



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.07.2018 Patentblatt 2018/28

(51) Int Cl.:
B24C 5/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18000004.4**

(22) Anmeldetag: **03.01.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Bauer, Michael**
30519 Hannover (DE)
• **Eiben, Frank**
30161 Hannover (DE)
• **Hassel, Thomas**
30161 Hannover (DE)
• **Maier, Hans Jürgen**
31535 Neustadt a. Rbge. (DE)

(30) Priorität: **06.01.2017 DE 102017100183**

(71) Anmelder: **Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover**
30167 Hannover (DE)

(74) Vertreter: **Günther, Constantin**
Gramm, Lins & Partner
Patent- und Rechtsanwälte PartGmbH
Freundallee 13 a
30173 Hannover (DE)

(54) **FLUIDSTRAHLSCHNEIDVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) mit einem Schneidkopf (2), der eine auswechselbare Schneiddüse (3) aufweist, aus der ein Schneidstrahl (4) der Fluidstrahlschneidvorrichtung in die Umgebung abgegeben wird, mit einem oder beiden der folgenden Merkmale a), b):

a) die Fluidstrahlschneidvorrichtung weist einen Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) auf, durch den

ohne manuellen Eingriff die Schneiddüse vom Schneidkopf (2) entfernt und eine andere Schneiddüse am Schneidkopf anbringbar ist,

b) die Fluidstrahlschneidvorrichtung weist wenigstens einen Sensor (9) auf, durch den ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung charakterisierende Größe erfassbar ist.

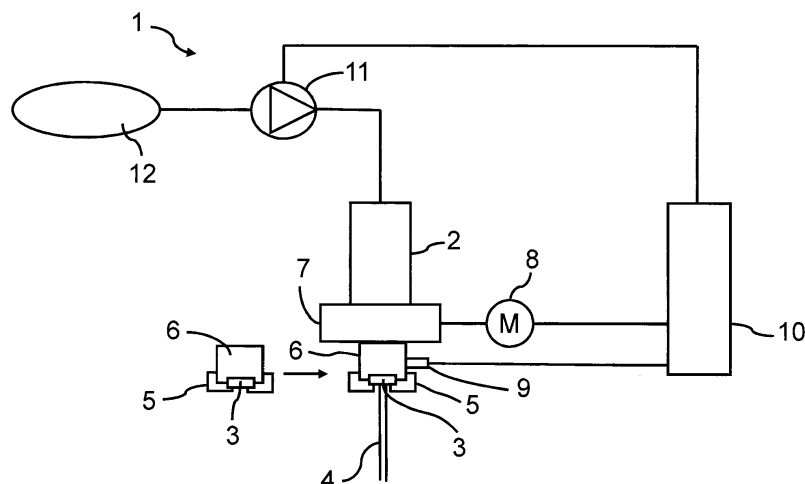


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fluidstrahlschneidvorrichtung mit einem Schneidkopf, der eine auswechselbare Schneiddüse aufweist, aus der ein Schneidstrahl der Fluidstrahlschneidvorrichtung in die Umgebung abgegeben wird.

[0002] Wasserstrahlschneidvorrichtungen solcher Art sind bekannt, z. B. aus der DE 690 03 233 T2. Das Wasserstrahlschneiden weist eine Reihe von Vorteilen gegenüber spanenden Bearbeitungsverfahren auf, z. B. für die Bearbeitung von Faserverbundbauteilen. In diesem Bereich liegt der Anteil an durch Wasserstrahl bearbeiteten Bauteilen bei über 70 %. In anderen Bereichen hat sich das Wasserstrahlschneiden noch nicht so stark durchgesetzt. Dies mag unter anderem an der relativ aufwendigen Handhabung bisheriger Wasserstrahlschneidvorrichtungen bei einem Wechsel der Schneiddüse liegen. Die Schneiddüse ist üblicherweise mittels einer Überwurfmutter druckdicht am Schneidkopf befestigt. Andere Befestigungsarten erscheinen aufgrund der großen auftretenden Drücke wenig erfolgversprechend.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Fluidstrahlschneidvorrichtung für den Einsatz in der industriellen Serienproduktion geeigneter zu gestalten.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer Fluidstrahlschneidvorrichtung der eingangs genannten Art durch eines oder beide der folgenden Merkmale a), b) gelöst:

- a) die Fluidstrahlschneidvorrichtung weist einen Schneiddüsen-Wechselmechanismus auf, durch den ohne manuellen Eingriff die Schneiddüse vom Schneidkopf entfernbar und eine andere Schneiddüse am Schneidkopf anbringbar ist,
- b) die Fluidstrahlschneidvorrichtung weist wenigstens einen Sensor auf, durch den eine ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung charakterisierende Größe erfassbar ist.

[0005] Die beim Wasserstrahlschneiden eingesetzten Schneiddüsen unterliegen einem Verschleiß, so dass sie aus diesem Grunde rechtzeitig ausgewechselt werden müssen. Erfolgt das Auswechseln der Schneiddüse zu spät, wird die Schnittgenauigkeit unbefriedigend und es wird Ausschuss produziert. Ein anderer Grund für den Wechsel der Schneiddüse kann darin liegen, dass unterschiedliche Wasserstrahlschneidverfahren eingesetzt werden sollen, z. B. einmal das Purwasserschneiden (Reinwasserschneiden ohne Abrasivmittel) und zum anderen das Wasserstrahlschneiden mit dem Wasser zugesetzten Abrasivmittel. Bisher war es erforderlich, von Hand die bis dahin verwendete Schneiddüse auszubauen, indem zunächst die Überwurfmutter abgedreht wird und dann die Schneiddüse entfernt wird. Dann kann eine neue Schneiddüse eingesetzt werden und die Über-

wurfmutter mit viel Feingefühl wieder auf das hierfür vorgesehene Gewinde aufgeschraubt werden. Hierbei ist insbesondere für die korrekte Platzierung der Überwurfmutter zum Einlaufen in den ersten Gewindegang Fingerspitzengefühl und dementsprechend Erfahrung nötig. Der gesamte Vorgang ist relativ langwierig. Man war bisher davon ausgegangen, dass dieser Vorgang nicht mechanisierbar oder automatisierbar ist. Die vorliegende Erfindung zeigt, dass durch den erfindungsgemäßen Schneiddüsen-Wechselmechanismus ein Wechsel der Schneiddüse auch manuellen Eingriff möglich ist. Es ist sogar ein vollautomatischer Wechsel der Schneiddüse möglich. So kann z. B. innerhalb des Schneidprozesses zwischen injektivem und suspensivem Schneiden gewechselt werden.

