

(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
28. Juni 2001 (28.06.2001)

PCT

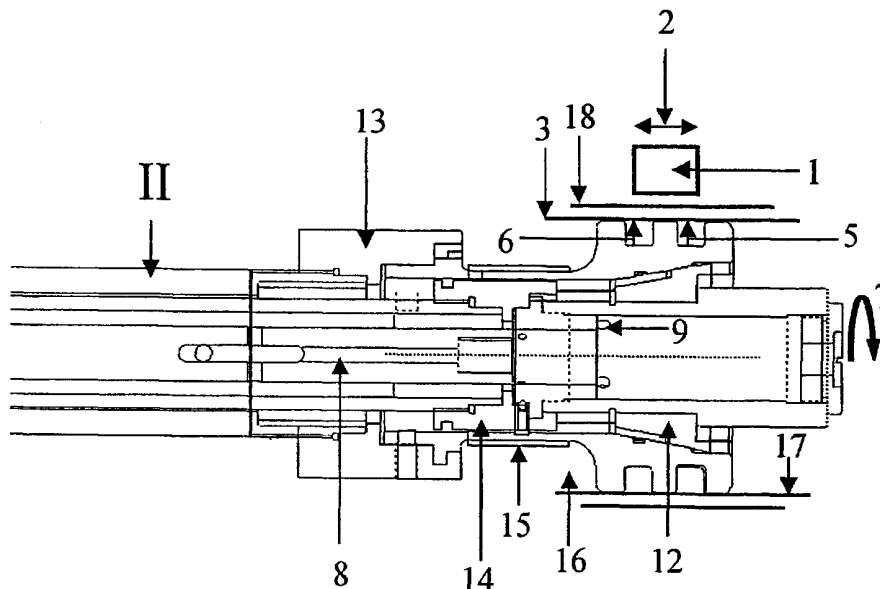
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/45892 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23K 26/00** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/12602 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MORISSE, Lutz**
[DE/DE]; Bahnhofstrasse 52, 67105 Schifferstadt (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Dezember 2000 (12.12.2000) **SEFRIN, Christian** [DE/DE]; Ginsterweg 2, 76756
Bellheim (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: **ISENBRUCK, Günter**; Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, Theodor-Heuss-An-
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch lage 12, 68165 Mannheim (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 199 61 773.2 21. Dezember 1999 (21.12.1999) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
US): **PFALZ-FLUGZEUGWERKE GMBH** [DE/DE]; BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
Am Neuen Rheinhafen 10, 67346 Speyer (DE). NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TREATING LIGHTWEIGHT COMPONENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEARBEITUNG VON LEICHTBAUTEILKOMponentEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for treating lightweight components that contain titanium alloys. A laser (1) can be moved essentially in relation to a moving direction towards the lightweight components (3, 50, 53, 55) to be treated. The inventive method comprises the following steps: lightweight components (3, 50, 53, 55) to be treated are positioned on clamping devices (4, 19, 20, 26, 27), the clamping devices (4, 19, 20, 26, 27) which receive the lightweight components (3, 50, 53, 55) are driven in relation to the laser head (1) and cutting or joining processes are carried out on the such positioned lightweight components (3, 50, 53, 55) by means of a laser head (1).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/45892 A2



Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

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.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bearbeiten von Leichtbauteilen, Titanlegierungen enthaltend, mit einem Laser (1), der im wesentlichen einer Bewegungsrichtung (2) relativ zu den bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) bewegbar ist, mit nachfolgenden Verfahrensschritten: dem Positionieren von z bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) auf Spanneinrichtungen (4, 19, 20, 26, 27), dem Antreiben der die Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) aufnehmenden Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) relativ zum Laserkopf (1) und dem Ausführen von Schneid- bzw. Fügevorgängen an den solcherart positionierten Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) durch einen Laserkopf (1).

**Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung
von Leichtbauteilkomponenten**

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Titan-Leichtbauteilen für die Luftfahrtindustrie, wobei die Leichtbauteile insbesondere mittels eines Laserkopfes bearbeitet werden.

10

Wo 97/19781 bezieht sich auf ein Schweißverfahren für Titanlegierungen, bei dem die mechanischen Eigenschaften der Schweißzone von besonderem Interesse sind, eine Versprödung in der Schweißzone zu vermeiden ist und eine erhebliche Wärmebelastung durch den Schweißprozeß auftritt. Bei diesem Schweißverfahren wird eine zum Schweißen von Titanlegierungen geeignete Schweißelektrode mittels eines Schweißbrenners zugeführt, wobei der Schweißbrenner eine Inertgaszufuhr enthält, und dieses Inertgas ein konisch verlaufendes Schild um die zum Schweißen von Titanlegierungen geeignete Elektrode legt. Gemäß dieses Schweißverfahrens wird ein Lichtbogen zwischen der Schweißelektrode und der Titanlegierung erzeugt, um ein Zusammenwachsen der Titanlegierung innerhalb des konisch verlaufenden Schildes zu erzielen. Schließlich wird der konisch verlaufende Schild von der Zone, in der die Titanlegierung zusammengewachsen ist, entfernt, wovon diese soweit abgekühlt wird, daß die Oxidation des Titanmaterials in der Zone des Zusammenwachsens ausgeschlossen ist.

