

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

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
4. Mai 2017 (04.05.2017)



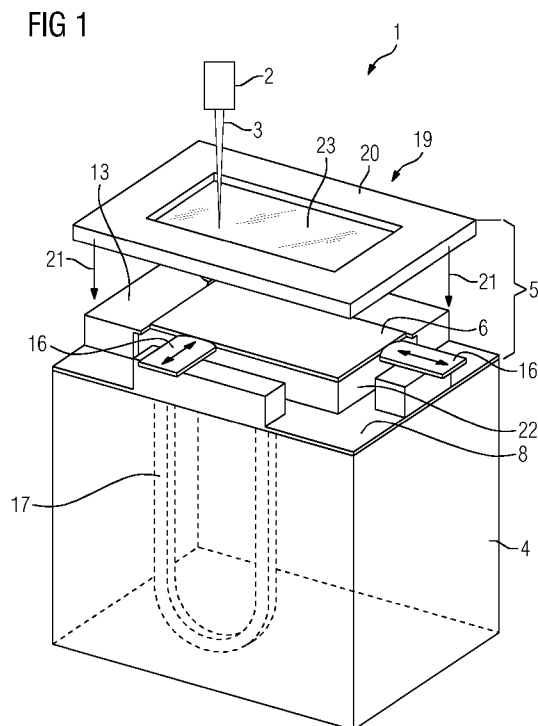
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/071870 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*B26F 3/00* (2006.01) *B26D 7/20* (2006.01)  
*B24C 1/04* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/071676
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
14. September 2016 (14.09.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2015 221 273.4  
30. Oktober 2015 (30.10.2015) DE
- (71) **Anmelder:** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) **Erfinder:** SAMMLER, Christoph; Oybinweg 3, 12621  
Berlin (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** WATER-JET CUTTING METHOD, WATER-JET CUTTING MACHINE, AND WORKPIECE HOLDER

(54) **Bezeichnung :** WASSERSTRAHLSCHNEIDVERFAHREN, WASSERSTRAHLSCHNEIDMASCHINE UND WERKSTÜCKAUFNAHME



(57) **Abstract:** The invention relates to a water-jet cutting method, in which a workpiece (6) is cut on a water-jet cutting machine (1) by using a water jet (3), which can contain abrasive particles, characterized in that, during the cutting machining, the workpiece (6) to be cut is held on at least two holding surfaces (10), which are arranged on opposite sides of a passage opening (9) defining a predetermined cutting machining area. The invention further relates to a workpiece holder (5) for a water-jet cutting machine (1) and to a water-jet cutting machine (1) having such a workpiece holder (5).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Wasserstrahlschneidverfahren, bei dem ein Werkstück (6) auf einer Wasserstrahlschneidmaschine (1) unter Verwendung eines Wasserstrahls (3), der abrasive Partikel enthalten wird, geschnitten wird, dadurch gekennzeichnet, dass das zu schneidende Werkstück (6) während der Schneidbearbeitung an zumindest zwei Aufnahme­flächen (10) aufgenommen ist, die an gegenüberliegenden Seiten einer einen vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereich definierende Durchgangsöffnung (9) angeordnet sind. Ferner betrifft die Erfindung eine Werkstückaufnahme (5) für eine Wasserstrahlschneidmaschine (1) sowie eine Wasserstrahlschneidmaschine (1) mit einer solchen Werkstückaufnahme (5).

WO 2017/071870 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz*  
TG). *3)*

Wasserstrahlschneidverfahren, Wasserstrahlschneidmaschine und  
Werkstückaufnahme

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wasserstrahlschneid-  
verfahren, bei dem ein Werkstück auf einer Wasserstrahl-  
schneidmaschine unter Verwendung eines Wasserstrahls, der  
wahlweise abrasive Partikel enthalten kann, geschnitten  
wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Werkstückaufnahme  
10 für eine Wasserstrahlschneidmaschine sowie eine Wasserstrahl-  
schneidmaschine mit einer solchen Werkstückaufnahme.

Beim Wasserstrahlschneiden handelt es sich um ein Trennver-  
fahren mit geometrisch unbestimmter Schneide, bei dem das  
15 Werkstück unter Verwendung eines gebündelten Wasserstrahls  
geringen Durchmessers mit Drücken von bis zu 6000 bar und  
Austrittsgeschwindigkeiten von bis zu 1000 m/s geschnitten  
wird. Zur Erhöhung der Schneidleistung können dem Wasser-  
strahl abrasive Partikel beigemischt werden, um auch härtere  
20 Materialien trennen zu können. Ein wesentlicher Vorteil des  
Wasserstrahlschneidens besteht darin, dass sich das Werkstück  
während der Bearbeitung kaum erwärmt, weshalb  
Gefügeänderungen des Werkstückmaterials nicht auftreten.

25 Wasserstrahlschneidmaschinen weisen neben der den Wasser-  
strahl formenden Düse normalerweise ein mit Wasser gefülltes  
Strahlfangbecken auf, auf dem als Werkstückaufnahme meist ei-  
ne gitterrostartig ausgebildete Abdeckung angeordnet ist. Zur  
Positionierung und/oder Fixierung des Werkstückes an der Ab-  
30 deckung können Anschläge oder Spanneinrichtungen vorgesehen  
sein, die meist direkt an der Abdeckung befestigt werden.

