figs. 10 and 11.

Fig. 13 is a diagrammatic side view showing another arrangement for feeding a coolant liquid according to the invention. In a lathe shown in Fig. 13, a coolant liquid nozzle 53 spouts a turbulent coolant liquid containing air bubbles from its lower end nozzle port of rectangular cross section over a region extending from the upper peripheral portion of a workpiece gripping chuck 55 axially to a workpiece 56 and at least a cutting tool 57. The coolant liquid impinging on the chuck 55, the peripheral surface of the workpiece 56 and the cutting tool 57 forms a flowing film attached to the rotating peripheral surface with the presence of its turbulent flow and air bubbles preventing the cooling liquid from being splashed, the coolant liquid being affluently fed to the region of contact between the cutting tool 57 and the workpiece 56. In this system also, the same effect of lubricating and cooling the contact region as in the case of the nozzle shown in Figs. 1 through 5. Further, if cutting continues according to this system, the coolant liquid jet flow from the nozzle 53 impinges on the tool rest located above the cutting tool 57, so that the coolant liquid is more satisfactorily fed to said contact region.

Figs. 14 through 16 show the construction of an embodiment of the nozzle 53. The configuration of the nozzle 53 shown in

Fig. 13 shows the relation between a first nozzle portion 53a and a nozzle body 53b in the right-hand side of Fig. 14. This first nozzle portion 53a and a second nozzle portion 54c both have at their lower end corner a nozzle opening 58 whose outlet section H (Fig. 15) is substantially rectangular, through which nozzle opening a coolant liquid is spouted downward as seen in Figs. 13 through 15 (a). The numeral 59 denotes a vibrating element or tongue element of metal having substantial rigidity or elasticity inserted in the nozzle opening 58 is adapted to vibrate or form a flow resistance in order to cause air bubbles to form in the spouted coolant liquid during the spouting of the latter. This vibrating element 59, as shown in Fig. 15, is fixed only at its upper end region 60 to the wall surface of the nozzle opening 58, allowing the coolant liquid to flow therearound. A cross section of the nozzle opening 58 as seen from the outside is rectangular, as described above, and its interior is an inlet chamber for coolant liquid, said inlet chamber communicating with a coolant liquid receiving port 61 in the main body 53b which is integral with the first nozzle portion 53a. A communication port 62 leading to the receiving port 61 serves as a turbulent flow forming section is constricted to have a smaller cross section than the pertinent cross-sectional area of the inlet chamber and the receiving inlet, so that the coolant liquid flowing into the receiving port 61 passes through this turbulent flow forming section whereby it flows from the inlet chamber into the nozzle opening 58 as a collection of particulated turbulent flows. The turbulent flow forming section 62, as shown in Fig. 15 (b),

has constricted shape through out its periphery, so that the coolant liquid flowing into the receiving port 61 first impinges on the back ridge 63 of the main body to form a turbulent flow and is then throttled in the constricted portion 62, whereby it is discharged through the nozzle opening as a collection of particulate turbulent flows as described above.

As shown in Figs. 14 and 16, the second nozzle portion 53c is angularly adjustable with respect to the main body portion 53b and the angle between the planes including the vibrating plates 59 of the two nozzles can be changed to adjust the spouting in such a manner as to, e.g., spout the coolant liquid at right angles against the peripheral surface of the chuck positioned below the nozzle 53 disposed at the fixed position on the machine.

Figs. 17 through 19 show three installation examples using this second nozzle construction, wherein in each case, two nozzles 53 are installed for two tool rests, and there are channels for feeding a coolant liquid directly to these tool rests 113a and 113b, with flow control valves 114a, 114a' and 114b placed therein. Herein, 108' denotes a main spindle; 201 denotes a separating and recovering tank; 210 denotes a main tank; and 212 denotes a preparatory tank. The rest of the arrangement, as long as the one shown in Fig. 17 is concerned, is the same as the first embodiment concerning the first constructional principle shown in Fig. 10.

The embodiments shown in Figs. 18 and 19 have the same nozzle channels and tool rest feeding channels as in Fig. 17, the rest of the arrangement being constructed in the same

manner as in the second and third embodiments concerning the first constructional principle shown in Figs. 11 and 12.

#### EXAMPLES OF MACHINING USING THE INVENTIVE SYSTEM

It has been confirmed that the use of the system using the basic constructional principle of the present invention provides a sharp reduction in the total cost of the cutting and milling of machine parts and a high machining precision. That is, it has been found that remarkable improvements in cooling performance and lubricating performance enable high speed high feed rate machining of thin iron sheets, which would otherwise easily warp, by using a fullback cutter.

For example, a 12 mm thick, 1212 mm wide, 2424 mm long, SS400 plate which was generally considered difficult to cut was successfully cut with a main spindle horse power of 15 KW/h, a cutter diameter of 200 mm, a cutting depth of 1.3 mm, a cutting rate of 500 mm/min, and a cutting feed rate of 3,000 mm/min to 5,000 mm/min. As for the tool to be used, it is also possible to use a commercially available non-coat tip.

If a commercially available coated tip is used, a commercially available non-annealed black-skin iron plate which was 12 mm thick x 1212 mm x 2424 mm was cut with a main spindle horse power of 15 KW/h, a cutting depth of 1.7 mm, a cutting rate of 400 mm/min, and a cutting feed rate of 3,650 mm/min, and even if a fullback cutter was used, it was possible to keep down the warp to within 0.1 mm. Subsequent to the rough cutting, if the warp is removed and final finishing is effected by using a flat drag-equipped fullback cutter for finishing, it becomes possible to increase productivity.

The coolant liquid feeding nozzle does not require adjusting even if the tool length is changed in order not to allow the coolant liquid to flow directly to the cutting point. This is very effective for a machine, like a machining center, which always uses tools of different lengths.

Since the coolant liquid flows to the cutting point in close contact with and along the workpiece surface, the same effect can be attained not only in a fullback cutter but also in a drill, endmill, tap and boring operation.

#### INDUSTRIAL APPLICABILITY

The present invention, in the arrangement described above, provides a method of preparing a coolant liquid containing air bubbles superior in lubrication and cooling, a nozzle feeding system for producing an affluent supply of coolant liquid to the cutting point, and a coolant liquid recycling system superior in a foreign matter separating function, thereby enabling high precision cutting or milling by feeding such coolant liquid. The machining rate can be increased to 1.5 - 3 times and hence the resulting economic effect is very high. Further, since a great reduction in the cutting oil cost and in the tank cleaning cost can be expected, there are provided far-reaching effects in efficiency improvement, the easing of environmental pollution, labor saving, etc. Further, as a coolant liquid, in some cases, water and a rust-preventive agent alone may be used to effect cutting.



## WHAT IS CLAIMED IS:

1. A method of feeding a coolant liquid in a cutting machine or grinding machine, which is characterized by feeding a coolant liquid, with air bubbles caused to form continuously therein, for cutting or grinding operation to a region under machining, expediting the splashing of air bubbles in all directions when the air bubbles impinge on the region under machining and burst, and also expediting the entry of accelerated splashed liquid particles into a cutter/workpiece pressure contact plane, thereby improving the cooling and lubrication of said region under machining.

2. A method of feeding a coolant liquid in a cutting machine or grinding machine, which is characterized by feeding a coolant liquid, with air bubbles caused to form continuously therein, for cutting or grinding operation to a region under machining, expediting the splashing of air bubbles in all directions when the air bubbles impinge on the region under machining and burst, and also expediting the entry of accelerated splashed liquid particles into a cutter/workpiece pressure contact plane, thereby improving the cooling and lubrication of said region under machining, whereby the air bubbles in the coolant liquid which has failed to reach the region under machining or which, though reaching there, has left there for the recovery channel are allowed to adhere to suspended foreign matters in the liquid, thereby expediting the surfacing of the foreign matters on the liquid.

3. A method for feeding a coolant liquid to a cutting machine or grinding machine, which is characterized by





installing an annular nozzle for coolant liquid above a milling tool or grinding tool connected to a vertical main spindle so that it faces downward at a substantially coaxial position, the inner wall of said nozzle which extends to its discharge port being formed with a curved surface and a twist channel for producing a turbulent flow, whereby the coolant liquid being fed is discharged downward through said discharge port generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, thereby forming a cylindrical veil of spiral flow of coolant liquid which surrounds said milling tool or grinding tool and whose lower end reaches the surface of the workpiece, at least a part of said spiral flow being caused to move from the lower end of said cylindrical veil along the surface of the workpiece in a whirl toward the central region until it is fed to the region under machining which is in contact with the milling tool or grinding tool, the at least a part of said spiral flow being discharged outside said cylindrical veil together with chips and heat of friction and diffused along the workpiece surface.

4. A method as set forth in Claim 3, which is characterized in that air bubbles are caused to form continuously in the coolant liquid being fed to said cylindrical nozzle.

5. An annular nozzle for downwardly discharging coolant liquid adapted to be installed above and coaxial with a milling tool or grinding tool connected to a vertical main spindle, said nozzle comprising:

- a) an inlet annulus defining an annular inlet chamber,
- b) a channel annulus disposed axially adjacent said annular





inlet chamber, including at least two introducing passages communicating with said inlet chamber at axisymmetrical positions, outward or inward twist channels respectively communicating with said introducing passages and twisted in a unified direction, and annular turbulent flow forming portions communicating with the terminal ends of said twist channels, and

c) nozzle annulus communicating with all annular area of said turbulent flow forming portions in said channel annulus and defining an annular nozzle space which opens in a downward and inward or outward direction,

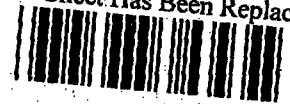
d) wherein the channel wall extending from said turbulent flow forming portions in said channel annulus to said nozzle space is formed with at least one bent surface radially bent back for formation of turbulent flow, whereby the coolant liquid fed is discharged from said nozzle space generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, forming a substantially cylindrical veil which consists of said spiral flow and which surrounds said milling tool or grinding tool.

6. A separating and recovering apparatus for coolant liquid in a cutting machine or grinding machine for collecting a coolant liquid fed to a region under machining and separating impurities therefrom and then discharging it, said separating and recovering device comprising;

a) an inflow tank for receiving a coolant liquid after the latter has been used;

b) a row of sleeve bundle-communicated tanks comprising at least one set of two connected tanks disposed downstream of -or





incorporating therein- said inflow tank, wherein a sleeve bundle having a substantially honeycomb-like cross section and extending through a partition wall between said two connected tanks is disposed extending from the upstream tank to the downstream tank and facing somewhat upward,

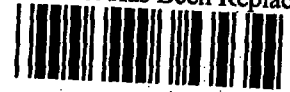
c) a row of opening communicated tanks comprising at least one set of two connected tanks disposed downstream of -or incorporating therein- said inflow tank, wherein a communication port formed in a partition wall between said two connected tanks has a lower end edge disposed at a slightly higher level than that of the tank bottom and an upper end edge disposed at a lower level than the normal liquid level set to the final overflow level,

d) an outflow tank which is a final tank connected through said sleeve bundle or said opening to the rear end tank in a plurality of series connected tanks comprising a combination of said sleeve communicated tank row and said opening communicated tank row, said outflow tank having an overflow port for discharging the separated and recovered coolant liquid at said final overflow level,

e) a foreign matter separating roller including a rotatable roller having a horizontal axis installed in at least one of the plurality of tanks ranging from said inflow tank to said outflow tank, said roller being partially immersed in the coolant liquid in the at least one tank and combined with a deposit-scraping blade having a front edge opposed to the portion of the roller surface exposed above the liquid level, with a very narrow clearance defined between the exposed



\* C L M S \*



portion of the roller surface and said blade,

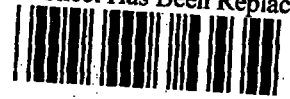
f) the upward slope of said sleeve bundle being such that masses of air bubbles, having foreign matters such as chips adhering thereto, in the coolant liquid flowing from the low-level inlet in said sleeve bundle in the upstream tank are caused by the action of buoyancy to abut against the respective ceiling surfaces of the sleeves and while these masses of air bubbles are staying in the sleeves, they are integrated with subsequent masses to become increased in size, whereby said masses are pushed by the liquid flowing into the sleeves to move to the high-level outlet in the ceiling surface, said masses being discharged from said outlet into the coolant liquid phase in the downstream tank and finally surfacing.