25

US 5,531,370 bezieht sich auf ein Werkzeugsystem für hochpräzises Dimensionieren und Schneiden sowie Schweißen insbesondere für in der Raumfahrt verwendete Legierungen.

30 Bei diesen Verfahren des dynamischen Dimensionierens zum Aufbringen alternierender Zug- und Druckkräfte wird die Duktilität eines Endes eines Metall-

- 2 -

rohres dadurch herabgesetzt, daß dieses permanent und exakt einem Deformationsprozeß unterworfen wird. Die Metallröhren haben eine Drehachse und eine zentrale Öffnung. Gemäß diesem Verfahren wird eine Vielzahl bewegbarer, angeschrägter Rollenkörper mit der Metallröhre in Kontakt gebracht. Dabei
5 wird die Vielzahl der bewegten angeschrägten Rollen parallel zur Längsachse der Metallröhre verschoben. Die besagte Vielzahl angeschrägter Rollen ist vorzugsweise an einer Platte aufgenommen, deren Umdrehungsachse mit der Längsachse der Metallröhre zusammenfällt. An der Platte sind die angeschrägten Rollen im äußeren Umfangsbereich aufgenommen, wobei diese die Metallröhre wiederholt
10 unter gleichmäßigem Spannen und Entspannen aufweiten, bis die Metallröhre ihre Elastizität, sich in ihre ursprüngliche Form zurückzubilden, verloren hat.

Die Vielzahl an der Platte aufgenommener angeschrägter Rollen wird von dem Mantel der Metallröhre abgestellt, nachdem sich die gewünschte permanente
15 Verformung der Metallröhre eingestellt hat und zwei solcherart beschaffene Metallröhren aneinander stoßen.

Beim thermischen Fügen Titanlegierungen enthaltender Leichtbauteile, ist die genaue Positionierung der miteinander zu verbindenden Bauteile sehr bedeutsam,
20 um möglichst belastbare und glatte Schweißnahtverläufe zu erzielen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein thermisches Fügeverfahren für Titanlegierungen enthaltende Leichtbauteile bereitzustellen, wobei die Leichtbauteile während des Fügevorgangs exakt zueinander positioniert gehalten
25 werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 17 gelöst. Die mit der Erfindung einhergehenden Vorteile sind vielfältiger Natur. Durch die Relativbewegung der zu bearbeitenden Leichtbauteile in Bezug auf den
30 diese bearbeitenden Laserkopf kann der Vorschub durch Rotation des zu bearbeitenden Materials hochgenau erfolgen. Eine Bewegung eines rotations-

- 3 -

symmetrischen Bauteiles ist einfacher zu bewältigen als eine dreidimensionale Steuerung eines Laserkopfes, in dessen Arbeitsbereich eine große Wärmeentwicklung entsteht. Die entstehende Prozeßwärme kann über die zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten aufnehmende, antreibbare Spannsysteme wesentlich einfacher abgeführt werden.

In besonderer Ausgestaltung des der Erfindung zugrunde liegenden Verfahrens, läßt sich der Laserkopf vorzugsweise entlang der Z-Achse auf das zu bearbeitende Material zu oder von diesem wegfahren, so daß Zustellbewegungen an die zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten ausgeführt werden können. Leichtbauteilkomponenten lassen sich mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens auf Länge zuschneiden oder auch miteinander durch Verschweißung stoffschlüssig verbinden. Bei stoffschlüssigen Verbinden der Leichtbauteilkomponenten lassen sich diese vorzugsweise an einer Stoßfuge durch eine I-förmige Schweißnaht miteinander verbinden. Anstelle einer I-Naht kann zur stoffschlüssigen Verbindung der Leichtbauteilkomponenten miteinander auch eine Kehlnaht ausgeführt werden.

