(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 700 798 A1

(51) Int. Cl.: B26F 3/00 (2006.01)
B26D 5/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00520/09

(22) Anmeldedatum: 31.03.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.10.2010

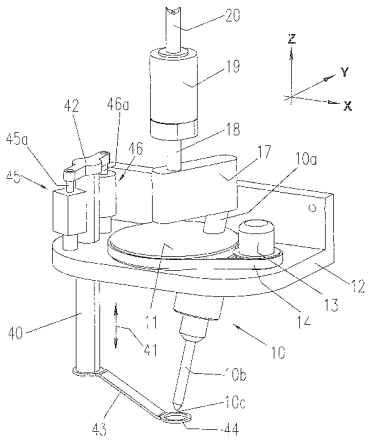
(71) Anmelder:
Bystronic Laser AG, Industriestrasse 21
3362 Niederönz (CH)

(72) Erfinder:
Walter Maurer, 4665 Oftringen (CH)
Frank Pude, 4500 Solothurn (CH)
Torben Schwermann, 3373 Heimenhausen (CH)

(74) Vertreter:
ROSENICH Paul; GISLER Christian PATENTBÜRO PAUL ROSENICH AG, BGZ
9497 Triesenberg (LI)

(54) Vorrichtung und Verfahren zum Wasserstrahlschneiden.

(57) Der Schneidkopf (10) in einer Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden ist an einer Halterung (11) angebracht, die um eine Drehachse drehbar ist. Durch Drehen der Halterung (11) und damit des Schneidkopfs (10) kann die Präzision des Schnitts erhöht werden. In einer Alternative ist ein Abtaster (44) vorhanden, der gegen die Werkstückoberfläche andrückbar ist. Auf diese Art ist ein Abstand zwischen Schneidkopf (10) und Werkstückoberfläche sicherstellbar für eine erhöhte Präzision des Schnitts.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung mit einem Schneidkopf sowie auf ein Verfahren zum Wasserstrahlschneiden.

[0002] Beim Wasserstrahlschneiden wird der aus dem Schneidkopf austretende Wasserstrahl beispielsweise dazu benutzt, eine Materialschicht entlang einer Kontur zu trennen, indem der Schneidkopf mit einer bestimmten Vorschubgeschwindigkeit gesteuert verfahren wird. Beim Trennprozess trifft der Wasserstrahl mit hoher Geschwindigkeit auf die Materialoberfläche und durchdringt diese, so dass sich ein Schnittspalt in der Materialschicht ergibt.

[0003] In der Regel verlaufen die Schnittkanten, welche den Schnittspalt begrenzen, nur bei einer bestimmten Vorschubgeschwindigkeit des Schneidkopfes parallel zueinander. Dies ist in Fig. 9b schematisch dargestellt, welche einen Teil eines Werkstücks 31 im Schnitt sowie den Verlauf des aus dem Schneidkopf 1 austretenden Wasserstrahls 3b zeigt. Ist die Vorschubgeschwindigkeit zu gering oder zu gross, sind die Schnittkanten nicht parallel, sondern geneigt zueinander angeordnet. Fig. 9a zeigt den Verlauf des Wasserstrahls 3a bei zu geringer Vorschubgeschwindigkeit und Fig. 9c den Verlauf des Wasserstrahls 3c bei zu grosser Vorschubgeschwindigkeit. Wie ersichtlich weisen die Schnittkanten gegenüber der Senkrechten auf die Werkstücksoberfläche eine Neigung # auf. Dieser Winkelfehler wird auch als «taper» bezeichnet.

[0004] Um eine rationelle Bearbeitung zu gewährleisten, ist man bestrebt, eine möglichst grosse Vorschubgeschwindigkeit zu wählen. Um dabei bei wenigstens einer der beiden Schnittkanten den «taper» zu vermeiden, ist es ist bekannt, den Schneidkopf schwenkbar auszugestalten (vgl. beispielsweise US 6,922,605 B1 oder US 6,766,216 B2). Dazu sind nebst den drei Achsen zum Verschieben des Schneidkopfes im Raum zwei zusätzliche Schwenkachsen vorgesehen, welche das Schwenken des Schneidkopfes ermöglichen. Es sind geeignete Massnahmen vorzusehen, um ein genaues Orientieren des Schneidkopfes und somit ein präzises Schneiden zu ermöglichen.

[0005] Um den Schneidkopf richtig in Bezug auf das Werkstück positionieren zu können, ist es weiter bekannt, den Abstand zwischen Schneidkopf und Werkstücksoberfläche zu erfassen, indem auf dieser ein Abtaster aufgelegt wird. Der Abstand lässt sich dadurch jedoch nur in einem beschränkten Mass genau bestimmen, was entsprechende Ungenauigkeiten im Schneiden zur Folge hat.

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung mit einem Schneidkopf und ein Verfahren zum Wasserstrahlschneiden anzugeben, welche bzw. welches ein genaues Schneiden ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder Anspruch 10 und durch das Verfahren gemäss dem unabhängigen Verfahrensanspruch gelöst. Die weiteren Ansprüche geben bevorzugte Ausführungen der erfindungsgemässen Vorrichtungen und des erfindungsgemässen Verfahrens sowie eine Maschine zum Wasserstrahlschneiden und ein Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstücks an.

[0008] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Figuren erläutert. Es zeigen

Fig. 1	eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemässen Vorrichtung;
Fig. 2	eine Vorderansicht der Vorrichtung gemäss Fig. 1, wobei der Schneidkopf so gedreht ist, dass er mit seinem vollen Neigungswinkel zu sehen ist;
Fig. 3	eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung;
Fig. 4	eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemässen Vorrichtung gemäss Fig. 3;
Fig. 5	das Zwischengelenk der Vorrichtung gemäss Fig. 3in einer Seitenansicht;
Fig. 6	das Zwischengelenk gemäss Fig. 6 geschnitten in der Ebene gemäss der Linie VI-VI in Fig. 7;
Fig. 7	das Zwischengelenk gemäss Fig. 5 in einer Draufsicht;
Fig. 8	eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines Werkstückes, welches mit der Vorrichtung gemäss Fig. 1 oder Fig. 3 getrennt wird; und
Fig. 9a-9c	schematisch die Verläufe des Wasserstrahls beim Durchtrennen einer Materialschicht bei drei verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten des Schneidkopfes.

[0009] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, umfasst die Schneidvorrichtung zum Wasserstrahlschneiden einen Schneidkopf 10 mit einem Fokussierrohr 10b, welcher an einer Nabe 11 befestigt ist. Diese ist dazu mit einer Bohrung versehen, in welcher der Schneidkopf 10 sitzt. Das Fokussierrohr 10b weist eine Austrittsöffnung 10c auf, aus welcher der sich im Betrieb bildende Wasserstrahl austritt.

[0010] Die Nabe 11 bildet eine Halterung für den Schneidkopf 10, welche drehbar auf einer Grundplatte 12 gelagert ist. Die Lager der Nabe 11 sind mittels Dichtungen vor Eindringen von Wasser, Staub, etc. geschützt. Die Grundplatte 12 weist eine Öffnung auf, durch welche der auslassseitige Teil des Schneidkopfes 10 hindurchragt.

