(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juni 2006 (08.06.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/058659 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B26F 3/00 (2006.01) *B05B 3/02* (2006.01)
B24C 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/012595

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. November 2005 (24.11.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 057 658.0
29. November 2004 (29.11.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Abraham-Lincoln-Strasse 21, 65189 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **DANZER, Wolfgang** [DE/DE]; Hochgernstrasse 24, 84405 Dorfen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT**; Abraham-Lincoln-Strasse 21, 65189 Wiesbaden (DE).

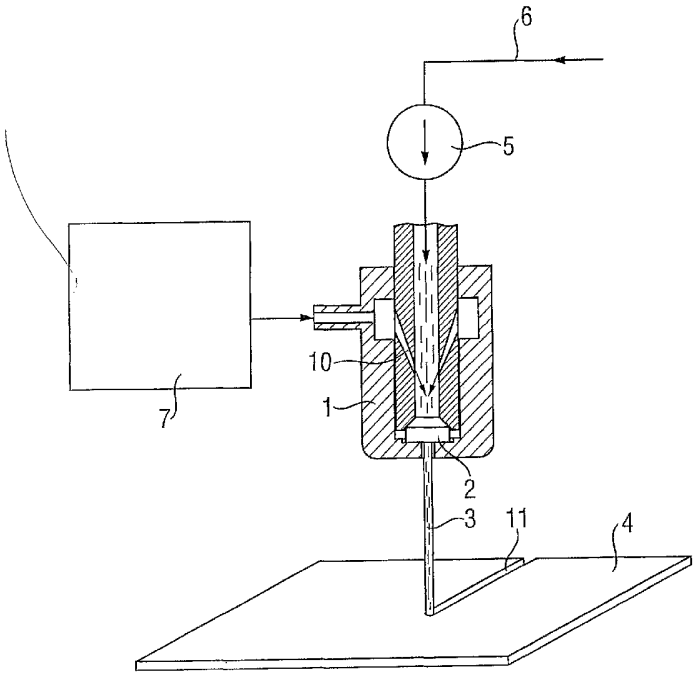
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR WATER-JET MACHINING

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR WASSERSTRAHLBEARBEITUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a method and a device for water-jet machining, in which gas is added to the water that is used, thus producing a more intense abrasive action.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Wasserstrahischneiden mit einem Gaszusatz zu dem verwendeten Wasser. Dadurch wird eine verstärkte abrasive Wirkung erzeugt.

WO 2006/058659 A1

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Wasserstrahlbearbeitung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Wasserstrahlbearbeitung von Werkstücken.

Insbesondere unter dem eingeführten Begriff des "Wasserstrahlschneidens" sind Verfahren und Vorrichtungen zur Bearbeitung von Werkstücken mit Wasserstrahlen unter Hochdruck allgemein bekannt. Besondere Bedeutung haben sie beim Schneiden flacher Werkstücke, etwa von Kunststoff- oder Blechbahnen. Ein unter hohem Druck erzeugter Wasserstrahl trifft mit entsprechend hoher Geschwindigkeit auf eine Oberfläche des Werkstücks und hat dort eine abrasive Wirkung, trägt also Material ab. Durch relativ fein fokussierte Wasserstrahlen können angenäherte Linien etwa durch Metallbleche geschnitten werden und durch entsprechende Führung des Wasserstrahls mit geringem Aufwand auch komplizierte Formen ausgeschnitten werden. Das Verfahren ist als relativ preisgünstig und universell hinsichtlich der zu schneidenden Materialien bekannt, hat jedoch im Hinblick auf die Arbeitsgeschwindigkeit und die möglichen Materialstärken Grenzen.