7. An apparatus as set forth in Claim 7, characterized in that on the bottom of each of said sleeve communicated tanks, there is installed a heater for heating said sleeve bundle positioned thereabove.

8. An apparatus as set forth in Claim 6, characterized in that in the downstream tank in said at least one set of two connected tanks in the sleeve bundle communication, there are installed a foreign matter arresting belt having a vertical ascending surface opposed to the high-level outlet in said sleeve bundle and a vertical descending surface turned back from the upper end of said vertical ascending surface projecting above the liquid surface, and a blade opposed to said vertical descending surface extending from the upper end of said belt to the liquid surface for scraping foreign matters adhering to the belt.



\* C L N S \*



9. A method of feeding a coolant liquid for a lathe, comprising the steps of positioning a nozzle above the work holding chuck of the lathe, said nozzle including discharge port of substantially rectangular cross section and a constricted curved surface portion on its inner wall extending to said discharge port for producing a turbulent flow, and also including a loosely mounted tongue piece of rigid or elastic material crossing the section of said discharge port and projecting outward, whereby said nozzle is arranged such that a coolant liquid received through the inlet disposed upstream of said constricted curved surface portion is discharged from said discharge port as a collection of particulate turbulent flows containing air bubbles drawn into the coolant liquid as the latter passes by said tongue piece, said cross section of the discharge port of said substantially rectangular section being disposed substantially orthogonal to the plane containing the main axis of the lathe and facing obliquely downward deviated in the direction in which the workpiece projects, whereby the coolant liquid discharged from said nozzle is caused to impinge on a region axially extending from the top of the peripheral surface of said chuck to at least the region under machining, so as to form turbulent flow film of coolant liquid containing air bubbles surrounding the chuck and the peripheral surface of the workpiece, at least part of said turbulent flow containing air bubbles being caused to move along the chuck surface and workpiece surface so as to be fed to the region under machining which is in contact with the cutter and then flow out toward the coolant liquid recovery channel together with chips and heat





of friction.

10. A method as set forth in Claim 9, characterized in that two nozzles having a discharge port having said substantially rectangular cross section are disposed side by side, and turbulent flow of said coolant liquid containing air bubbles is caused to impinge on the peripheral surface of said chuck as two adjacent parallel discharge flows.

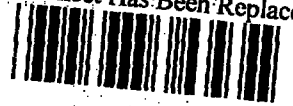
11. A coolant liquid feeding nozzle for a lathe comprising:

at least one nozzle having a discharge port of substantially rectangular section and having a tongue piece of rigid or elastic material crossing the setion of said discharge port and projecting outside, said discharge port and projecting outside, said tongue piece being loosely mounted in said discharge port

a main body having a feed chamber communicating with said at least one nozzle, and a coolant receiving inlet in said feed chamber,

the inner wall of the feed chamber extending from said receiving port to said discharge port and the inner wall of the nozzle being formed with a constricted curved surface portion, whereby the coolant liquid received from said receiving port is discharge from said discharge port as a collection of particulate turbulent flows containing air bubbles drawn into the coolant liquid as the latter passes by said tongue piece, the discharge flow of this coolant liquid being cause to impinge on the rotating peripheral surface continuous with the region under machining which is in contact with the cutter and also impinge on the cutter to form a turbulent flow film containing





air bubbles, at least part of said turbulent flow film containing air bubbles moving along the rotating peripheral surface and cutter until it is fed to said region under machining.

12. A nozzle as set forth in Claim 11, characterized in that two said nozzles are disposed side by side, one nozzle being fixed to said main body, the other being angularly adjustably connected to said main body, whereby two discharge flows of coolant liquid from said two nozzles are caused to impinge on said rotating peripheral surface at substantially right angles therewith.



\* C L M S \*



## ABSTRACT

A coolant liquid feeding method comprises feeding a coolant liquid, with air bubbles caused to form continuously therein, for cutting or grinding operation to a region under machining, expediting the splashing of air bubbles in all directions when the air bubbles impinge on the region under machining and burst, and also expediting the entry of accelerated splashed liquid particles into a cutter/workpiece pressure contact plane, thereby improving the cooling and lubrication of the region under machining, whereby the air bubbles in the coolant liquid which has failed to reach the region under machining or which, though reaching there, has left there for the recovery channel are allowed to adhere to suspended foreign matters in the liquid, thereby expediting the surfacing of the foreign matters.

The coolant liquid is discharged downward generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, thereby forming a cylindrical veil of coolant liquid which surrounds the milling tool or grinding tool and whose lower end reaches the surface of the workpiece, at least part of the spiral flow being caused to move from the lower end of the cylindrical veil along the surface of the workpiece in a whirl toward the central region until it is fed to the region under machining which is in contact with the milling tool or grinding tool.