[0006] Da die in der Wasserstrahlschneidtechnologie eingesetzten Pumpen automatisch steuerbar sind, können die je nach verwendeter Schneiddüse erforderlichen Schneiddrücke ebenfalls automatisch eingestellt werden.

[0007] Für die Erkennung des Verschleißes einer Schneiddüse war nach bisherigem Stand ebenfalls eine Bedienperson mit großer Erfahrung erforderlich. Durch die entsprechende Erfahrung konnte die Bedienperson z. B. anhand der Form des Schneidstrahls oder des Schnittbilds des bearbeiteten Gegenstandes Hinweise auf einen solchen Verschleiß erkennen. Der Verschleiß konnte zudem über eine Qualitätskontrolle der mit dem Schneidstrahl bearbeiteten Bauteile erkannt werden, was aber eine relativ späte Erkennung ist, die regelmäßig zu unnötigem Ausschuss in der Produktion führt. Gemäß der Erfindung wird vorgeschlagen, einen Sensor einzusetzen, durch den eine ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung charakterisierende Größe erfassbar ist. Auf diese Weise kann durch Auswertung des Signals des Sensors ein Verschleiß-Informationssignal erzeugt werden, das dieses Verschleißmerkmal zahlenmäßig oder auf andere Weise charakterisiert. Dies ermöglicht es wiederum, dass ein fortschreitender Verschleiß frühzeitig erkannt und dem Bedienpersonal angezeigt wird, z. B. durch optische und/oder akustische Signale. Es ist auch möglich, aufgrund des Verschleiß-Informationssignals einen automatischen Wechsel der Schneiddüse mittels des Schneiddüsen-Wechselmechanismus einzuleiten.

[0008] Auf diese Weise kann die Fluidstrahlschneidvorrichtung zuverlässiger und mit erhöhten Betriebszeiten eingesetzt werden, z. B. im automatisierten Produktionsbetrieb auch an Tagen oder zu Uhrzeiten, zu denen kein Bedienpersonal anwesend ist. Grundsätzlich ist die erfindungsgemäße Fluidstrahlschneidvorrichtung damit für einen Betrieb rund um die Uhr geeignet.

[0009] Soweit noch Handhabungen durch Bedienpersonen erforderlich sind, sind diese vereinfacht und erfordern nicht das bisherige Maß an Erfahrung.

[0010] Durch den Sensor kann somit ein entsprechender Verschleiß an der Schneiddüse oder an anderen Teil-

len erfasst werden, z. B. kann auch ein defektes Fokussierrohr der Fluidstrahlschneidvorrichtung erkannt werden.

[0011] Der Schneiddüsen-Wechselmechanismus muss dabei nicht unbedingt vollautomatisiert sein, sondern kann auch teilautomatisiert sein, z. B. indem ohne manuellen Eingriff die Schneiddüse vom Schneidkopf entfernt und eine andere Schneiddüse am Schneidkopf angebracht wird, dieser Wechselvorgang aber durch eine Bedienperson eingeleitet wird, z. B. indem die Bedienperson einen Startknopf zum Starten des Auswechselforgangs der Schneiddüse betätigt.

Die Fluidstrahlschneidvorrichtung kann je nach Anwendungsfall mit einem hierfür geeigneten Schneidfluid, das den Schneidstrahl bildet, betrieben werden. Als Schneidfluid eignen sich Flüssigkeiten aller Art, z.B. Wasser, Öl oder flüssiges Kohlendioxid.

Dem Wasser kann z.B. eine darin gelöste Substanz beigegeben sein, z.B. ein Salz wie z.B. NaCl. Das Öl kann z.B. ein Pflanzenöl sein. Wird als Schneidfluid Wasser verwendet, ist die Fluidstrahlschneidvorrichtung eine Wasserstrahlschneidvorrichtung.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Schneiddüsen-Wechselmechanismus zum automatischen Auswechseln der Schneiddüse eingerichtet ist. Auf diese Weise sind im gesamten Auswechselforgang der Schneiddüse keine Eingriffe durch Bedienpersonen erforderlich.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Schneiddüsen-Wechselmechanismus zur Durchführung eines automatischen Auswechselforgangs der Schneiddüse in Abhängigkeit von einem Verschleiß-Informationssignal eingerichtet ist, das zumindest ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung charakterisiert. Auf diese Weise wird durch die automatischen Vorgänge sichergestellt, dass keine Schneiddüsen mit zu hohem Verschleiß eingesetzt werden und dementsprechend bei den bearbeiteten Bauteilen kein Ausschuss aufgrund des Verschleißes der Schneiddüse erzeugt wird.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Fluidstrahlschneidvorrichtung eine Auswerteeinrichtung aufweist, die zur Erzeugung eines Verschleiß-Informationssignals, das zumindest ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung charakterisiert, auf Basis des Signals des Sensors und zur Ausgabe des Verschleiß-Informationssignals eingerichtet ist. Die Auswerteeinrichtung kann z. B. eine computergesteuerte Auswerteeinrichtung sein, die unter Verwendung eines Computerprogramms das Signal des Sensors auswertet und das Verschleißinformationssignal bestimmt. Das Verschleiß-Informationssignal kann z. B. durch Spektralanalyse des Signals des Sensors und Erkennung bestimmter Frequenzanteile oder Frequenzbereichsanteile in dem Signalspektrum bestimmt werden. Das Verschleiß-Infoma-

tionssignal kann zum Auslösen eines automatischen Auswechselforgangs der Schneiddüse genutzt werden, wie zuvor erläutert.