Neben an einer Stoßfuge aneinander stoßenden, jeweils geraden Leichtbauteilkomponenten, die miteinander verschweißt werden können, können mittels des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens auch gerade und gekrümmte Bauteile bearbeitet bzw. miteinander verschweißt werden. Daneben lassen sich auch halbschalenförmige Elemente z.B. Krümmerhalbschalen miteinander verschweißen, wobei bei diesen die die stoffschlüssige Verbindung darstellende Schweißnaht in Längsrichtung verlaufend ausgeführt wird.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich insbesondere auf die Außenfläche rotationssymmetrischer Bauteile Verstärkungsringe aufbringen, um diese mit der Außenfläche im Bereich von Überlappungsnahten durch Anheften zu verbinden.

- 4 -

In Längsrichtung verlaufende Schweißnähte lassen sich ebenfalls als I-Nähte ausbilden. Durch die Spannvorrichtungen, die die zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten aufnehmen, kann der Innenseite der zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten im Bereich des im Arbeitsbereich des Laserkopfes ein
5 Schutzgasstrom zugeleitet werden, der gleichermaßen auch auf der Außenseite des Arbeitsbereiches des Laserkopfes zugeführt werden kann.

Die Leichtbauteilkomponenten lassen sich zuverlässig durch eine Expansion der antreibbaren Spannvorrichtungen aufweiten, was beispielsweise in Umfangs-
10 richtung oder Längsrichtung durch Druckmittelbeaufschlagung erfolgen kann. Ferner läßt sich die Güte der jeweils zu erzeugenden stoffschlüssigen Verbindung dadurch verbessern, daß während des Bearbeitungsvorgangs des Verschweißens die zu verschweißenden Leichtbauteilkomponenten an dem Stoß- oder im Überlappungsbereich aufeinander zu gezogen werden, um die Präzision der
15 stoffschlüssigen Verbindung durch den Laserkopf zu verbessern.

Gemäß einer erfindungsgemäß ebenfalls offenbarten Vorrichtung zum Bearbeiten von Leichtbauteilkomponenten, die Titanlegierungen enthalten, sind die die Leichtbauteilkomponente aufnehmenden Spannvorrichtungen angetrieben, so daß
20 die an den Spannvorrichtungen jeweils aufgenommenen Leichtbauteilkomponenten in Bezug auf den Laserkopf bewegt werden; um die bei Laserschweißvorgängen notwendige Inertgasversorgung sicherzustellen, sind die Spanneinrichtungen von einem Kanalsystem durchzogen, über welches ein Schutzgasstrom an die Innenseite der an den Spannvorrichtungen aufgenommenen
25 Leichtbauteilkomponenten gelangt. Von Außen wird ebenfalls ein Schutzgas oder Inertgasstrom in die Bearbeitungsstelle unterhalb des Laserkopfes geleitet. Durch Öffnungen, beispielsweise Umlaufnuten, gelangt der Schutzgasstrom an die Innenseite der Leichtbauteilkomponenten.

30 Zum Fixieren der Leichtbauteilkomponenten sind die Spanneinrichtungen in radialer Richtung expandierbar. Dadurch legen sich die Außenflächen der

- 5 -

Spannvorrichtungen an die Innenseite der jeweils zu fixierenden Leichtbauteilkomponente an und halten diese Position. Um ein Entweichen von Schutzgas zwischen der Innenseite der jeweils fixierten Leichtbauteilkomponente und der Umfangsfläche der Spannvorrichtung zu vermeiden, sind an diesen Dichtringe
5 angeordnet, die die Schutzgasverluste oder Inertgasverluste begrenzen. Die radiale Expansion der Spannvorrichtungen kann durch Verschieben ringförmiger Keilflächen erfolgen: deren Druckbeaufschlagung erfolgt beispielsweise über ein Hydraulikfluid. Um Zustellbewegungen der zu bearbeitenden – d.h. längs zu schneidenden oder miteinander zu verschweißenden – Leichtbauteilkomponenten
10 zu vermeiden, können die Spannvorrichtung mit Federelementen versehen sein, die die Stoßfuge aneinander grenzender Leichtbauteilkomponenten in Position halten und die aneinander anstoßenden Flächen der Leichtbauteilkomponenten kontinuierlich aufeinander zuziehen. Durch die durch die Federelemente aufgebrachte ab einem bestimmten Hydraulikdruck wirkende Zugkraft wird die
15 Genauigkeit der Positionierung der miteinander stoffschlüssig zu verbindenden Leichtbauteilkomponenten während des Bearbeitungsvorgangs aufrechterhalten.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich Leichtbauteilkomponenten, Titanlegierungen enthaltend, wie
20 beispielsweise im Flugzeugbau eingesetzte Nebenluft- oder Zusatzluftleitungen in der geforderten Qualität herstellen.

Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

25 Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch Spannvorrichtungen für Längsbeschnitt- und Überlappungsnähte,

30 Fig. 2 einander gegenüberliegende Spanneinrichtungen für das Erzeugen einer Doppel-T- oder I-Naht,

- 6 -

Fig. 3 Spannvorrichtungen für gerade und gekrümmte miteinander zu verbindende Leichtbauteilkomponenten,

5 Fig. 4 eine Explosionszeichnung der Spanneinrichtung gemäß Fig. 3,

Fig. 5 ein Spannsystem mit axial angeordneten Hydraulikzylindern,

Fig. 6 ein Spannsystem für Spannvorrichtungen mit Umlenkmechanismen,

10

Fig. 7 ein Aufnahmeelement für halbschalenförmige Leichtbauteilkomponenten zum Längsschweißen

15 Fig. 8 die Ansicht eines aus einzelnen Leichtbauteilkomponenten hergestellten Längs- und in Umfangsrichtung verschweißten Nebenluftrohres.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch Spannvorrichtungen für Längsbeschnitt und die Erzeugung von Überlappungsnähten.

20 Ein Laserkopf 1 kann in der gemäß des Doppelpfeiles 2 angedeuteten horizontalen Ebene verfahren werden. Der Laserkopf 1 befindet sich oberhalb eines Teilrohres 3, welches eine Leichtbauteilkomponente darstellt, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel von einem Verstärkungsring 18 umgeben ist. Die Innenseite 17 des Metallrohres 3 ist auf den Umfangsflächen einer
25 Spanneinrichtung 4 aufgenommen. Die Umfangsfläche der Spanneinrichtung 4 ist von zwei Umfangsnuten 5 und 6 durchzogen, in welche ein Schutzgasstrom 8 mündet, der aus einem im Inneren der Spannvorrichtung 4 verlaufenden Kanalsystem austritt und die Innenseite der durch den Laserkopf jeweils zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponente 3 mit Schutz- oder Inertgas beaufschlagt.

30

- 7 -

Der Schutzgasstrom 8 verläuft durch ein Innenrohr 10 über in der Spanneinrichtung 4 vorgesehene Öffnungen 9 in die Umfangsnuten 5, 6. Auf der Außenseite der jeweiligen durch den Laserkopf 1 zu bearbeitenden Bereiche an der Leichtbauteilkomponente 3 wird ebenfalls Schutz- oder Inertgas zugeführt, so
5 daß beispielsweise eine I-Naht höchster Präzision erzeugt werden kann.

Am Außenrohr 11 der Spanneinrichtung 4 ist ein äußerer Haltering aufgenommen, welcher Außenrohr 11 und Innenrohr 10 umschließt. Die Spannvorrichtung 4 ist auf einem keilförmigen Element 12 aufgenommen, das
10 über ein Druckmedium – beispielsweise ein Hydraulikfluid – eine Aufweitung des Umfangs der Spannvorrichtung 4 bewirkt, so daß sich die Umfangsfläche der Spannvorrichtung 4 an die Innenseite 17 der Leichtbauteilkomponente 3 anlegt und diese fixiert.

15 Das sich um das Innenrohr 10 bewegendes Außenrohr 11 überträgt die Drehung eines Antriebes an die Spannvorrichtung 4, diese rotiert und bewegt die zu bearbeitende Fläche relativ zum Laserkopf 1, so daß nunmehr die Leichtbauteilkomponente 3 durch den Laserkopf 1 auf exaktes Längenmaß geschnitten werden kann.

20

Wird hingegen eine Überlappungsschweißnaht erzeugt, so wird ein Verstärkungsring 18 oberhalb der Leichtbauteilkomponente 3 befestigt; Verstärkungsring 18 und Leichtbauteilkomponente 3 werden durch Expansion der Spannvorrichtung 4 durch Beaufschlagung mittels eines Druckmediums fixiert.
25 Danach werden die einander überlappenden Bauteile 3, 18 durch den Laserkopf 1 zunächst geheftet und dann in Umfangsrichtung als Überlappungsschweißnaht während der Drehbewegung der fixierten Leichtbauteilkomponente 3 miteinander verschweißt.

30 Ob bei Längsbeschnitt oder Überlappungsschweißnaht – stets erfolgt eine Bewegung der zu bearbeitenden Fläche relativ zum Werkzeug, hier dargestellt durch den

Laserkopf 1; stets wird Schutzgas oder Inertgas sowohl an die Innenseite der Leichtbauteilkomponente 3 geführt und auch an die Außenseite in dem Bereich, in dem der Laserkopf 1 positioniert ist und die Bearbeitung des Materials vornimmt.