Ein wesentlicher Nachteil bekannter Wasserstrahlschneidver-  
fahren, die auf herkömmlichen Wasserstrahlschneidmaschinen  
35 durchgeführt werden, besteht darin, dass der das Werkstück  
durchtrennende Wasserstrahl auch in die gitterartig ausgebil-  
dete Abdeckung schneidet, weshalb diese in regelmäßigen Zeit-  
abständen ausgetauscht werden muss, was mit einem entspre-

chenden Aufwand und hohen Kosten einhergeht. Dieser Nachteil kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn im Rahmen einer Serienfertigung die Düse auf immer gleichen Verfahrenswegen bewegt wird. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass es beim Auftreffen des Wasserstrahls auf die Abdeckung zu Rückstrahleffekten kommt, wodurch die auf der Abdeckung aufliegende Oberfläche des Werkstückes beschädigt werden kann. Beim Schneiden faserverstärkter Werkstoffe kommt des Weiteren der Nachteil zum Tragen, dass diese beim Auftreffen des Wasserstrahls zur Delamination neigen, was einen hohen Ausschussanteil zur Folge haben kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn die faserverstärkten Werkstoffe sehr filigrane Strukturen und eine geringe Fasereinbettungslänge aufweisen. Ferner wird es als nachteilig angesehen, dass sich klassische Wasserstrahlschneidmaschinen mangels einer hinreichend reproduzierbaren Werkstückpositionierung nur bedingt in komplexe Fertigungsprozessketten einbinden lassen, insbesondere bei der Bearbeitung kleiner bereits vorhandener Werkstückgeometrien in Form gefräster Nuten oder dergleichen.

20  
Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Wasserstrahlschneidverfahren, eine Werkstückaufnahme für eine Wasserstrahlschneidmaschine sowie eine Wasserstrahlschneidmaschine mit einer solchen Werkstückaufnahme zu schaffen, welche die zuvor beschriebenen Nachteile zumindest teilweise beheben.

Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ein Wasserstrahlschneidverfahren der eingangs genannten Art, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das zu schneidende Werkstück während der Schneidbearbeitung an zumindest zwei Aufnahmeflächen aufgenommen ist, die an gegenüberliegenden Seiten einer einen vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereich definierende Durchgangsöffnung angeordnet sind. Erfindungsgemäß ist das zu schneidende Werkstück somit nicht auf eine gitterrostartig ausgebildete Abdeckung aufgelegt sondern an zumindest zwei einander gegenüberliegenden Aufnahmeflächen aufgenommen, zwischen denen der Schneidbearbeitungsbereich defi-

niert ist. Entsprechend können die Auflageflächen während der Werkstückbearbeitung nicht beschädigt werden, soweit die Bearbeitung innerhalb des vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereiches durchgeführt wird.

5

Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Wasserstrahlschneidverfahrens wird das Werkstück vor der Schneidbearbeitung in einer vorbestimmten Position positioniert und in dieser Position gespannt, wobei die Positionierung des Werk-

10

stücks insbesondere bezogen auf ein Koordinatensystem der Wasserstrahlschneidmaschine erfolgt. Ein Positionieren und Spannen des Werkstückes hat den Vorteil, dass sich dieses während der Schneidbearbeitung nicht bewegen kann, wodurch eine hohe Präzision bei der Schneidbearbeitung erzielt wird.

15

Die Positionierung des Werkstücks bezogen auf ein Koordinatensystem der Wasserstrahlschneidmaschine ermöglicht eine reproduzierbare Anordnung des Werkstücks relativ zur Wasserstrahlschneidmaschine, weshalb eine Einbindung des Wasserstrahlschneidverfahrens in komplexe Fertigungsprozessketten

20

problemlos möglich ist.

Vorteilhaft ist das zu schneidende Werkstück während der Schneidbearbeitung zumindest zwischen einer unteren Austauschplatte und einer oberen Austauschplatte unter Bildung

25

einer Sandwichanordnung aufgenommen, wobei die Sandwichanordnung in Richtung der Auflageflächen gedrückt wird. Dabei liegt die untere Austauschplatte bevorzugt auf den Aufnahme-

30

flächen auf. Bei einer solchen Sandwichanordnung wird das zu schneidende Werkstück beidseitig von den Austauschplatten bedeckt, wodurch allgemein Beschädigungen der Oberflächen des Werkstücks verhindert werden, insbesondere eine Delamination. Entsprechend wird zum einen der Ausschuss verringert. Zum anderen können auch Werkstücke, die bislang mittels Wasserstrahlschneiden nicht ohne weiteres bearbeitet werden konnten, problemlos geschnitten werden, wie insbesondere faser-

35

verstärkte Werkstoffe, um nur ein Beispiel zu nennen.

Bevorzugt ist die untere Austauschplatte aus einem geschäumten Material hergestellt, insbesondere aus einem geschäumtem, geschlossenzelligen und hydrophoben Kunststoff. Entsprechend kann das Werkstück beim Klemmen der Sandwichanordnung nicht  
5 beschädigt werden.

Die obere Austauschplatte ist bevorzugt aus einem ungeschäumten Kunststoff hergestellt, beispielsweise aus Polystyrol oder PMMA, wodurch trotz der Abdeckung des Werkstückes sehr gute Bearbeitungsergebnisse erzielt werden.  
10

Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Wasserstrahlschneidverfahrens wird zumindest die untere Austauschplatte vor der Schneidbearbeitung in einer vorbestimmten Position positioniert, insbesondere bezogen auf ein Koordinatensystem der Wasserstrahlschneidmaschine. Entsprechend lassen sich die untere Austauschplatte und das Werkstück problemlos relativ zueinander ausrichten.  
15

Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen Wasserstrahlschneidverfahrens, bei der ein Teilbereich des Werkstückes ausgeschnitten wird, wird der Trennschnitt in zwei Teiltrennschnitte unterteilt, wobei nach der Durchführung des ersten Teiltrennschnittes und vor der Durchführung des zweiten Teiltrennschnittes zumindest die untere Austauschplatte, bevorzugt jedoch sowohl die untere Austauschplatte als auch die obere Austauschplatte, gedreht oder durch eine gleichartige andere Austauschplatte ersetzt wird bzw. werden. Auf diese Weise wird zum einen verhindert, dass der ausgeschnittene Teilbereich des Werkstückes - ggf. zusammen mit dem ausgeschnittenen Teilbereich der Austauschplatten - durch die zwischen den Auflageflächen definierte Durchgangsöffnung hindurchfallen kann. Zum anderen werden Fertigungsungenauigkeiten minimiert, die sonst häufig beim Durchtrennen des letzten verbliebenen Stegbereiches auftreten.  
20  
25  
30  
35

Vorteilhaft liegt ein Stützbügel während der Schneidbearbeitung stützend an der Unterseite des Werkstücks oder an der

Unterseite der Sandwichanordnung an. Dank eines solchen Stützbügels wird die Stabilität des Werkstücks bzw. der Sandwichanordnung während der Bearbeitung verbessert.