[0014] Beim Entfernen der Schneiddüse vom Schneidkopf und Anbringen einer anderen Schneiddüse am Schneidkopf ohne manuellen Eingriff kann die Handhabung der beteiligten Schneiddüsen z. B. mittels eines Industrieroboters durchgeführt werden, der die zu entfernende Schneiddüse greift und einem Ausschussbehälter zuführt und dann eine andere Schneiddüse greift und zum Schneidkopf führt.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Fluidstrahlschneidvorrichtung eine Schneiddüsen-Vorratseinrichtung aufweist, an der mehrere Schneiddüsen befestigt sind, wobei der Schneiddüsen-Wechselmechanismus dazu eingerichtet, ohne manuellen Eingriff die Schneiddüse vom Schneidkopf zu entfernen und eine andere Schneiddüse der Schneiddüsen-Vorratseinrichtung am Schneidkopf anzubringen. Auf diese Weise kann gleich ein gewisser Schneiddüsenvorrat vorgehalten werden, der auf besonders einfache Weise einen Wechsel der Schneiddüse erlaubt, insbesondere ohne den zuvor genannten Industrieroboter. Die Schneiddüsen-Wechselvorrichtung kann z. B. in der Art einer Revolvertrommel ausgebildet sein, an der mehrere Schneiddüsen befestigt sind. Die Schneiddüsen-Vorratseinrichtung kann auch mehrere Schneiddüsen aufweisen, die in einer Reihe hintereinander angeordnet sind, d. h. eine Art Linearanordnung der Schneiddüsen der Schneiddüsen-Vorratseinrichtung.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schneiddüse an einem Schneiddüsenadapter befestigt ist, über den die Schneiddüse am Schneidkopf befestigbar ist. Dies hat den Vorteil, dass die Schnittstelle zwischen dem Schneidkopf und dem Schneiddüsenadapter normiert sein kann, so dass durch Anwendung unterschiedlicher Schneiddüsenadapter, die auf jeweilige, unterschiedliche Arten von Schneiddüsen angepasst sind, unterschiedlichste Arten von Schneiddüsen an demselben Schneidkopf genutzt werden können, z. B. Schneiddüsen für injektives und für suspensives Schneiden. Zudem kann durch den Schneiddüsenadapter die Verbindung zum Schneiddüsen-Wechselmechanismus vereinfacht werden, wie nachfolgend erläutert wird. Die Schneiddüse bzw. der Schneiddüsenadapter kann z. B. mit einem Kollimationsrohr des Schneidkopfs verbunden werden.

[0017] Die Verbindungsstelle zwischen dem Schneiddüsenadapter und dem Kollimationsrohr des Schneidkopfs kann z. B. einen ersten Konus am Schneiddüsenadapter und einen als Gegenstück ausgebildeten zweiten Konus an dem Kollimationsrohr aufweisen. Der erste und der zweite Konus können dabei insbesondere unterschiedliche Öffnungswinkel aufweisen, z. B. 70 Grad und 80 Grad. Auf diese Weise kommt es zwischen dem ersten und dem zweiten Konus zu einer kreisringförmigen Berührung, wenn die Teile aneinandergeschraubt

sind. Auf diese Weise wird eine besonders zuverlässige Abdichtung auch bei den beim Wasserstrahlschneiden auftretenden hohen Drücken realisiert.

[0018] Der erste und der zweite Konus können dabei zumindest im Bereich ihrer Berührungsstellen unterschiedliche Materialhärten aufweisen. Hierbei kann der erste Konus eine größere Materialhärte aufweisen als der zweite Konus.

Als Materialien für den ersten bzw. den zweiten Konus eignen sich Stähle, insbesondere Edelstähle wie z.B. V2A (Werkstoffkennzahl 1.4301) oder V4A (Werkstoffkennzahl 1.4401).

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass Schneiddüsenadapter über ein erstes Gewinde mit einer Haltevorrichtung des Schneiddüsen-Wechselmechanismus verschraubt oder verschraubbar ist, und die Haltevorrichtung ein zweites Gewinde aufweist, das zur Erzeugung einer Linearbewegung der Haltevorrichtung relativ zum Schneiddüsenadapter bei einem Auswechseln der Schneiddüse eingerichtet ist. Durch das zweite Gewinde kann die Haltevorrichtung, die mit dem Schneiddüsenadapter mittels des ersten Gewindes verschraubt werden soll, mit wenig Aufwand relativ zu dem Schneiddüsenadapter bewegt werden. Die Bewegung kann derart weit erfolgen, dass das erste Gewinde des Schneiddüsenadapters mit einem hierzu passenden ersten Gewinde der Haltevorrichtung in Eingriff kommt, so dass automatisch durch Drehen der Haltevorrichtung relativ zum Schneiddüsenadapter der Schneiddüsenadapter mit der Haltevorrichtung verschraubt werden kann oder diese Verschraubung gelöst werden kann, wenn die Drehrichtung gewechselt wird. Die Haltevorrichtung kann über das zweite Gewinde beispielsweise mit dem Schneidkopf gekoppelt sein, indem der Schneidkopf ein zum zweiten Gewinde der Haltevorrichtung passendes zweites Gewinde aufweist. Dementsprechend kann durch Verdrehen der Haltevorrichtung gegenüber dem Schneidkopf die Haltevorrichtung auch gegenüber dem Schneidkopf linear bewegt werden. Hierfür kann um die Haltevorrichtung eine Antriebshülse angeordnet sein, die mit der Haltevorrichtung formschlüssig verbunden ist, z. B. über ein Vierkant-Profil oder ein sonstiges Mehrkant-Profil.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das erste Gewinde eine größere Steigung aufweist als das zweite Gewinde. Dies erlaubt ein zuverlässiges Verschrauben des Schneiddüsenadapters mit der Haltevorrichtung ohne Verkanten und Verklemmen. Das Verhältnis der Steigung des ersten Gewindes zur Steigung des zweiten Gewindes kann z. B. 1,5 zu 1 sein.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Schneiddüsenadapter gefedert abgestützt ist. Hierdurch hat der Schneiddüsenadapter gegenüber der Haltevorrichtung einen oder ggf. mehrere Bewegungsfreiheitsgrade. Insbesondere kann der Schneiddüsenadapter gegenüber der Linearbewegung der Haltevorrichtung solange nachgeben, bis