Es ist ferner bekannt, beim Wasserstrahlschneiden dem Wasserstrahl feste Partikel zuzusetzen, um die abrasive Wirkung zu verstärken. Neben dem damit entstehenden zusätzlichen apparativen Aufwand und dem Materialverbrauch kann diese Vorgehensweise auch bei der Entsorgung der anfallenden Rückstände Nachteile haben, also zu Umweltschädigungen und Entsorgungskosten führen. Trotz der in vielen Fällen verbesserten Leistungsfähigkeit wird vor allem der grundsätzliche ökonomische Vorteil der Technik des Wasserstrahlschneidens zu einem Teil wieder aufgehoben.

Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit der eine Wasserstrahlbearbeitung in ökonomischer und effektiver Weise ermöglicht wird.

Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zur Wasserstrahlbearbeitung eines Werkstücks, bei dem Wasser als Wasserstrahl unter Druck auf das Werkstück

gerichtet wird und das Werkstück dadurch abrasiv bearbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Wasser ein Gas zugesetzt wird und beim Auftreffen des Wasserstrahls auf das Werkstück durch Gasbläschen eine verstärkte Abrasion auftritt, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einer Wasserstrahldüse zur Erzeugung des Wasserstrahls, einer Hochdruckpumpe zur Erzeugung des Drucks für den Wasserstrahl und einer Wasserleitung zur Versorgung der Hochdruckpumpe mit Wasser, gekennzeichnet durch eine Gaszufuhreinrichtung zum Zuführen des Gases zu dem Wasser stromaufwärts von dem Austritt des Wasserstrahls aus der Vorrichtung.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden im Folgenden erläutert. Die einzelnen Merkmale der Erfindung beziehen sich dabei sowohl auf die Verfahrenskategorie als auch auf die Vorrichtungskategorie, ohne dass hierzwischen im Einzelnen explizit unterschieden wird.

Die Grundidee der Erfindung besteht darin, durch einen Gaszusatz zu dem verwendeten Wasser eine Verstärkung der abrasiven Wirkung zu erzeugen. Beim Auftreffen des Wassers auf die Werkstückoberfläche unter hoher Geschwindigkeit haben Gasbläschen in Folge heftiger Druckänderungen eine erstaunlich starke abrasive Wirkung, die im Prinzip von den Kavitationsschäden etwa an Turbinenschaufeln bekannt ist.

Um solche Gasbläschen zu erzeugen, kann das verwendete Wasser gelöstes Gas in sich tragen, das beim Austreten des Wasserstrahls aus der Düse und/oder beim Auftreffen des Wasserstrahls auf die Werkstückoberfläche zu Gasbläschen führt, wobei man vor allem im letzteren Fall von einem Kavitationseffekt im engeren Sinn sprechen kann. Aber auch dann, wenn die Gasbläschen zumindest zum Teil bereits in dem Wasserstrahl vorhanden sind, bevor dieser auf die Werkstückoberfläche auftrifft, sind entsprechende Effekte zu erwarten. Darüber hinaus kann der Gaszusatz auch in solcher Weise erfolgen, dass das Gas nicht oder nicht vollständig in dem Wasser gelöst ist, also in Gasform mit dem Wasserstrahl mitgerissen wird. Insbesondere können Situationen auftreten, in denen alle drei Möglichkeiten gleichzeitig vorliegen, also ein Teil des Gases ungelöst mitgerissen wird, ein Teil des Gases beim Austritt aus der Düse aus der Lösung bereits in die Gasphase übergeht und ein weiterer Teil des

Gases beim Auftreffen des Wasserstrahles auf die Werkstückoberfläche in die Gasform übergeht.

In jedem Fall bietet der Zusatz eines Gases eine preisgünstige, verfahrenstechnisch einfache und hinsichtlich der Rückstände besonders unproblematische Form einer Verbesserung der Abrasionswirkung eines Wasserstrahls. Dies gilt besonders, wenn ein preisgünstiges und umweltunschädliches Gas verwendet wird, das nach seiner Verwendung nicht wiedergewonnen oder gesammelt werden muss. Ein bevorzugtes Beispiel im Rahmen dieser Erfindung ist CO_2, das sich leicht in Wasser lösen lässt und zu geringen Kosten zur Verfügung steht. CO_2 ist ohnehin ein Bestandteil der natürlichen Atmosphäre und daher umweltunschädlich. Es kann im Rahmen der Erfindung natürlich auch in Mischungen mit anderen Gasen verwendet werden, um bestimmte Wirkungen zu erzeugen.