Fig. 1

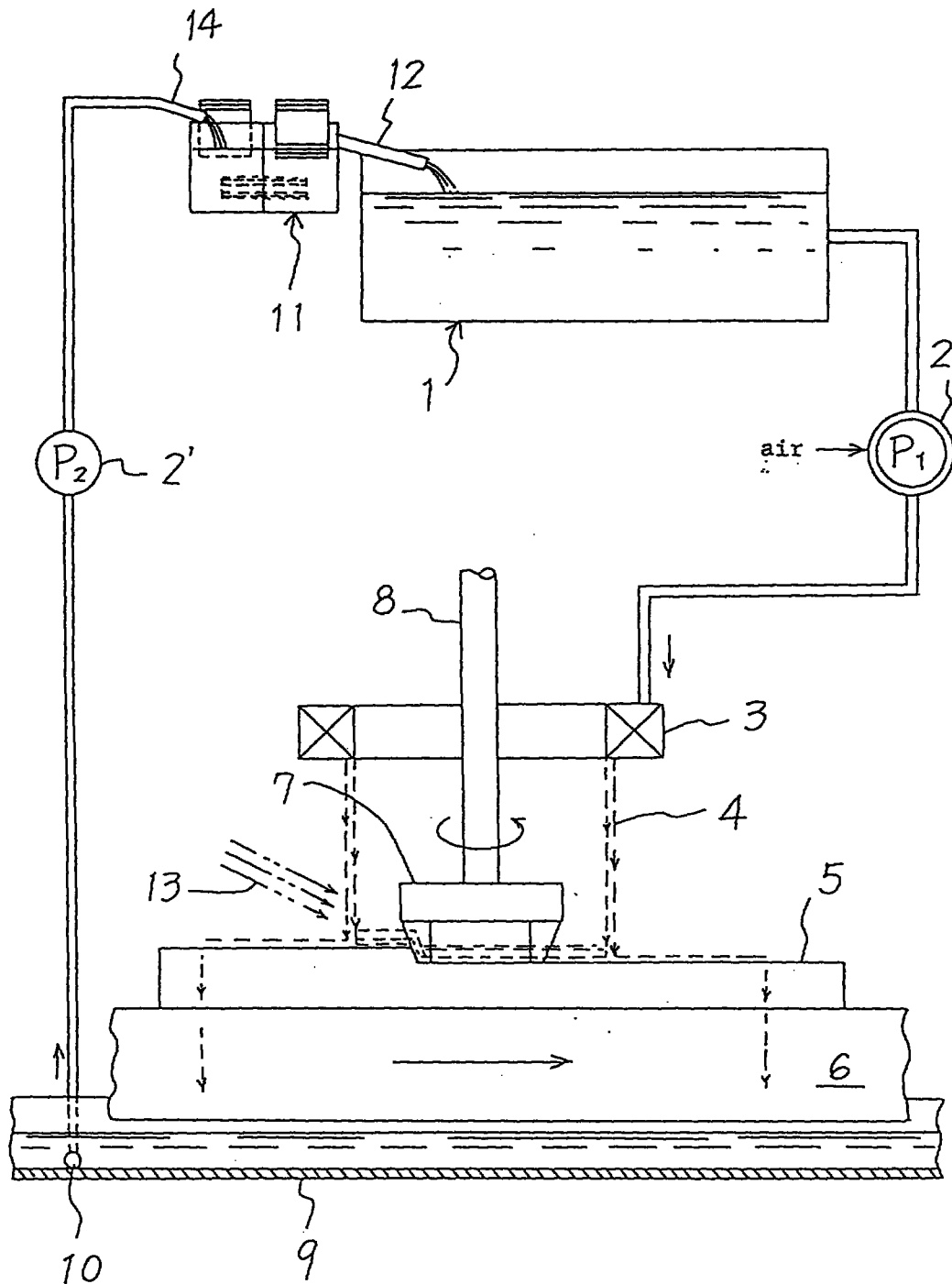


Fig. 2

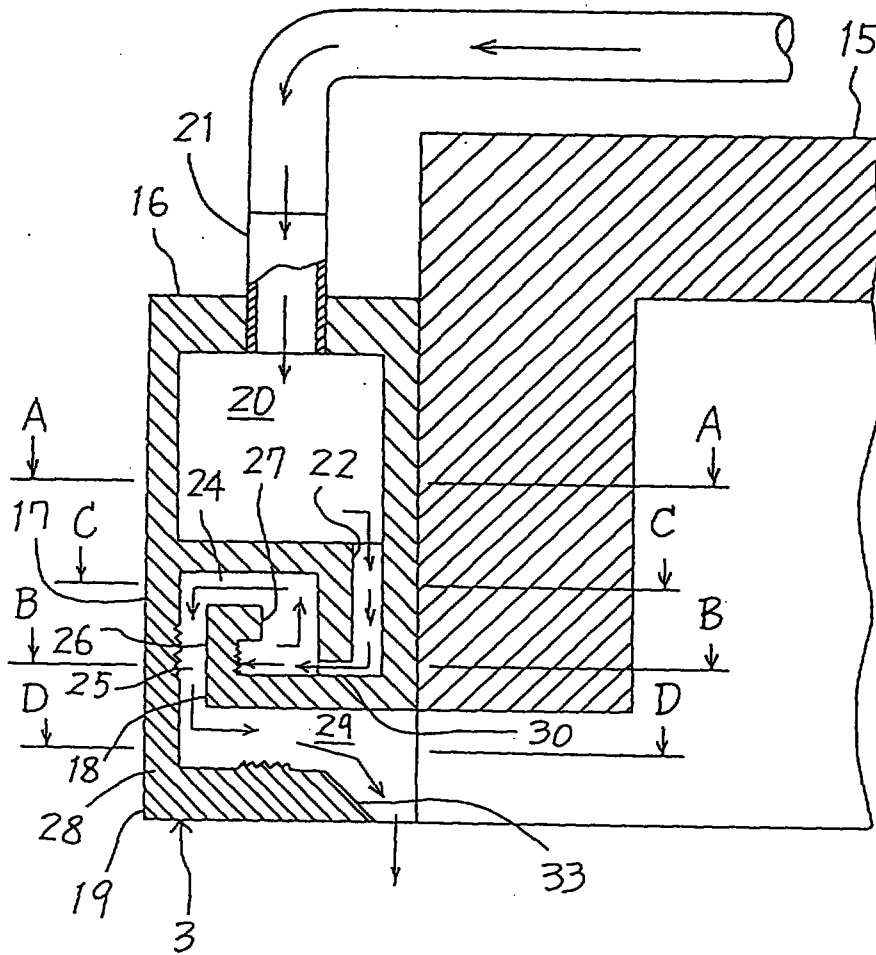


Fig. 3

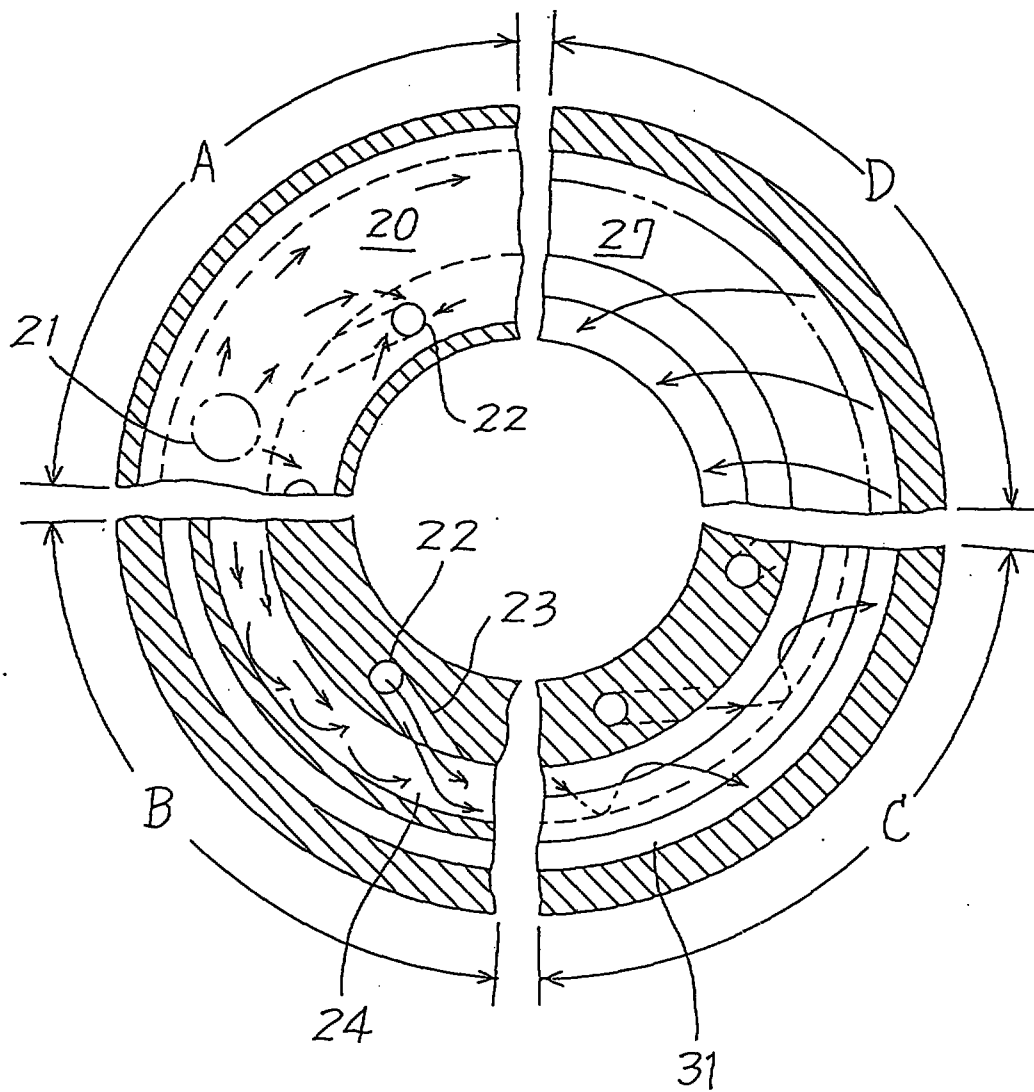


Fig. 4

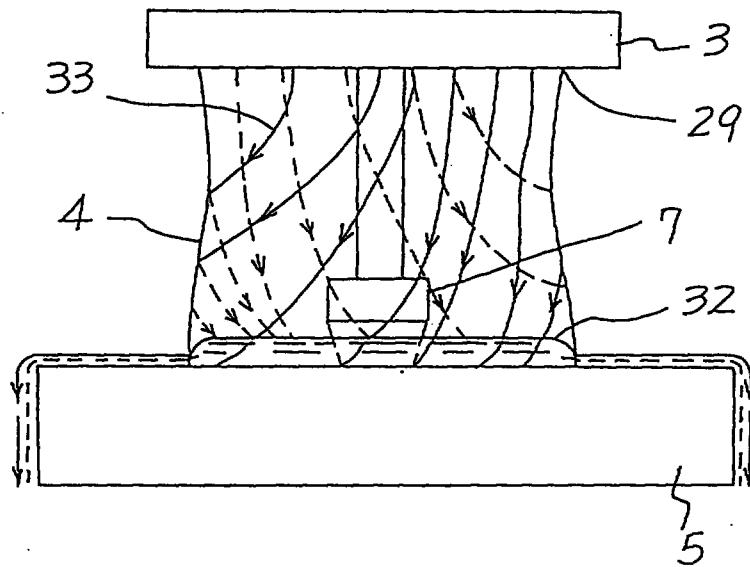


Fig. 5

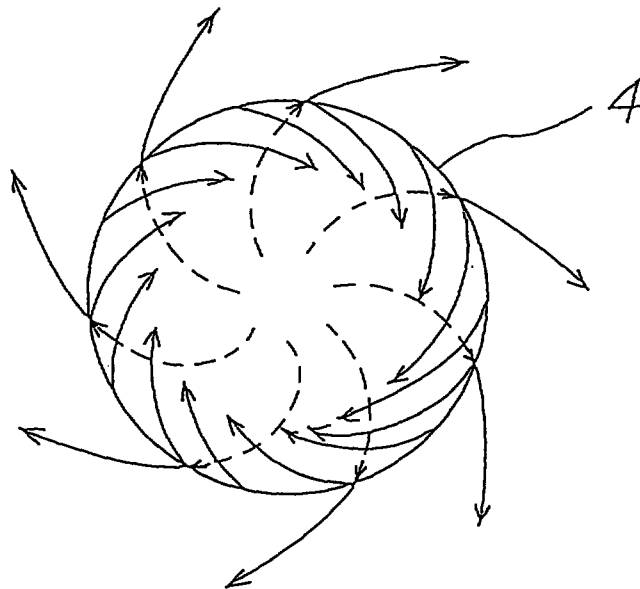


Fig. 6