die Gewindegänge des ersten Gewindes des Schneiddüsenadapters und der Haltevorrichtung ineinandergreifen. Hierfür kann der Schneiddüsenadapter gegenüber der Haltevorrichtung oder einem anderen Teil der Fluidstrahlschneidvorrichtung gefedert abgestützt sein, z.B. durch eine oder mehrere Telfedern oder Spiralfedern.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Schneiddüsenadapter statisch unterbestimmt an der Fluidstrahlschneidvorrichtung gelagert ist. Auf diese Weise ist der Schneiddüsenadapter relativ "lose" gelagert, z. B. zweifach statisch unterbestimmt. Dies ermöglicht es, dass beim Zusammenschraube-Prozess auch ohne manuellen Eingriff der erste Gewindegang der Verschraubung zwischen dem Schneiddüsenadapter und der Haltevorrichtung zuverlässig gefunden wird, ohne dass es zu Verkantungen und Verklemmungen kommt.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Schneiddüsen-Wechselmechanismus wenigstens einen Schneckentrieb zur Erzeugung einer Rotationsbewegung der Haltevorrichtung zur Durchführung eines Auswechselvorgangs der Schneiddüse aufweist. Ein solcher Schneckentrieb stellt einen einfach zu realisierenden Antriebsmechanismus zur Erzeugung einer Drehbewegung der Haltevorrichtung dar, durch die über das zweite Gewinde die Linearbewegung der Haltevorrichtung erzeugt wird. Der Einsatz des Schneckentriebs hat dabei den Vorteil, dass eine präzise steuerbare Bewegung, die zudem selbsthemmend ist, und ein hohes Drehmoment in beiden Drehrichtungen erzeugt werden können. Der Schneckentrieb kann z. B. auf die Antriebshülse der Haltevorrichtung wirken, um diese Antriebshülse in eine Drehbewegung zu versetzen.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Sensor als Schallsensor, sonstiger Geräuschsensor, Vibrationssensor, Beschleunigungssensor und/oder temperaturempfindlicher Sensor ausgebildet ist. Dies hat den Vorteil, dass der Sensor zuverlässig den Verschleißzustand der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung charakterisierende Größen erfassen kann, z. B. indem der Sensor als Körperschallsensor ausgebildet ist. In diesem Fall kann der Körperschall erfasst und als Indikator für den Verschleißzustand genutzt werden. Zudem kann durch einen in dieser Art ausgebildeten Sensor die den Verschleißzustand charakterisierende Größe auch beim Einsatz der Fluidstrahlschneidvorrichtung zum Schneiden unter Wasser genutzt werden. Auch dann der Sensor die genannte Größe erfassen.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Sensor in mechanischem Kontakt mit der Schneiddüse oder anderen Teilen des Schneidkopfs angeordnet ist. Dies ermöglicht eine besonders zuverlässige Erfassung des Verschleißmerkmals.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von

Ausführungsbeispielen unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert.

[0027] Es zeigen

- Fig. 1 - eine Fluidstrahlschneidvorrichtung in schematischer Darstellung und
- Fig. 2 - einen Schneidkopf mit Schneiddüsen-Wechselmechanismus in seitlicher Schnittdarstellung und
- Fig. 3 - eine weitere Ausführungsform eines Schneidkopfs mit einem Schneiddüsen-Wechselmechanismus in seitlicher Schnittdarstellung und
- Fig. 4 - ein Frequenzspektrum des Signals des Sensors der Wasserstrahlschneidvorrichtung.

[0028] In den Figuren werden gleiche Bezugszeichen für einander entsprechende Elemente verwendet.

[0029] Die Figur 1 zeigt eine Fluidstrahlschneidvorrichtung 1, die einen Schneidkopf 2 aufweist. Bei üblichen Wasserstrahlschneidvorrichtungen ist am Schneidkopf 2 unmittelbar über eine Überwurfmutter 5 die Schneiddüse 3 befestigt. Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Bei dieser ist an dem Schneidkopf 2 zunächst der Schneiddüsen-Wechselmechanismus 7 befestigt. Dieser dient zur Anbringung eines Schneiddüsenadapters 6, an dem wiederum eine Schneiddüse 3 in der bekannten Weise mittels einer Überwurfmutter 5 befestigt ist.

[0030] Im Betrieb der Fluidstrahlschneidvorrichtung 1 wird über eine Hochdruckpumpe 11 Wasser aus einem Vorrat 12 durch den Schneidkopf 2 gepresst und über die Schneiddüse 3 als Schneidstrahl 4 abgegeben. Bei der erfindungsgemäßen Fluidstrahlschneidvorrichtung 1 können über den Schneiddüsen-Wechselmechanismus 7 die Schneiddüsen 3, in diesem Fall zusammen mit dem Schneiddüsenadapter 6 und der Überwurfmutter 5, auf einfache Weise ohne manuellen Eingriff getauscht werden. Dieser Mechanismus wird nachfolgend noch anhand der Figuren 2 und 3 näher erläutert.