[0011] Auf der Grundplatte 12 ist ein Antrieb 13 in Form eines Drehmotors angebracht, der über einen Zahnriemen 14 an die Nabe 11 gekoppelt ist. Als Antrieb 12 eignet sich z.B. ein Servomotor oder ein Schrittmotor.

[0012] Das einlassseitige Ende 10a des Schneidkopfes 10 ist mit einem Winkelstück 17 verbunden, welches über ein Rohr 18 an ein Drehgelenk 19 angeschlossen ist. Dieses ist einlassseitig mit einem Anschlussrohr 20 versehen. Das Anschlussrohr 20 ist über weitere Leitungen an eine Hochdruckpumpe anschliessbar. Die Komponenten 17-20 bilden eine Hochdruckleitung, welche es erlaubt, Wasser mit dem nötigen Druck dem Schneidkopf 10 zuzuführen. Typischerweise beträgt der Druck 3000 bar oder mehr.

[0013] Um die Schneidvorrichtung als Ganzes horizontal sowie vertikal gesteuert verschieben zu können, ist sie auf einem Wagen angeordnet, der mittels einer geeigneten Verschiebeeinrichtung im Raum verschiebbar ist.

[0014] Der Schneidkopf 10 ist mit einer Düse zur Erzeugung des Wasserstrahls und mit einem Anschlussstutzen zur Beigabe eines Abrasivmaterials versehen. Düse und Anschlussstutzen sind bekannter Art und in der Fig. 1 nicht ersichtlich.

[0015] Wie Fig. 2 zeigt, ist der Schneidkopf 10 unter einem vorgegebenen Neigungswinkel # in Bezug auf die Drehachse 24 angeordnet, um welche die Halterung 11 drehbar ist. Die Schneidkopfachse 25 (Richtung, in welcher sich der Wasserstrahl ausbreitet) ist somit um den Winkel # geneigt zur Drehachse 24 angeordnet. Der Schneidkopf 10 ist so an der Halterung 11 gehalten, dass sich der Schnittpunkt von Drehachse 24 und Schneidkopfachse 25 beabstandet zur Austrittsöffnung 10c und unterhalb dieser befindet.

[0016] Die Antriebsachse 15 des Antriebs 13 ist parallel zur Drehachse 24 angeordnet.

[0017] Das Drehgelenk 19 ist so angeordnet, dass dessen drehbarer Teil 19a um eine Drehachse drehbar ist, welche mit der Drehachse 24 der Halterung 11 zusammenfällt. Die Ausgestaltung des Winkelstückes 17 ist so gewählt, dass es zusammen mit dem Drehgelenk 19 eine Drehung der Halterung 11 sowie des Schneidkopfes 10 um die Drehachse 24 erlaubt.

[0018] In Fig. 2 sind durch gestrichelte Linien 26a, 26b, 26c die Innenkanäle dargestellt, durch welche im Betrieb das Wasser vom Anschlussrohr 20 über die Komponenten 17-19 dem Schneidkopf 10 zugeführt wird, wo es schliesslich aus der Austrittsöffnung 10c austritt und auf das Werkstück trifft. Dieses kann z.B. ein Blech sein, aus welchem ein oder mehrere Teile herausgeschnitten werden.

[0019] Im Betrieb wird die Schneidvorrichtung gesteuert im Raum bewegt, um mittels des Wasserstrahls eine Materialschicht entlang einer Kontur durchtrennen zu können. Der Antrieb 13 wird dabei so angesteuert, dass die Halterung 11 zusammen mit dem Schneidkopf 10 mit einem bestimmten Drehwinkel # um die Drehachse 24 gedreht wird. Die Komponenten 17, 18 und 19a werden dabei ebenfalls um die Drehachse 24 gedreht. Die Steuerung der Schneidvorrichtung erfolgt beispielsweise durch eine CNC-Steuerung.

[0020] Der Drehwinkel # ist so gewählt, dass beim Schneiden eine unerwünschte Neigung der Schnittkante («Winkelfehler»/ «taper») berücksichtigt wird und diese die gewünschte Ausrichtung aufweist (in der Regel senkrecht zur Werkstücksoberfläche). Das Ausgleichen dieser Neigung wird im Folgenden auch als Winkelfehlerkorrektur bezeichnet.

[0021] Angenommen die Schneidrichtung ist in Richtung der X-Achse gemäss Fig. 2 und die Drehlage des Schneidkopfes 10 entspricht der in Fig. 2 gezeigten Drehlage, d.h. # = 0 Grad. In diesem Fall ist die Schneidkopfachse 25 parallel zur Ebene angeordnet, in welcher die Schneidrichtung verläuft und welche gemäss Fig. 2 der XZ-Ebene entspricht. Bei dieser Einstellung erfolgt keine Winkelfehlerkorrektur.

[0022] Wird nun der Schneidkopf 10 um # = 90 Grad gedreht, so ist die Schneidkopfachse 25 um den Neigungswinkel # geneigt zur XZ-Ebene angeordnet. Bei dieser Einstellung erfolgt die maximal mögliche Winkelfehlerkorrektur.

[0023] Durch Ändern des Winkels # ist eine Winkelfehlerkorrektur im Bereich von - # bis + # möglich, wobei sich der jeweilige Korrekturwinkel aus der Projektion des Neigungswinkels # auf die senkrechte Ebene zur Schneidrichtung ergibt.

[0024] Der Wert des Neigungswinkels # legt die maximal mögliche Winkelfehlerkorrektur fest und ist entsprechend der Auslegung der Schneidvorrichtung festgelegt. Typischerweise ist der Neigungswinkel # kleiner als 10 Grad.

[0025] In den Fig. 3 und 4 ist eine Variante der erfindungsgemässen Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden gezeigt. Teile, die den Teilen der ersten Ausführungsform gemäss Fig. 1 entsprechen, sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0026] In den Fig. 3 und 4 ist insbesondere ein Zwischengelenk 1 zu sehen, über welches Abrasivmaterial zum Schneidkopf 10 zuführbar ist, um dieses dem Wasserstrahl beimischen zu können (im Weiteren auch: Abrasivleitungsdrehgelenk).

[0027] Das Zwischengelenk (Abrasivleitungsdrehgelenk) 1 befindet sich zwischen dem Drehgelenk 19 und dem Winkelstück 17 und weist einen Einlass la auf, der mit einer Zufuhrleitung 2 verbunden ist und der in einem Ring 3 mündet. Dieser ist an einer festen Position gehalten, indem er mittels einer Stütze 8 an einer mit der Grundplatte 12 fest verbundenen Seitenplatte 9 abgestützt ist. Das Zwischengelenk 1 ist weiter mit einem Auslass 1b versehen, der über eine Verbindungsleitung 4 mit dem Anschlussstutzen 10d des Schneidkopfes 10 verbunden ist.