Vorzugsweise wird das Gas stromabwärts von einer Hochdruckpumpe zugesetzt, mit der der für den Wasserstrahl notwendige Druck erzeugt wird. Es wird vorzugsweise eine Stelle mit relativ niedrigem Druck verwendet. Bei einer Gaszuführung stromaufwärts von der Hochdruckpumpe bestünde evtl. die Gefahr von Kavitationsschäden an der Pumpe und wären wegen des geringeren Druckes geringere Gasmengen lösbar. Würde man größere Gasmengen zusetzen, also einen Teil des Gases in der Gasphase belassen, wäre u. U. die Wirkung der Pumpe beeinträchtigt.

Bevorzugt ist eine Gaszuführung nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe, also an einer Stelle mit an einer Öffnung im Wesentlichen parallel zu der Öffnungsfläche vorbeiströmendem Wasser. Dabei kann zum einen ohne wesentlichen Überdruck des Gases eine effektive Zuführung in das Wasser gewährleistet werden. Zum anderen kann das Gas in dieser Form auch in einen Hochdruckbereich des Systems zugeführt werden, weil die Strömung eine Druckkompensation durch die Öffnung unterbindet. Vorzugsweise ist die das Gas zuführende Leitung im Bereich der Öffnung in solcher Weise schräg angeordnet, dass die Gasströmung mit der Wasserströmung einen spitzen Winkel bildet.

Wenngleich der Vorteil der Erfindung gerade daran liegen kann, den Zusatz "fester Abrasionsmittel" zu vermeiden, ist nicht ausgeschlossen, beide Möglichkeiten zu

kombinieren, also neben dem Gaszusatz zusätzlich feste Abrasionsmittel zu verwenden. Vorzugsweise wird im Rahmen dieser Erfindung jedoch darauf verzichtet, um die bereits geschilderten Vorteile gegenüber den bekannten Verfahren mit festen Abrasionsmitteln möglichst auszuschöpfen.

Neben dem klassischen Wasserstrahlschneiden, insbesondere von Metallblechen, etwa aus einer Leichtmetalllegierung, kommen im Rahmen der Erfindung auch Reinigungsverfahren in Betracht. Daher wurde hier der Begriff der Wasserstrahlbearbeitung verwendet, der sich eben nicht nur auf Trennverfahren beziehen soll, sondern Bearbeitungen verschiedener Formen umfassen soll. Unter anderem können oberflächliche Schichten, etwa Lackreste, mit einem erfindungsgemäßen Verfahren besonders effektiv abgetragen werden. Neben dem Schneiden und der Reinigung sind natürlich auch andere Werkstückbearbeitungen mit Wasserstrahl möglich, etwa die Profilierung oder Aufrauung von Oberflächen und dergleichen.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel für die Erfindung näher beschrieben, wobei die einzelnen Merkmale des Ausführungsbeispiels auch in anderen Kombinationen der Erfindung wesentlich sein können.

Figur 1 zeigt schematisch eine Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden gemäß dieser Erfindung.

Figur 2 zeigt zum Vergleich eine konventionelle Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden mit festem Abrasivmittelzusatz.

Figur 3 zeigt im Vergleich Schnittversuche mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und einer konventionellen Wasserstrahlschneidevorrichtung anhand von Fotografien der Spuren an Werkstücken.

In Figur 1 ist stark schematisch und teilweise im Schnitt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden dargestellt. Diese weist eine Druckwasserleitung 1 mit einer Wasseraustrittsdüse 2 auf, durch die ein fokussierter Wasserstrahl 3 mit hoher Geschwindigkeit austritt und auf ein Werkstück 4 trifft.

