



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2003 Patentblatt 2003/24

(51) Int Cl.7: **B26F 3/00**

(21) Anmeldenummer: **01128964.2**

(22) Anmeldetag: **06.12.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Schmall, Karl-Heinz**
D-76532 Baden-Baden (DE)

(72) Erfinder: **Schmall, Karl-Heinz**
D-76532 Baden-Baden (DE)

(54) **Wasserstrahl-Schneidemaschine mit berührungsloser und wahlweise taktiler Abstands-Führungssensor-Einrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Wasserstrahl-Schneidemaschine mit wahlweise berührungsloser oder taktiler Sensoreinrichtung für die Abstandsermittlung zwischen Schneideinrichtung (Strahlrohr-Austritt) und Werkstück und die automatische Nachführung des Antriebs des Schneidkopfes zum konstanthalten eines bestimmten Abstandes. Für metallische Werkstücke wird ein induktiver Sensor verwendet, der konzentrisch um das Strahlrohr herum angeordnet ist, der berührungslos den Abstand zum Werkstück ermittelt und entsprechende elektrische Signale an den Antrieb des

Schneidkopfes für die Abstandsregelung abgibt.

Der induktive Sensor ist so gestaltet, dass konzentrisch zum Strahlrohr eine an diesem entlang in Richtung zum Strahlaustritt führende Ringkammer angeordnet ist, durch die über Zuleitungen ein Spüllmittel gepresst werden kann, welches zum Wegschwemmen des Abtriebs und der Rückprall-Partikel beim Bohren und Schneiden dient.

Bei nichtmetallischen Werkstücken wird eine taktile Zusatzeinrichtung verwendet, die in einfacher Weise auf den Hauptkörper der Sensoreinrichtung aufgesetzt und dort befestigt wird.

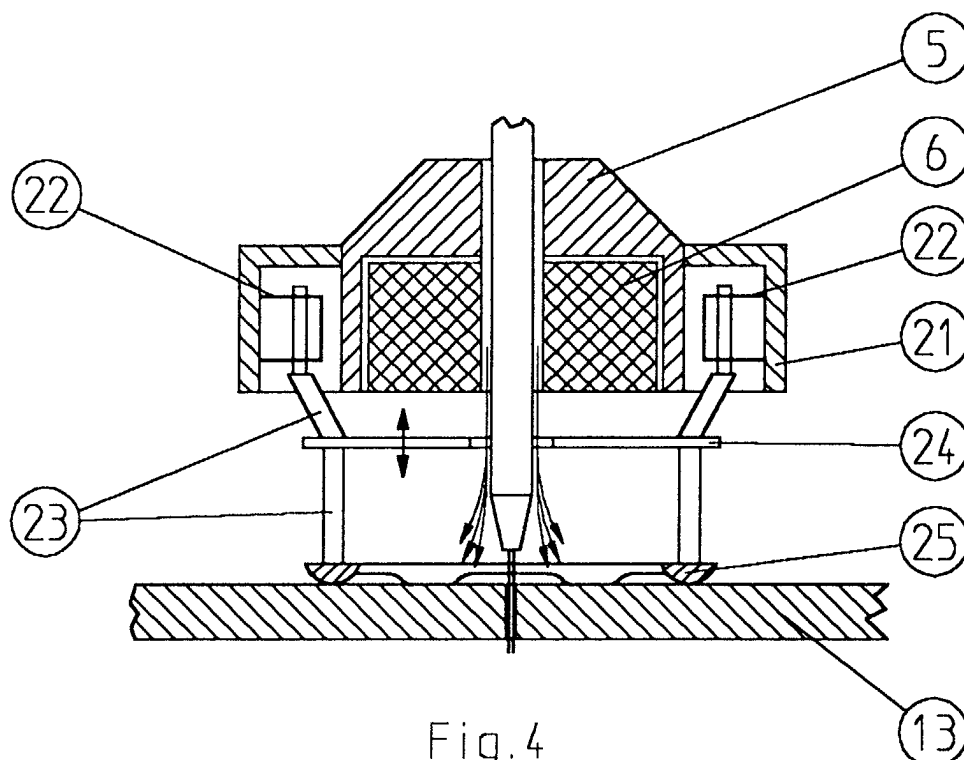


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Neben den herkömmlichen thermischen Verfahren beim Schneiden und Trennen von vorwiegend metallischen, plattenförmigen Werkstücken mittels Auto- gen, Plasma- und Laser-Schneidmaschinen hat sich in den letzten Jahren das nicht thermische abrasive Wasserstrahl-Schneiden weltweit in steigendem Umfang etabliert.

[0002] Bei diesem Trennverfahren wird ein kontinuierlicher dünner Wasserstrahl, mit sehr hoher Geschwindigkeit aus einem Strahlrohr in geringem Abstand von wenigen Millimetern zum Werkstück austretend, zum abrasiven Abtragen von Werkstück-Material angewendet. Dem unter sehr hohem Druck von einigen tausend BAR stehenden Wasser werden kurz vor dem Eintritt in das Strahlrohr sehr scharfkantige und sehr harte Abrasiv-Mittel in feiner Körnung beigemischt, die es ermöglichen, sowohl spröde als auch weiche, nichtmetallische Werkstoffe ebenso wie nahezu alle Metalle wirtschaftlich zu bearbeiten.

[0003] Bei thermischen Verfahren kommt es darauf an, die Energiequelle, wie z.B. die Gas/Sauerstoff-Flamme des Autogenbrenners oder den Lichtbogen eines Plasmabrenners, nahe genug an das Werkstück heranzuführen, um dieses im Trennbereich zu verflüssigen.

[0004] Für Wasserstrahlschneiden ist die abrasive Energie in unmittelbarer Nähe zur Austrittsöffnung des Strahlrohrs am größten und deshalb am wirksamsten für den abrasiven Schneidvorgang.

[0005] Sowohl bei den thermischen Trennverfahren wie auch beim Wasserstrahlschneiden ist es also notwendig, den Abstand zwischen dem Bearbeitungswerkzeug und dem Werkstück möglichst optimal einzuhalten.

[0006] Um den optimalen Abstand auch dann aufrecht zu erhalten, wenn bei senkrecht positioniertem Werkzeug die Lage der Oberfläche des Werkstücks nicht horizontal bleibt, wie z.B. bei nicht völlig waagrecht Lagerung von Platten, werden bei thermischen Brenn- und Laserschneidmaschinen berührende (taktile) oder nicht berührende Abstandssensor-Führungssysteme eingesetzt, die über einen Nachführ-Antrieb des Bearbeitungs-Werkzeuges automatisch den Bearbeitungs-Abstand während des Schneidens konstant halten. Als taktile Sensoren werden Gleitschuhe oder Gleitringe verwendet, deren Position in Relation und in Richtung zur Werkzeug-Bearbeitungsachse ein elektrisches Regelungssignal erzeugt, welches über einen Antrieb zum Nachführen des Bearbeitungswerkzeuges verwendet wird, wenn Abweichungen vom gewünschten Abstand auftreten.

[0007] Nicht berührende Sensoren sind als kapazitive, induktive und brennspannungsabhängige Systeme bei thermischen Schneidmaschinen seit Jahrzehnten allgemein im Einsatz. Ihre elektrischen Ausgangssignale sind ebenfalls Funktionen des Abstandes zum Werk-

stück.

[0008] Beim Wasserstrahlschneiden können kapazitive Sensoren nicht verwendet werden, weil diese nur bei trockener Umgebung zuverlässige Signale liefern. Andere berührungslose Abstands-Sensorsysteme, wie Triangulations-Laser, optoelektronische oder Ultraschall-Abstands-Sensoren, kommen aus Gründen der Bearbeitungs-Umgebung (Spritzwasser, Rückprall und Abrasiv-Materialansammlungen) nicht in Betracht.