[0028] Fig. 5 bis 7 zeigen das Zwischengelenk 1 im Detail. Wie ersichtlich, wird es vom Rohr 18 durchquert, über welches das Wasser unter Hochdruck vom Drehgelenk 19 zum Winkelstück 17 leitbar ist und welches konzentrisch zur Drehachse 24 der Halterung 11 verläuft (vgl. Fig. 2).

[0029] Das Zwischengelenk 1 umfasst ein Deckelelement 5, welches auf ein Trichterelement 6 gesetzt ist, so dass sich dazwischen ein trichterförmiger Spalt 7 ergibt. Die beiden Elemente 5 und 6 sind fest mit Rohr 18 verbunden, jedoch relativ zum Ring 3 frei drehbar. Der Einlass la befindet sich am stationären Ring 3, während der Auslass 1b am drehbaren Trichterelement 6 befestigt ist. Die Teile 1b, 5 und 6 können demnach einer Drehung des Schneidkopfes 10 folgen, während der Einlass la und der Ring 3 stationär bleiben.

[0030] Abrasivmaterial, welches im Betrieb durch den Einlass la am Ring 3 einströmt, wird durch den Spalt 7 zwischen Deckelelement 5 und Trichterelement 6 geführt und tritt am Auslass 1b wieder aus.

[0031] Durch das Vorsehen des Zwischengelenks 1 kann die Zufuhrleitung 2 zur Zufuhr des Abrasivmaterials von der Drehbewegung des Schneidkopfes 10 entkoppelt werden. Dieser kann somit um 360 Grad oder mehr gedreht werden, ohne dass sich dabei die Zufuhrleitung für das Abrasivmaterial aufwickelt und die Drehbewegung behindert.

[0032] Fig. 8 zeigt schematisch das Trennen einer Materialschicht 31 mittels eines Wasserstrahls 30, wobei die Schnittrichtung senkrecht auf der Zeichnungsebene liegt. Die Drehachse 24, um welche der Schneidkopf 10 gedreht wird, verläuft dabei vorzugsweise senkrecht durch die Materialoberfläche 31, welche getrennt wird.

[0033] Beim Schneiden entstehen zwei Wände in der Materialschicht 31, welche die Schnittkante 31a des Teils mit der gewünschten Form («Nutzteil») und die Schnittkante 31b des als Abfall anfallenden Teils («Abfallteil») bilden. Der Drehwinkel #, mit welchem der Schneidkopf 10 gedreht ist, ist dabei so gewählt, dass der Wasserstrahl 30 eine Schnittkante 31a erzeugt, die senkrecht zur Oberfläche der Materialschicht 31 steht. Die zweite Schnittkante 31b wird dabei in der Regel abgeschrägt sein, was aber keine Rolle spielt, da sie zum nicht weiter verwendeten Abfallteil gehört.

[0034] Insbesondere beim Schneiden entlang einer geraden oder sich stufenlos ändernden Kontur ist zur Winkelfehlerkorrektur die Ansteuerung lediglich einer einzigen Achse ausreichend. Dies hat u.a. den Vorteil, dass der Schneidkopf 10 präzise ausrichtbar ist, was ein präzises Schneiden ermöglicht.

[0035] Im Weiteren verbleibt die Austrittsöffnung 10c des Schneidkopfes 10 auf derselben Höhe, wenn dieser um die Drehachse 24 gedreht wird. Zur Winkelfehlerkorrektur ist demnach kein Nachführen des Schneidkopfes 10 in vertikaler, d.h. Z-Richtung erforderlich.

[0036] In den Fig. 1 und 2 ist weiter eine Messeinrichtung gezeigt, welche zum Erfassen des Abstandes zwischen dem Schneidkopf 10 und der Werkstücksoberfläche dient, um ein präzises Schneiden zu ermöglichen. Die Messeinrichtung weist eine Stange 40 auf, welche durch die Grundplatte 12 hindurch reicht und welche durch diese geführt in der Z-Achse verschiebbar ist, wie dies durch den Doppelpfeil 41 in den Fig. 1 und 2 angedeutet ist.

[0037] Die Stange 40 ist an ihrem oberen Ende mit einem Verbindungsteil 42 und an ihrem unteren Ende mit einem Ausleger 43 versehen. An diesem ist endseitig ein Abtaster 44 in Form eines Ringes angebracht, welcher die Drehachse 24 umgibt und durch welchen die Austrittsöffnung 10c des Schneidkopfes 10 hindurchführbar ist. In Fig. 2 stellen die ausgezogenen Linien den Abtaster 44 in der ausgefahrenen Stellung dar, während die gestrichelten Linien 44´ ihn in seiner eingefahrenen Stellung zeigen.

[0038] Zum Verschieben des Abtasters 44 dient ein auf der Grundplatte 12 angeordneter Antrieb 45, welcher in Form eines Linearmotors mit einer linear verschiebbaren Stellachse 45a ausgebildet ist. Diese ist endseitig fest mit dem Verbindungsteil 42 verbunden. Der Antrieb 45 ist kraftgesteuert antreibbar, um den Abtaster 44 mit einer bestimmten, vorgebbaren Kraft zu verschieben. Anstelle eines elektrisch arbeitenden Antriebs ist es auch denkbar, einen pneumatischen Antrieb zu verwenden, z.B. einen pneumatischen Zylinder. Optional kann eine Führung für den Antrieb 45 vorgesehen werden, um zu verhindern, dass etwaige Kräfte seitlich auf die Stellachse 45a wirken.

[0039] Um die Position der Stellachse 45a und somit des Abtasters 44 genau zu erfassen, dient ein auf der Grundplatte 12 angeordnetes Wegmesssystem 46 mit einer linear verschiebbaren Messachse 46a, die fest mit dem Verbindungsteil 42 verbunden ist. Das Wegmesssystem 46 ist z.B. als magnetisches System üblicher Art ausgebildet, bei welchem die Position eines Magnetsensors entlang eines Magnetbandes erfasst wird. Anstelle eines externen Wegmesssystems 46 ist auch denkbar, einen Antrieb 45 zu verwenden, in welchem ein Wegmesssystem bereits integriert ist.

[0040] Zur Erfassung des Abstandes zwischen dem Schneidkopf 10 und der Werkstücksoberfläche wird mittels des Antriebes 45 der Abtaster 44 mit einer vorgegebenen Kraft F verschoben. Der Abtaster 44 kontaktiert schliesslich die Werkstücksoberfläche und wird gegen diese mit der Kraft F gedrückt. Mittels des Wegmesssystems 45 wird die Position der Messachse 46a und daraus der Abstand zwischen Schneidkopf 10 und Werkstücksoberfläche bestimmt.

[0041] Zur Eichung der Messeinrichtung können zwei Referenzflächen mit bekannter Lage zueinander vorgesehen sein. Die erste Referenzfläche wird vom Abtaster 44 z.B. nach dem Aufstarten der Steuerung kontaktiert. Aus dem Weg, welchen der Schneidkopf 10 dann braucht, bis er durch Absenken die zweite Referenzfläche berührt, lässt sich die vertikale Relativposition zwischen Abtaster 44 und Schneidkopf 10 bestimmen.