Die Druckwasserleitung 1 wird über eine Hochdruckpumpe 5 mit Wasser versorgt, die über eine Wasserversorgungsleitung 6 an ein Wassernetz angeschlossen ist. Mit einer

Gaszuführvorrichtung 7 wird CO_2 in einer knapp der Löslichkeitsgrenze bei dem für die Wasserstrahlschneidevorrichtung verwendeten Wasserdruck entsprechenden Menge zugesetzt. Der Wasserdruck kann beispielsweise im Bereich von 1000 bar liegen. Dies geschieht in hier nicht eigens eingezeichneter Weise nach dem Prinzip einer Wasserstrahlpumpe durch eine in spitzem Winkel zu der Wasserströmung verlaufende Gasleitung 10, die auf eine parallel zu der Wasserströmung liegende Öffnung trifft. Die Gasströmung soll also weitgehend parallel zur Wasserströmung verlaufen und nur in einem relativ geringen Winkel dazu angestellt sein.

Das CO2 löst sich gut in dem Wasser auf, so dass bei diesem Ausführungsbeispiel ein reiner Flüssigkeitsstrahl die Düse 2 erreicht.

Infolge des Druckabfalls beim Austreten des Wasserstrahls aus der Düse 2 kann dort bereits ein gewisser Teil des CO2 in die Gasphase übergehen. Dies hängt auch von der Geschwindigkeit des Wassers ab. Für einen wesentlichen Teil des Rests gilt dies erst beim Auftreffen des Wasserstrahls 3 auf die Oberfläche des Werkstücks 4, so dass es dort durch die bereits in dem Wasserstrahl 3 enthaltenen und die durch Kavitation entstehenden Gasbläschen zu einer deutlich verstärkten abrasiven Wirkung kommt. Ein gewisser Gasanteil in dem Wasserstrahl nach dem Austreten aus der Düse 2 stört die Erfindung nicht unbedingt.

Im Vergleich zu Figur 1 zeigt Figur 2 eine konventionelle Vorrichtung vergleichbarer Bauart. Hier fehlt die Gaszuführeinrichtung 7. Die Hochdruckpumpe 5 und die Wasserzuführleitung 6 sind weggelassen. Im Unterschied zu Figur 1 schließt sich an die Düse 2 in dem Hochdruckrohr 1 eine Mischkammer 8 mit einer seitlichen Abrasivmittelzuführleitung 9 an. Durch diese Zuführleitung 9 wird ein partikelförmiges Abrasivmittel, beispielsweise ein Carbid, zugesetzt, das in der Mischkammer mit dem Wasserstrahl vermischt wird. Nach Auftreffen des Wasserstrahls auf das hier nicht dargestellte Werkstück 4 fallen neben dem Abtrag von dem Werkstück 4 erhebliche Mengen des Abrasivmittels an. In vielen Fällen ist es erforderlich, diese gemischten Rückstände als Sondermüll relativ kostenaufwendig zu entsorgen.

Figur 3 zeigt die Ergebnisse von Versuchen. Die rechte Spalte zeigt dabei von oben nach unten eine Schnittfuge 11, d. h. eine Querschnittsaufnahme, eine Draufsicht auf die Oberseite und eine Unteransicht der Unterseite eines mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Figur 1 bearbeiteten Blechs. Das Blech bestand aus AlMgSi mit 3 mm Stärke. Der Druck in dem Hochdruckrohr 1 lag in diesem Fall bei 360 mPa. Das Werkstück wurde mit einem Vorschub von 30 mm/min bewegt.