- 5 In Fig. 2 sind zwei Spannvorrichtungen dargestellt, um zwei gerade Leichtbauteilkomponenten 3, 53 derart zu positionieren, daß sie an ihrer Stoßfuge 24 aneinander stoßen und während eines Bearbeitungsvorgangs beispielsweise des Verschweißens so positioniert bleiben. Die beiden Spannvorrichtungen 19 bzw. 20 halten an ihren äußeren Umfangsflächen jeweils ein rohrförmiges Leichtbauteil
- 10 3 bzw. 53. Zwischen den Spannvorrichtungen 19, 20 ist eine Umfangsnut 23 ausgebildet, in die der Schutzgasstrom 8 mündet und so an die Innenseite 17 der durch den Laserkopf 1 auszubildenden I-Naht an der Stoßfuge 24 zu gelangen. Auch hier wird Inert- oder Schutzgas an die Außenseite der Stoßfuge 24 in den Arbeitsbereich des Laserkopfes 1 eingebracht. Die die Leichtbauteilkomponenten
- 15 3, 53 jeweils aufnehmenden Spannvorrichtungen können beispielsweise aus Federstahl gefertigt werden. Die Spannvorrichtungen 19, 20 können jedoch auch aus weicheren Metallen oder weicheren Metalllegierungen wie beispielsweise Messing bestehen.
- 20 Durch Aufbringen eines hydraulischen Druckes werden durch die axiale Bewegung der Keile 12 die Spannvorrichtungen 19, 20 in radialer Richtung aufgeweitet, so daß die Leichtbauteilkomponenten 3, 53 fixiert sind. Ab einem voreinstellbaren Druckniveau bewirkt der auf die Keile 12 einwirkende hydraulische Druck, daß ein zwischen den Spannvorrichtungen 19 bzw. 20
- 25 vorgesehenes Federelement 25 so zusammengedrückt wird, daß die beiden Spannvorrichtungen 19, 20 aufeinander zu bewegt werden. Dadurch werden die an den Umfangsflächen der jeweiligen Spannvorrichtungen 19 bzw. 20 fixierten Leichtbauteilkomponente 3, 53 aufeinander zu gezogen. Die unterhalb des Laserkopfes 1 derart positionierte Stoßfuge 24 kann nunmehr verschweißt
- 30 werden, indem die beiden Spannvorrichtungen 19, 20 gedreht werden.

In der Darstellung gemäß Fig. 3 sind Spannvorrichtungen für gerade und gekrümmte miteinander zu verbindende Leichtbauteilkomponenten dargestellt.

Auf einer in Drehrichtung 7 verdrehbaren Spannvorrichtung 26 ist ein gerades
5 Metallrohr 3 aufgenommen, auf der Spannvorrichtung 27 ein gekrümmter
Rohrbogen 50. Die beiden Spannvorrichtungen 26, 27 sind so positioniert, daß die
beiden Leichtbauteilkomponenten 3, 50 im Bereich der Stoßfuge 24 aneinander
anliegen. Die Stoßfuge 24 befindet sich unterhalb des Laserkopfes 1, der Antrieb
der Spannvorrichtung 26 bzw. 27 erfolgt von der Spannvorrichtung 26 aus. Durch
10 Schaftschrauben sind die beiden Spannvorrichtungen 26, 27 miteinander
verbunden, um den Drehantrieb auch an die das gekrümmte Leichtbauteil 50
aufnehmende Spannvorrichtung 27 übertragen zu können. Die Expansion der
beiden Spannvorrichtungen 26, 27 erfolgt über ringförmige Spannelemente 28
bzw. 29, die mit einem hydraulisch erzeugten Druck beaufschlagt werden können.
15 Mit der Konfiguration gemäß Fig. 3 lassen sich gerade und gekrümmte Titan-
legierungen enthaltende Leichtbauteilkomponenten miteinander verschweißen; es
werden bevorzugt I-Schweißnähte ausgebildet, wobei auch in dieser Ausführungs-
variante die fixierten Bauteile 3, 50 unterhalb des Laserkopfes 1 mittels eines hier
nicht dargestellten Antriebs verdreht werden und Schutz- oder Inertgas an die
20 Innenseite der jeweiligen Schweiß- oder Bearbeitungsstelle sowie an deren
Außenseite zugeführt wird.

Fig. 4 zeigt eine Explosionszeichnung der Spannvorrichtung gemäß Fig. 3, jedoch
ohne die Leichtbauteilkomponenten.

25 Aus Fig. 4 ist erkennbar, daß die beiden Spannvorrichtungen 26 bzw. 27 durch
Schaftschrauben miteinander verbunden werden können, um den über die
Spannvorrichtung 26 eingeleiteten Antrieb auch an die Spannvorrichtung 27 zu
übertragen. Diese Spannvorrichtung kann aus mehreren Spannsegmenten 27.1
30 bestehen, um eine für die Aufnahme gekrümmter Werkstücke 50 notwendige
größere Elastizität an der Spannvorrichtung 27 zu erzeugen. Die beiden

- 10 -

Spannkeile oder Spannringe 28 bzw. 29 sind als ringförmige Bauteile ausgebildet, die mit einer zentrischen Bohrung in der Mitte und Anschrägungen an den Außenflächen verbunden sind.