5 Zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ferner eine Werkstückaufnahme für eine Wasserstrahlschneidmaschine, insbesondere zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Werkstückaufnahme zumindest zwei Aufnahmeflächen  
10 aufweist, die an gegenüberliegenden Seiten einer einen vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereich definierenden Durchgangsöffnung angeordnet sind. Die Vorteile, die mit der Verwendung solcher Aufnahmeflächen anstelle von gitterrostartig ausgebildeten Abdeckungen einhergehen, wurden eingangs bereits er-  
15 läutert.

Bevorzugt ist wenigstens eine Spanneinheit vorgesehen, die in zumindest eine Spannstellung überführbar ist, in der sie ein in der Werkstückaufnahme aufgenommenes Werkstück abwärts in  
20 Richtung der Aufnahmeflächen drückt. Eine solche Spanneinrichtung dient zum vertikalen Spannen des Werkstückes.

Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist die Spanneinheit eine rahmenartig ausgebildete Druckplatte  
25 auf, die zumindest in der Spannstellung oberhalb eines zu spannenden Werkstücks angeordnet ist. Mit einer solchen rahmenartig ausgebildeten Druckplatte kann ein gleichmäßiger Flächendruck auf das Werkstück ausgeübt werden, was der Bearbeitungsgenauigkeit sehr zuträglich ist.

30 Vorteilhaft sind erste Anschläge vorgesehen, die zur Positionierung eines in der Werkstückaufnahme aufgenommenen Werkstücks innerhalb einer horizontalen Ebene ausgelegt sind. Dank solcher Anschläge kann eine reproduzierbare Positionierung des Werkstücks innerhalb der Werkstückaufnahme gewähr-  
35 leistet werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Werkstück während der Bearbeitung umgespannt werden muss und/oder im Rahmen einer Serienfertigung.

Vorteilhaft definieren die ersten Anschläge zumindest zwei Anschlagflächen, die in einem vorbestimmten Winkel zueinander angeordnet sind, insbesondere in einem Winkel von  $90^\circ$ . Dank  
5 solcher Anschlagflächen wird ein sehr einfacher Aufbau erzielt.

Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der vorbestimmte Winkel veränderbar. Entsprechend lässt sich die  
10 Position der Anschlagflächen variabel an unterschiedlich geformte Werkstücke anpassen.

Bevorzugt ist eine Spanneinrichtung vorgesehen, die dazu ausgelegt ist, ein in der Werkstückaufnahme aufgenommenes Werkstück gegen die ersten Anschläge zu drücken. Auf diese Weise  
15 wird eine Fixierung des Werkstücks innerhalb der horizontalen Ebene erzielt.

Vorteilhaft weist die Spanneinrichtung zumindest zwei Spannelemente auf, die in zueinander verschiedenen Richtungen vor- und zurück bewegbar sind, insbesondere in zueinander senkrechten Richtungen, wodurch ein einfacher Aufbau erzielt  
20 wird.

Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind zwischen den Aufnahmeflächen und den ersten Anschlägen zweite Anschläge vorgesehen, die versetzt zu den ersten Anschlägen angeordnet sind. Derartige zweite Anschläge dienen zur Positionierung einer unteren Austauschplatte, wenn eine solche  
25 verwendet wird.  
30

Bevorzugt definieren die zweiten Anschläge zumindest zwei Anschlagflächen, die in einem vorbestimmten Winkel zueinander angeordnet sind, insbesondere in einem Winkel von  $90^\circ$ , und  
35 die sich insbesondere parallel zu Anschlagflächen der ersten Anschläge erstrecken, wobei die ersten Anschlagflächen bevorzugt einwärts über die zweiten Anschlagflächen in Richtung



der Durchgangsöffnung vorstehen. Somit wird ein einfacher Aufbau erzielt.

Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist ein  
5 sich zumindest teilweise unterhalb der Auflageflächen erstreckender Stützbügel vorgesehen, der ein freies Ende aufweist, das auf einem gemeinsamen Niveau mit den Auflageflächen angeordnet ist. Die Vorteile eines solchen Stützbügels wurden zuvor bereits erläutert.

10

Vorteilhaft weist der Stützbügel einen U-förmigen Abschnitt auf, wobei einander gegenüberliegende Schenkel des U-förmigen Abschnitts, von denen einer das freie Ende definiert, bevorzugt eine Länge von mindestens 50 cm aufweisen. Der U-förmige  
15 Abschnitt ist dahingehend von Vorteil, dass Bereiche des Stützbügels, die von dem freien Ende in der horizontalen Ebene beabstandet angeordnet sind, während der Bearbeitung eines Werkstückes nicht von dem Wasserstrahl erfasst werden können. Die bevorzugte Länge der Schenkel von mindestens 50 cm stellt  
20 sicher, dass der bogenförmige Bereich des U-förmigen Abschnitts während der Bearbeitung eines Werkstücks in einer Wasserstrahlschneidmaschine weit genug in das Strahlfangbecken eintaucht und entsprechend vor Beschädigungen geschützt ist.

25

Zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ferner eine Wasserstrahlschneidmaschine mit einer erfindungsgemäßen Werkstückaufnahme.

30

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung einer Wasserstrahlschneidmaschine gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich. Darin ist

35

Figur 1 eine schematische perspektivische Ansicht eines Teilbereiches einer Wasserstrahlschneidmaschine gemäß einer Ausführungsform der vorlie-

genden Erfindung, wobei ein Strahlfangbecken der Wasserstrahlschneidmaschine zur besseren Darstellung durchsichtig dargestellt ist;

- 5 Figur 2 eine schematische perspektivische Teilansicht einer Werkstückaufnahme der in Figur 1 dargestellten Wasserstrahlschneidmaschine;
- 10 Figur 3 eine perspektivische Teilansicht der in Figur 2 dargestellten Werkstückaufnahme, in der eine untere Austauschplatte und ein Werkstück gehalten sind; und
- 15 Figur 4 eine schematische perspektivische Teilansicht der in Figur 3 dargestellten Anordnung in einem Zustand, in dem das Werkstück bearbeitet wurde.