[0042] Die Abstandsmessung mittels des Abtasters 44 erlaubt eine permanente Regelung der Anpresskraft zwischen Taster und Werkstück, um so den Arbeitsabstand des Werkzeuges aktiv zu beeinflussen. Ein Schwingen und Aufschwimmen des Werkstückes kann auf diese Weise verhindert werden. Somit wird gewährleistet, dass der Tool-Center-Point, der Schnittpunkt von Drehachse 24 und Kopf-Symmetrielinie 25, exakt in der Werkstückoberfläche gehalten wird.

[0043] Die Messeinrichtung hat u.a. folgende Vorteile:

[0044] Die vertikale Lage eines Werkstückes kann sich verändern, z.B. aufgrund von Schwingungen, welchen das Werkstück und/oder die Werkstücksauflage während des Betriebes unterworfen ist. Durch das Andrücken des Abtasters 44 an die Werkstücksoberfläche, wird das Werkstück in seiner Lage stabilisiert und dadurch eine genaue Abstandseinhaltung ermöglicht.

[0045] Grundsätzlich können mittels der Messeinrichtung etwaige Unebenheiten in der Werkstücksoberfläche genau erfasst werden. Dies erlaubt eine Nachführung des Schneidkopfes, indem seine vertikale Lage entsprechend angepasst wird, um so den Abstand zwischen Werkstücksoberfläche und dem Schneidkopf konstant zu halten.

[0046] Insgesamt ermöglicht die Messeinrichtung eine präzise Abstandsmessung, was schliesslich ein präzises Positionieren des Wasserstrahls und somit ein präzises Schneiden erlaubt. Typischerweise kann der Abstand mit einer Genauigkeit bestimmt werden, die im Bereich von 100 Mikrometer oder sogar 50 Mikrometer liegt.

[0047] Aus der vorangehenden Beschreibung sind dem Fachmann zahlreiche Abwandlungen zugänglich, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen, der durch die Ansprüche definiert ist.

[0048] Das Vorsehen einer drehbaren Halterung 11, an welcher ein Schneidkopf 10 gehalten ist, sowie das Vorsehen eines Antriebes 45 zum Andrücken eines Abtasters 44 an die Werkstücksoberfläche sind zwei verschiedene Massnahmen, die auch unabhängig voneinander angewendet werden können, um ein präziseres Wasserstrahlschneiden zu ermöglichen. Beispielsweise kann die hier dargestellte Schneidvorrichtung mit einer üblichen Messeinrichtung versehen sein, oder die hier dargestellte Messeinrichtung kann bei einer üblichen Schneidvorrichtung angewendet werden.

[0049] Die Schneidvorrichtung ist an alle Arten von Wasserstrahlschneiden anpassbar, insbesondere Schneiden mittels Reinwasserstrahls oder mittels Wasserabrasivstrahls.

[0050] Die Halterung 11 braucht nicht unbedingt so ausgebildet sein, dass sie um einen Vollwinkel von 360 Grad oder mehr drehbar ist. Je nach Anwendungszweck kann auch eine Drehung um einen kleineren Winkelbereich, z.B. 90 Grad oder 180 Grad ausreichend sein.

[0051] Der Schneidkopf 10 kann auch so an der Halterung 11 gehalten sein, dass der Neigungswinkel a einstellbar ist. Dies kann z.B. mittels eines Antriebs mit einer Linearachse erfolgen, die auf den Schneidkopf 10 wirkt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden, mit einem Schneidkopf (10), gekennzeichnet durch eine Halterung (11), welche um eine Drehachse (24) drehbar ist und an welcher der Schneidkopf (10) gehalten ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Halterung (11) zusammen mit dem Schneidkopf (10) um mindestens 90 Grad, bevorzugt um mindestens 180 Grad und besonders bevorzugt um mindestens 360 Grad drehbar ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schneidkopf (10) in Bezug auf die Drehachse (24) unter einem vorgegebenen Winkel (a) geneigt an der Halterung (11) gehalten ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Drehgelenk (1), über welches Abrasivmaterial zum Schneidkopf (10) leitbar ist, wobei das Zwischenstück einen Einlass (la) und einen relativ dazu drehbaren Auslass (1b) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei das Zwischenstück (1) zwischen Einlass (la) und Auslass (1b) einen trichterförmigen Spalt (7) aufweist.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei durch Drehung der Halterung (11) der Schneidkopf (10) auf einer kreisförmigen Bahn um die Drehachse (24) drehbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Antrieb (13) zum Drehen der Halterung (11), der eine Antriebsachse (15) aufweist, die vorzugsweise parallel zur Drehachse (24) der Halterung (11) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Drehgelenk (19), welches einen Einlass (20) und einen relativ dazu drehbaren Auslass (18) aufweist, der mit dem Schneidkopf (10) verbunden ist, wobei die Drehachse des Drehgelenks (19) mit der Drehachse der Halterung (11) zusammenfällt.
9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Halterung (11) zusammen mit dem Schneidkopf (10) auf einem in drei Achsen (X, Y, Z) verschiebbaren Träger (12) angeordnet ist.
10. Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden, mit einem Schneidkopf (10) und einem Abtaster (44) zum Erfassen des Abstandes zwischen Schneidkopf (10) und Werkstücksoberfläche, gekennzeichnet durch einen Antrieb (45), mittels welchem der Abtaster (44) gegen die Werkstücksoberfläche drückbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Antrieb (45) ein Linearantrieb ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, wobei der Abtaster (44) ein ringförmiges Ende aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, mit einem Wegmesssystem (46) zum Erfassen der Position der Stellachse (45a) des Antriebs (45).
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, mit einer Steuerung, mittels welcher die Kraft einstellbar ist, mit welcher der Abtaster (44) gegen die Werkstücksoberfläche drückbar ist.
15. Maschine zum Wasserstrahlschneiden, welche die Komponenten der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14 aufweist.
16. Verfahren zum Wasserstrahlschneiden mit einem Schneidkopf (10), dadurch gekennzeichnet, dass zum Bearbeiten eines Werkstücks (31) der Schneidkopf (10) um eine Drehachse (24) gedreht wird, die vorzugsweise senkrecht zur Werkstückoberfläche verläuft.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Abstand zwischen Schneidkopf (10) und Werkstücksoberfläche mittels eines Abtasters (44) erfasst wird, der gegen die Werkstücksoberfläche gedrückt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Abtaster (44) mittels eines kraftgesteuerten Antriebs (13) gegen die Werkstücksoberfläche gedrückt wird, um den Arbeitsabstand sicherzustellen.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 18, wobei während des Bearbeitens der Abstand zwischen Schneidkopf (10) und Werkstücksoberfläche erfasst und der Abtaster (44) so nachgeführt wird, dass der Abstand in einem vorgegebenen Bereich liegt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, wobei der Schneidkopf (10) um mindestens 90 Grad, bevorzugt um mindestens 180 Grad und besonders bevorzugt um mindestens 360 Grad drehbar ist.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, wobei der Schneidkopf (10) in Bezug auf die Drehachse (24) um einen Winkel (a) geneigt angeordnet ist, der während des Schneidens entlang einer geraden Trennlinie beibehalten wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, wobei die Zufuhr von Abrasivmaterial zum Schneidkopf (10) über einen Einlass (la) und einen relativ dazu drehbaren Auslass (1b) erfolgt.
23. Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstücks, bei welchem eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, eine Maschine nach Anspruch 15 und/oder ein Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22 eingesetzt wird.