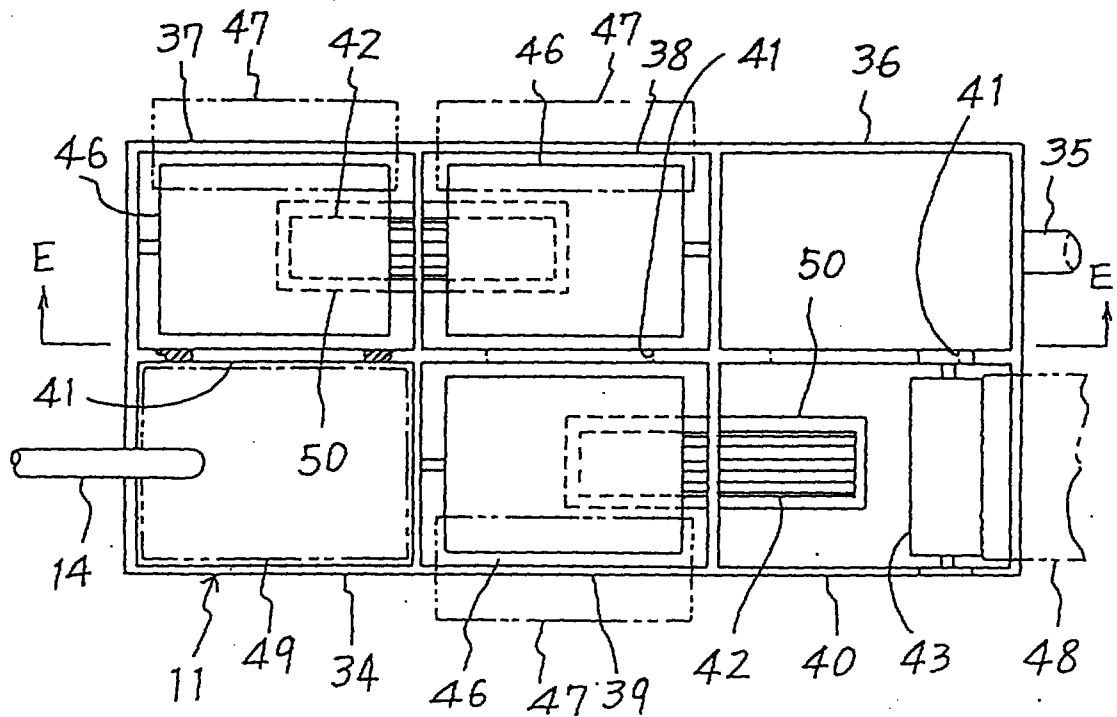


Fig. 7

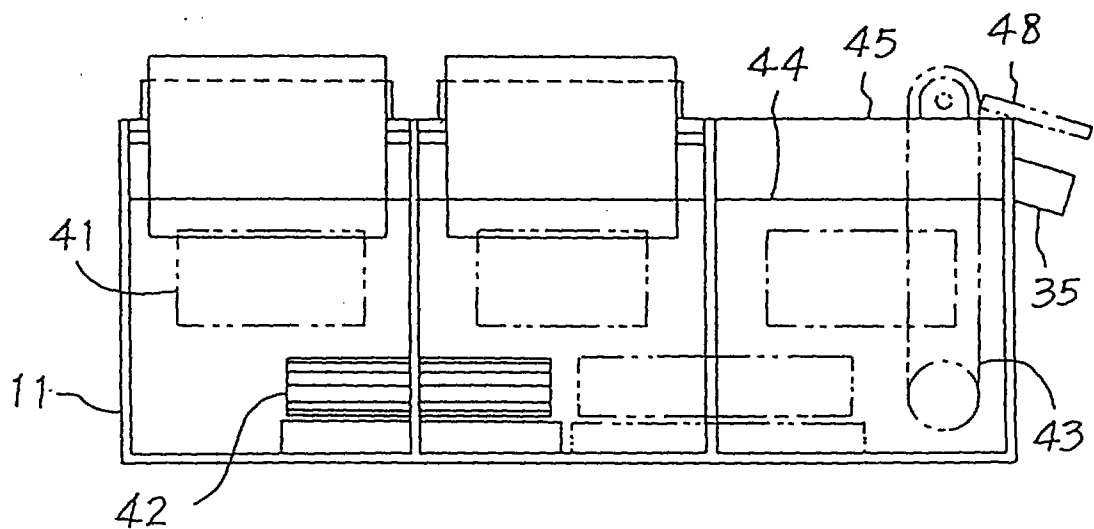


Fig. 8

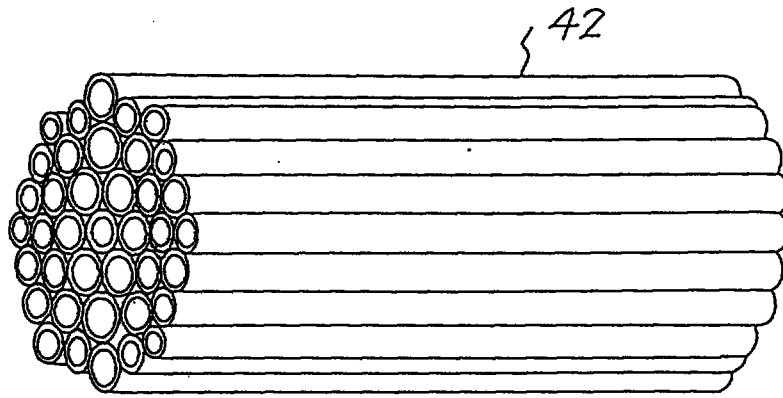


Fig. 9

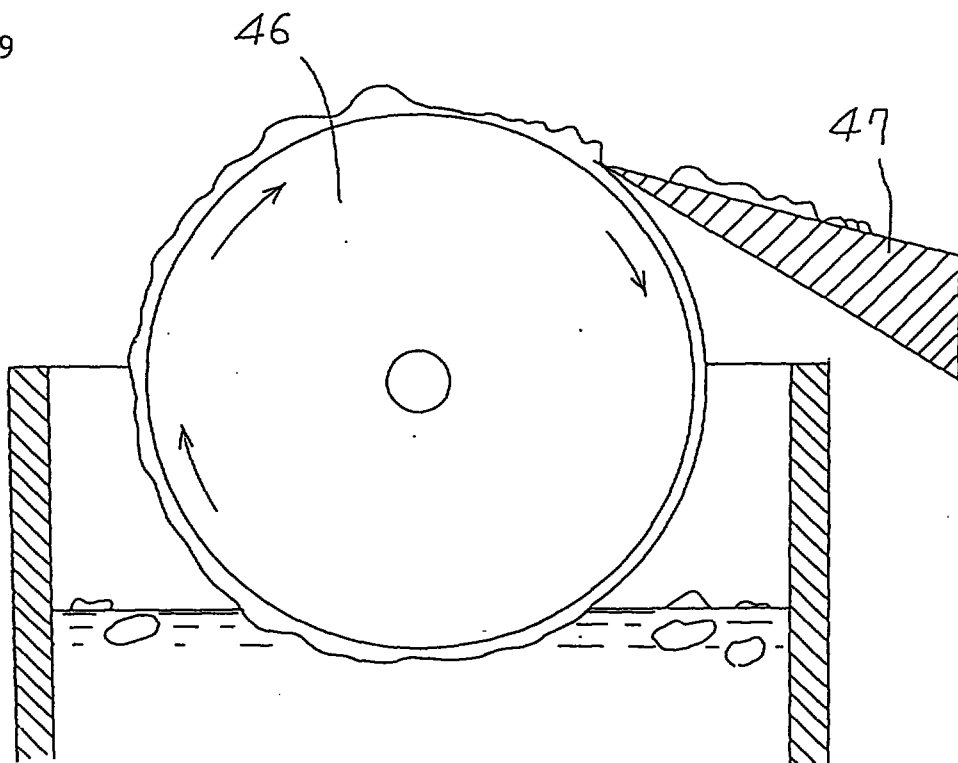


Fig. 10

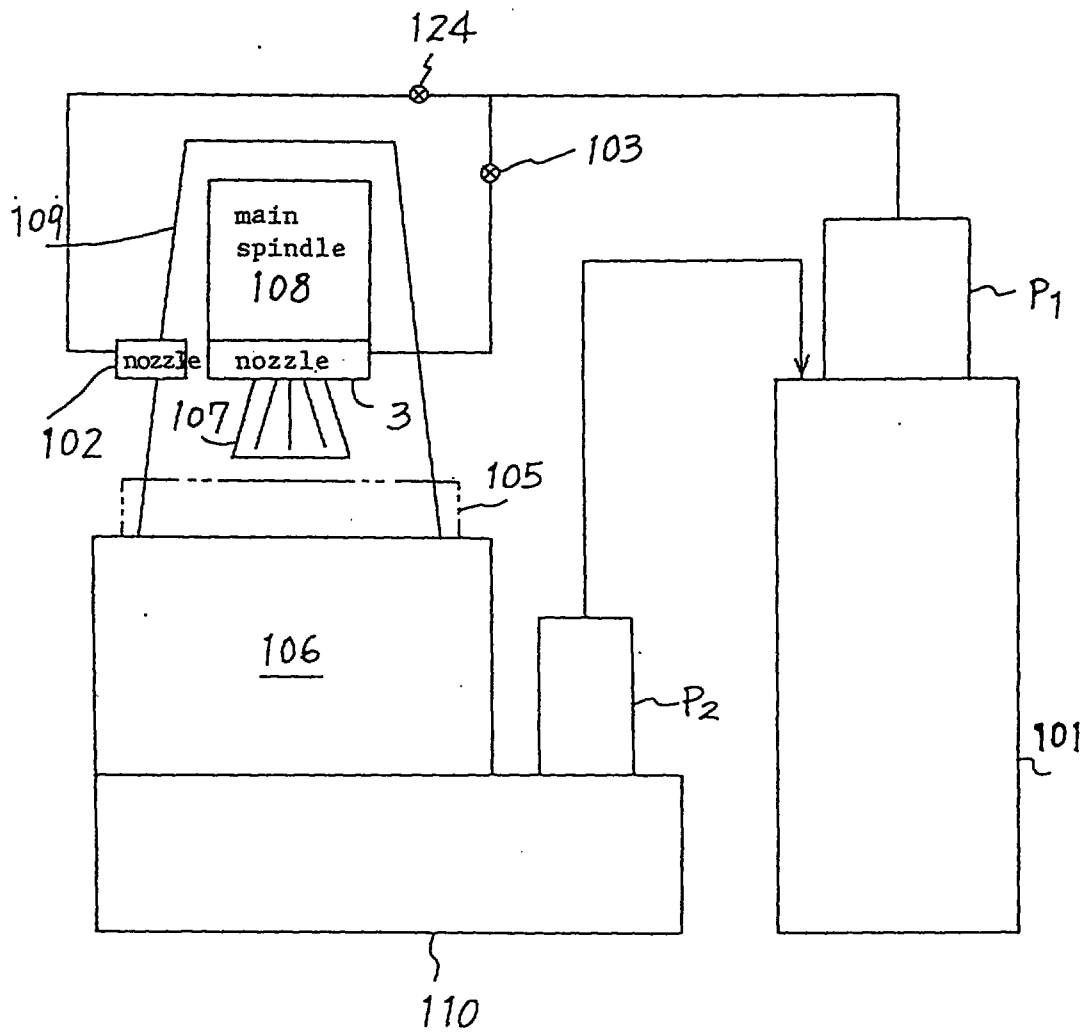


Fig. 11