Die Figuren zeigen einen Teilbereich einer Wasserstrahlschneidmaschine 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beziehungsweise Komponenten derselben. Die Wasserstrahlschneidmaschine 1 umfasst eine an eine nicht näher dargestellte Hochdruckpumpe angeschlossene Düse 2, die dazu dient, einen von der Hochdruckpumpe generierten Wasserstrahl 25 3 zu formen. Ferner umfasst die Wasserstrahlschneidmaschine einen Strahlvernichter, vorliegend in Form eines quaderförmigen und mit Wasser gefüllten Strahlfangbeckens 4. Oberhalb des Strahlfangbeckens 4 ist eine Werkstückaufnahme 5 vorgesehen, die derart ausgelegt ist, dass an ihr ein zu bearbeitendes Werkstück 6 bezogen auf ein maschineneigenes Koordinatensystem 7, das durch X-, Y- und Z-Achse definiert ist, positioniert und fixiert werden kann.

Die Werkstückaufnahme 5 umfasst eine rahmenartig ausgebildete Basisplatte 8 mit einer rechteckigen Durchgangsöffnung 9, die 35 einen vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereich zum Bearbeiten eines in der Werkstückaufnahme 5 aufgenommenen Werkstücks 6 definiert. An der Oberseite der Basisplatte sind seitlich der

Durchgangsöffnung 9 vier Auflageflächen 10 ausgebildet, die sich vorliegend paarweise einander gegenüberliegen und direkt an die Durchgangsöffnung 9 anschließen. Zur Positionierung eines Werkstücks 6 sind erste Anschlagmittel vorgesehen, die vorliegend zwei erste Anschlagflächen 11 definieren, die auf einem gemeinsamen Niveau angeordnet sind und innerhalb der X-Y-Ebene einen Winkel von  $90^\circ$  definieren. Zwischen der Basisplatte 8 und den ersten Anschlagmitteln sind ferner zweite Anschlagmittel vorgesehen, die vorliegend zwei zweite Anschlagflächen 12 definieren, die sich parallel zu den ersten Anschlagflächen 11 erstrecken und innerhalb der X-Y-Ebene ebenfalls einen Winkel von  $90^\circ$  einschließen. Sowohl die ersten Anschlagflächen 11 als auch die zweiten Anschlagflächen 12 sind bei dieser Ausführungsform an einem einzelnen L-förmigen Körper 13 ausgebildet, wobei die aneinander grenzenden Bereiche der ersten Anschlagflächen 11 ebenso wie die der zweiten Anschlagflächen 12 durch eine sich in Z-Richtung durch den Körper 13 erstreckende, im Querschnitt im Wesentlichen kreisbogenförmige Nut 14 voneinander getrennt sind. Ferner umfasst die Werkstückaufnahme 5 eine vorliegend an der Oberseite der Basisplatte 8 angeordnete Spanneinrichtung 15 mit zwei Spannelementen 5, die auf gleicher Höhe wie die ersten Anschlagflächen 11 und auf diesen gegenüberliegenden Seiten der Durchgangsöffnung 9 angeordnet sind, wobei eines der Spannelemente 16 in X-Richtung und das andere der Spannelemente 16 in Y-Richtung vor und zurück bewegt werden kann, wie es durch Pfeile angedeutet ist. An der Unterseite der Basisplatte 8 ist ein U-förmig ausgebildeter Stützbügel schwenkbar um eine Z-Achse gehalten, dessen freies Ende 18 in die Durchgangsöffnung 9 greift und in Z-Richtung bündig mit der Oberseite der Basisplatte 8 abschließt. Die einander gegenüberliegenden Schenkel des U-förmigen Abschnitts des Stützbügels 17 weisen vorliegend eine Länge von mindestens 50 cm auf.

Oberhalb der Basisplatte 8 und der an dieser gehaltenen Komponenten ist eine Spanneinheit 19 vorgesehen, die in zumindest eine Spannstellung überführbar ist, in der sie ein in der Werkstückaufnahme aufgenommenes Werkstück 6 abwärts in

Richtung der Aufnahme­flächen 10 drückt. Die Spanneinheit 19, die ebenfalls einen Teil der Werkstückaufnahme 5 bildet, weist eine rahmenartig ausgebildete Druckplatte 20 auf, die sich innerhalb einer X-Y-Ebene erstreckt und durch nicht näher darge­stellte Druckelemente in Z-Richtung auf- und abwärts bewegbar ist, wie es durch die Pfeile 21 angedeutet ist.