Fig. 1

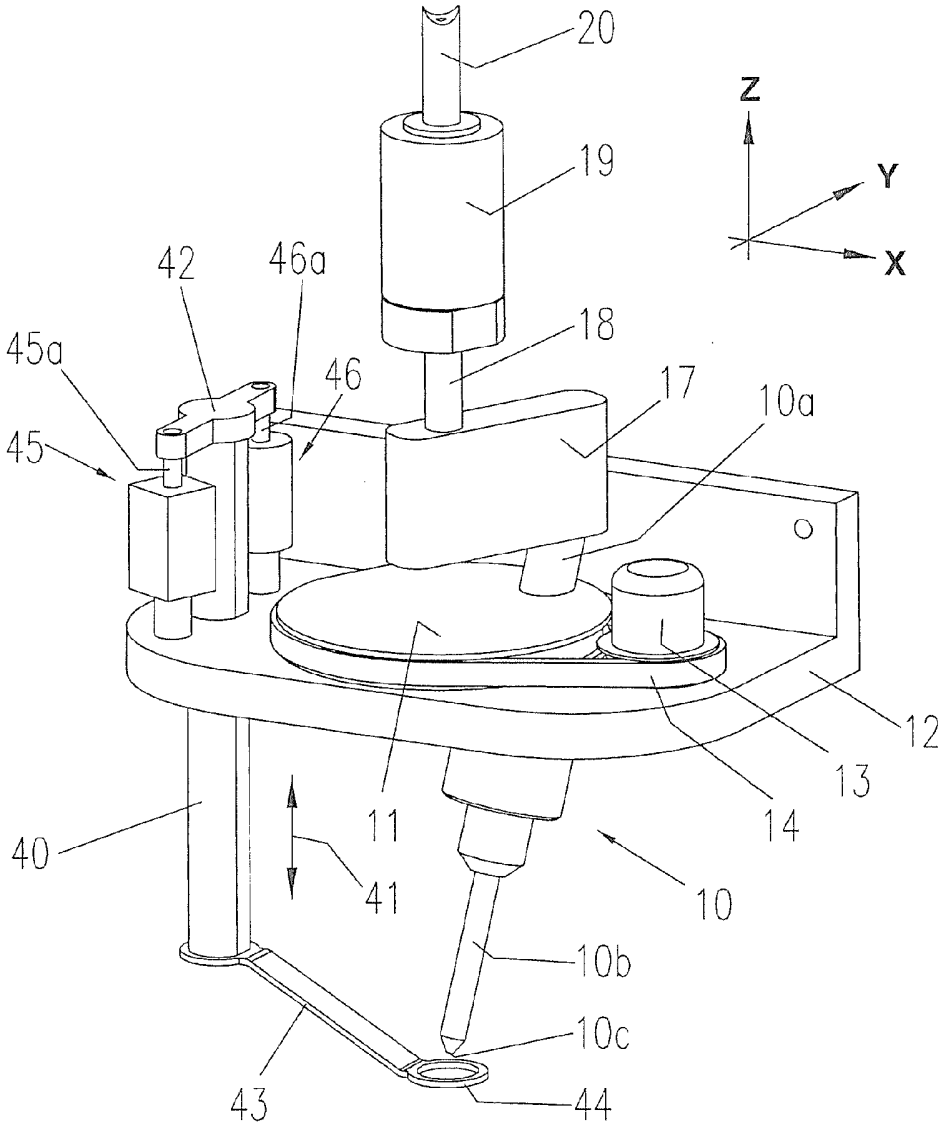

20
19
Z
Y
X
42
46a
18
45a
46
17
10a
45
12
13
14
11
40
41
10
10b
10c
43
44

Fig. 2

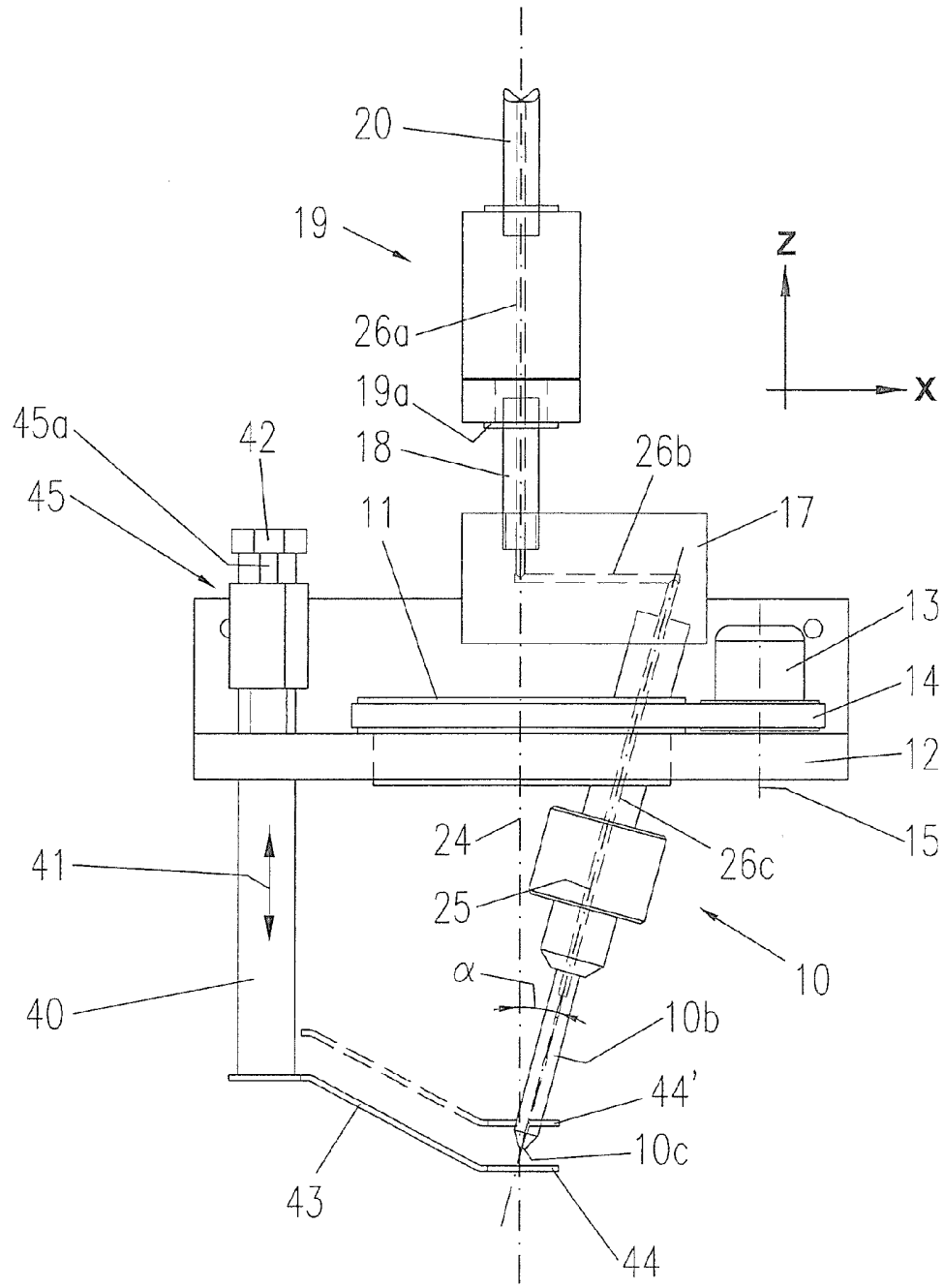

20
19
26a
19a
18
45a
42
45
11
26b
17
13
14
12
15
24
26c
25
41
40
α
10
10b
44'
10c
43
44
Z
X