- 5 Die Figuren 5 und 6 zeigen Spannsysteme, mit koaxial angeordneten Stellzylindern und einem Stellzylinderumlenkmechanismus-System.

Fig. 5 zeigt zwei Stellzylinder 31, die koaxial zum Rohrsystem 32 angeordnet sind; über einen Drehantrieb 35 wird das Rohrsystem 32 in Drehrichtung 7
10 angetrieben, wobei das Rohrsystem 32 von zwei Lünetten 36 umgeben ist. An diesen können die Laserköpfe 1 aufgenommen werden. Am vorderen Ende des Rohrsystems 32 sind zwei Spannvorrichtungen 19 bzw. 20 ausgebildet, über welche zwei miteinander zu verbindende Leichtbauteilkomponenten 3, 50, 53 oder 55 in ihren jeweiligen Bearbeitungspositionen fixiert werden. Unterhalb der
15 Lünette 36 ist mit Bezugszeichen 33 eine Lünettenführung dargestellt, an der die Lünette befestigt ist. Gemäß der eingezeichneten Doppelpfeile kann auch der Tisch, an dem die Lünettenführung 33 aufgenommen ist, vertikal oder horizontal verfahren werden, so daß Zustellbewegungen an den Laserkopf 1, der die Leichtbauteilkomponenten bearbeitet, durch die zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten möglich sind.
20

In der Konfiguration gemäß Fig. 6 sind die beiden Zylinder 31 parallel zum Rohrsystem 32 angeordnet und stehen über eine Zugscheibe 37 und einen Umlenkhebel 38 in Verbindung mit dem Rohrsystem 32. Mittels des
25 Drehantriebes 35 wird das Rohrsystem 32 verdreht, dessen Inneres als Leitungssystem für das Druckmedium dient, welches über die Stellzylinder 31 eine Expansion der jeweiligen Spannvorrichtung 19 bzw. 20 bewirkt. In den das Rohrsystem 32 jeweils umgebenden Lünetten 36 können die Laserköpfe 1 aufgenommen werden, mit denen sich die an den Spannvorrichtungen 19 bzw. 20 aufgenommenen Leichtbauteilkomponenten bearbeiten lassen. Auch in diesen
30

Konfigurationen sind die Lünetten 36 an einer Lünettenführung 33 auf einer Grundplatte befestigt.

Fig. 7 zeigt eine Aufnahmevorrichtung zum Längsnahtverschweißen von
5 halbschalenförmigen Leichtbauteilkomponenten.

Die Materialhalbschalen von Leichtbauteilkomponenten 3, 50, 53 und 55 werden in einer Aufnahme 40 positioniert und über Vakuumspanner 43 angesaugt. Die Leichtbauteilkomponenten können darüber hinaus über Zentrierbolzen 40.1
10 zusammengefügt und mittels Schrauben gesichert werden. Danach erfolgt eine Verdrehung der Aufnahme 40; zum Verdrehen der Aufnahme 40 dient ein Antrieb 46, der über einen Riemen 45 eine Riemenscheibe antreibt, die an der Welle der Aufnahme 40 hinter einem Stehlager 41 aufgenommen ist. Zum Ausgleich ist auf der Welle der Aufnahme 40, die das Stehlager 41 durchsetzt, ein Gegengewicht
15 44 aufgenommen.

Der Antrieb 46 und die Aufnahme 40 sind in einem Gestell 39 gelagert. Durch den Antrieb 46 kann eine kontinuierliche Verdrehung der Aufnahme 40 samt der in dieser fixierten Leichtbauteilkomponenten wie z.B. Krümmerhalbschalen
20 erfolgen, so daß die innenliegende Schweißnaht gefertigt werden kann. Durch das ebenfalls an der Welle der Aufnahme 40 befestigte Gegengewicht 44 wird die Bewegung der Aufnahme 40 unterstützt, der Antrieb 46 samt Riemen 45 entlastet.