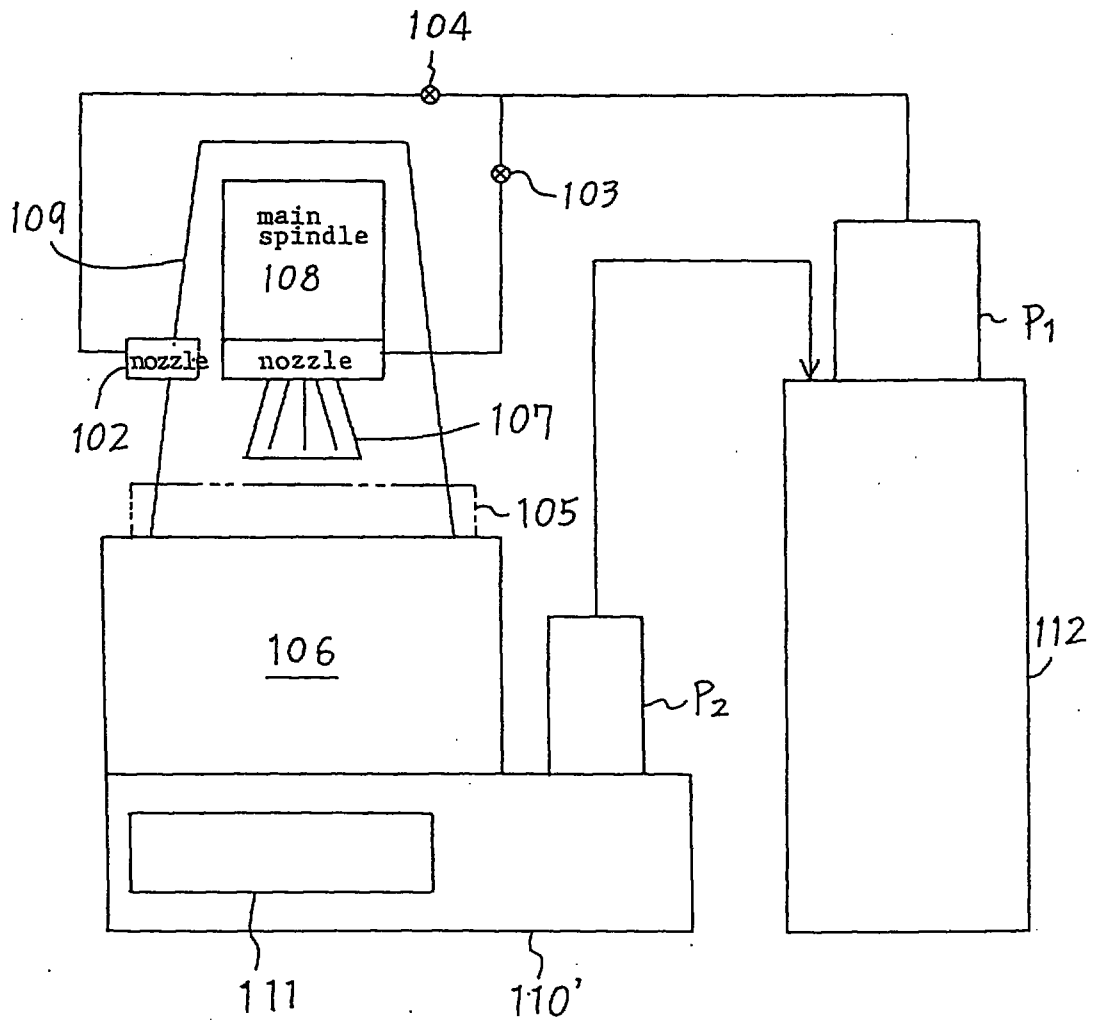


Fig. 12

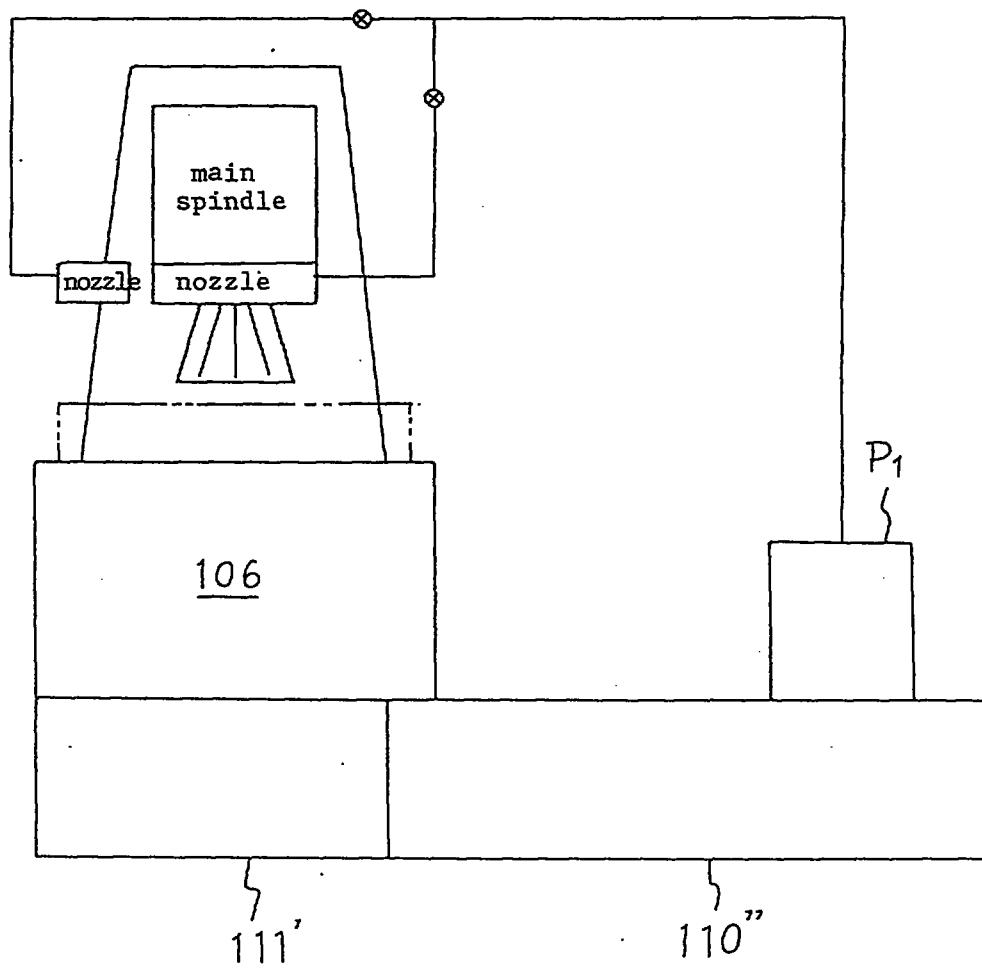


Fig. 13

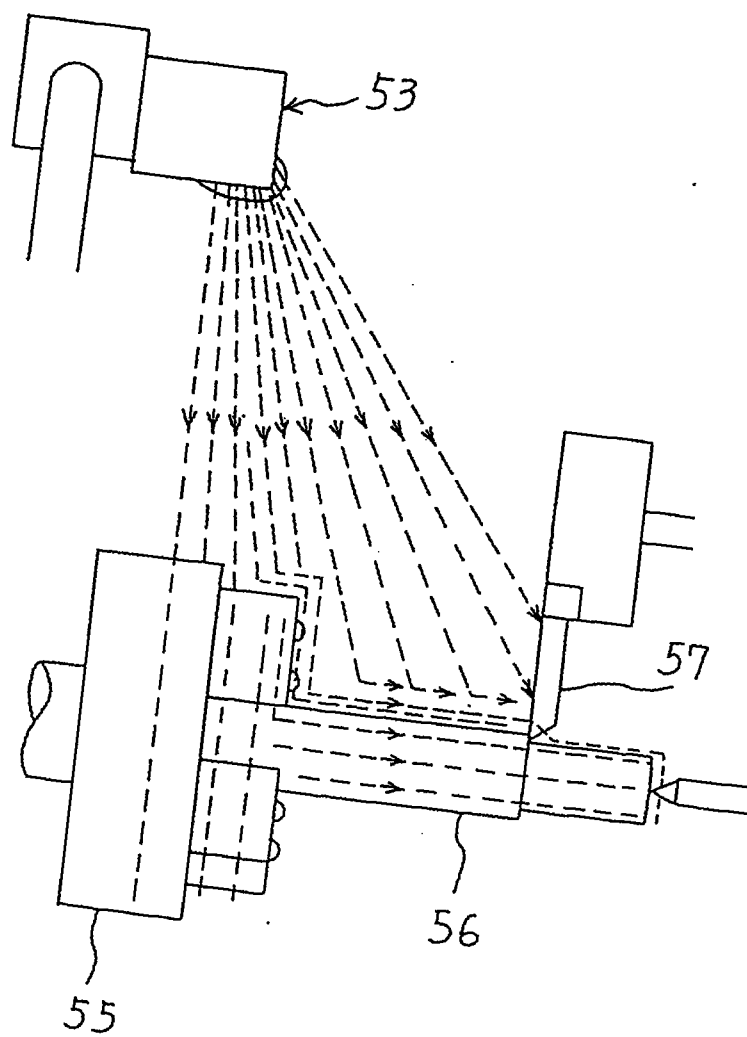


Fig. 14

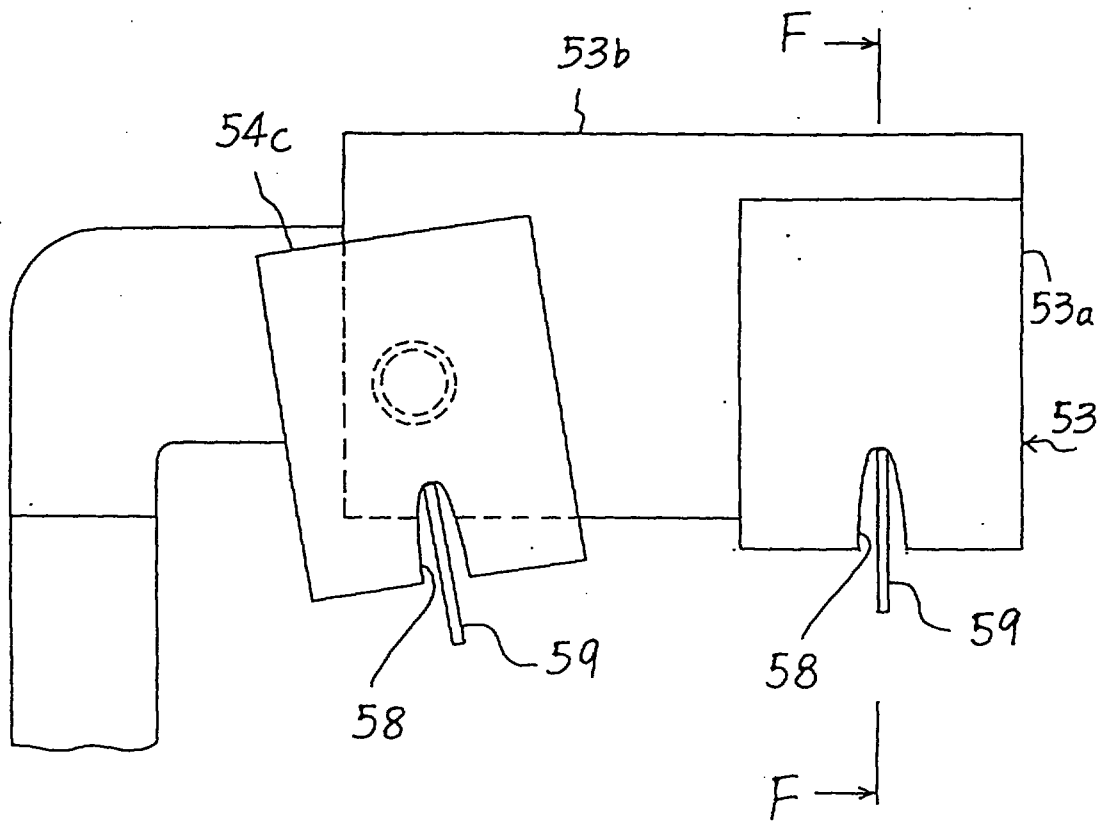
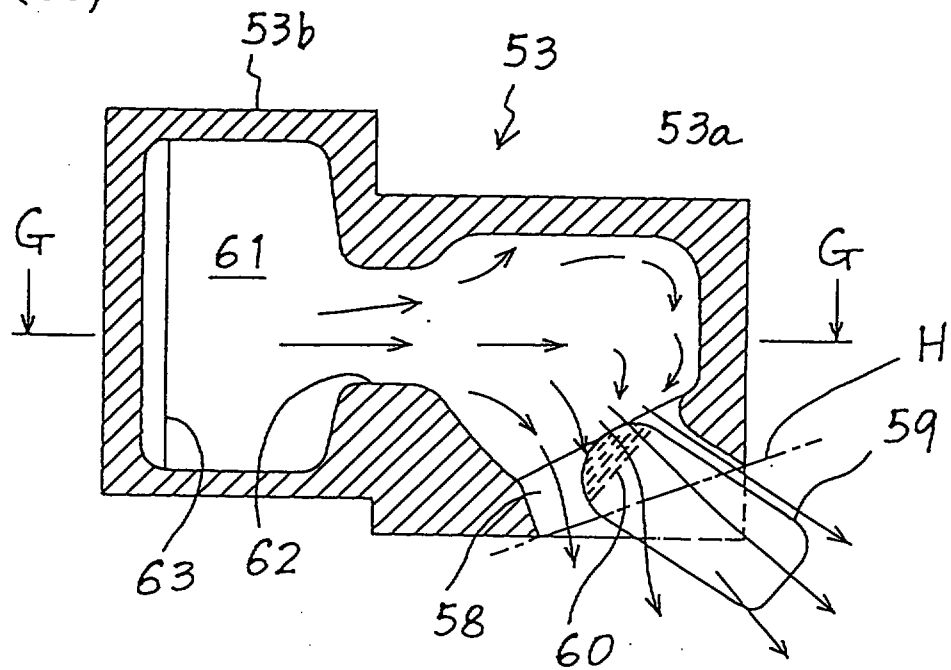


Fig. 15

(a)



(b)