Fig. 3

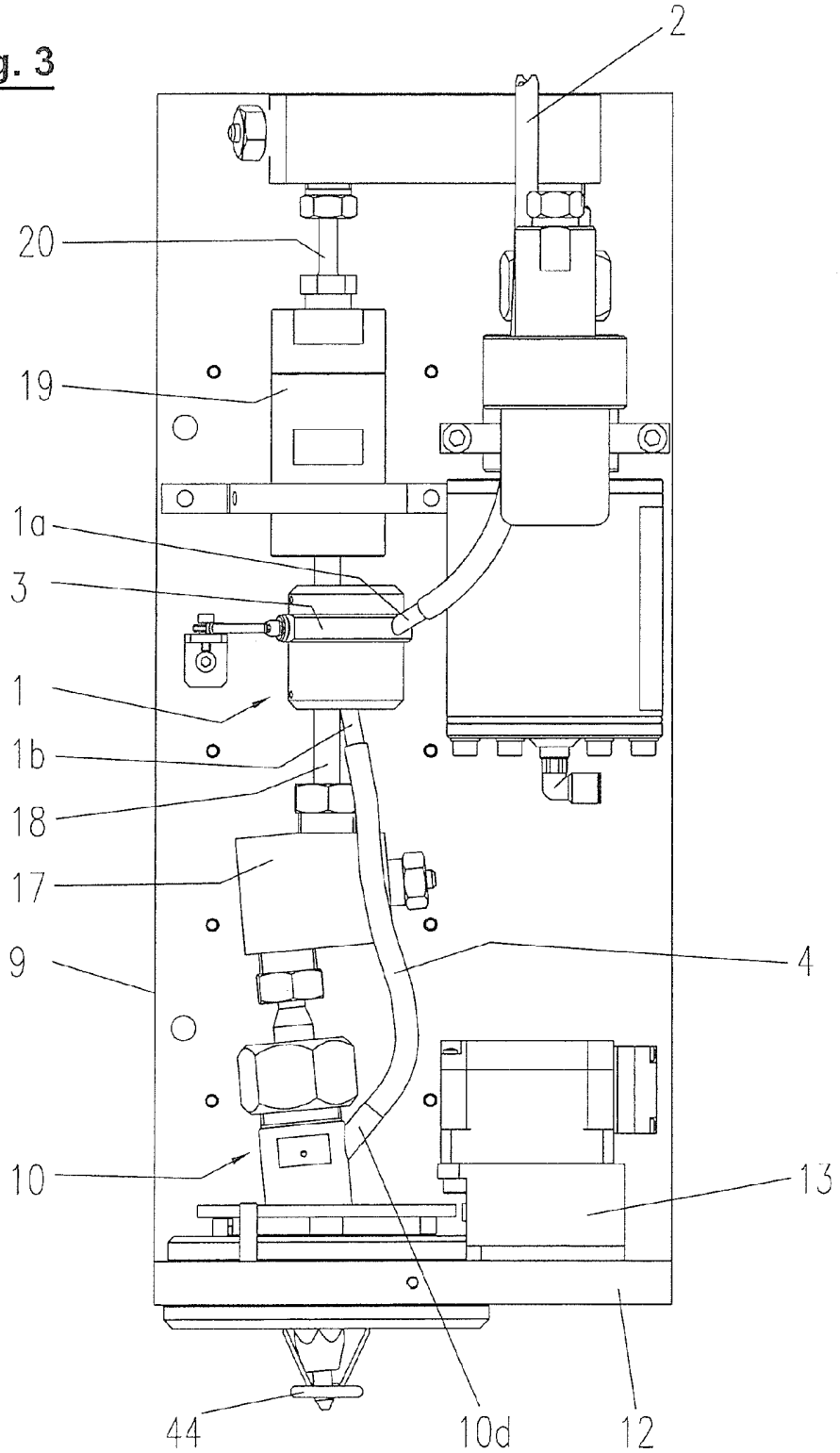


Fig. 4

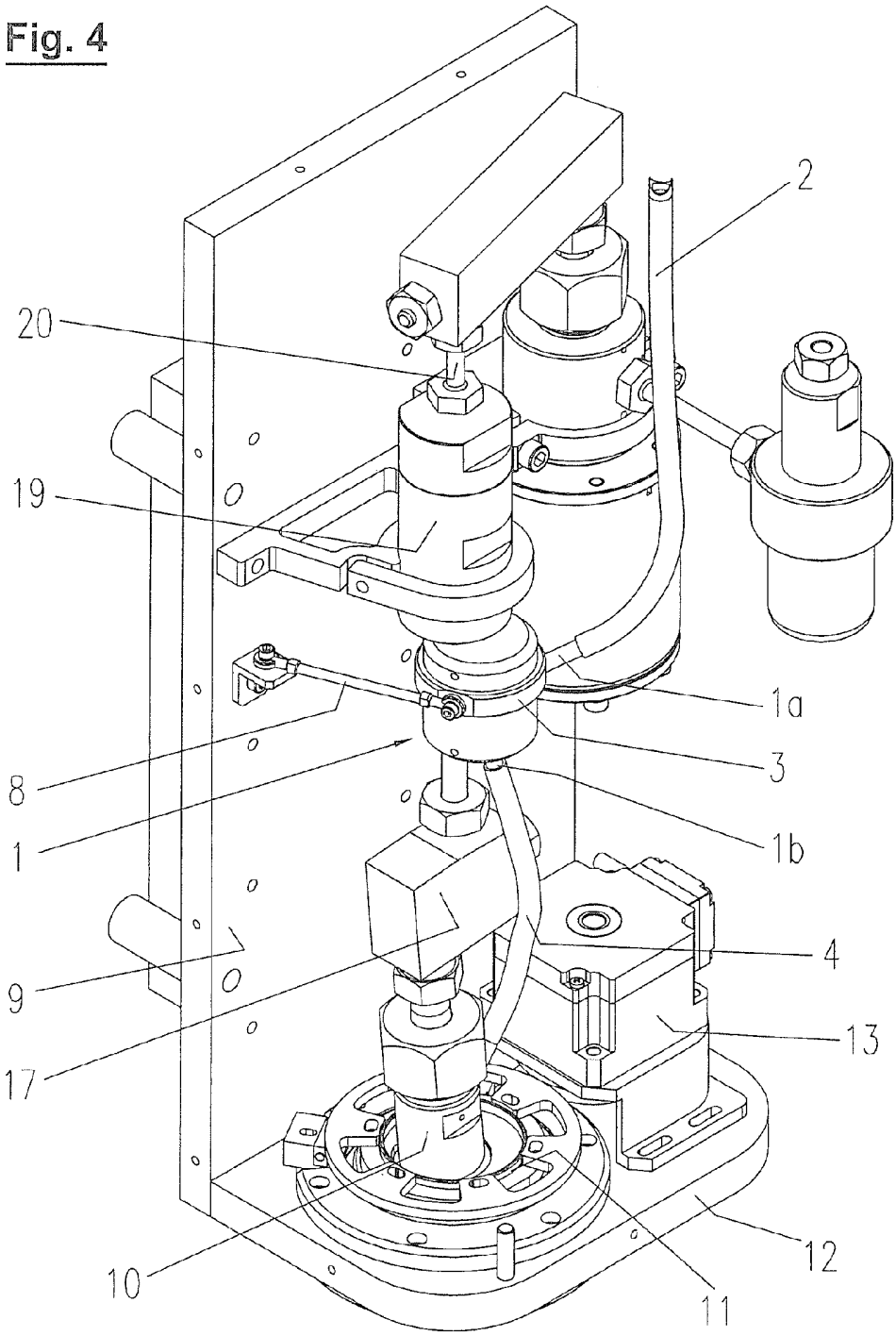