Im Vergleich dazu zeigt die linke Spalte entsprechende Aufnahmen von oben nach unten, jedoch ohne CO2-Zusatz. Man erkennt, dass bei der konventionellen Vorgehensweise links oben nur eine nicht einmal die Hälfte des Leichtmetallblechs durchdringende Schnittfuge erzielt wurde, wohingegen rechts oben ein vollständig durchtrenntes Blech zu sehen ist. Dementsprechend zeigt die Oberseite, mittlere Zeile, links nur eine etwas verbreiterte Erosionsspur, während die rechte Seite mit der dunklen Linie das Durchtreten des Wasserstrahls auf der Unterseite zeigt. Bei dem Versuch mit konventionellen Wasserstrahlschneiden ist der Wasserstrahl nur punktuell durch das Blech hindurchgedrungen. Dies zeigt sich auch in der untersten Zeile, die links unten einen auf ein relativ kurzes Bahnstück begrenzten Durchtritt durch das Blech zeigt, wohingegen rechts unten eine vergleichsweise sauber geführte Trennlinie zu erkennen ist.

Damit bietet die Erfindung eine Leistungssteigerung des konventionellen Wasserstrahlschneideverfahrens ohne gleichzeitige Entsorgungsprobleme und bei vergleichsweise geringen Mehrkosten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wasserstrahlbearbeitung eines Werkstücks (4), bei dem Wasser als Wasserstrahl (3) unter Druck auf das Werkstück (4) gerichtet wird und das Werkstück (4) dadurch abrasiv bearbeitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Wasser ein Gas zugesetzt wird und beim Auftreffen des Wasserstrahls (3) auf das Werkstück (4) durch Gasbläschen eine verstärkte Abrasion auftritt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Gas vollständig in dem Wasser gelöst wird und die Gasbläschen durch Kavitation auftreten.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Gas zumindest teilweise ungelöst ist und als Gasbläschen dem Wasserstrahl (3) beigemengt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Gas dem Wasser stromabwärts von einer Hochdruckpumpe (5) zur Erzeugung des Drucks des Wasserstrahls (3) zugesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Gas dem Wasser nach dem Prinzip einer Wasserstrahlpumpe zugesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Gas CO_2 enthält, vorzugsweise CO_2 ist.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Wasserstrahl (3) keine festen Abrasionszusätze enthält.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Wasserstrahlschneiden flacher Werkstücke (4), insbesondere von Metallblechen.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Reinigen, insbesondere Entlacken, von Werkstücken (4).

10. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche mit
einer Wasserstrahldüse (2) zur Erzeugung des Wasserstrahls (3),
einer Hochdruckpumpe (5) zur Erzeugung des Drucks für den Wasserstrahl (3) und
einer Wasserleitung (6) zur Versorgung der Hochdruckpumpe (5) mit Wasser,
gekennzeichnet durch eine Gaszuführeinrichtung zum Zuführen des Gases zu dem Wasser stromaufwärts von dem Austritt des Wasserstrahls (3) aus der Vorrichtung.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Gaszufuhreinrichtung (7) zwischen der Düse und der Hochdruckpumpe (5) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei der die Gaszuführeinrichtung eine Wasserstrahlpumpe aufweist.