[0009] Bislang werden deshalb Wasserstrahl-Schneidemaschinen mit taktilen Abstands-Sensoren betrieben, die

entweder vor Beginn des Bohr- und Schneidzyklus den Abstand zwischen der Austrittsöffnung des Strahlrohres und dem Werkstück ermitteln, dann vom Werkstück abgehoben werden und während des Schneidens nicht im Eingriff sind,

oder während des Bohr- und anschließenden Schneidvorganges auf dem Werkstück aufliegend gleitend mitgeführt werden.

[0010] Mit gleitenden taktilen Sensoren können Schneidprozesse sowohl bei Metallen als auch bei nichtmetallischen Materialien ausreichender Festigkeit abstandsgeregelt durchgeführt werden.

[0011] Bei empfindlichen Oberflächen der Werkstücke, wie Sichtflächen von Metallen oder polierten bzw. glasierten nichtmetallischen Materialien, ergeben sich jedoch Probleme durch Verkratzen in Folge abgelagerter Abrasivmittel und Materialabtragungen auf der Werkstück-Oberfläche.

[0012] In letzter Zeit wurden versuchsweise vereinzelt induktive Sensorsysteme beim Wasserstrahlschneiden eingesetzt. Induktive Sensorsysteme arbeiten nach dem Prinzip der Rückwirkung von induzierten Wirbelstromfeldern auf eine Induktivität. Sie sind unempfindlich gegen Wasser und Wasserdampf. Dabei hatte sich gezeigt, dass der Rückprall des hochenergetischen Wasserstrahls, insbesondere beim Bohrvorgang (vor dem Durchstechen des Werkstücks und damit vor dem eigentlichen Schneiden) im Zusammenwirken mit dem Abrasivmittel, den Sensorkörper extrem belastet und nach kurzer Betriebszeit zerstört.

[0013] Für nichtmetallische Materialien ist das induktive Verfahren nicht einsetzbar, da dort keine Wirbelstromfelder entstehen.

[0014] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Wasserstrahl-Schneidemaschinen, die mit induktiven, berührungslos funktionierenden Abstandssensor-Systemen für metallische Werkstücke ausgerüstet sind, welche so gestaltet sind, dass die Nachteile der taktilen Sensorik beim Schneiden vermieden werden, die ferner für nichtmetallische Werkstoffe durch einen Zusatz taktil anpassbar gestaltet sind, die außerdem konstruktiv integrierte Mittel zum Wegspülen von Materialanhäufungen in Nähe des Strahlrohres enthalten und bei denen zusätzlich Verschleiß-Sperrschichten zum Schutz der Sensorkörper vorgesehen sind.

[0015] Erfindungsgemäß bestehen solche induktiven

Sensorsysteme aus einem vorzugsweise zylindrischen Hauptkörper kurzer Baulänge, der über das Strahlrohr konzentrisch geschoben und entweder an diesem oder an der Einspannung des Strahlrohres angeklemt wird, bestehend aus einem metallischen Teil mit der Klemmvorrichtung und einem nichtmetallischen Teil mit dem induktiven Sensorsystem. Dieses wird teilweise vom metallischen Teil so umschlossen, daß es gegen mechanische Krafteinwirkungen im Betrieb weitgehend geschützt ist.

[0016] Konzentrisch zur Längsachse des ringförmigen Sensors ist eine rohrförmige Spülführung vorgesehen, durch die das Spülmedium, vorzugsweise Wasser, parallel zum Strahlrohr und dieses umschließend in Richtung zum Strahlrohrende geleitet wird, so dass es unmittelbar an der Bearbeitungsstelle auf das Werkstück auftrifft und die Material-Ablagerungen nach allen Seiten wegschwemmen kann.

[0017] Das Spülmittel wird über ein oder mehrere, festverbundene Führungsrohre dem Hauptkörper zugeleitet. Sie sind so angeordnet, dass die Anschlüsse der Zuführungsschläuche außerhalb des Bereiches bleiben, der von Rückprall und abrasiver Einwirkung erreicht werden könnte.

[0018] In ähnlicher Weise ist auch der elektrische Anschluß des induktiven Sensorsystems gestaltet, so dass aus dem Hauptkörper zwei oder mehrere, vorzugsweise von der Bearbeitungsebene wegführende Rohre herausragen, von denen wenigstens eines mit einer Anschluß-Steckverbindung für die Sensorfunktion ausgerüstet ist.

[0019] Der zylindrische Hauptkörper ist so gestaltet, dass erforderlichenfalls ein taktile Zusatz konzentrisch aufgeschoben und mit dem Hauptkörper durch Klemmen oder Verschrauben verbunden werden kann.

[0020] Erfindungsgemäß besteht der taktile Zusatz aus einem vorzugsweise metallischen, rohrförmigen Anschlußkörper und einer beweglichen, nicht gleitend gelagerten, lediglich die induktive Sensoreinrichtung umschließende Führungseinrichtung hoher Steifigkeit gegen seitliche Kräfte, jedoch geringer Auslenkkraft in Richtung der Hauptachse. Sie ist ringförmig aufgebaut und an der dem Werkstück zugekehrten Seite von einer ringförmigen Metallplatte abgeschlossen, die ihrerseits einen auswechselbaren Gleitring hoher Abriebfestigkeit trägt. Diese Führungseinrichtung ist erfindungsgemäß durch federnde konstruktive Mittel, ohne gleitende Teile, gekennzeichnet.

[0021] Die Auslenkkraft in Richtung parallel zur Hauptachse ist erfindungsgemäß in einfacher Weise einstellbar, um sie den jeweiligen Anforderungen bei taktile Abstandsführung anpassen zu Eine Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist in Fig 1 dargestellt.

[0022] Darin ist mit 1 der Wasserstrahl-Schneidkopf in einer funktionell vereinfachten Form gezeigt. Mit 2 ist das Ventil für den Wasser-Zufluss benannt, der durch das Rohr 3 in den Schneidkopf geführt ist. 4 stellt das Zuleitungsrohr für das abrasive Mittel dar, welches im

Schneidkopf dem Wasser zugeführt, von diesem mitgerissen und nach dem Austreten aus dem Strahlrohr 12 zum Abtragen des Materials am Werkstück 13 dient.

[0023] Der Hauptkörper 5 mit der nicht gezeichneten Klemmvorrichtung ist konzentrisch zum Strahlrohr 12 auf dieses aufgeschoben. Er trägt den Sensorkörper 6 und umhüllt diesen teilweise auf der Seite zum mechanischen Schutz.

[0024] In den Hauptkörper 5 führt ein Rohr 7 mit dem Verbindungskabel 8 zum elektrischen Anschluß des Sensors 6.

[0025] Ein weiteres Rohr 10 führt zu einer Ringkammer 11. Diese ist parallel und konzentrisch zum Strahlrohr bis zu dessen Austritt aus dem Sensorkörper verlängert, jedoch mit einem geringeren Durchmesser.

[0026] Durch das Rohr 10 wird das Spülmittel, vorzugsweise Wasser, mit hohem Druck in die Ringkammer 11 gepresst.

[0027] Das Wasser strömt dann parallel zum Strahlrohr und dieses umhüllend mit zunehmender Geschwindigkeit in Richtung zum Strahlrohreingang aus. Zu Fig 1 wird dies durch Pfeile angedeutet.

[0028] Die kinetische Energie des ausströmenden Spülmittel bewirkt, dass Materialansammlungen durch das abrasive Strahlmittel und durch Materialabtragung oberhalb des Werkstücks nach allen Seiten weggespült werden. Bei metallischen und nichtmetallischen Werkstücken werden dadurch Stauungen, zusätzliche seitliche Belastungen des Strahlrohrs und Rückwirkungen auf die Sensorfunktion vermieden.