Fig. 5

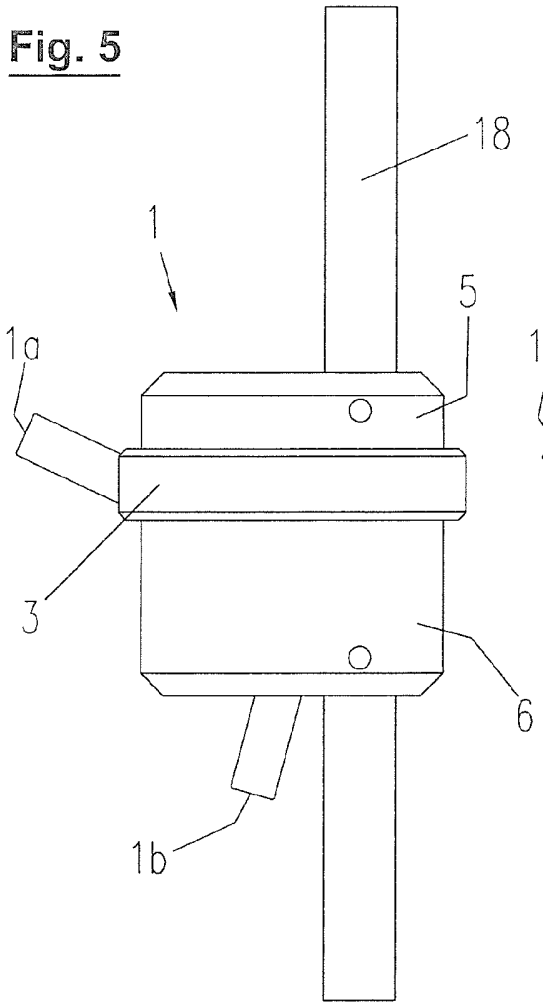
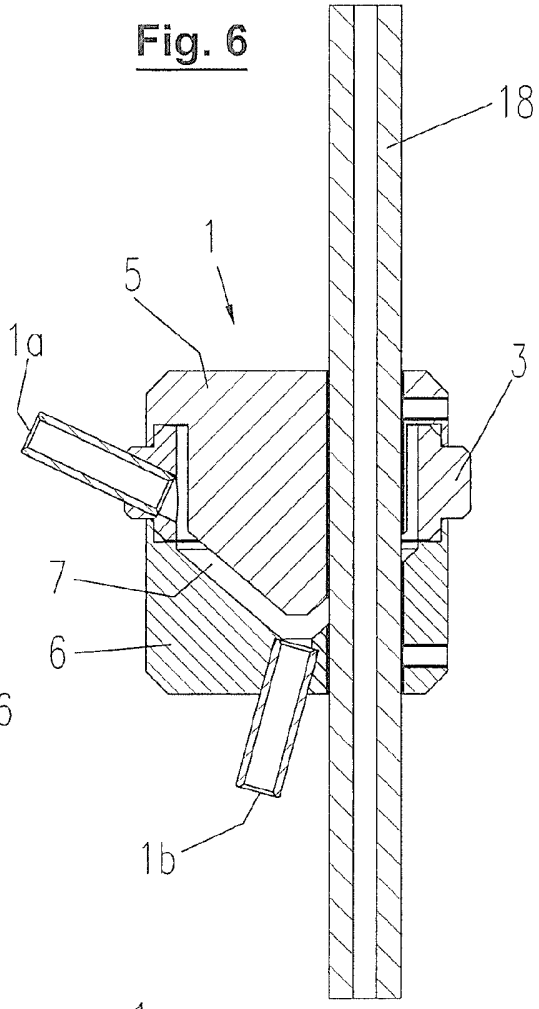