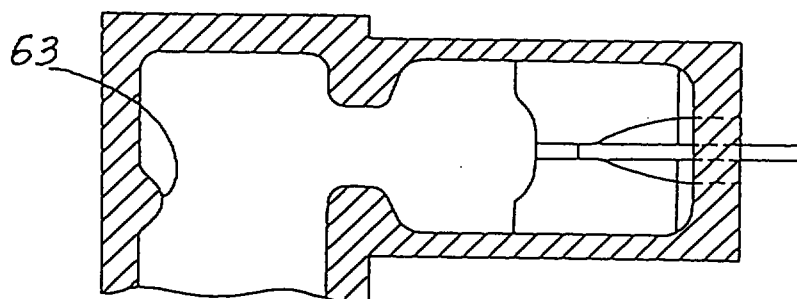


Fig. 16

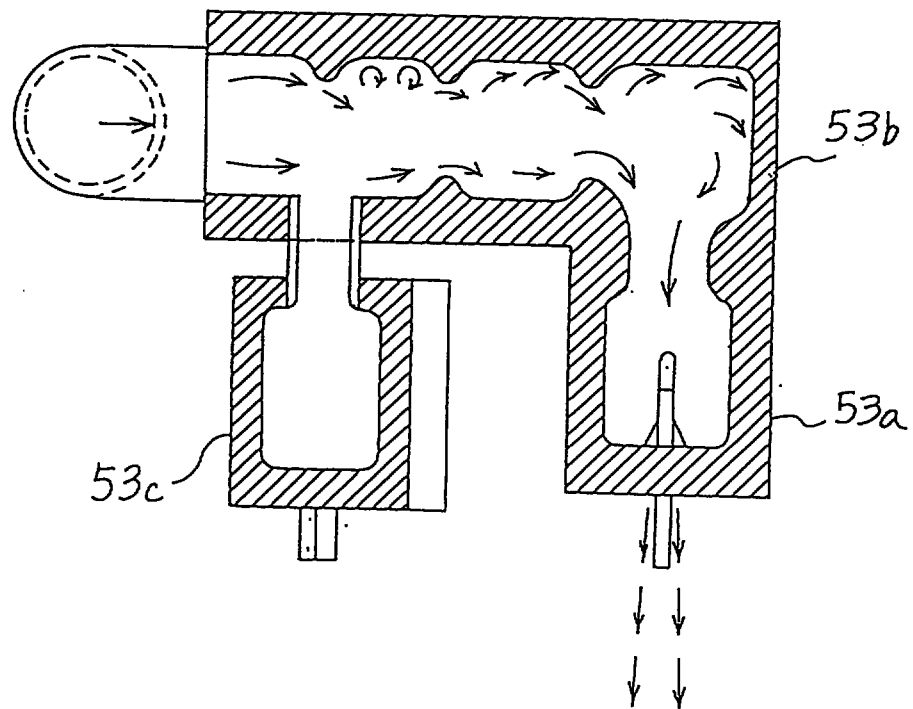


Fig. 17

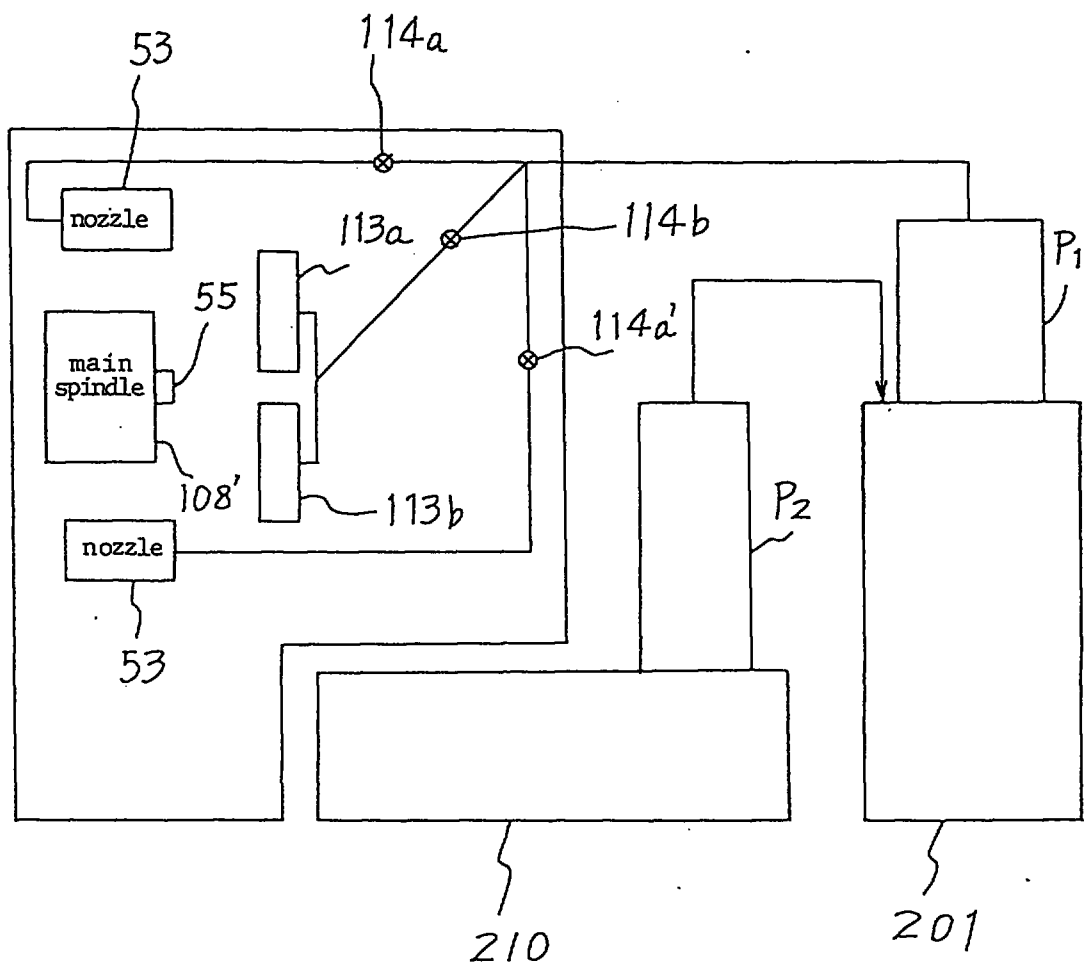


Fig. 18

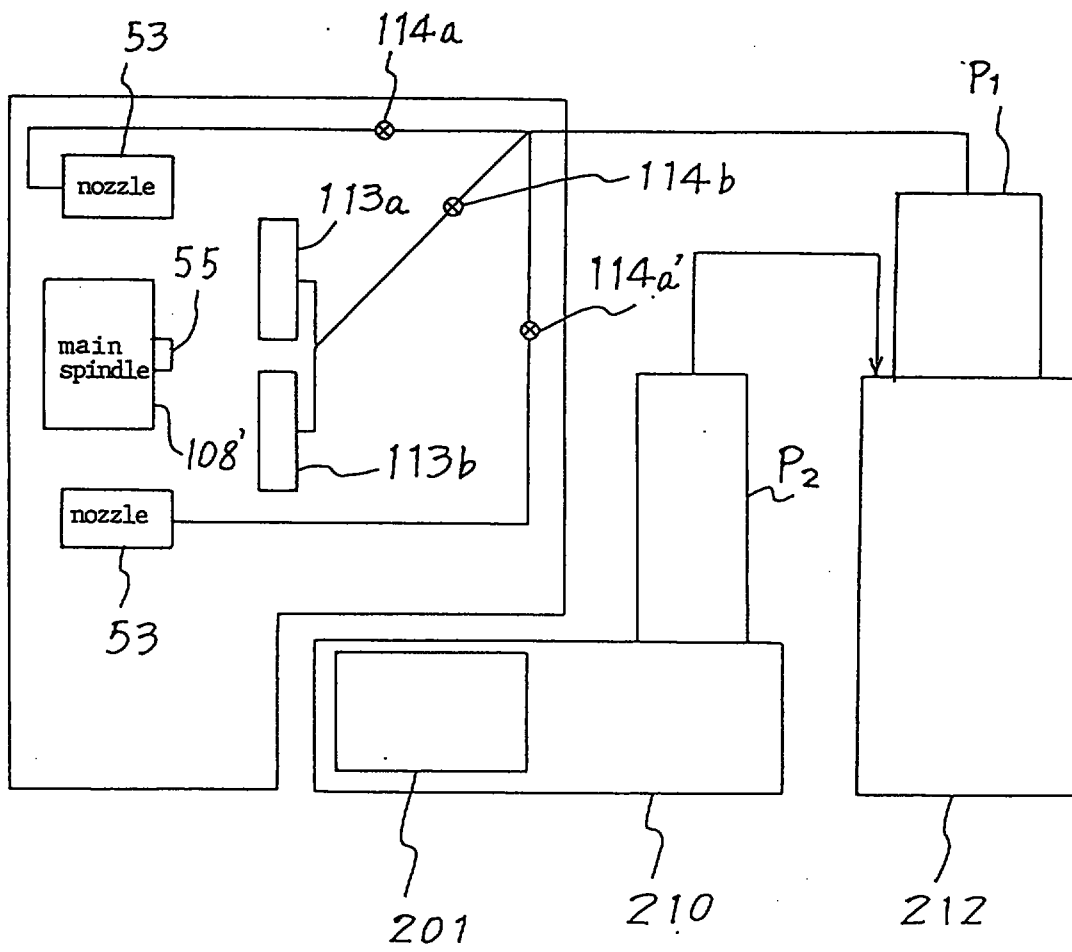
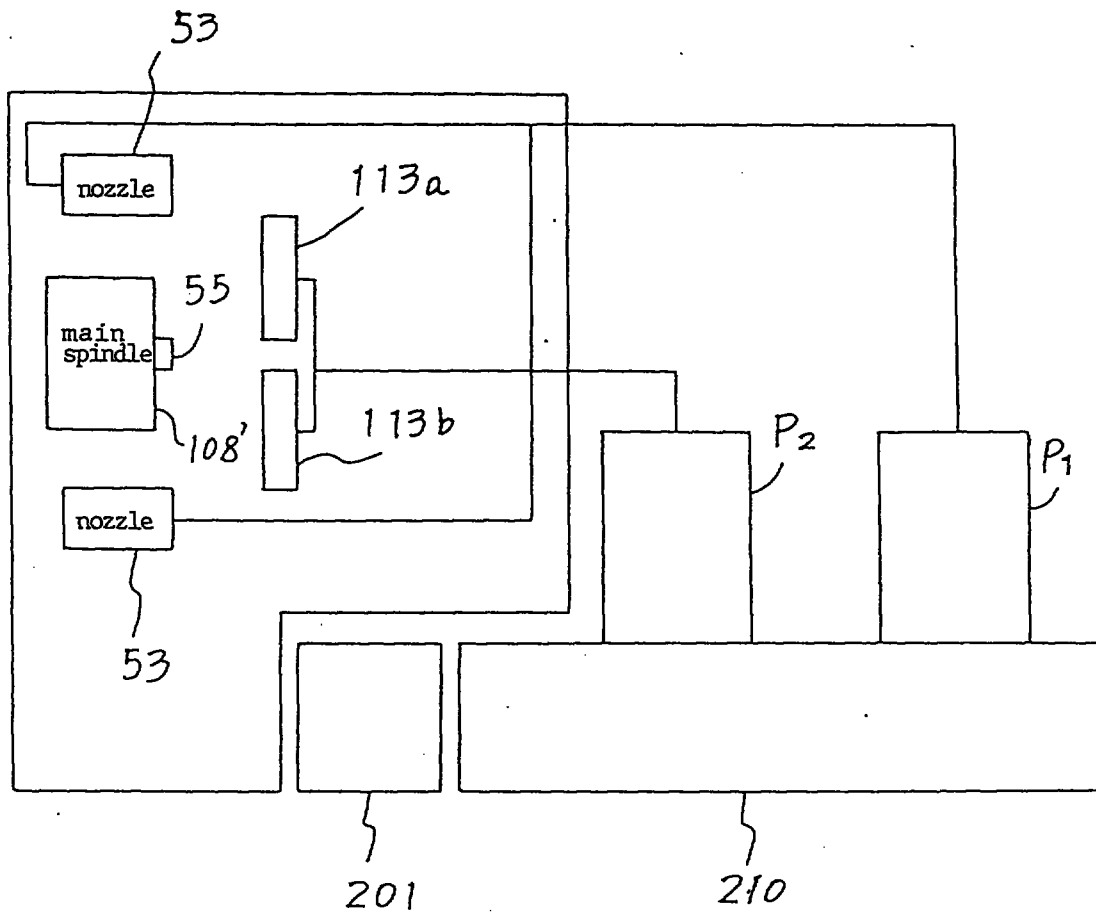


Fig. 19



Translation of Amendment which was submitted  
under PCT Article 34 on July 28, 1997

1. Indication of the Matter: PCT/JP97/00373

2. Applicant:

Name : Zeta Heiwa ltd.

Address: 71-3, Yamamotocho 2-cho, Sakai-shi, Osaka 590 JAPAN

3. Attorney: TAKEISHI, Yasuhiko

4. To be amended: Specification and Drawings

5. Contents of Amendments:

- (1) In the specification, page 10, line 9 from the bottom,  
change "the front end of the inclined floor surface 30"  
to --the front end 31 of the inclined floor surface 30--;
- (2) In the specification, page 10, from last line to page 11, line 1,  
change "passage 31" to --clearance 25--;
- (3) Fig. 2 changes as indicated in the attached sheet;
- (4) Fig. 3 changes as indicated in the attached sheet.

6. Attached documents:

Specification pages 10 and 11, Figs. 2 and 3

発送日 平成9.7.28

(PCT 34)



手 続 補 正 書  
(法第11条の規定による補正)

特許庁長官 殿

1. 国際出願の表示 PCT/JP97/00373

2. 出 願 人

名 称

株式会社 ゼータ平和  
Zeta Heiwa Ltd.

あて名 〒590 日本国大阪府堺市山本町2丁71番地の3  
71-3, Yamamotocho 2-cho, Sakai-shi, Osaka 590 JAPAN

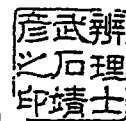
国 籍 日本国 Japan

住 所 日本国 Japan

3. 代 理 人

氏 名

(6803) 弁理士 武 石 靖 彦  
TAKEISHI, Yasuhiko



あて名 〒604 日本国京都府京都市中京区御幸町通三条上る丸屋町33  
0番地の1  
330-1, Maruya-cho, Gokomachidori - Sanjo Agaru,  
Nakagyo-ku, Kyoto-shi, KYOTO 604 JAPAN

4. 補正の対象 明細書及び図面

5. 補正の内容
- (1) 明細書第10頁下から9行目の「傾斜床面30の先端は」を「傾斜床面30の先端31は」に補正する。
  - (2) 明細書第10頁末行～第11頁第1行の「外側排出路31」を「外側排出間隙25」に補正する。
  - (3) 図2を別紙の通り補正する。
  - (4) 図3を別紙の通り補正する。

6. 添付書類の目録 明細書第10頁及び第11頁、図2及び図3

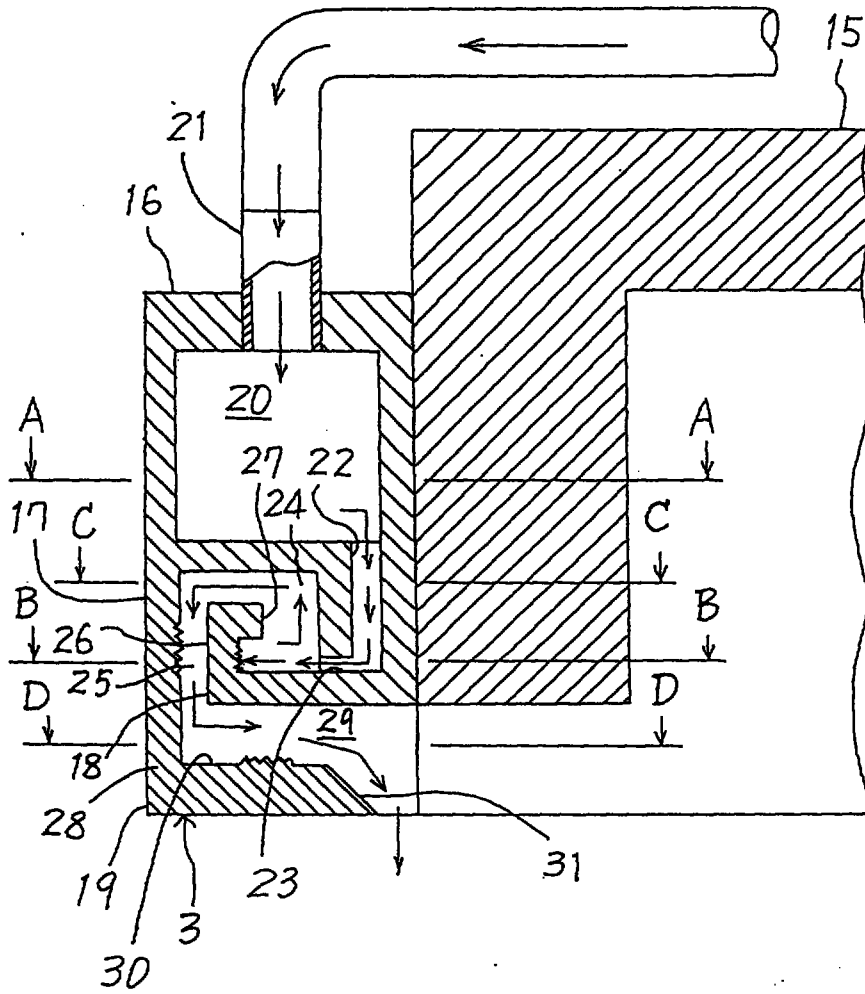
25 between it and the outer peripheral wall of the turbulent flow forming portion 24 defines an upwardly projecting portion 26 and an inwardly turned back portion 27. Therefore, the inward coolant liquid flow twisted in a predetermined direction of rotation from the twist channel 23 impinges on the inner surface of the upwardly projecting portion 26 of the bent annulus and is inwardly turned back, detouring around the inwardly turned back portion 27 to bend outwardly, and finally flowing out as a collection of microscopic whirling flows or tiny turbulent flows downwardly through an annular discharge passage. The nozzle annulus 19 is provided with an inclined floor surface 30 which defines an inwardly and downwardly inclined nozzle space 29 between the outer wall 28 connected to the outer wall of the channel annulus 17 and the lower end surface of the bent annulus 18. Since the front end<sup>31</sup> of the inclined floor surface 30 is sharply inclined downward, it follows that the coolant liquid discharged from the discharge passage thereabove is rotating and that said coolant liquid is discharged mostly as a cylindrical downward spiral flow under its own weight.