[0029] Beim "Bohren", also in der Zeit der Einwirkung des Wasserstrahls auf die Werkstückoberfläche bis zum Durchstoßen des Werkstücks, wird der gesamte Materialabrieb zusammen mit dem Abrasivmittel entgegengesetzt zur Strahlrichtung, also in Richtung zum Sensor, zurückgeschleudert und trifft mit hoher kinetischer Energie auf die Unterseite des Sensorkörpers auf.

[0030] Das Material des Sensorkörpers 6 ist zwar im Rahmen des Möglichen resistent gegen diese Belastungen, um jedoch einen zuverlässigen Schutz des Sensorkörpers zu erreichen, ist dieser auf seiner Unterseite mit einer Schutzplatte 14 ausgestattet. Diese ist von solcher Beschaffenheit, dass sie die auftretenden Partikel beim Bohrvorgang abbremst und außerdem weitgehende Abriebfestigkeit aufweist. Sie kann je nach Erfordernissen mit wenigen Handgriffen leicht ausgetauscht werden, wenn sie einen bestimmten Verschleiss erlitten hat. Zur Überwachung des Verschleissgrades dieser Schutzplatte ist erfindungsgemäß diese Platte mit Vorrichtungen ausgerüstet, die bei einem bestimmten Verschleiss ein elektrisches Signal auslösen, das zum Austausch auffordert. Gegenstand dieser Erfindung ist auch diese Vorrichtung in verschiedenen Ausbildungsformen, gekennzeichnet durch eine oder mehrere, in der Schutzplatte untergebrachte elektrische Leiter oder Leiterbahnen, welche entweder direkt oder indirekt bei Erreichen eines bestimmten Verschleissgrades durch die dann direkte Einwirkung der rückgestrahlten Partikel ei-

ne Änderung ihrer elektrischen Werte oder ihrer Leitfähigkeit infolge Unterbrechung erfahren, was zur elektrischen Signalerzeugung verwendet wird.

[0031] Eine Ausbildung dieser erfindungsgemäßen Schutzplatte ist in Fig 2 Av.B gezeigt.

[0032] Mit 14 ist die Schutzplatte bezeichnet. Sie besteht beispielsweise aus einem gummiartigen Material. In ihrem Innern etwa mittig ist eine Leiterbahn-Anordnung 16 vorzugsweise in Form einer gedruckten Schaltung auf einen dünnen Träger 15 oder in Form von dünnen Drahten in einer Spiralanordnung, unmittelbar eingebettet, eingebracht. Ein elektrischer Kondensator 17 verbindet beide Enden der Spirale miteinander, so dass diese Anordnung einen Schwingkreis bildet, der eine bestimmte Resonanzfrequenz aufweist.

[0033] Im Sensorkörper befindet sich zusätzlich zur Sensoranordnung selbst ein weiterer Schwingkreis, der auf die gleiche Frequenz wie der in der Schutzplatte untergebrachte Schwingkreis abgestimmt und vorzugsweise mit einem Oszillatorkreis verbunden ist.

[0034] Durch die unmittelbare Nähe des Schwingkreises in der Schutzplatte und dieser Oszillator + Schwingkreisschaltung im Sensorkörper ist eine enge Kopplung beider Kreise gegeben. Der passive Kreis in der Schutzplatte entzieht dem Oszillator-Schwingkreis so viel Energie, dass dieser nicht mehr die Selbsterregungsbedingung erfüllen kann. Dadurch setzt die Oszillatorschwingung aus und der Oszillator gibt keine Ausgangsspannung zur Signalerzeugung ab.

[0035] Sobald der Verschleiss der Schutzplatte soweit fortgeschritten ist, dass die Leiterbahnen teilweise freigelegt und dem Angriff der rückprallenden Partikel direkt ausgesetzt sind, treten nach kurzer Betriebszeit Unterbrechungen an den Leiterbahnen auf, so dass der dämpfende Schwingkreis in der Schutzplatte aufgetrennt wird, daraufhin der Oszillator nicht mehr bedämpft ist und sofort anschwingen kann. Dessen Ausgangsspannung erzeugt das Aufforderungs-Signal "Schutzplatte tauschen".

[0036] Dieses Signal wird auch bei fehlender Schutzplatte abgegeben. In der Maschinensteuerung kann es zum Blockieren der Inbetriebnahme des Schneidkopfes verwendet werden. Eine andere erfindungsgemäße Ausbildung der Schutzplatte ist in Fig 3 Au.B gezeigt. Zur Überwachung des Verschleissgrades wird in dieser Ausbildung nicht ein passiver Schwingkreis in die Schutzplatte eingebracht, wie in Fig 2 abgebildet, sondern die beiden Enden der vorzugsweise mäanderförmigen oder spiralförmigen Leiterbahn werden mit einem Kabelanschluß verbunden, der zu einer Überwachungsschaltung auf Leiterbahn-Unterbrechung führt. Sobald die Leiterbahn an einer Stelle unterbrochen wird, spricht die Überwachungsschaltung an und erzeugt wiederum das Signal "Schutzplatte tauschen".

[0037] In Fig 3 A ist die Schutzscheibe 14 mit der Zwischenschicht-Leiterbahnanordnung 18 als mäanderförmige Ausbildung gezeigt.

[0038] Die Leiterbahn 18 ist über das Kabel 19 über

eine nicht dargestellte Steckverbindung zur Überwachungsschaltung 20 geführt, welche in bekannter Weise eine Leiterbahnunterbrechung detektiert. Ein anderes Beispiel für die Ausbildung des elektrischen Anschlusses ist in Fig 3B dargestellt. Die Kontaktierung der Leiterbahn ist hier unmittelbar am Sensorkörper vorgesehen. In Fig 3 B ist der Sensorkörper 6 mit einem Innenrohr 33 aus einem isolierenden Material versehen, das mit Kontaktierungen 34 und den Anschlüssen 35 ausgerüstet ist. Die Leiterbahn 18 führt in der Schutzplatte 14 zu entsprechenden Kontaktflächen gegenüber den Kontaktierungen 34. Fig 3 B zeigt nur die zum Verständnis dieser Ausbildung erforderlichen Teile des Sensorsystems.

[0039] Bei der erfindungsgemäßen Zusatzeinrichtung für die Abstandsregelung mit Hilfe eines taktilen Zusatzes zum induktiven Sensor ist folgendes Funktionsprinzip zu Grunde gelegt:

Bei nicht metallischen bzw. nicht elektrisch gut leitfähigen Werkstücken können sich durch die magnetischen Wechselfelder des induktiven Sensors keine Wirbelströme im Werkstück ausbilden, so dass die Induktivität des Sensors bzw. seine Wechselfeldverteilung durch das Werkstück nicht verändert wird und der Sensor keine abstandsabhängigen Signale erzeugen kann.

[0040] Der erfindungsgemäße taktile Zusatz ist nun so beschaffen, dass ein metallischer Körper vorzugsweise ein Ring oder ein Rohrstück, welches in Richtung der Hauptachse des Strahlrohrs beweglich gelagert und mit einem taktilen, also auf dem Werkstück aufliegenden, verschleissarmen, vorzugsweise ringförmigen Körper verbunden ist. Im Falle der Ringform des metallischen Körpers ist dieser zwischen Werkstück und Sensorkörper parallel zu diesem angeordnet und kann in Richtung zum Sensorkörper ausgelenkt werden.

[0041] Wird ein Rohrstück verwendet, so wird dieses konzentrisch zum Sensorkörper und diesen seitlich umschließend zwischen Sensorkörper und der mantelartigen Fortsetzung des metallischen Hauptkörpers angeordnet. Dadurch bildet das Rohrstück einen Kurzschlussring in seiner Wirkung auf das induktive Sensorsystem, der dessen elektrische Werte je nach seiner Position zum Sensorsystem verändert.

Fig 4 zeigt eine der möglichen Ausbildungsformen der taktilen Zusatzeinrichtung als Beispiel eines ringförmigen metallischen Körpers zwischen dem Werkstück und dem Sensorkörper, teilweise in Schnitt-Darstellung zum besseren Verständnis.