Fig. 6



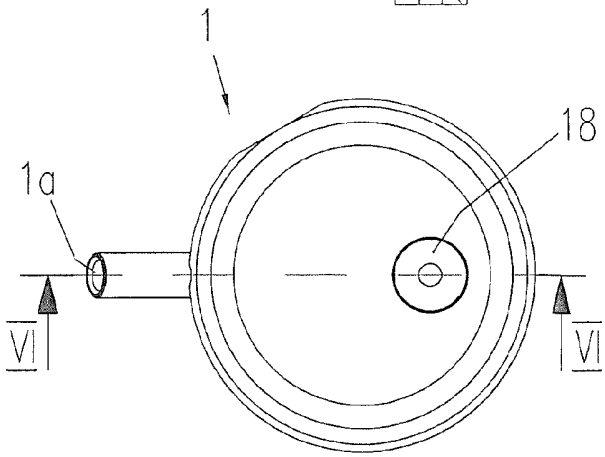


Fig. 7

Fig. 8

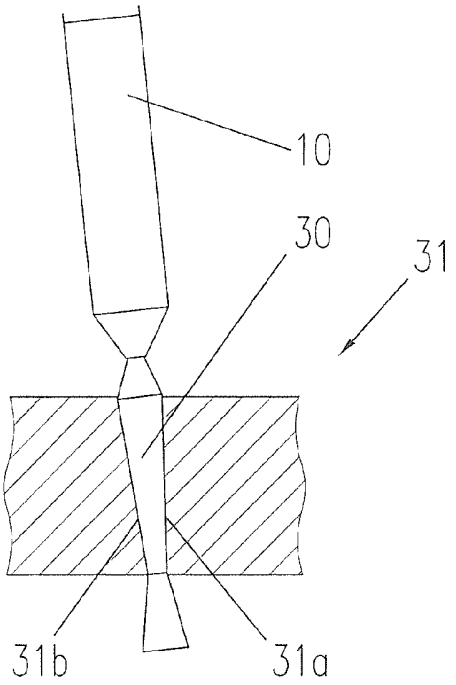


Fig. 9a

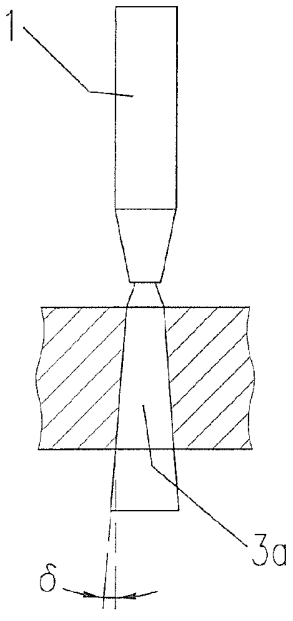


Fig. 9b

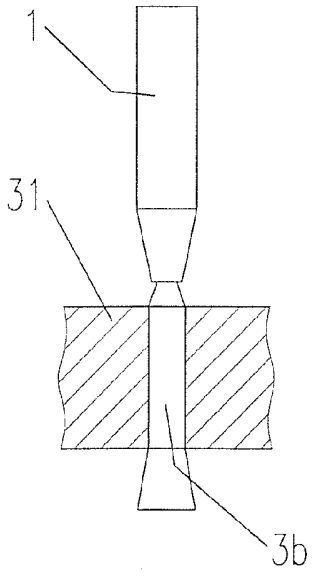
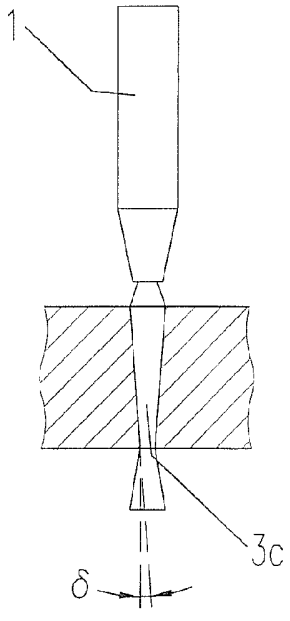


Fig. 9c



VERTRAG UBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
Nationales Aktenzeichen **0520/2009**	Anmeldedatum **31-03-2009**
Anmeldeland **CH**	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name) **Bystronic AG**	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art **06-10-2009**	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat **SN 52133**
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC **B24C1/04** **B24C3/04**	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC. 8	**B24C**
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 5202009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B24C1/04 B24C3/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B24C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
	Endgültiger Recherchenbericht nach mangelnder Einheitlichkeit. Alle Ansprüche wurden recherchiert.	
X Y	EP 0 317 296 A (FLOW IND INC [US]) 24. Mai 1989 (1989-05-24) Spalte 6, Zeile 25 - Spalte 8, Zeile 64 Spalte 10, Zeile 5 - Spalte 11, Zeile 9	1-8,15, 16,20-23 9,17-19
X Y	EP 1 213 106 A (SHEPPERD JOHN D [US]; SHEPPERD JOHN K [US]) 12. Juni 2002 (2002-06-12)	1,3,6,7, 16,20, 21,23 9,17-19
X Y	WO 2008/128303 A (TECHNI WATERJET PTY LTD [AU]; REUKERS DARREN J [AU]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Abbildungen 3a-6	1-9,15, 16,20-23 17-19

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Rechercheribericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art	Absendedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
13. Oktober 2009	21 10 09

Name und Postanschrift der Internationalen Rechercheribehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Eder, Raimund

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 5202009

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANZUSEHENDE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US 5 759 086 A (KLINGEL HANS [DE]) 2. Juni 1998 (1998-06-02) das ganze Dokument	1-9,15, 16,20-23 17-19
X Y	EP 1 317 999 A (SCHMALL KARL-HEINZ [DE]) 11. Juni 2003 (2003-06-11) Absatz [0054] Abbildungen 4,5,6A,6B Zusammenfassung	10-15,23 17-19
X Y	US 2003/037650 A1 (KNAUPP MICHAEL [DE] ET AL) 27. Februar 2003 (2003-02-27) Absatz [0032] Abbildung 2	10-13,15 17-19
X Y	US 2006/040590 A1 (SCIULLI FELICE M [US] ET AL) 23. Februar 2006 (2006-02-23) das ganze Dokument	10-13,15 17-19
A	EP 0 849 654 A (ZEISS CARL [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]) 24. Juni 1998 (1998-06-24) Zusammenfassung	14-18

1

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG ERGÄNZUNGSBLATT B

Nummer der Anmeldung
SN 52133
CH 5202009

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9,15(Teil),16,20-22,23(Teil)

Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden mit drehbarem Schneidkopf

welcher auf einem in drei Achsen verschiebbaren Träger angeordnet ist.

---

2. Ansprüche: Ansprüche 10-14,15(Teil),17-19,23(Teil)

Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden mit einem Schneidkopf

und einem Abtaster zum Erfassen des Abstandes zwischen Schneidkopf und Werkstück.

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche: CH 5202009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0317296	A	24-05-1989	JP	2071975 A	12-03-1990
			US	4854091 A	08-08-1989
EP 1213106	A	12-06-2002	US	2002066345 A1	06-06-2002
WO 2008128303	A	30-10-2008	KEINE		
US 5759086	A	02-06-1998	KEINE		
EP 1317999	A	11-06-2003	AT	320889 T	15-04-2006
			US	2003109193 A1	12-06-2003
US 2003037650	A1	27-02-2003	AT	435094 T	15-07-2009
			AU	2002327541 A1	10-03-2003
			CA	2458882 A1	06-03-2003
			DE	60224683 T2	15-01-2009
			EP	1423240 A2	02-06-2004
			EP	1980368 A2	15-10-2008
			JP	2005500180 T	06-01-2005
			JP	2009039857 A	26-02-2009
			MX	PA04001962 A	17-02-2005
			TW	555623 B	01-10-2003
			WO	03018266 A2	06-03-2003
			US	2008110312 A1	15-05-2008
			US	2003037654 A1	27-02-2003
US 2006040590	A1	23-02-2006	CA	2577363 A1	02-03-2006
			EP	1796870 A2	20-06-2007
			JP	2008510969 T	10-04-2008
			US	2007184758 A1	09-08-2007
			US	2007180939 A1	09-08-2007
			US	2007190900 A1	16-08-2007
			US	2007190901 A1	16-08-2007
			WO	2006023813 A2	02-03-2006
EP 0849654	A	24-06-1998	DE	19753303 A1	25-06-1998
			JP	3946843 B2	18-07-2007
			JP	10197235 A	31-07-1998
			US	5966681 A	12-10-1999

Formblatt PCT/ISA/205 (Anhang Patentfamilie) (Januar 2004)