Zum Anordnen eines Werkstückes 6 in der Werkstückaufnahme­einrichtung 5 wird in einem ersten Schritt eine untere Austauschplatte 22 auf die Auflage­flächen 10 aufgelegt und mit den zweiten Anschlag­flächen 12 in Anlage gebracht, wodurch eine definierte Positionierung der unteren Austauschplatte 22 bewirkt wird. Die untere Austauschplatte 22 ist vorliegend quaderförmig und aus einem Hartschaum ausgebildet, wobei die Dicke der unteren Austauschplatte 22 wesentlich dicker als diejenige des Werkstückes 6 gewählt ist und die Abmessungen der unteren Austauschplatte 22 in X- und Y-Richtung geringfügig größer als die des Werkstückes 6 sind. In einem weiteren Schritt wird auf der unteren Austauschplatte 22 das Werkstück 6 aufgelegt und mit den ersten Anschlag­flächen 11 in Anlage gebracht, womit eine Ausrichtung des Werkstückes 6 einhergeht. Daraufhin werden die Spannelemente 16 in Richtung des Werkstückes 6 bewegt, bis diese das Werkstück 6 fest gegen die ersten Anschlag­flächen 11 drücken und es entsprechend fixieren. In einem sich anschließenden Schritt wird eine obere Austauschplatte 23, die vorliegend aus ungeschäumtem Polystyrol hergestellt ist, auf das Werkstück 6 aufgelegt, wobei die Abmessungen der oberen Austauschplatte 23 in X- und Y-Richtung im Wesentlichen denen der unteren Austauschplatte 22 entsprechen und die Dicke wesentlich geringer als diejenige der unteren Austauschplatte 22 ist. In einem weiteren Schritt wird die Druckplatte 20 abgesenkt und auf die obere Austauschplatte 23 gedrückt, bis die gesamte Sandwichanordnung, die aus der unteren Austauschplatte 22, dem Werkstück 6 und der oberen Austauschplatte 23 gebildet wird, mit einem vorbestimmten Druck zwischen den Auflage­flächen 10 und der Druckplatte 20 gespannt ist. Daraufhin wird der Stützbügel 17 unter der unteren Austauschplatte 22 positioniert, insbesondere

an einer Position, an der nicht geschnitten werden soll. Nunmehr kann die Bearbeitung des Werkstückes erfolgen, wobei der aus der Düse 2 austretende Wasserstrahl 3, dem wahlweise abrasive Partikel beigemischt sein können, die gesamte Sandwichanordnung durchschneidet und dann im Strahlfangbecken 4 aufgefangen wird. Die Figuren 3 und 4 zeigen beispielhaft das Werkstück 6 nach der Durchführung eines ersten Teiltrennschnittes 24 und nach der Durchführung eines zweiten Teiltrennschnittes 25, die ausgeführt werden, um einen Bereich 26 aus dem Werkstück 6 auszuschneiden. Das in Figur 3 dargestellte Werkstück 6 ist bereits mit dem ersten Teiltrennschnitt 24 versehen. Nach der Durchführung dieses ersten Teiltrennschnittes 24 und vor der Durchführung des zweiten Teiltrennschnittes 25 wird zumindest die untere Austauschplatte 22 gedreht oder durch eine gleichartige Austauschplatte 22 ersetzt. Bevorzugt werden jedoch sowohl die untere Austauschplatte 22 als auch die obere Austauschplatte 23 gedreht oder durch gleichartige andere Austauschplatten 22, 23 ersetzt. Auf diese Weise wird verhindert, dass der ausgeschnittene Bereich 26 der Sandwichkonstruktion nach Fertigstellung des zweiten Teiltrennschnittes 25 in das Strahlfangbecken 4 fallen kann. Ferner wird die Bearbeitungsgenauigkeit erhöht, da das Werkstück 6 beim Abtrennen eingespannt und positioniert bleibt. Die zuvor beschriebene Ausbildung der Werkstückaufnahme 5 gewährleistet trotz des Austausches der Austauschplatten 22, 23 die reproduzierbare Positionierung des Werkstückes 6.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die konkrete Ausgestaltung und Anzahl der Auflageflächen 10, der Anschlagflächen 11 und 12, der Spannelemente 16 und der Spanneinheit 19. So können beispielsweise die Winkel, welche die Auflageflächen 10 ebenso wie die Auflageflächen 11 einschließen, von

90° verschieden oder variabel einstellbar sein. Auch müssen die Anschlagflächen 10 und 11 nicht an einem einzelnen Körper 13 ausgebildet sein.

## Patentansprüche

1. Wasserstrahlschneidverfahren,  
5 bei dem ein Werkstück (6) auf einer Wasserstrahlschneidmaschine (1) unter Verwendung eines Wasserstrahls (3), der abrasive Partikel enthalten kann, geschnitten wird, dadurch gekennzeichnet, dass  
10 das zu schneidende Werkstück (6) während der Schneidbearbeitung an zumindest zwei Aufnahme­flächen (10) aufgenommen ist, die an gegenüberliegenden Seiten einer einen vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereich definierende Durchgangsöffnung (9) angeordnet sind.
- 15
2. Wasserstrahlschneidverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
20 das Werkstück (6) vor der Schneidbearbeitung in einer vorbestimmten Position positioniert und in dieser Position gespannt wird, wobei die Positionierung des Werkstücks (6) insbesondere bezogen auf ein Koordinatensystem (7) der Wasserstrahlschneidmaschine (1) erfolgt.
- 25
3. Wasserstrahlschneidverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
30 das zu schneidende Werkstück (6) während der Schneidbearbeitung zumindest zwischen einer unteren Austauschplatte (22) und einer oberen Austauschplatte (23) unter Bildung einer Sandwichanordnung aufgenommen ist, und dass die Sandwichanordnung in Richtung der Auflageflächen (10) gedrückt wird,  
35 wobei die untere Austauschplatte (22) bevorzugt auf den Aufnahme­flächen (10) aufliegt.

4. Wasserstrahlschneidverfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die untere Austauschplatte  
(22) aus einem geschäumten Material hergestellt ist,  
insbesondere aus geschäumtem Kunststoff.

5

5. Wasserstrahlschneidverfahren nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die obere Austauschplatte (23) aus einem ungeschäumten  
Kunststoff hergestellt ist.

10

6. Wasserstrahlschneidverfahren nach einem der Ansprüche 3  
bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zumindest die untere Austauschplatte (22) vor der Schneid-  
bearbeitung in einer vorbestimmten Position positioniert  
wird, insbesondere bezogen auf ein Koordinatensystem (7)  
der Wasserstrahlschneidmaschine (1).

20

7. Wasserstrahlschneidverfahren nach einem der Ansprüche 3  
bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
ein Teilbereich des Werkstückes (6) ausgeschnitten wird,  
wobei der Trennschnitt in zwei Teiltrennschnitte (24, 25)  
unterteilt wird, und nach der Durchführung des ersten Teil-  
trennschnittes (24) und vor der Durchführung des zweiten  
Teiltrennschnittes (25) zumindest die untere Austauschplat-  
te (22),  
bevorzugt jedoch sowohl die untere Austauschplatte (22) als  
auch die obere Austauschplatte (23), gedreht oder durch ei-  
ne gleichartige andere Austauschplatte ersetzt wird bzw.  
werden.