[0042] In Fig 4 ist auf dem Hauptkörper 5 des Sensors der taktile Zusatz 21 aufgesetzt und in nicht besonders gezeichneter Weise befestigt.

Der taktile Zusatz enthält eine vertikal auslenkbare seitensteife Führungseinrichtung, die schematisch angedeutet und mit 22 bezeichnet ist. Ihre Gestaltung wird in Fig 6 näher beschrieben. Sie führt Stützen 23, die den

metallischen Ring 24 tragen. Er kann sich in Richtung zum Sensorkörper parallel bewegen. Die Stützen 23 führen weiter zum Gleitring 25, welcher in Arbeitsstellung des Schneidkopfes auf dem Werkstück aufliegt.

[0043] Wenn sich die Werkstück-Position der Oberfläche relativ zur vertikalen Position des Schneidkopfes verändert, so wird der Gleitring 25 oder an dessen Stelle eine oder mehrere Rollen-bzw. Radführungen oder pneumatische bzw. hydraulische Abstandsführungen ebenfalls eine relative Verlagerung in Richtung zum Sensor hin oder von ihm weg ausführen und dabei den metallischen Ring 24 mitnehmen, so dass sich dessen Abstand zum Sensor verändert.

[0044] Der Sensor reagiert daraufhin so, als befände sich unter ihm ein metallisches Werkstück, so dass sein Ausgangssignal eine Funktion des Abstandes zum Werkstück darstellt.

[0045] Der metallische Ring 24 kann ebenfalls mit einem Verschleisschutz auf seiner Unterseite ausgestattet werden, wie in Fig 1 beschrieben.

[0046] Beim seitlichen Verfahren des Schneidkopfes parallel zum Werkstück, während des Wasserstrahlschnittes, gleitet der Ring 25 auf dem Werkstück mit, wobei das Spülmittel, angedeutet als Pfeile, dafür sorgt, dass sich die Abrasiv-Partikel nicht am Gleitring anhäufen können. Dieser ist mit Durchbrüchen versehen, durch die die Partikel nach aussen weggeschwemmt werden.

Fig 5 zeigt eine ähnliche Anordnung eines taktilen Zusatzes, ausgerüstet mit einem rohrförmigen metallischen Körper.

[0047] An Stelle des in Fig 4 gezeigten metallischen Ringes 24 ist in Fig 5 der metallische Rohrkörper 27 angeordnet, der konzentrisch um den Sensorkörper 6 positioniert ist. Durch zweckmäßige Anordnung der Spulen im Innern des Sensorkörpers wird erreicht, dass die vertikale Verschiebung des metallischen Rohrkörpers 27 gleiche Ausgangssignale des Sensors bewirkt, wie es der metallische Ringkörper unterhalb des Sensors oder ein metallisches Werkstück bei gleicher vertikaler Auslenkung bzw. Abstandsänderung ergeben würde.

[0048] In Fig 5 ist ein ringförmiger Spalt zwischen dem Sensorkörper 6 und dem Fortsatz des Sensor-Hauptkörpers 5 vorhanden, in dem der Rohrkörper 27 bewegt wird.

[0049] Fig 6 zeigt ein Beispiel für die Führungseinrichtung des beweglichen Teils einer taktilen Zusatzeinrichtung.

[0050] Die besonders erschwerten Umgebungsbedingungen, denen die Wasserstrahl-Sensoreinrichtungen ausgesetzt sind, erfordern besondere konstruktive Lösungen für die Lagerung der beweglichen Teile der taktilen Zusatzeinrichtung.

Erfindungsgemäß wird dafür eine Anordnung angewendet, die ohne gleitende Führungselemente nur mit federnden Elementen ausgerüstet ist, welche hohe Steifigkeit des Führungssystems gegen die seitlichen Kräfte durch das Gleiten des Gleittrings oder die rollen/Radfüh-

rung, auf dem Werkstück bei gleichzeitig geringen vertikalen Auslenkkraften aufweisen.

[0051] Die besonderen Merkmale dieser Führungseinrichtung sind mehrfach in 2 oder mehreren Ebenen konzentrisch um den Sensorkörper angeordnete Blattfedersegmente 28.

[0052] Jedes Blattfederelement weist einen symmetrischen Schlitz auf, der das Element in 2 gleichartige federnde Streifen aufteilt, so dass die federnde Länge größer wird.

[0053] Am Ende der Blattfedersegment-Streifen sind Bohrungen 29 und 31 vorgesehen. Durch die Bohrungen 29 sind verschraub- oder vernietbare Stempel 30 eingebracht, die im Körper des taktilen Zusatzes oben enden und den aussenliegenden Teil des Federsegments dort fixieren.

[0054] Die Bohrungen 31 sind ebenfalls mit gleichartigen Stempeln versehen, die sich in den Halterungen 23 für den Gleitring 25 fortsetzen. Auf der Oberseite sind weiterhin Zusatzfedern 31 mit Verstellerschrauben 32 angeordnet, mit denen die abwärtsgerichtete Federkraft eingestellt werden kann.

[0055] Ein in Fig 6 nicht besonders gezeichneter Anschlag für die inneren Federsegmentstreifen begrenzen den Federweg nach unten.

[0056] Aus der Fig 6 ist leicht die Funktion dieser gleitfreien Führungseinrichtung zu ersehen. Sie zeigt der Übersicht halber lediglich die Blattfedersegmente.

Die beiden inneren Federsegmentstreifen können sich am offenen Ende in Richtung vom Betrachter weg oder zu ihm hin bewegen, während die äußere Federsegmentstreifen in ihrer Lage bleiben. Das geschlossene Ende des Federsegment folgt der Durchbiegung des inneren Federsegmentstreifens etwa auf halbem Wege.

[0057] Durch die übereinander in 2 oder mehreren Ebenen angeordnete geschlitzten Federsegmente wird besonders hohe seitliche Steifigkeit bei großem Auslenkweg erreicht. Selbstverständlich können bei geringen Auslenkwegen auch nichtgeschlitzte Federsegmente, in 2 oder mehreren Ebenen angeordnet, verwendet werden, wie in Fig 7 schematisch gezeigt. Durch die Bohrungen 29 führen wiederum Stempel zum Körper des taktilen Zusatzes.

Die Segmente 33 sind hier nicht geschlitzt. In den Bohrungen 31 sind ebenfalls Stempel angeordnet, die zum Gleitring 25 wie in Fig 6 dargestellt führen.

Selbstverständlich ist diese Befestigungsart nur eine mögliche Variante der Einspannung am Zusatzkörper. Auch Klemmvorrichtungen können eingesetzt werden, die einen besseren Halt

Patentansprüche

1. Wasserstrahl-Schneidemaschine mit berührungsloser und wahlweise taktiler Abstandsführungseinrichtung und einem Schneidkopf-Antrieb für die automatische Nachführung des Wasser-

strahl-Schneidkopfes zum Aufrechterhalten eines gleichmäßigen, voreinstellbaren Abstandes während des Schneidvorganges, durch ununterbrochenes Ermitteln des Abstandes zwischen dem Strahlrohr-Ausgang und dem Werkstück durch mitgeführte Sensoren, die ein elektrisches Regelungssignal für den Antrieb des Schneidkopfes in Richtung vom oder zum Werkstück erzeugen,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein vorzugsweise metallischer Hauptkörper entweder konzentrisch zum Strahlrohr auf diesem oder dessen Halterung aufgeschoben und dort durch eine Klemmvorrichtung festgelegt wird oder dass dieser Hauptkörper mit der Strahlrohr-Halterung eine konstruktive Einheit bildet, dass ferner der Hauptkörper einen innenliegenden induktiven Sensorkörper zylindrisch-rohrförmiger Bauform enthält, welcher eine in seiner Hauptachse zentrisch verlaufende Bohrung aufweist, deren Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Strahlrohres, dass weiterhin in den Hauptkörper ein oder mehrere Zuleitungsrohre für Spülmittel so eingeführt sind, dass das Spülmittel parallel zum Strahlrohr in Richtung zum Werkstück hin austreten und dort den beim Bohr- und Schneidvorgang entstehenden Abrieb und die abrasiven Partikel aus der Schneideinrichtung wegschwemmt, dass außerdem eine Zusatzeinrichtung auf den Hauptkörper aufgesetzt und dort in einfacher Weise befestigt werden kann, der für taktile oder/und quasitaktile, unmittelbar oder mittelbar mit dem Werkstück in Verbindung stehende Fühleinrichtungen ausgerüstet und so beschaffen ist, dass er eine Relativbewegung zwischen metallischen Teilen der Fühleinrichtung mit seiner beweglichen Führungseinrichtung und dem induktiven Sensor ausführen kann und dass diese Relativbewegung der metallischen Teile den Sensor in einer Weise beeinflusst, dass dieser ein der relativen Verlagerung entsprechendes elektrisches Ausgangssignal erzeugt.

2. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der metallische Hauptkörper in den Sensorkörper einen teilweise ringförmig umschließenden und gegen mechanische Seitenbelastungen schützenden Fortsatz trägt, welcher zugleich als Aufnahmekörper für eine Zusatzeinrichtung eingerichtet ist.

3. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Schutz des Sensorkörpers gegen Materialabrieb durch den Rückprall von Abriebpartikeln und abrasive Strahlmittel Schutzplatten aus abriebresistentem, nicht metallischen Material vorgese-

hen sind, die den Sensorkörper von unten her und von den Seiten her schützen, dass ferner diese Schutzplatten auswechselbar gestaltet sind, dass sie mit Einrichtungen zur Feststellung eines bestimmten maximalen Verschleißgrades ausgerüstet sind, die ein elektrisches Überwachungssignal auslösen, wenn dieser Verschleiß erreicht ist.

4. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1 und 3

dadurch gekennzeichnet

dass zur Überwachung des Verschleißgrades im Innern der Schutzplatte und parallel zu deren Außenflächen eine Leiterbahn-Anordnung eingebracht ist die bei einem bestimmten Verschleißgrad unterbrochen wird und die durch eine Überwachungsschaltung bekannter Art bei Unterbrechung eine Schaltsignal auslöst.

5. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1,3 und 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Leiterbahn-Anordnung eine etwa spiralförmige Form aufweist und eine Induktivität bildet, dass die beiden Enden der Leiterbahn durch einen elektrischen Kondensator miteinander verbunden sind, so dass ein elektrischer Schwingkreis entsteht, dass im Sensorkörper ein weiterer, vom Sensor unabhängiger Schwingkreis vorgesehen ist, der auf die gleiche Resonanzfrequenz abgestimmt, mit dem Schwingkreis in der Schutzplatte eng gekoppelt und mit einer Oszillatorschaltung verbunden ist, welche bei intaktem Schwingkreis in der Schutzplatte so bedämpft wird, dass sich keine Selbsterregung einstellen kann, solange dieser Schwingkreis nicht unterbrochen ist, jedoch nach seiner Unterbrechung sogleich anschwingt und ein Meldesignal erzeugt, welches zum Austauschen der Schutzplatte auffordert.

6. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1,3, und 4

dadurch gekennzeichnet,

dass die Leiterbahn-Anordnung eine etwa spiralförmige oder mäanderförmige Konfiguration aufweist und dass ihre Enden zu einem Kabel oder zu einer Kontaktierung am Sensorkörper oder am Hauptkörper und weiter zu einer Stromüberwachungsschaltung führen, die bei Unterbrechung der Leiterbahn durch Verschleiß der Schutzplatte ein Meldesignal auslöst.

7. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1,3, und 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Leiterbahn eine etwa spiralförmige Form im Zentrum aufweist, die sich nach außen hin in eine mäanderförmige Konfiguration erweitert, dass bei-

de Enden miteinander verbunden sind und dass dadurch ein Kurzschlussring gebildet wird, der auf eine besondere, von der Sensorfunktion getrennte und im Sensorkörper untergebrachte Oszillatorschaltung eng gekoppelt ist, so dass bei Unterbrechung der Leiterbahn durch Rückwirkung auf die Oszillatorschaltung deren Schwingfrequenz erheblich verändert wird und dass diese Veränderung in einer nachgeschalteten Diskriminatorschaltung ein Meldesignal erzeugt.

8. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Zusatzeinrichtung für die taktile bzw. quasitaktile Abstandsermittlung zwischen Strahlrohrende und Werkstück bei nicht metallischem Material aus einem Trägerkörper besteht, der über den Hauptkörper der Sensoreinrichtung konzentrisch geschoben und dort durch Schrauben oder Klemmen befestigt werden kann, dass der Trägerkörper mit einer Führungseinrichtung versehen ist, die einen in der Hauptachse beweglichen metallischen und mit einer taktilen Gleit- oder Rollvorrichtung oder einer quasitaktilen hydraulischen oder pneumatischen Staudruck-Einrichtung versehen, den induktiven Sensor unmittelbar beeinflussenden ring- oder rohrförmigen Körper führt, dessen Bewegung relativ zum Sensorkörper durch die taktile Gleit- oder Rollvorrichtung oder durch die Staudruck-Einrichtung bewirkt wird.

9. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1 und 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein durch die Führungseinrichtung geführter Metallring unmittelbar unterhalb des Sensorkörpers beweglich angeordnet ist und dass bei seiner Positionsänderung zum Sensorkörper dieser in gleicher oder ähnlicher Weise wie bei einem metallischen Werkstück entsprechende Sensor-Ausgangssignale erzeugt.

10. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Anspruch 1 und 8

dadurch gekennzeichnet,

dass ein durch die Führungseinrichtung geführtes Metallrohr konzentrisch zum Sensorkörper diesen umschließend beweglich angeordnet ist und dass bei seiner Positionsänderung in Richtung der Hauptachse der Sensor in gleicher oder ähnlicher Weise wie bei einem metallischen Werkstück entsprechende Ausgangssignale erzeugt.

11. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1, 8, 9 und 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Führungseinrichtung aus einer Anordnung von Blattfedern in zwei oder mehreren parallelen

Ebenen übereinander um den Hauptkörper herum in der Zusatzeinrichtung symmetrisch angeordnet, und einem ringförmigen Körper besteht, der alle Blattfedern auf ihren auslenkbaren Enden miteinander verbindet und dass die nicht auslenkbaren Enden der Blattfedern mit dem Trägerkörper der Zusatzeinrichtung verbunden sind, dass ferner der ringförmige Körper entweder den Metallring oder das Metallrohr und in Richtung zum Werkstück die taktile Gleit- oder Rolleinrichtung oder die quasitaktile Staudruck-Einrichtung trägt und dass die Blattfedern durch zusätzliche, verspannbare Federn in ihrer Federwirkung variabel einstellbar sind.

12. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1,8,9,10 und 11

dadurch gekennzeichnet,

dass der taktile Gleitkörper aus einem Hartmetall- oder Keramikring besteht, der auf seiner dem Werkstück zugekehrten Seite Schlitze für den Spülvorgang aufweist und dass dieser Ring auswechselbar ist.

13. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1,8,9,10 und 11

dadurch gekennzeichnet,

dass eine oder mehrere taktile Rollkörper am ringförmigen Körper in gleichen Abständen angebracht sind, die beim Schneidvorgang über dem Werkstück abrollen.

14. Wasserstrahl-Schneidemaschine nach Ansprüchen 1,8,9,10 und 11

dadurch gekennzeichnet,

dass mehrere parallel zur Hauptachse der Zusatzeinrichtung und in gleichem Abstand an dem ringförmigen Körper angebrachte hydraulische Staudruck-Rohre vorgesehen sind, durch die fortlaufend Wasser mit bestimmtem Druck in Richtung zum Werkstück strömt und dass am Ausgang der Rohre ein vom Abstand zum Werkstück abhängiger Staudruck die Führungseinrichtung in Richtung der Hauptachse des Sensors verlagert, so dass der Sensor in der oben beschriebenen Weise ein abstandsabhängiges Signal erzeugt.