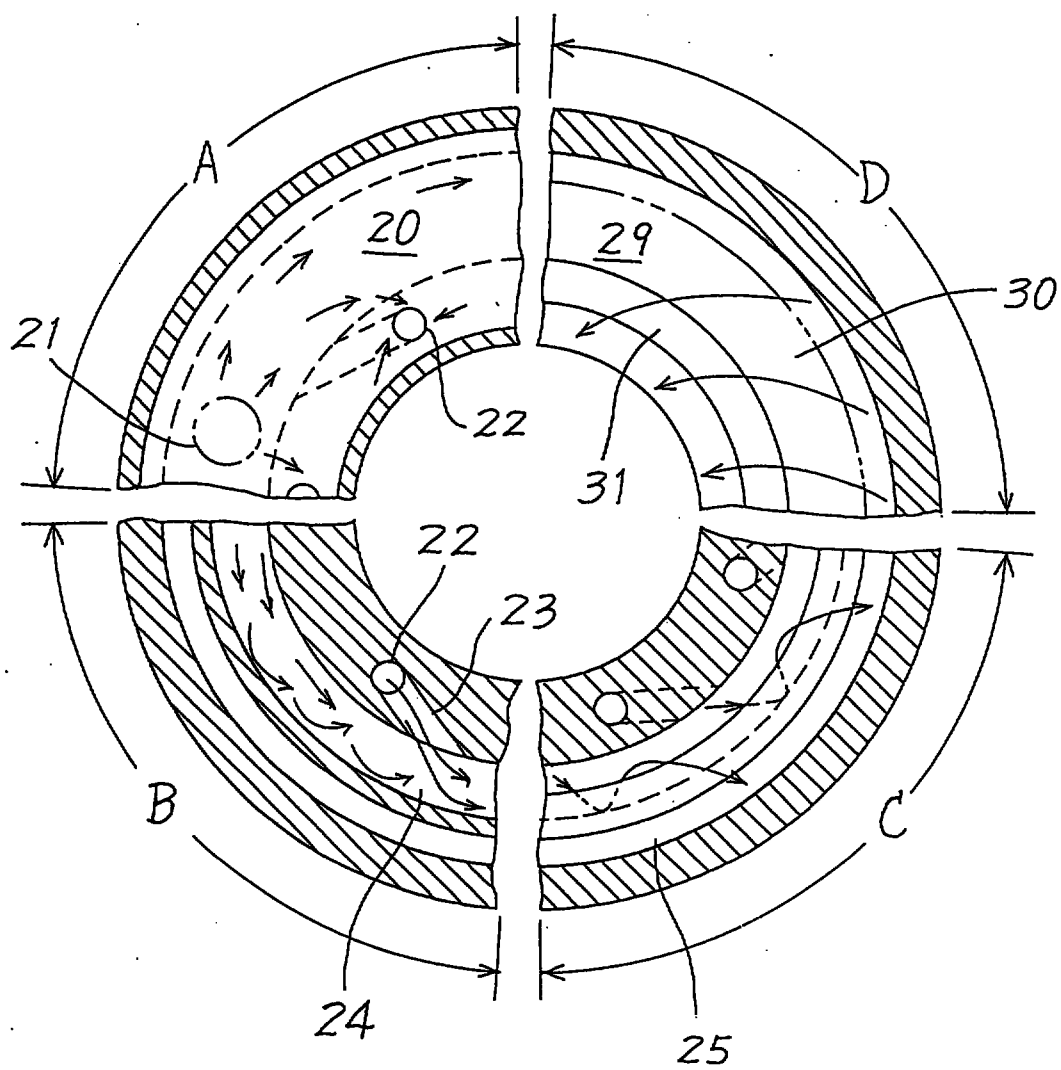
Fig. 3 is a combination of horizontal sections showing in order the flow of coolant liquid in said annular nozzle, wherein first, at A, the coolant liquid flowing in through the inlet annulus 21 travels into one vertical introducing passage 22 to flow downward, and the coolant liquid leaving the lower end of said introducing passage 22, as shown in B-section, travels through the twist channel 23, entering the turbulent flow forming portion 24 as a counterclockwise flow in this case, and

as shown at the section C, bends inwardly and outwardly from said turbulent flow forming portion 24 to reach the outer discharge <sup>clearance 25</sup> passage 31 connected to the nozzle space 29, from which discharge <sup>clearance 25</sup> passage 31, as shown by arrows in the section D it travels through the nozzle space 29 until it is discharged as a spiral flow moving inwardly and then downwardly, as will be understood.

Figs. 4 and 5 are views which show in detail the state of the cylindrical veil 4 and whirling surface flow discharged from the annular nozzle. As shown in Fig. 4, the coolant liquid discharged as the cylindrical veil 4 falls typically in the form of a constricted bell-shaped spiral flow as a result of its self-weight, centrifugal force and rotative speed, and in cases in which it contains a number of air bubbles, it impinges on the surface of the workpiece 5 while assuming a clouding state. Most of the coolant liquid impinging on the surface of the workpiece 5 travels in a whirl in the direction of the spiral rotation toward the center, covering the lower portion of the tool 7, exhibiting a mound as shown at 32 in Fig. 4. Each time the height of the mound increases to a certain level, the coolant liquid sinusoidally flows outside the veil 4; thus, the coolant liquid contributes to the lubrication and cooling of the region of contact between the milling tool 7 and the workpiece 5 while repeating the mounding. It seems that one reason why the coolant liquid impinging on the workpiece surface 5 forms a whirling flow rather than being scattered is that the cylindrical veil is making a spiral or twist rotation as indicated by arrows 33, and another is that the coolant liquid

【図2】





  
An English translation of the amended claims which was submitted under PCT Article 19(1)

WHAT IS CLAIMED IS:

1. (deletion)
2. (deletion)
3. A method for feeding a coolant liquid to a cutting machine or grinding machine, which is characterized by installing an annular nozzle for coolant liquid above a milling tool or grinding tool connected to a vertical main spindle so that it faces downward at a substantially coaxial position, the inner wall of said nozzle which extends to its discharge port being formed with a curved surface and a twist channel for producing a turbulent flow, whereby the coolant liquid being fed is discharged downward through said discharge port generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, thereby forming a cylindrical veil of spiral flow of coolant liquid which surrounds said milling tool or grinding tool and whose lower end reaches the surface of the workpiece, at least a part of said spiral flow being caused to move from the lower end of said cylindrical veil along the surface of the workpiece in a whirl toward the central region until it is fed to the region under machining which is in contact with the milling tool or grinding tool, the at least a part of said spiral flow being discharged outside said cylindrical veil together with chips and heat of friction and diffused along the workpiece surface.
4. A method as set forth in Claim 3, which is characterized



in that air bubbles are caused to form continuously in the coolant liquid being fed to said cylindrical nozzle.

5. An annular nozzle for downwardly discharging coolant liquid adapted to be installed above and coaxial with a milling tool or grinding tool connected to a vertical main spindle, said nozzle comprising:

- a) an inlet annulus defining an annular inlet chamber,
- b) a channel annulus disposed axially adjacent said annular inlet chamber, including at least two introducing passages communicating with said inlet chamber at axisymmetrical positions, outward or inward twist channels respectively communicating with said introducing passages and twisted in a unified direction, and annular turbulent flow forming portions communicating with the terminal ends of said twist channels, and
- c) nozzle annulus communicating with all annular area of said turbulent flow forming portions in said channel annulus and defining an annular nozzle space which opens in a downward and inward or outward direction,
- d) wherein the channel wall extending from said turbulent flow forming portions in said channel annulus to said nozzle space is formed with at least one bent surface radially bent back for formation of turbulent flow, whereby the coolant liquid fed is discharged from said nozzle space generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, forming a substantially cylindrical veil which consists of said spiral flow and which surrounds said milling tool or grinding tool.

6. A separating and recovering apparatus for coolant liquid



in a cutting machine or grinding machine for collecting a coolant liquid fed to a region under machining and separating impurities therefrom and then discharging it, said separating and recovering device comprising;

a) an inflow tank for receiving a coolant liquid after the latter has been used;

b) a row of sleeve bundle-communicated tanks comprising at least one set of two connected tanks disposed downstream of -or incorporating therein- said inflow tank, wherein a sleeve bundle having a substantially honeycomb-like cross section and extending through a partition wall between said two connected tanks is disposed extending from the upstream tank to the downstream tank and facing somewhat upward,

c) a row of opening communicated tanks comprising at least one set of two connected tanks disposed downstream of -or incorporating therein- said inflow tank, wherein a communication port formed in a partition wall between said two connected tanks has a lower end edge disposed at a slightly higher level than that of the tank bottom and an upper end edge disposed at a lower level than the normal liquid level set to the final overflow level,

d) an outflow tank which is a final tank connected through said sleeve bundle or said opening to the rear end tank in a plurality of series connected tanks comprising a combination of said sleeve communicated tank row and said opening communicated tank row, said outflow tank having an overflow port for discharging the separated and recovered coolant liquid at said final overflow level,

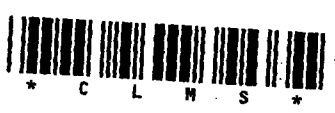


e) a foreign matter separating roller including a rotatable roller having a horizontal axis installed in at least one of the plurality of tanks ranging from said inflow tank to said outflow tank, said roller being partially immersed in the coolant liquid in the at least one tank and combined with a deposit-scraping blade having a front edge opposed to the portion of the roller surface exposed above the liquid level, with a very narrow clearance defined between the exposed portion of the roller surface and said blade,

f) the upward slope of said sleeve bundle being such that masses of air bubbles, having foreign matters such as chips adhering thereto, in the coolant liquid flowing from the low-level inlet in said sleeve bundle in the upstream tank are caused by the action of buoyancy to abut against the respective ceiling surfaces of the sleeves and while these masses of air bubbles are staying in the sleeves, they are integrated with subsequent masses to become increased in size, whereby said masses are pushed by the liquid flowing into the sleeves to move to the high-level outlet in the ceiling surface, said masses being discharged from said outlet into the coolant liquid phase in the downstream tank and finally surfacing.

7. An apparatus as set forth in Claim <sup>7</sup>6, characterized in that on the bottom of each of said sleeve communicated tanks, there is installed a heater for heating said sleeve bundle positioned thereabove.

8. An apparatus as set forth in Claim 6, characterized in that in the downstream tank in said at least one set of two connected tanks in the sleeve bundle communication, there are



installed a foreign matter arresting belt having a vertical ascending surface opposed to the high-level outlet in said sleeve bundle and a vertical descending surface turned back from the upper end of said vertical ascending surface projecting above the liquid surface, and a blade opposed to said vertical descending surface extending from the upper end of said belt to the liquid surface for scraping foreign matters adhering to the belt.

9. A method of feeding a coolant liquid for a lathe, comprising the steps of positioning a nozzle above the work holding chuck of the lathe, said nozzle including discharge port of substantially rectangular cross section and a constricted curved surface portion on its inner wall extending to said discharge port for producing a turbulent flow, and also including a loosely mounted tongue piece of rigid or elastic material crossing the section of said discharge port and projecting outward, whereby said nozzle is arranged such that a coolant liquid received through the inlet disposed upstream of said constricted curved surface portion is discharged from said discharge port as a collection of particulate turbulent flows containing air bubbles drawn into the coolant liquid as the latter passes by said tongue piece, said cross section of the discharge port of said substantially rectangular section being disposed substantially orthogonal to the plane containing the main axis of the lathe and facing obliquely downward deviated in the direction in which the workpiece projects, whereby the coolant liquid discharged from said nozzle is caused to impinge on a region axially extending from the top of the peripheral



surface of said chuck to at least the region under machining, so as to from turbulent flow film of coolant liquid containing air bubbles surrounding the chuck and the peripheral surface of the workpiece, at least part of said turbulent flow containing air bubbles being caused to move along the chuck surface and workpiece surface so as to be fed to the region under machining which is in contact with the cutter and then flow out toward the coolant liquid recovery channel together with chips and heat of friction.