35



8. Wasserstrahlschneidverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
ein Stützbügel (17) während der Schneidbearbeitung stützend  
an der Unterseite des Werkstücks (6) oder an der Unterseite  
der Sandwichanordnung anliegt.
9. Werkstückaufnahme (5) für eine Wasserstrahlschneidmaschine (1),  
insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Werkstückaufnahme (5) zumindest zwei Aufnahmeflächen (10) aufweist, die an gegenüberliegenden Seiten einer einen vorbestimmten Schneidbearbeitungsbereich definierenden Durchgangsöffnung (9) angeordnet sind.
10. Werkstückaufnahme (5) nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
wenigstens eine Spanneinheit (19) vorgesehen ist, die in  
zumindest eine Spannstellung überführbar ist, in der sie  
ein in der Werkstückaufnahme (5) aufgenommenes Werkstück  
(6) abwärts in Richtung der Aufnahmeflächen (10) drückt,  
wobei die Spanneinheit (19) bevorzugt eine rahmenartig ausgebildete Druckplatte (20) aufweist, die zumindest in der Spannstellung oberhalb eines zu spannenden Werkstücks (6) angeordnet ist.

30

35

11. Werkstückaufnahme (5) nach einem der Ansprüche 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
erste Anschläge vorgesehen sind, die zur Positionierung ei-  
nes in der Werkstückaufnahme (5) aufgenommenen Werkstücks  
5 (5) innerhalb einer horizontalen Ebene (X-Y-Ebene) ausgelegt sind,  
wobei die ersten Anschläge bevorzugt zumindest zwei Anschlagflächen (11) definieren, die in einem vorbestimmten  
10 Winkel zueinander angeordnet sind, insbesondere in einem Winkel von  $90^\circ$ ,  
wobei der vorbestimmte Winkel insbesondere veränderbar ist.
- 15 12. Werkstückaufnahme (5) nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Spanneinrichtung (15) vorgesehen ist, die dazu ausgelegt ist, ein in der Werkstückaufnahme (5) aufgenommenes  
Werkstück (6) gegen die ersten Anschläge zu drücken,  
20 wobei die Spanneinrichtung (15) bevorzugt zumindest zwei Spannelemente (16) aufweist, die in zueinander verschiedenen Richtungen vor- und zurück bewegbar sind,  
insbesondere in zueinander senkrechten Richtungen.
- 25 13. Werkstückaufnahme (5) nach Anspruch 11 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zwischen den Aufnahmeflächen (10) und den ersten Anschlägen  
zweite Anschläge vorgesehen sind, die versetzt zu den ers-  
30 ten Anschlägen angeordnet sind,  
wobei die zweiten Anschläge bevorzugt zumindest zwei Anschlagflächen (12) definieren, die in einem vorbestimmten Winkel zueinander angeordnet sind,  
insbesondere in einem Winkel von  $90^\circ$ , und die sich insbe-  
35 sondere parallel zu Anschlagflächen (11) der ersten Anschläge erstrecken, wobei die ersten Anschlagflächen (11) bevorzugt einwärts über die zweiten Anschlagflächen (12) in Richtung der Durchgangsöffnung (9) vorstehen.

14. Werkstückaufnahme (5) nach einem der Ansprüche 9 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 ein sich zumindest teilweise unterhalb der Auflageflächen  
(10) erstreckender Stützbügel (17) vorgesehen ist, der ein  
freies Ende (18) aufweist, das auf einem gemeinsamen Niveau  
mit den Auflageflächen (10) angeordnet ist,  
wobei der Stützbügel (17) bevorzugt einen U-förmigen Ab-
- 10 schnitt aufweist, wobei einander gegenüberliegende Schenkel  
des U-förmigen Abschnitts, von denen einer das freie Ende  
(18) definiert, bevorzugt eine Länge von mindestens 50 cm  
aufweisen.
- 15
15. Wasserstrahlschneidmaschine (1) mit einer Werkstückauf-
- nahme (5) nach einem der Ansprüche 9 bis 14.