Je nachdem, ob in der Aufnahme 40 4“- oder 6“-Bauteile gefertigt werden, kann
25 die Umlaufgeschwindigkeit am Antrieb 46 entsprechend vorgewählt werden. Am Antrieb 46 sind 4 Geschwindigkeiten vorprogrammierbar, so daß je nach Bestückung mit der entsprechenden Leichtbauteilkomponente, die entsprechenden Vorschübe einstellbar sind. Vorteilhafterweise wird in einer Drehrichtung der Aufnahme 40 die Innennaht geschweißt, bei einer der vier oben genannten
30 Geschwindigkeiten und mit ca. 70° Winkelvorgabe. Nach Fertigung der entsprechenden Innennaht an zwei halbschalenförmigen Leichtbauteil-

komponenten kann nach Umkehr der Drehrichtung 40 durch Umschaltung des Antriebs 46 und entsprechender Neuausrichtung die Außennaht gefertigt werden, die vorzugsweise als I-Schweißnaht ausgeführt werden kann.

- 5 Fig. 8 zeigt ein entsprechend des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung gefertigtes Leichtbauteil.

Das gefertigte Bauteil 47 stellt ein Nebenluftrohr dar, wie es beispielsweise bei Flugzeugen zur Nebenluftabzweigung eingesetzt werden kann. Das Nebenluftrohr
10 47 ist in einem Durchmesser 47.1 ausgeführt und besteht aus einzelnen miteinander verschweißten Rohrabschnitten. Es handelt sich dabei um gekrümmte Bogenelemente 50 und gerade Rohrabschnitte 53 bzw. 55, die entweder miteinander stoßverschweißt oder in Längsrichtung verschweißt sein können. Im unteren Teil von Fig. 8 ist ein Verstärkungsring 49 im Bereich einer Über-
15 lappungsnaht dargestellt, wobei das mit dem Verstärkungsring 49 versehene, sich im wesentlichen vertikal erstreckende Bauteil mit einer Längsschweißnaht 48 ausgeführt ist. Im Übergangsbereich oder Halteringbereich 54 zwischen zwei aneinandergesetzten geraden Bauteilen können zwei nebeneinander liegende Überlappungsnahte 51 liegen. An den geraden Rohrabschnitt 53 schließt sich ein um
20 den Krümmungswinkel 52 abknickender Rohrbogen 50 an, an welchen sich wiederum ein gerader Abschnitt 45 anschließt, auf den beabstandet voneinander Verstärkungsringe 49 aufgebracht sind.

An das Rohrbogenelement 50 schließt sich ein gerades Element 55 an, so daß im
25 hier gezeigten Ausführungsbeispiel ein Rohrbogenelement 50 von zwei geraden Abschnitten 53, 55 eingegrenzt ist.

In dem jeweils von zwei umlaufenden Stegen begrenzten Übergangsbereich 54 können die Zusatzluft-/Nebenluftrohrleitungen vibrationsarm gelagert werden.
30 Der in Fig. 8 dargestellte gekrümmte Verlauf des Bauteils 47 ist nur einer von vielen möglichen Leitungsverläufen, die sich mittels des dargestellten Verfahrens

- 13 -

unter Einsatz der offenbarten Spanneinrichtungen herstellen lassen; das Leichtbauteil 47 kann beispielsweise aus Abschnitten 3, 50, 53 und 55 bestehen, die extrem dünnwandig ausgeführt sind, so daß sich ein relativ schnelles Verschweißen realisieren läßt. Das Leichtbauteil 47 kann daneben auch aus
5 Reintitan (commercially pure titanium) bestehenden einzelnen Abschnitten 3, 50, 53, 55 zusammengesetzt sein und mit dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren und den angegebenen Vorrichtungen gefertigt werden.

- 14 -

Bezugszeichenliste

1	Laserkopf	26	Spannvorrichtung gerades Bauteil
2	Bewegungsrichtung	27	Spannvorrichtung gekrümmtes Bauteil
3	Leichtbauteilkomponente	27.1	Spannsegmente
4	Spannvorrichtung	28	Spannkeil
5	erste Umfangsnut	29	Spannkeil
6	zweite Umfangsnut	30	Dichtring
7	Drehrichtung		
8	Schutzgasstrom	31	Stellzylinder
9	Öffnung	32	Rohrsystem
10	Innenrohr	33	Lünettenführung
11	Außenrohr	34	Lünette
12	Keil	35	Antrieb
13	äußerer Haltering	36	Lünette
14	innerer Haltering		
15	Hülse	37	Zugscheibe
16	Hohlraum	38	Umlenkhebel
17	Innenseite		
18	Ring	39	Gestell
		40	Aufnahme
19	Spannvorrichtung	40.1	Zentrierbolzen
20	Spannvorrichtung	41	Stehlager
21	Fuge	42	Schutzgaszufuhr
22	Schutzgasstrom	43	Vakuumspanner
23	Umfangsnut	44	Gegengewicht
24	Stoßstelle	45	Riemen
25	Federelement	46	Antrieb