Fig. 2

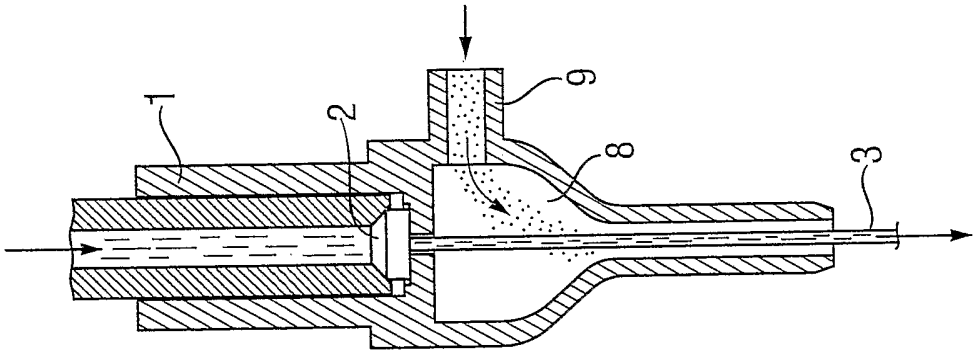
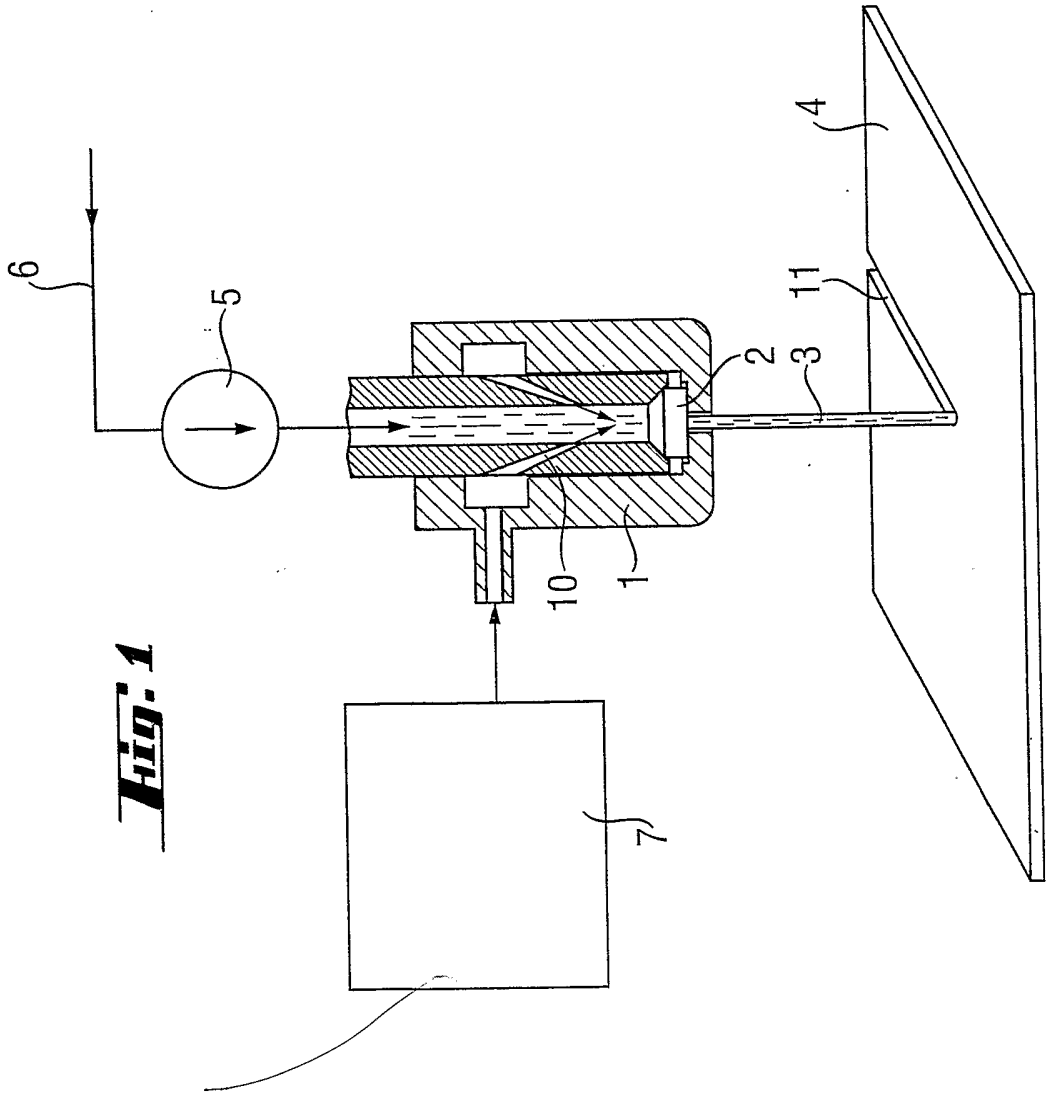