[0031] Um einen mechanisierten oder vollautomatischen Wechsel der Schneiddüse 3 zu ermöglichen, weist die Fluidstrahlschneidvorrichtung 1 einen Motor 8 auf, über den der Schneiddüsen-Wechselmechanismus 7 angetrieben werden kann. Der Motor 8 wird über eine Steuereinrichtung 10 angesteuert. Die Steuereinrichtung 10 kann zudem die Hochdruckpumpe 11 steuern, z. B. um je nach ausgewählter Schneiddüse 3 ein passendes Druckniveau des Schneiddrucks einzustellen.

[0032] Die Fluidstrahlschneidvorrichtung 1 weist ferner einen am Schneidkopf 2, z. B. am Schneiddüsenadapter 6 oder an der Überwurfmutter 5 angebrachten Sensor 9 auf, über den eine Verschleißmerkmal der Schneiddüse oder anderer den Schneidstrahl führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung 1 charakterisierende Größe erfasst werden kann. Das Signal des Sen-

sors 9 wird der Steuereinrichtung 10 zugeführt, die für die Auswertung des Signals des Sensors eine Auswerteeinrichtung aufweist.

[0033] Der in Figur 2 dargestellte Schneiddüsen-Wechselmechanismus 7 weist eine Haltevorrichtung 20 auf, an der ein Schneiddüsenadapter 6 angeschraubt werden kann. Der Schneiddüsenadapter 6 weist hierfür ein als Außengewinde ausgebildetes erstes Gewinde 21 auf. Die Haltevorrichtung 20 weist hierfür ein als Innengewinde passend zum Gewinde 21 ausgebildetes erstes Gewinde 29 auf. Die Haltevorrichtung 20 ist über ein zweites Gewinde 22 an einem Kollimationsrohr 34 des Schneidkopfs 2 drehbar gelagert. Durch ein Verdrehen der Haltevorrichtung 20 gegenüber dem Kollimationsrohr 34 führt die Haltevorrichtung 20 relativ zum Kollimationsrohr 34 sowie relativ zum Schneiddüsenadapter 6 eine Linearbewegung aus, je nach Drehrichtung entweder zum Schneiddüsenadapter 6 hin oder von diesem fort. Um die Haltevorrichtung 20 in eine Drehbewegung zu versetzen, ist eine Antriebshülse 23 vorhanden, die form-schlüssig mit der Außenseite der Haltevorrichtung 20 verbunden ist. Die Antriebshülse 23 ist ebenfalls drehbar an dem Kollimationsrohr 34 befestigt.

[0034] Der Schneiddüsenadapter 6 ist über Federn 26 an einer Abstützplatte 25 gelagert. Zudem ist der Schneiddüsenadapter 6 über eine Führungsplatte 24 geführt. Die Anordnung aus der Abstützplatte 25 und der Führungsplatte 24 ist über Stangen 27 mit einer am Kollimationsrohr 34 befestigten oberen Halteplatte 28 verbunden.

[0035] Die Figur 2 zeigt, ebenso wie die Figur 3, die jeweiligen Schneiddüsenadapter 6 ohne daran über die Überwurfmutter 5 befestigte Schneiddüse 3. Soll eine Schneiddüse mit ihrem Schneiddüsenadapter 6 an das Kollimationsrohr 34 angeschlossen werden, so wird ausgehend von der Anordnung der Figur 2 über die Antriebshülse 23 die Haltevorrichtung 20 in eine Drehbewegung versetzt, so dass sie sich über das zweite Gewinde 22 zum Schneiddüsenadapter 6 hin bewegt. Da der Schneiddüsenadapter 6 lose gelagert ist, findet nach kurzer Zeit der erste Gewindegang des Innengewindes 29 den entsprechenden ersten Gewindegang des Außengewindes 21. Hierbei wird unter Umständen der Schneiddüsenadapter 6 etwas nach unten hin zur Halteplatte 25 verschoben, wobei die Federn 26 einfedern. Greifen die Gewindegänge der Gewinde 21, 29 ineinander, wird sodann durch die weitere Drehbewegung der Haltevorrichtung 20 der Schneiddüsenadapter 6 mit der Haltevorrichtung 20 verschraubt. Der Verschraubungsvorgang endet, wenn der Konus 31 des Schneiddüsenadapters 6 mit einem entsprechenden Konus 32 des Kollimationsrohrs 34 in Eingriff kommt. Zum Lösen des Schneiddüsenadapters 6 von der Haltevorrichtung 20 wird diese über die Antriebshülse 23 einfach in der entgegengesetzten Richtung gedreht, bis das Außengewinde 21 aus dem Innengewinde 29 herausgeschraubt ist. Dann kann der Schneiddüsenadapter 6 mit der daran befestigten Schneiddüse 3 gewechselt werden.

[0036] Bei der Ausführungsform der Figur 3 ist zusätzlich zur Ausführungsform der Figur 2 eine Schneiddüsen-Vorratseinrichtung 30 dargestellt, die nach Art eines Revolverkopfs mehrere austauschbare Schneiddüsen mit daran befestigten Schneiddüsenadaptern 6 aufweist. Durch Drehung der Schneiddüsen-Vorratseinrichtung 30 kann von einem Schneiddüsenadapter 6 zu einem anderen Schneiddüsenadapter 6 gewechselt werden. Die Befestigung des Schneiddüsenadapters 6 an der Haltevorrichtung 20 entspricht dem bereits anhand der Figur 2 beschriebenen Vorgang.

[0037] Ferner zeigt die Figur 3 einen Antriebsmechanismus, durch den die Antriebshülse 23 in die genannte Drehbewegung versetzt werden kann. Hierfür ist ein Schneckentrieb 33 mit der Antriebshülse 23 verbunden. Der Schneckentrieb 33 wird über den Motor 8 angetrieben.