10. A method as set forth in Claim 9, characterized in that two nozzles having a discharge port having said substantially rectangular cross section are disposed side by side, and turbulent flow of said coolant liquid containing air bubbles is caused to impinge on the peripheral surface of said chuck as two adjacent parallel discharge flows.

11. A coolant liquid feeding nozzle for a lathe comprising:

at least one nozzle having a discharge port of substantially rectangular section and having a tongue piece of rigid or elastic material crossing the setion of said discharge port and projecting outside, said discharge port and projecting outside, said tongue piece being loosely mounted in said discharge port

a main body having a feed chamber communicating with said at least one nozzle, and a coolant receiving inlet in said feed chamber,

the inner wall of the feed chamber extending from said receiving port to said discharge port and the inner wall of the nozzle being formed with a constricted curved surface portion, whereby



the coolant liquid received from said receiving port is discharge from said discharge port as a collection of particulate turbulent flows containing air bubbles drawn into the coolant liquid as the latter passes by said tongue piece, the discharge flow of this coolant liquid being cause to impinge on the rotating peripheral surface continuous with the region under machining which is in contact with the cutter and also impinge on the cutter to form a turbulent flow film containing air bubbles, at least part of said turbulent flow film containing air bubbles moving along the rotating peripheral surface and cutter until it is fed to said region under machining.

12. A nozzle as set forth in Claim 11, characterized in that two said nozzles are disposed side by side, one nozzle being fixed to said main body, the other being angularly adjustably connected to said main body, whereby two discharge flows of coolant liquid from said two nozzles are caused to impinge on said rotating peripheral surface at substantially right angles therewith.

Translation of Amendment which was submitted  
under PCT Article 34 on November 13, 1997

1. Indication of the Matter: PCT/JP97/00373

2. Applicant:

Name : Zeta Heiwa ltd.

Address: 71-3, Yamamotocho 2-cho, Sakai-shi, Osaka 590 JAPAN

3. Attorney: TAKEISHI, Yasuhiko

4. Date of order to amend: November 5, 1997

5. To be amended: Claims

6. Contents of Amendments:

(1) In the Claim 7,

change "An apparatus as set forth in Claim 7"

to --An apparatus as set forth in Claim 6--.

7. Attached documents:

Specification (Claims) page 20

AMENDMENT (Claim 7) which was submitted  
under PCT Article 34 on November 13, 1997

portion of the roller surface and said blade,

f) the upward slope of said sleeve bundle being such that masses of air bubbles, having foreign matters such as chips adhering thereto, in the coolant liquid flowing from the low-level inlet in said sleeve bundle in the upstream tank are caused by the action of buoyancy to abut against the respective ceiling surfaces of the sleeves and while these masses of air bubbles are staying in the sleeves, they are integrated with subsequent masses to become increased in size, whereby said masses are pushed by the liquid flowing into the sleeves to move to the high-level outlet in the ceiling surface, said masses being discharged from said outlet into the coolant liquid phase in the downstream tank and finally surfacing. -

7. An apparatus as set forth in Claim 6, characterized in that on the bottom of each of said sleeve communicated tanks, there is installed a heater for heating said sleeve bundle positioned thereabove.

8. An apparatus as set forth in Claim 6, characterized in that in the downstream tank in said at least one set of two connected tanks in the sleeve bundle communication, there are installed a foreign matter arresting belt having a vertical ascending surface opposed to the high-level outlet in said sleeve bundle and a vertical descending surface turned back from the upper end of said vertical ascending surface projecting above the liquid surface, and a blade opposed to said vertical descending surface extending from the upper end of said belt to the liquid surface for scraping foreign matters adhering to the belt.



する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置。

7. (補正後) 前記筒束連通型の各槽の底部において、その上方に位置する前記筒束を加熱するためのヒータを設けたことを特徴とする請求項6記載の装置。
8. 前記少なくとも1組の筒束連通型2連槽の下流側槽において、前記筒束の上位出口部に対向した垂直上昇面、及びこの垂直上昇面の液面上方に突出した上端から折り返されて配置された垂直下降面を有する異物付着用ベルトと、前記ベルトの上端折返し部から液面までの前記垂直下降面に対向してベルトに付着した異物をかきとるためのブレードとを備えたことを特徴とする請求項6記載の装置。
9. 略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント

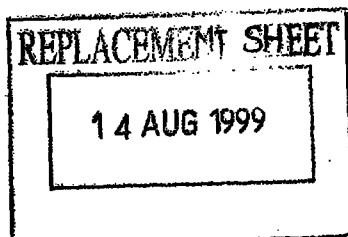


ABSTRACT

A coolant liquid feeding method comprises feeding a coolant liquid, with air bubbles caused to form continuously therein, for cutting or grinding operation to a region under machining, expediting the splashing of air bubbles in all directions when the air bubbles impinge on the region under machining and burst, and also expediting the entry of accelerated splashed liquid particles into a cutter/workpiece pressure contact plane, thereby improving the cooling and lubrication of the region under machining, whereby the air bubbles in the coolant liquid which has failed to reach the region under machining or which, though reaching there, has left there for the recovery channel are allowed to adhere to suspended foreign matters in the liquid, thereby expediting the surfacing of the foreign matters.

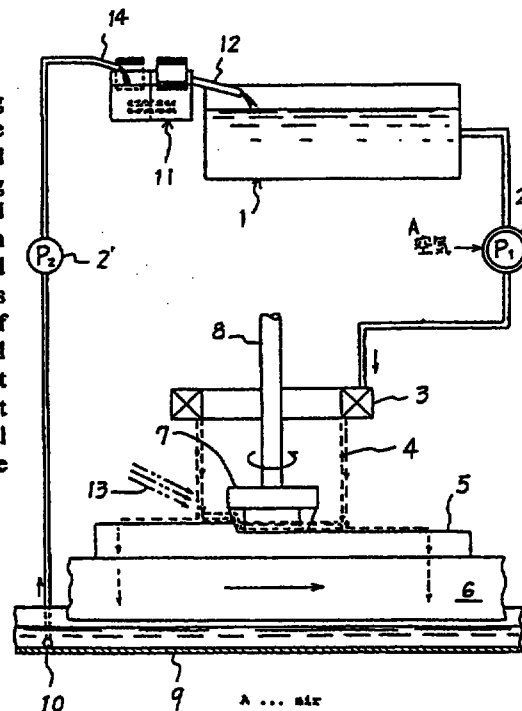
The coolant liquid is discharged downward generally as a spiral flow which is a collection of particulate turbulent flows, thereby forming a cylindrical veil of coolant liquid which surrounds the milling tool or grinding tool and whose lower end reaches the surface of the workpiece, at least part of the spiral flow being caused to move from the lower end of the cylindrical veil along the surface of the workpiece in a whirl toward the central region until it is fed to the region under machining which is in contact with the milling tool or grinding tool.

-36-





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (51) 国際特許分類6<br>B23Q 11/10, 11/00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | A1 | (11) 国際公開番号<br>WO97/29882<br><br>(43) 国際公開日<br>1997年8月21日(21.08.97)                                                                                                                                               |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP97/00373<br>(22) 国際出願日 1997年2月12日(12.02.97)<br>(30) 優先権データ<br>特願平8/65077 1996年2月15日(15.02.96) JP<br>特願平8/260086 1996年8月23日(23.08.96) JP<br>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)<br>株式会社 ゼータ平和(ZETA HEIWA LTD.)(JP/JP)<br>〒590 大阪府堺市山本町2丁71番地の3 Osaka, (JP)<br>(72) 発明者 ; および<br>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)<br>中井義和(NAKAI, Yoshikazu)(JP/JP)<br>〒590 大阪府堺市山本町2丁71番地の3 Osaka, (JP)<br>(74) 代理人<br>弁理士 武石靖彦, 外(TAKEISHI, Yasuhiko et al.)<br>〒604 京都府京都市中京区御幸町通三条上る丸屋町330番地<br>の1 Kyoto, (JP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | (81) 指定国 AU, BR, CA, CN, CZ, HU, JP, KR, MX, PL, SG, US, VN, ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).<br>添付公開書類<br>国際調査報告書<br>補正書 |
| (54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR SUPPLYING AND SEPARATING RECOVERING LIQUID COOLANT FOR CUTTING MACHINES AND GRINDING MACHINES<br>(54) 発明の名称 切削機械及び研削機械におけるクーラント液の供給及び分離回収方法と装置<br>(57) Abstract<br>A liquid coolant with bubbles contained therein for use in carrying out a cutting or grinding operation is continuously supplied to a portion to be worked, and the omnidirectional scatter of the bubbles impinging and bursting upon this portion and the entry of the accelerated splash into a clearance between the pressure contacting surfaces of a cutting tool and a work are promoted with the bubbles in the liquid coolant, which did not reach the portion to be worked, or which reached the portion but passed the same to enter a recovery flow passage, deposited on suspended extraneous matter in the liquid coolant, whereby the flotation of such extraneous matter is promoted. The liquid coolant is discharged downward as an aggregation of particulate turbulent currents and generally as a helical current, whereby a cylindrical veil of liquid coolant which encloses a milling tool or a grinder, and which reaches at its lower end the surface of the work, is formed, at least a part of this helical current being directed vortically from the lower end of the cylindrical veil toward the central portion of the helical current along the surface of the work and thereby supplied to the portion to be worked which contacts the milling tool or grinder. |    |                                                                                                                                                                                                                   |



(57) 要約

切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所へ供給し、気泡がその加工箇所へ衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入とを促進させるとともに、加工箇所へ達しないか又は到達しても同箇所を通過して回収流路系に至ったクーラント液中の気泡を同液中の懸濁異物に付着させることにより、それらの異物の浮上を促進する。

クーラント液を微粒状乱流の集まりからなり総体的には螺旋流として下向きに放出させ、これによってフライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の円筒状ベールを形成し、その円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所へ供給する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を特定するために使用されるコード

|    |           |    |             |    |             |    |            |
|----|-----------|----|-------------|----|-------------|----|------------|
| AL | アルバニア     | EE | エストニア       | LR | リベリア        | RU | ロシア連邦      |
| AM | アルメニア     | ES | スペイン        | LS | レソト         | SD | スーダン       |
| AU | オーストラリア   | FI | フィンランド      | LT | リトアニア       | SE | スウェーデン     |
| AZ | アゼルバイジャン  | FR | フランス        | LU | ルクセンブルグ     | SG | シンガポール     |
| BB | バルバドス     | GA | ガボン         | LV | ラトヴィア       | SI | スロヴェニア共和国  |
| BE | ベルギー      | GB | イギリス        | MC | モナコ         | SK | スロヴァキア共和国  |
| BG | ブルガリア     | GE | グルジア        | MD | モルドバ        | SN | セネガル       |
| BJ | ベナン       | GH | ガーナ         | MG | マダガスカル      | SZ | スワジランド     |
| BR | ブラジル      | GN | ギニア         | MK | マケドニア旧ユーゴスラ | TD | チャド        |
| BY | ベラルーシ     | GR | ギリシャ        | UA | ウクライナ       | TG | トーゴ        |
| CA | カナダ       | HU | ハンガリー       | ML | マリ          | TJ | タジキスタン     |
| CC | 中央アフリカ共和国 | IE | アイルランド      | MN | モンゴル        | TM | トルクメニスタン   |
| CG | コンゴ       | IT | イタリア        | MR | モリタニア       | TR | トルコ        |
| CH | スイス       | JP | 日本          | MW | マラウイ        | TT | トリニダード・トバゴ |
| CI | コート・ジボアール | KE | ケニア         | MX | メキシコ        | UA | ウクライナ      |
| CM | カメルーン     | KG | キルギスタン      | NE | ニジェール       | UG | ウガンダ       |
| CN | 中国        | KP | 朝鮮民主主義人民共和国 | NL | オランダ        | US | 米国         |
| CO | コロンビア     | KZ | カザフスタン      | NO | ノルウェー       | UZ | ウズベキスタン共和国 |
| DE | ドイツ       | LI | リヒテンシュタイン   | NZ | ニュージーランド    | VN | ベトナム       |
| DK | デンマーク     | LK | スリランカ       | PL | ポーランド       | YU | ユーゴスラビア    |
|    |           |    |             | PT | ポルトガル       |    |            |
|    |           |    |             | RO | ルーマニア       |    |            |