Fig. 1



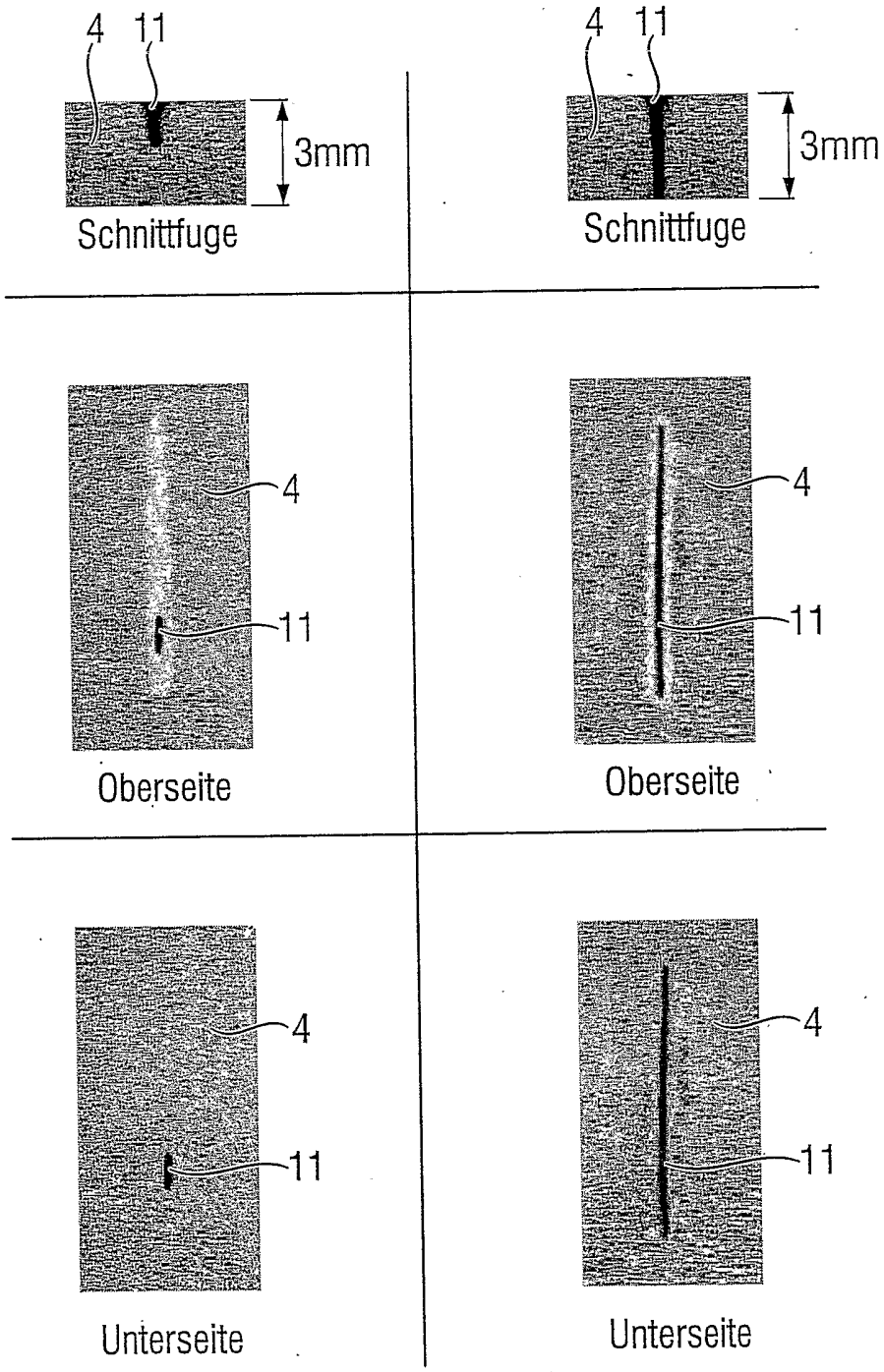

4
11
3mm
Schnittfuge
4
11
3mm
Schnittfuge
4
11
Oberseite
4
11
Oberseite
4
11
Unterseite
4
11
Unterseite