[0038] Anhand des Signals des Sensors 9 kann beurteilt werden, ob die Schneiddüse 3 oder ein anderes den Schneidstrahl führendes Teil der Fluidstrahlschneidvorrichtung einen entsprechenden Verschleiß aufweist, der ein Auswechseln des entsprechenden Teils erforderlich macht. Die Figur 4 zeigt typische Signalverläufe des Signals des Sensors 9 nach Durchführung einer Spektralanalyse. Dargestellt ist der jeweilige Spektralwert A über die Frequenz f. Das Spektrum 40 zeigt den einwandfreien Zustand der Schneiddüse 3. Ist die Schneiddüse 3 verschlissen, ergibt sich das Spektrum 41, das deutlich vom Spektrum 40 abweicht. Hieraus kann ein Verschleiß-Informationssignal generiert werden.

Patentansprüche

1. Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) mit einem Schneidkopf (2), der eine auswechselbare Schneiddüse (3) aufweist, aus der ein Schneidstrahl (4) der Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) in die Umgebung abgegeben wird, **gekennzeichnet durch** eines oder beide der folgenden Merkmale a), b):

- a) die Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) weist einen Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) auf, durch den ohne manuellen Eingriff die Schneiddüse (3) vom Schneidkopf (2) entfernt und eine andere Schneiddüse (3) am Schneidkopf (2) anbringbar ist,
- b) die Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) weist wenigstens einen Sensor (9) auf, durch den eine Verschleißmerkmal der Schneiddüse (3) oder anderer den Schneidstrahl (4) führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) charakterisierende Größe erfassbar ist.

2. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) zum automatischen Auswechseln der Schneiddüse (3)

eingerrichtet ist.

3. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) zur Durchführung eines automatischen Auswechsellvorgangs der Schneiddüse (3) in Abhängigkeit von einem Verschleiß-Informationssignal (41) eingerichtet ist, das zumindest ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse (3) oder anderer den Schneidstrahl (4) führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) charakterisiert.

4. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) eine Auswerteeinrichtung (10) aufweist, die zur Erzeugung eines Verschleiß-Informationssignals (41), das zumindest ein Verschleißmerkmal der Schneiddüse (3) oder anderer den Schneidstrahl (4) führender Teile der Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) charakterisiert, auf Basis des Signals des Sensors (9) und zur Ausgabe des Verschleiß-Informationssignals (41) eingerichtet ist.

5. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) eine Schneiddüsen-Vorratseinrichtung (30) aufweist, an der mehrere Schneiddüsen (3) befestigt sind, wobei der Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) dazu eingerichtet, ohne manuellen Eingriff die Schneiddüse (3) vom Schneidkopf (2) zu entfernen und eine andere Schneiddüse (3) der Schneiddüsen-Vorratseinrichtung (30) am Schneidkopf (2) anzubringen.

6. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneiddüse (3) an einem Schneiddüsenadapter (6) befestigt ist, über den die Schneiddüse (3) am Schneidkopf (2) befestigbar ist.

7. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schneiddüsenadapter (6) über ein erstes Gewinde (21) mit einer Haltevorrichtung (20) des Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) verschraubt oder verschraubbar ist, und die Haltevorrichtung (20) ein zweites Gewinde (22) aufweist, das zur Erzeugung einer Linearbewegung der Haltevorrichtung (20) relativ zum Schneiddüsenadapter (6) bei einem Auswechseln der Schneiddüse (3) eingerichtet ist.

8. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gewinde (21) eine größere Steigung aufweist als das zweite Gewinde (22).

9. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneiddüsenadapter (6) gefedert abgestützt ist. 5
10. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneiddüsenadapter (6) statisch unterbestimmt an der Fluidstrahlschneidvorrichtung (1) gelagert ist. 10
11. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneiddüsen-Wechselmechanismus (7) wenigstens einen Schneckentrieb (33) zur Erzeugung einer Rotationsbewegung der Haltevorrichtung (20) zur Durchführung eines Auswechsellvorgangs der Schneiddüse (3) aufweist. 15
12. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) als Schallsensor, sonstiger Geräuschsensor, Vibrationssensor, Beschleunigungssensor und/oder temperaturempfindlicher Sensor ausgebildet ist. 20 25
13. Fluidstrahlschneidvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) in mechanischem Kontakt mit der Schneiddüse (3) oder anderen Teilen des Schneidkopfs (2) angeordnet ist. 30