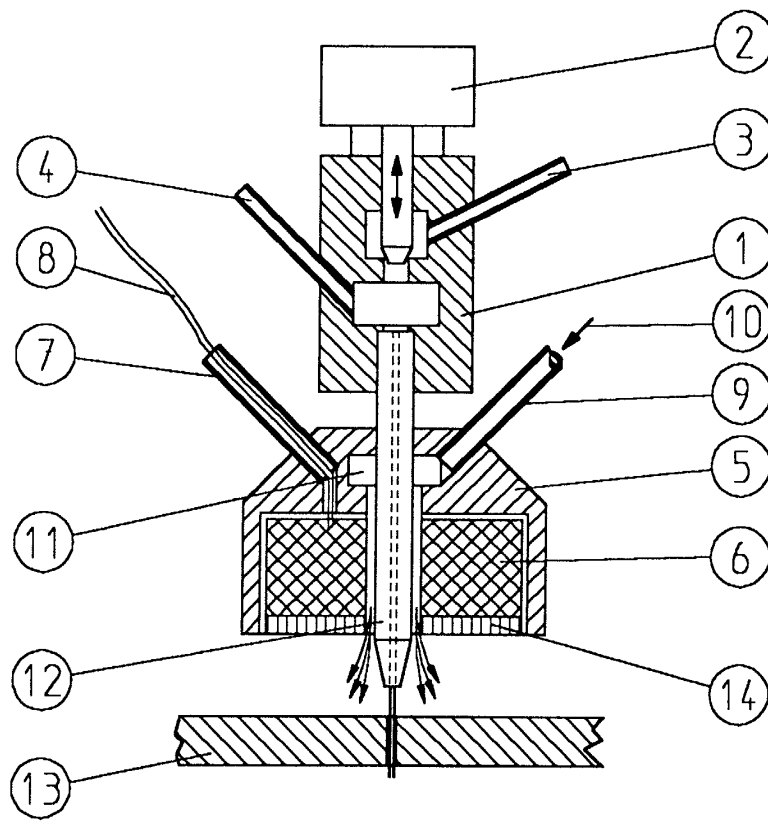


Fig. 1

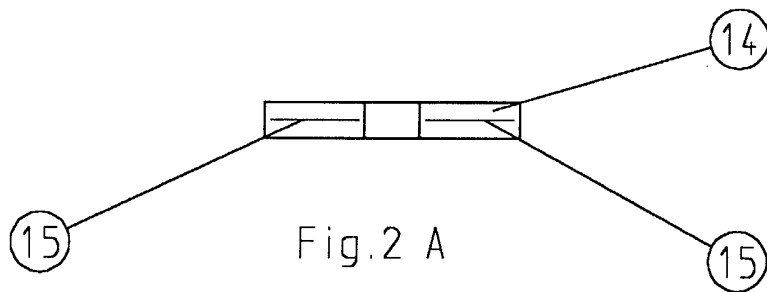


Fig. 2 A

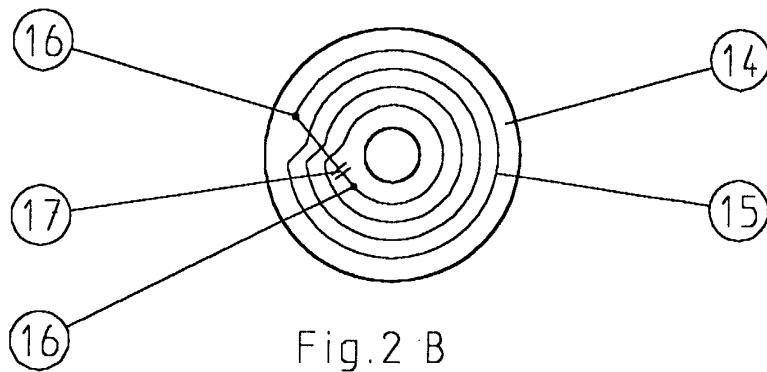


Fig. 2 B