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/012595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B26F3/00 B24C5/02 B05B3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B26F B24C B05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 01, 31 January 1997 (1997-01-31) -& JP 08 229435 A (KUROYANAGI YASUO), 10 September 1996 (1996-09-10) abstract -& DATABASE WPI Section Ch, Week 199646 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class D25, AN 1996-459684 XP002370943 & JP 08 229435 A (KUROYANAGI YASUO) 10 September 1996 (1996-09-10) abstract ----- -/--	1,6,7,9, 10

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
7 March 2006	03/04/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Eder, R

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	RU 2 155 105 C1 (KHARLAMOV ANATOLIJ IVANOVICH) 27 August 2000 (2000-08-27) abstract figure 1	1,4-7, 9-12
X	DE 24 07 632 A1 (THE BRITISH HYDROMECHANICS RESEARCH ASSOCIATION,CRANFIELD) 5 September 1974 (1974-09-05) page 1, paragraph 1 - page 2, paragraph 2 page 3, paragraph 1 - page 4, paragraph 2 page 6, paragraph 1 - page 8, paragraph 1 claims 1,12-18,20 figures 3-6	1-4,6,7, 10,11
X	US 2004/043704 A1 (SABERTON MARK) 4 March 2004 (2004-03-04) paragraphs [0012], [0027], [0028] figure 6	1,3-5,8, 10-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2005/012595

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08229435 A	10-09-1996	NONE	
RU 2155105 C1	27-08-2000	NONE	
DE 2407632 A1	05-09-1974	ZA 7401042 A	29-01-1975
US 2004043704 A1	04-03-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/012595

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B26F3/00 B24C5/02 B05B3/02

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B26F B24C B05B

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, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 01, 31. Januar 1997 (1997-01-31) -& JP 08 229435 A (KUROYANAGI YASUO), 10. September 1996 (1996-09-10) Zusammenfassung -& DATABASE WPI Section Ch, Week 199646 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class D25, AN 1996-459684 XP002370943 & JP 08 229435 A (KUROYANAGI YASUO) 10. September 1996 (1996-09-10) Zusammenfassung ----- -/--	1,6,7,9, 10

[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 internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht 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 internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen 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 Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. März 2006	03/04/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Eder, R

2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/012595

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	RU 2 155 105 C1 (KHARLAMOV ANATOLIJ IVANOVICH) 27. August 2000 (2000-08-27) Zusammenfassung Abbildung 1	1,4-7, 9-12
X	DE 24 07 632 A1 (THE BRITISH HYDROMECHANICS RESEARCH ASSOCIATION,CRANFIELD) 5. September 1974 (1974-09-05) Seite 1, Absatz 1 - Seite 2, Absatz 2 Seite 3, Absatz 1 - Seite 4, Absatz 2 Seite 6, Absatz 1 - Seite 8, Absatz 1 Ansprüche 1,12-18,20 Abbildungen 3-6	1-4,6,7, 10,11
X	US 2004/043704 A1 (SABERTON MARK) 4. März 2004 (2004-03-04) Absätze [0012], [0027], [0028] Abbildung 6	1,3-5,8, 10-12

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentl[illegible]n, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/012595

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 08229435	A	10-09-1996	KEINE		
RU 2155105	C1	27-08-2000	KEINE		
DE 2407632	A1	05-09-1974	ZA	7401042 A	29-01-1975
US 2004043704	A1	04-03-2004	KEINE		