35

40

45

50

55

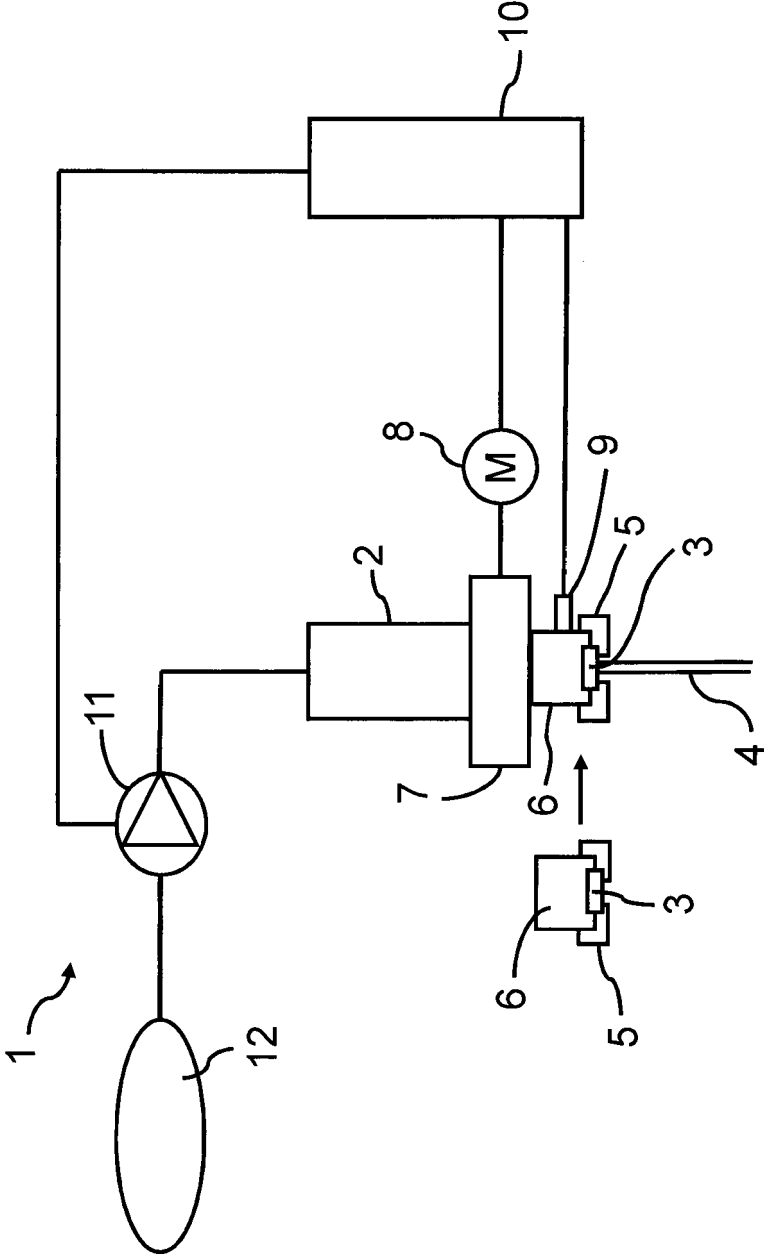


Fig. 1

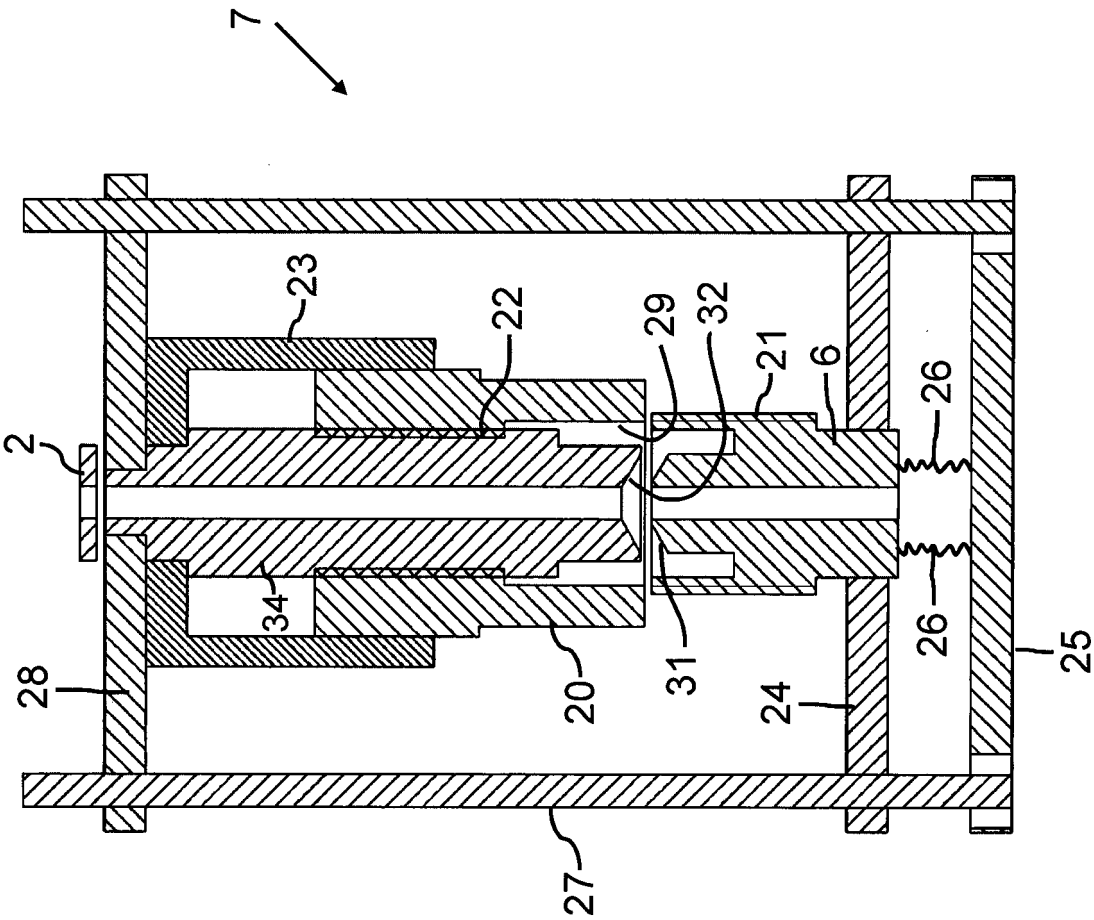


Fig. 2

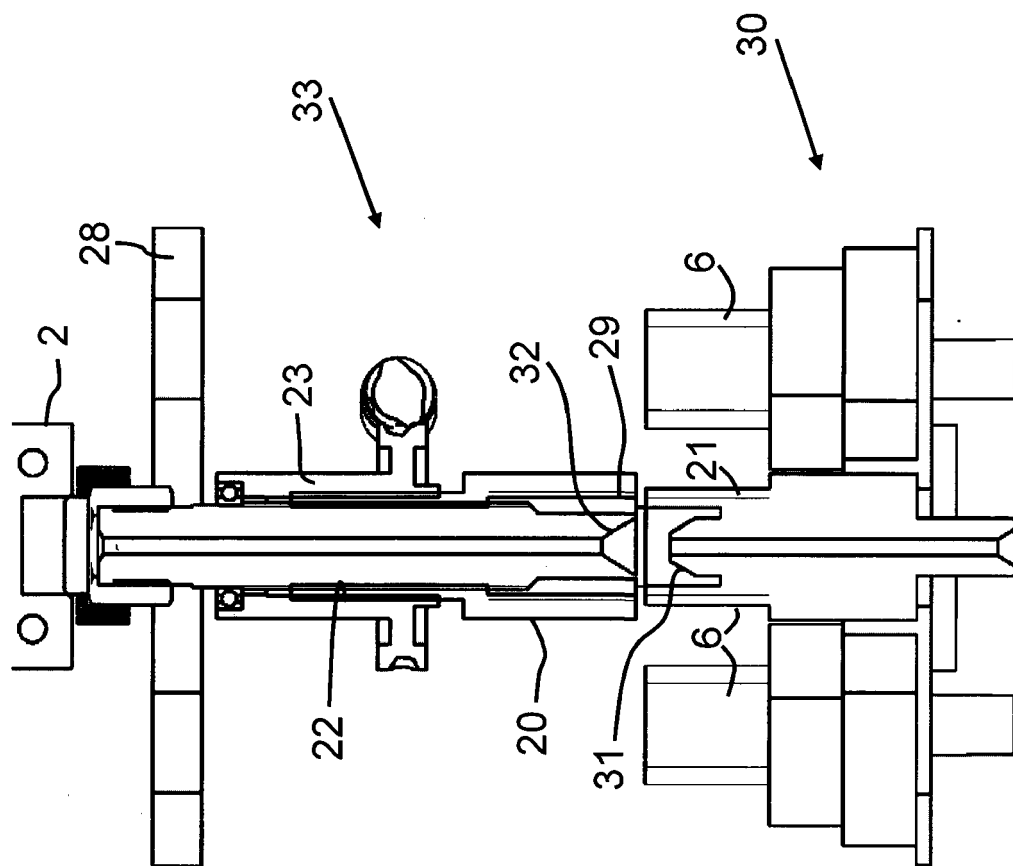


Fig. 3

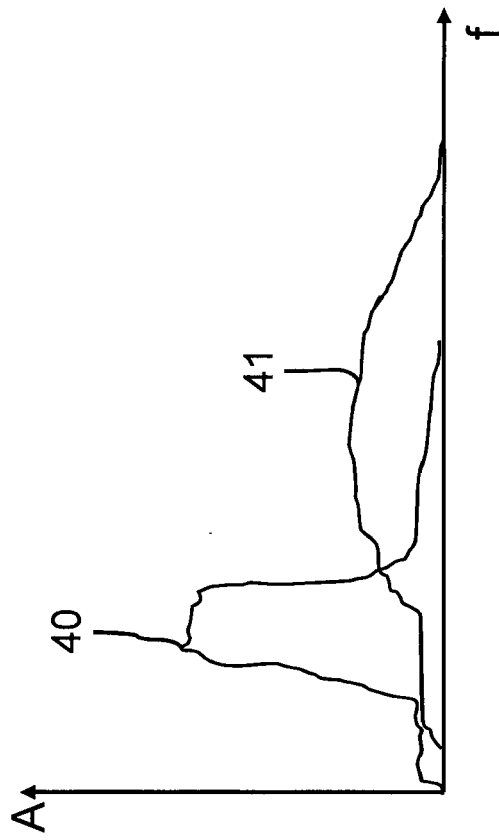


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 00 0004

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 320 289 A (HASHISH MOHAMAD [US] ET AL) 14. Juni 1994 (1994-06-14)	1-6,10,13	INV. B24C5/04
Y	* Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 10 *	12	
A	* Spalte 1, Zeile 58 - Spalte 2, Zeile 31 *	7-9,11	
	* Spalte 4, Zeile 51 - Zeile 62 *		
	* Spalte 6, Zeile 50 - Zeile 62; Anspruch 11 *		

X	EP 2 801 442 A1 (BIESSE SPA [IT]) 12. November 2014 (2014-11-12)	1,2,5,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B24C G01F B05B
A	* Absätze [0008], [0034]; Anspruch 10 *	7,11	

X	US 2011/086579 A1 (GELBART DANIEL [CA]) 14. April 2011 (2011-04-14)	1,4	
	* Absätze [0039], [0040]; Ansprüche 29,30; Abbildung 5 *		

X	US 4 734 681 A (SUZUKI HIDEMASA [JP]) 29. März 1988 (1988-03-29)	1,12	
A	* Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 2, Zeile 29 *	4	
	* Spalte 4, Zeile 43 - Zeile 48; Abbildung 3A *		

X	US 4 420 957 A (WEBER JOSEPH H [US]) 20. Dezember 1983 (1983-12-20)	1	
	* Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 10 *		
	* Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 31 *		
	-----		12
Y	EP 2 535 116 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. Dezember 2012 (2012-12-19)		