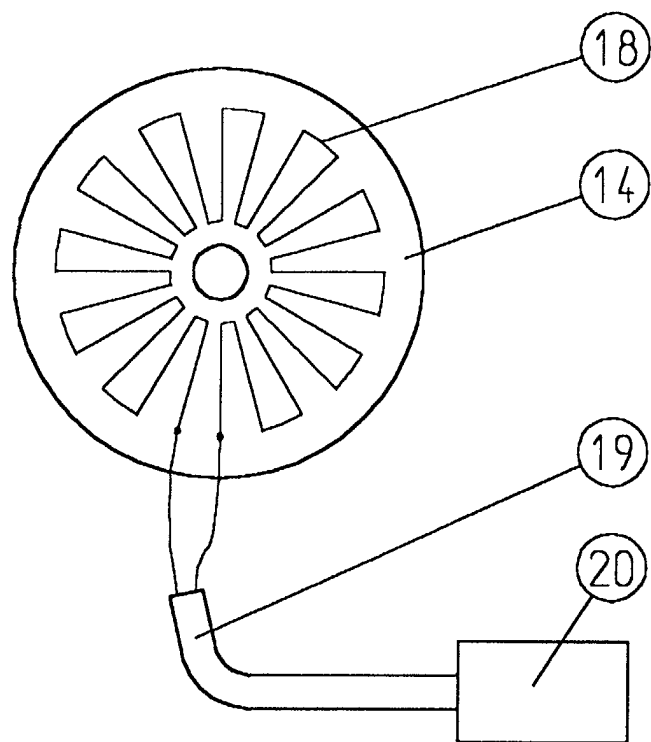


Fig.3 A

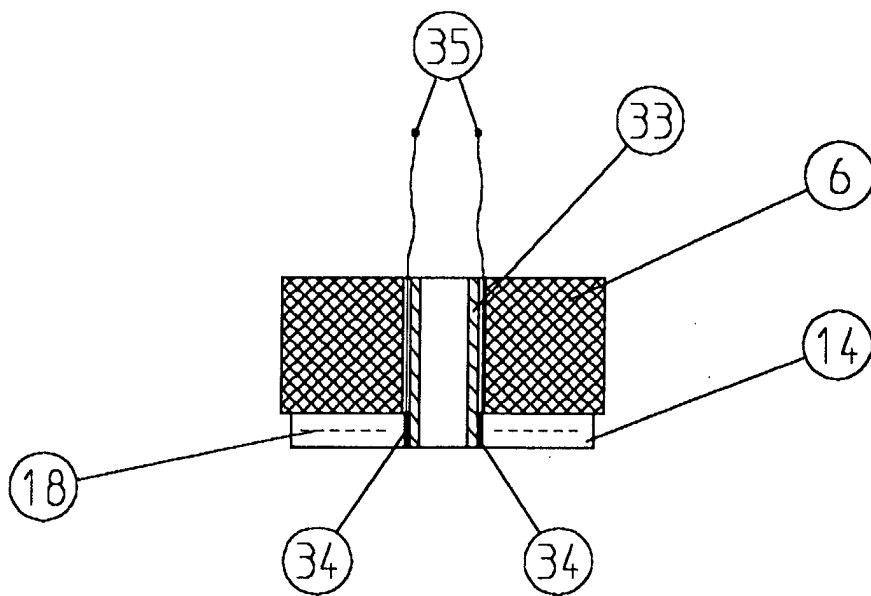
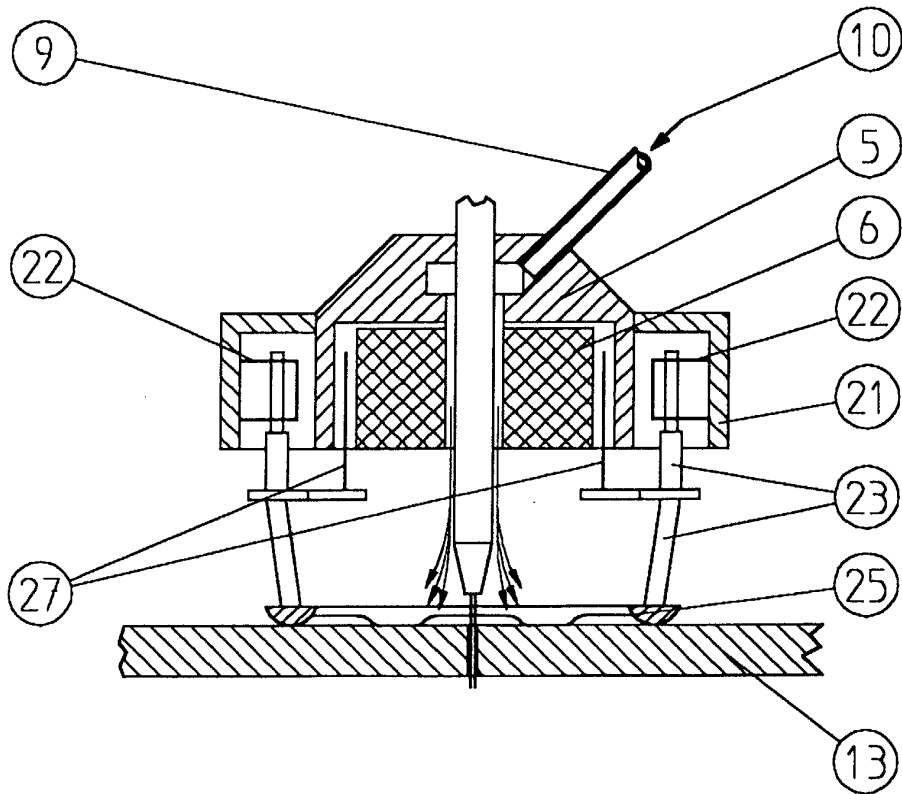
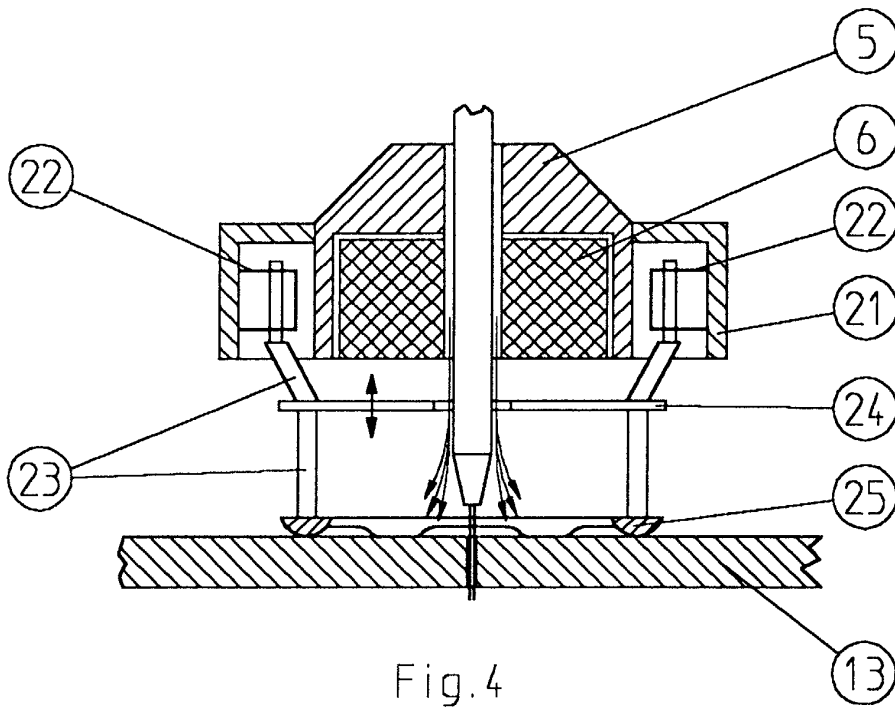