FIG 1

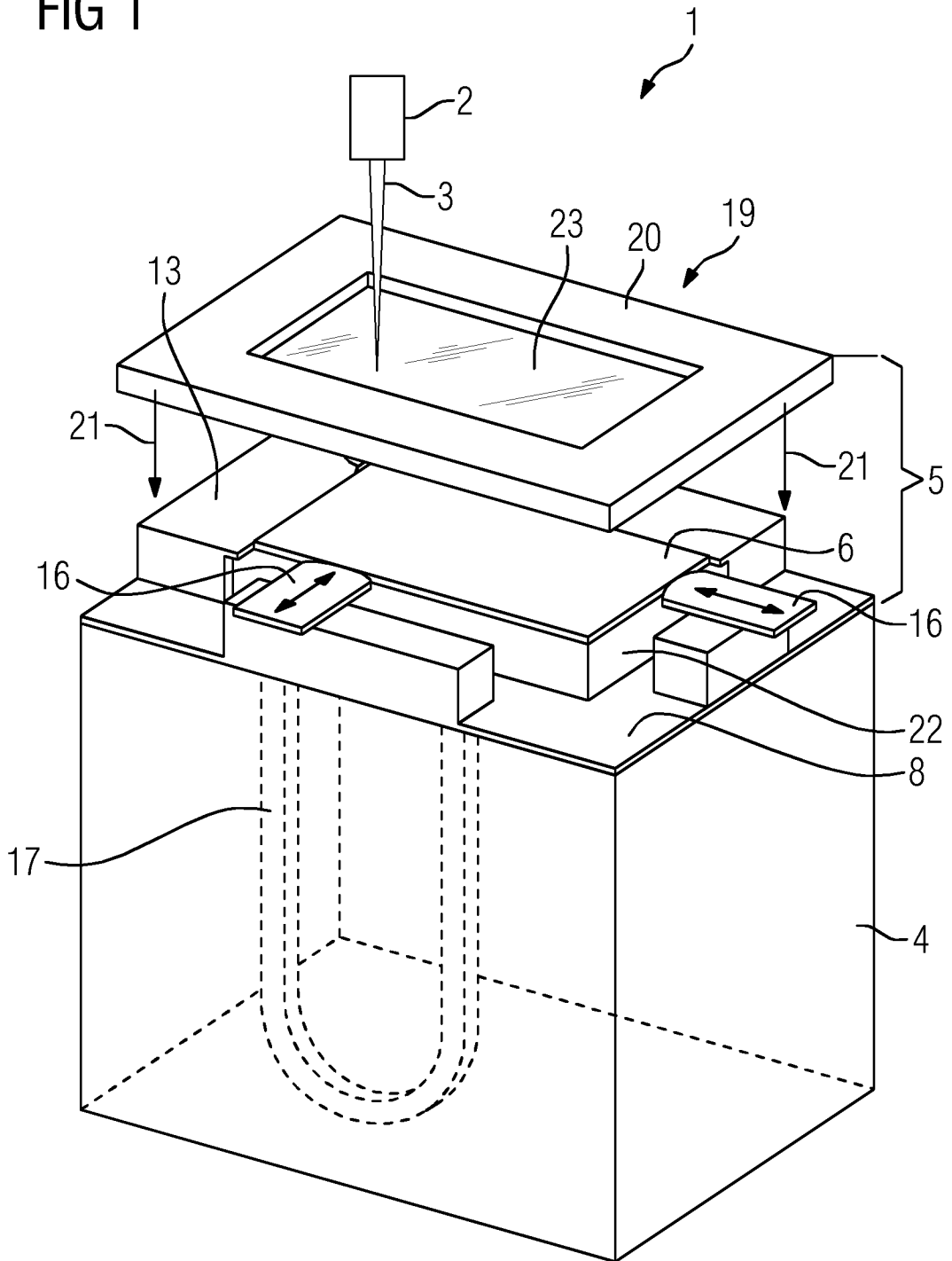


FIG 2

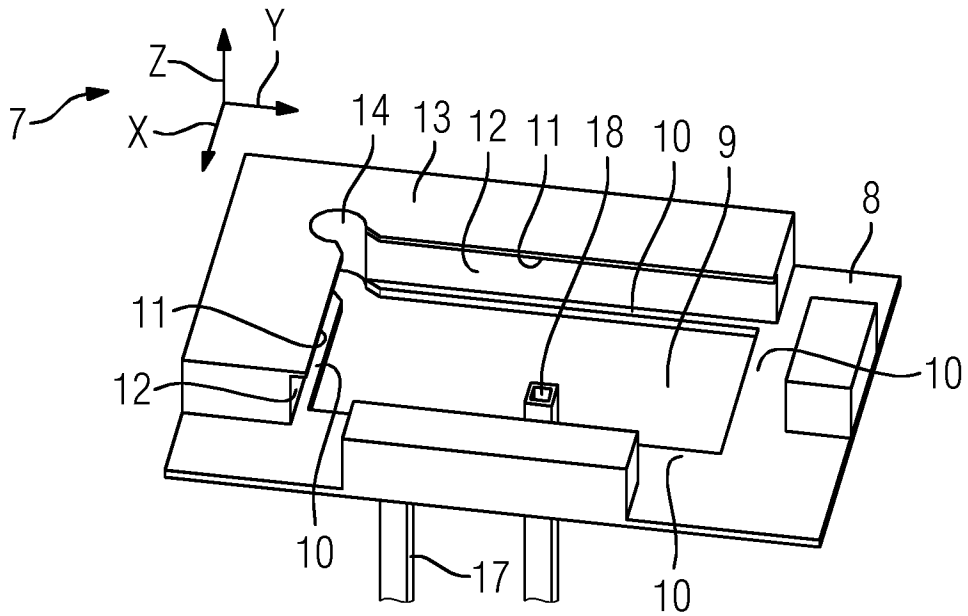


FIG 3

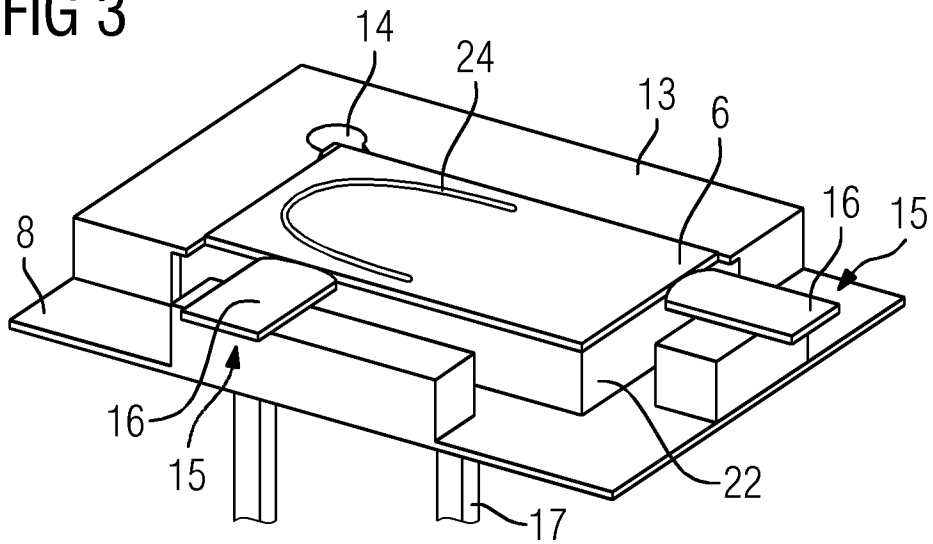
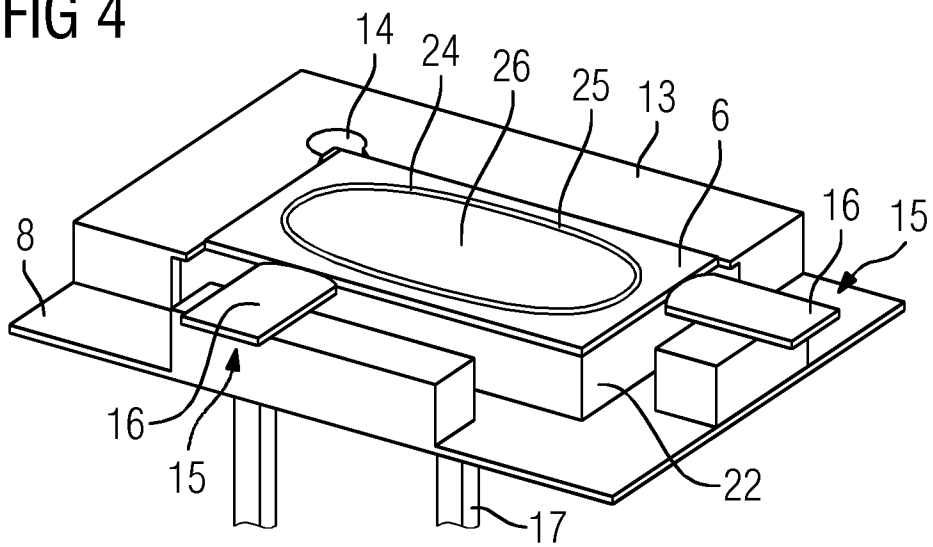