	* Absätze [0011] - [0013], [0022]; Anspruch 1 *		

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. Mai 2018	Prüfer Carmichael, Guy
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 00 0004

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 108 475 A1 (BYSTRONIC LASER AG [CH]) 14. Oktober 2009 (2009-10-14) * Absätze [0001], [0002], [0010], [0011] * -----	1,5,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. Mai 2018	Prüfer Carmichael, Guy
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

50

55

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

EP 18 00 0004

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-05-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5320289 A	14-06-1994	KEINE	
EP 2801442 A1	12-11-2014	EP 2801442 A1	12-11-2014
		US 2014329445 A1	06-11-2014
US 2011086579 A1	14-04-2011	KEINE	
US 4734681 A	29-03-1988	JP S6281566 U	25-05-1987
		US 4734681 A	29-03-1988
US 4420957 A	20-12-1983	KEINE	
EP 2535116 A1	19-12-2012	AU 2012269260 A1	19-12-2013
		BR 112013031859 A2	13-12-2016
		CA 2839360 A1	20-12-2012
		CN 103608119 A	26-02-2014
		EP 2535116 A1	19-12-2012
		RU 2014101028 A	10-08-2015
		US 2014130576 A1	15-05-2014
		WO 2012171784 A1	20-12-2012
EP 2108475 A1	14-10-2009	AT 468196 T	15-06-2010
		AT 520496 T	15-09-2011
		CN 101554701 A	14-10-2009
		EP 2108475 A1	14-10-2009
		EP 2110198 A2	21-10-2009
		PT 2110198 E	11-10-2011

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 69003233 T2 [0002]