Fig.3 B



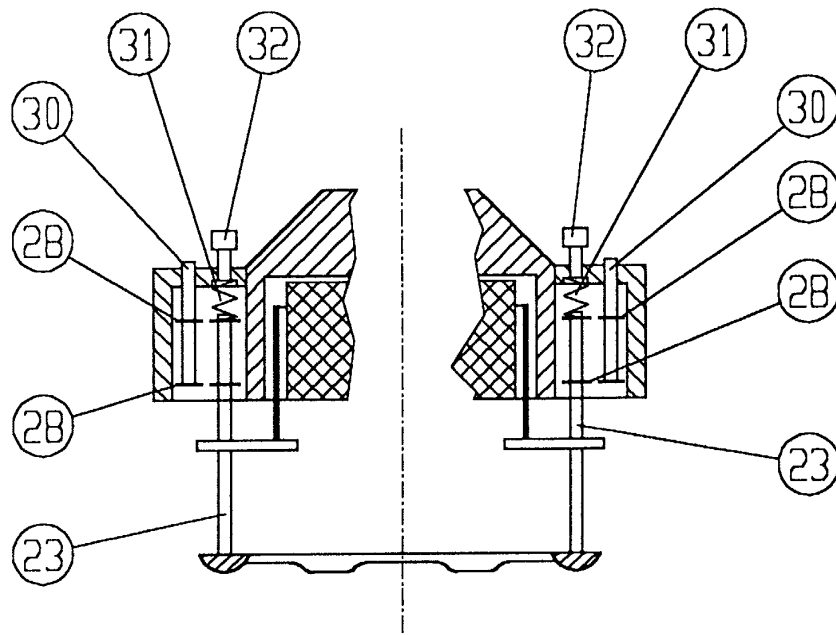


Fig.6 A

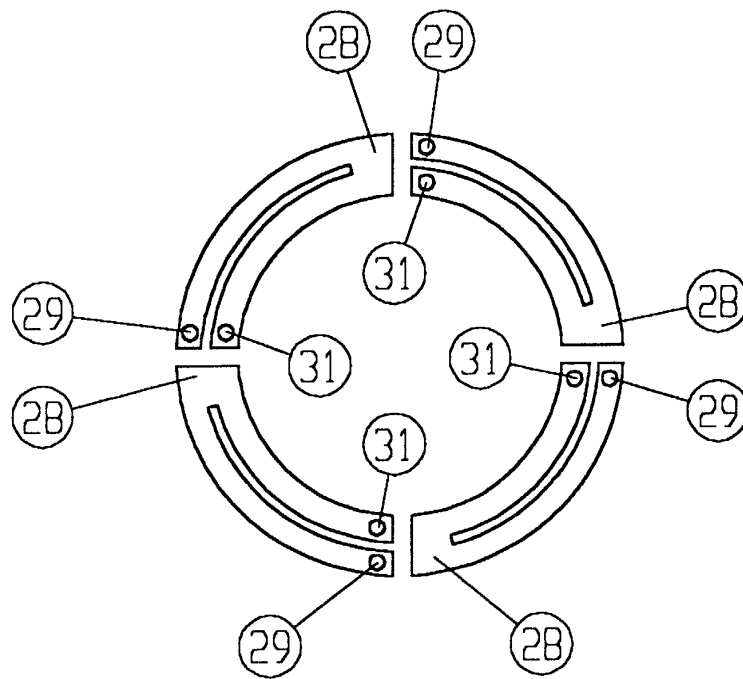


Fig.6 B

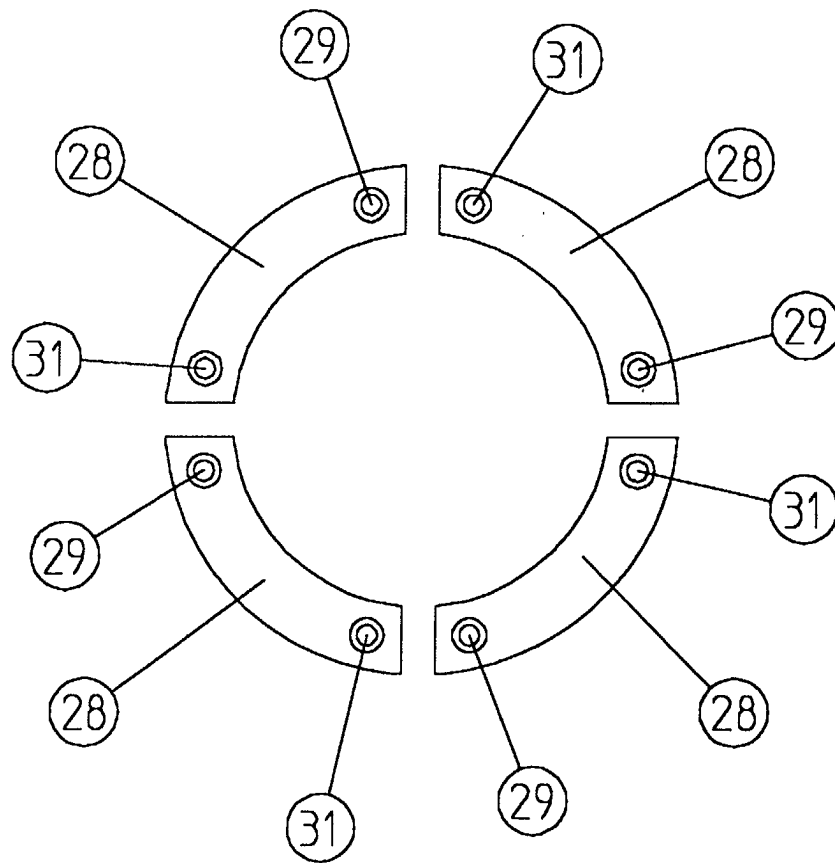


Fig.7

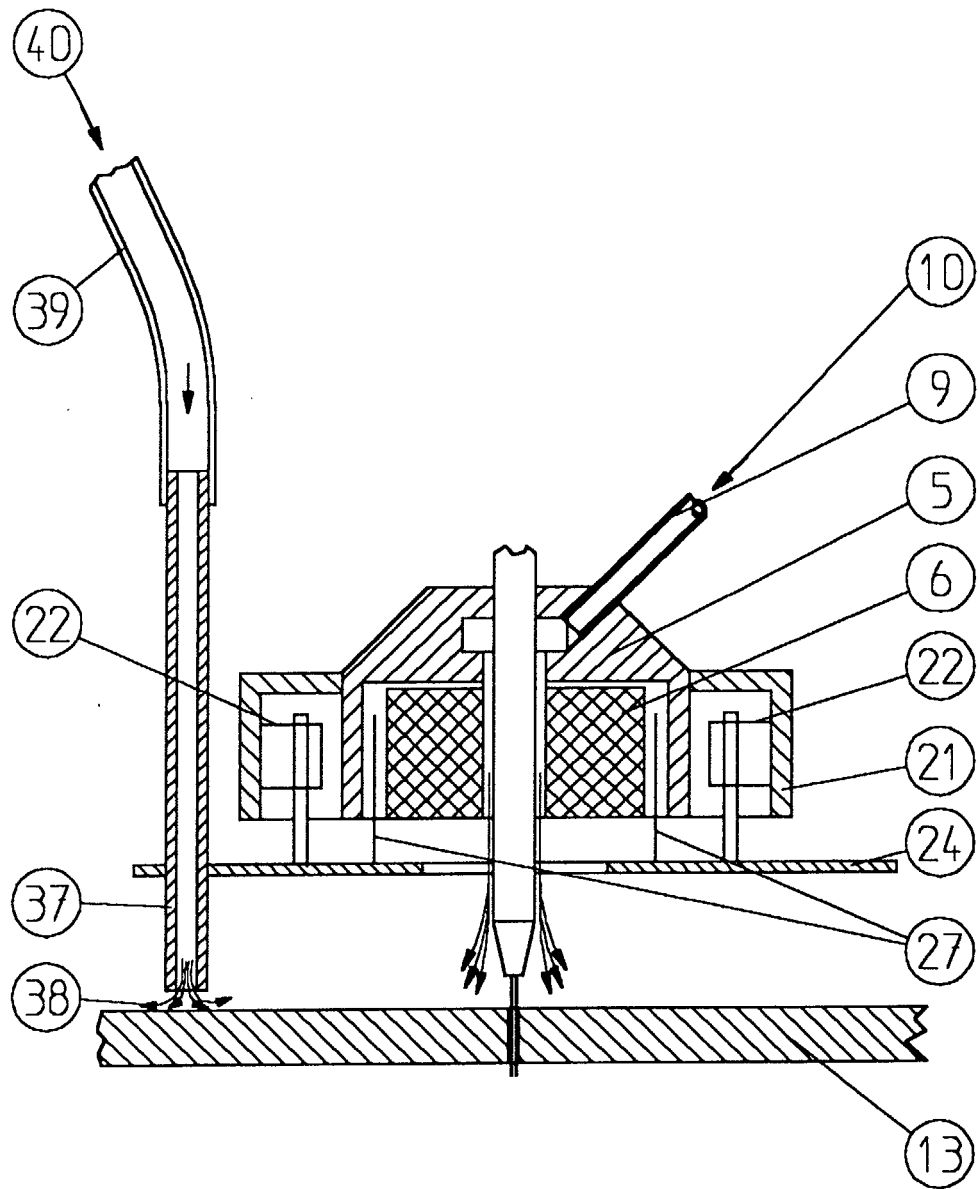


Fig.8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 12 8964

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	FR 2 699 852 A (GAZ DE FRANCE) 1. Juli 1994 (1994-07-01) * Seite 5, Zeile 10 - Seite 6, Zeile 33 * * Seite 11, Zeile 11 - Zeile 13; Abbildungen *	1	B26F3/00
A	EP 0 594 091 A (SAECHSISCHE WERKZEUG UND SONDE) 27. April 1994 (1994-04-27) * Seite 4, Zeile 24 * * Seite 4, Zeile 44 - Zeile 45; Abbildung 4 *	1	
A	US 6 049 580 A (VIVIER FRANCK ET AL) 11. April 2000 (2000-04-11) * Spalte 3, Zeile 55 - Zeile 65; Abbildungen *	1	
A	US 5 588 593 A (BOISTURE THOMAS B) 31. Dezember 1996 (1996-12-31) * Zusammenfassung *	1	
A	JP 63 267198 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 4. November 1988 (1988-11-04)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B26F B24C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14. August 2002	Prüfer Vaglianti, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 12 8964

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-08-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2699852	A	01-07-1994	FR	2699852 A1	01-07-1994
EP 0594091	A	27-04-1994	DE	4235091 A1	23-06-1994
			DE	4313347 A1	05-01-1995
			DE	9308023 U1	07-10-1993
			AT	154538 T	15-07-1997
			EP	0594091 A1	27-04-1994
			JP	6320426 A	22-11-1994
			US	5505653 A	09-04-1996
US 6049580	A	11-04-2000	FR	2741991 A1	06-06-1997
			AU	1033997 A	19-06-1997
			DE	69606778 D1	30-03-2000
			DE	69606778 T2	21-09-2000
			EP	0864162 A1	16-09-1998
			WO	9720323 A1	05-06-1997
			JP	2000501180 T	02-02-2000
US 5588593	A	31-12-1996	WO	9639255 A1	12-12-1996
JP 63267198	A	04-11-1988	JP	1793325 C	14-10-1993
			JP	5002480 B	12-01-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82