FIG 4



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2016/071676

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. B26F3/00 B24C1/04 B26D7/20  
 ADD.  
 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 B26D  
 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 practicable, search terms used)  
 EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5 003 729 A (SHERBY JAMES E [US]) 2 April 1991 (1991-04-02) column 1, line 7 - line 10; figure 1 -----	1,2, 9-11,15 8,12,14
X A	WO 2008/079098 A1 (JETSIS INT PTE LTD [SG]; GADD MICHAEL WILLIAM [SG]) 3 July 2008 (2008-07-03) page 9, line 4 - line 18; figures 2,4 page 6, line 12 - line 22 -----	1,2,9, 10,15 3,7,11
X	WO 2014/099401 A1 (FLOW INT CORP [US]) 26 June 2014 (2014-06-26) page 8, line 9 - line 12 page 6, line 13 - line 28 -----	1,2,9, 10,15
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  21 November 2016	Date of mailing of the international search report  29/11/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Carmichael, Guy

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/071676

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 644 720 A1 (SERCAO [FR]) 28 September 1990 (1990-09-28)	1,2,9,15
A	page 4, line 22 - line 32; figures 3,5 page 5, line 3 - line 4 -----	11,12
X	DE 35 19 616 C1 (DUERKOPP SYSTEM TECHNIK GMBH) 2 January 1987 (1987-01-02)	1,9,15
A	column 4, line 52 - column 5, line 3; figure 1 -----	3,4
A	EP 2 029 313 B1 (TRUMPF WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE]) 8 December 2010 (2010-12-08) figures 1,2 -----	8,14



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/071676
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5003729	A	02-04-1991	NONE
-----			
WO 2008079098	A1	03-07-2008	JP 2010513044 A 30-04-2010
			SG 143998 A1 29-07-2008
			WO 2008079098 A1 03-07-2008
-----			
WO 2014099401	A1	26-06-2014	NONE
-----			
FR 2644720	A1	28-09-1990	NONE
-----			
DE 3519616	C1	02-01-1987	NONE
-----			
EP 2029313	B1	08-12-2010	AT 490839 T 15-12-2010
			EP 2029313 A1 04-03-2009
			WO 2007134631 A1 29-11-2007
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B26F3/00 B24C1/04 B26D7/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B26F B24C B26D		
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 UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 5 003 729 A (SHERBY JAMES E [US]) 2. April 1991 (1991-04-02) Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 10; Abbildung 1 -----	1,2, 9-11,15 8,12,14
X A	WO 2008/079098 A1 (JETSIS INT PTE LTD [SG]; GADD MICHAEL WILLIAM [SG]) 3. Juli 2008 (2008-07-03) Seite 9, Zeile 4 - Zeile 18; Abbildungen 2,4 Seite 6, Zeile 12 - Zeile 22 -----	1,2,9, 10,15 3,7,11
X	WO 2014/099401 A1 (FLOW INT CORP [US]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) Seite 8, Zeile 9 - Zeile 12 Seite 6, Zeile 13 - Zeile 28 ----- -/--	1,2,9, 10,15
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. November 2016		29/11/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Carmichael, Guy

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 644 720 A1 (SERCAO [FR]) 28. September 1990 (1990-09-28)	1,2,9,15
A	Seite 4, Zeile 22 - Zeile 32; Abbildungen 3,5 Seite 5, Zeile 3 - Zeile 4 -----	11,12
X	DE 35 19 616 C1 (DUERKOPP SYSTEM TECHNIK GMBH) 2. Januar 1987 (1987-01-02)	1,9,15
A	Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 3; Abbildung 1 -----	3,4
A	EP 2 029 313 B1 (TRUMPF WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE]) 8. Dezember 2010 (2010-12-08) Abbildungen 1,2 -----	8,14

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/071676

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5003729	A	02-04-1991	KEINE
-----			
WO 2008079098	A1	03-07-2008	JP 2010513044 A 30-04-2010
			SG 143998 A1 29-07-2008
			WO 2008079098 A1 03-07-2008
-----			
WO 2014099401	A1	26-06-2014	KEINE
-----			
FR 2644720	A1	28-09-1990	KEINE
-----			
DE 3519616	C1	02-01-1987	KEINE
-----			
EP 2029313	B1	08-12-2010	AT 490839 T 15-12-2010
			EP 2029313 A1 04-03-2009
			WO 2007134631 A1 29-11-2007
-----			