- 15 -

47	Nebenluftrohr	51	Überlappungsnaht
47.1	Durchmesser	52	Krümmungswinkel
48	Längsnaht	53	Rohrabschnitt
49	Verstärkungsring	54	Übergangsbereich (Haltebereich)
50	Bogenelement	55	Rohrabschnitt

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Bearbeiten von Leichtbauteilen, Titanlegierungen
 enthaltend, mit einem Laser (1), der in mindestens einer
 Bewegungsrichtung (2) relativ zu den zu bearbeitenden Komponenten (3,
 50, 53, 55) positionierbar ist, nach folgenden Verfahrensschritten:
- 10 - dem Positionieren von zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten
 (3, 50, 53, 55) auf Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27)
 - dem Antreiben der die Leichtbauteile (3, 50, 53, 55) aufnehmenden
 Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) relativ zu einem Laserkopf
 (1)
- 15 - dem Ausführen von Schneid- bzw. Schweißvorgängen an
 positionierten Leichtbauteilkomponenten durch den Laserkopf (1).
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserkopf
 (1) entlang der Z-Achse bewegbar ist.
- 20 3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
 Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) auf Länge geschnitten werden.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
25 Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) an ihren Stoßfugen (24) durch
 den Laserkopf (1) miteinander verschweißt werden.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die
30 Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) an ihrer Stoßfuge (24) mit einer
 I-Naht verschweißt werden.

- 17 -

6. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) an ihrer Stoßfuge (24) mit einer Kehlnaht verschweißt werden.
- 5 7. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß an der Stoßfuge (24) gerade Leichtbauteilkomponenten (3, 53, 55) mit gekrümmten Leichtbauteilkomponenten (55) verschweißt werden.
8. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß an der
10 Stoßfuge (24) gerade Leichtbauteilkomponenten (3) mit geraden Leichtbauteilkomponenten (53, 55) verschweißt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß an der Stoßfuge gekrümmte Leichtbauteilkomponenten 55 mit gekrümmten
15 Leichtbauteilkomponenten verschweißt werden.
10. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Außenseite der Leichtbauteilkomponente (3, 50, 53, 55) Verstärkungsringe (49) aufgebracht werden.
20
11. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) durch Überlappungsnähte miteinander verschweißt werden.
- 25 12. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß halbschalenförmige Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) in Längsrichtung verschweißt werden.
13. Verfahren gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die
30 Längsnähte (48) als I-Nähte ausgebildet werden.

- 18 -

14. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Bearbeitungsbereich des Laserkopfes (1) ein Schutzgasstrom (8) eingespült wird.
- 5 15. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Schutzgasstrom (8) im Bereich der Bearbeitungsstelle durch Öffnungen (5, 6, 9, 23) in den die Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) aufnehmenden Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) an die Innenseite (17) der Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) austritt.
- 10 16. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an die Arbeitsbereiche des Laserkopfes (1) an der Außenseite der Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) Schutzgas geleitet wird.
- 15 17. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) auf den antreibbaren Spanneinrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) durch deren Expansion fixiert werden.
18. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die
20 Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) während der Schweißens an den Stoßfugen (24) aufeinander zu gezogen werden.
19. Vorrichtung zum Bearbeiten von Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55), Titanlegierungen enthaltend, mit einem Laserkopf (1), der in
25 mindestens einer Richtung (2) relativ zu den zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die die zu bearbeitenden Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) aufnehmenden Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) in Umfangsrichtung angetrieben sind.

- 19 -

20. Vorrichtung gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) Kanäle (5, 6, 9, 10, 23) zur Zufuhr eines Schutzgasstromes (8) aufweisen.
- 5 21. Vorrichtung gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannvorrichtungen (4, 19, 20, 26, 27) ihre Abmessungen vergrößernde beaufschlagbare Expansionselemente (12, 28, 29) umfassen.
- 10 22. Vorrichtung gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß einander gegenüberliegend angeordnete Spannvorrichtungen (19, 20, 26, 27) mit Vorspannelementen (25) versehen sind, die die Leichtbauteilkomponenten (3, 50, 53, 55) an der Stoßfuge (24) aufeinander zu ziehen.
- 15 23. Leichtbauteil (47) aus Titanlegierungen enthaltendem Material, bestehend aus mehreren Abschnitten (3, 50, 53, 55), die untereinander stoffschlüssig verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß es gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18 hergestellt wird.
- 20 24. Leichtbauteil (47) gemäß Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Leichtbauteil dünnwandig ausgebildet ist.
- 25 25. Leichtbauteil (47) aus Reintitan, bestehend aus mehreren Abständen 3, 50, 53, 55, die untereinander stoffschlüssig verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß es gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18 hergestellt wird.

Fig. 1

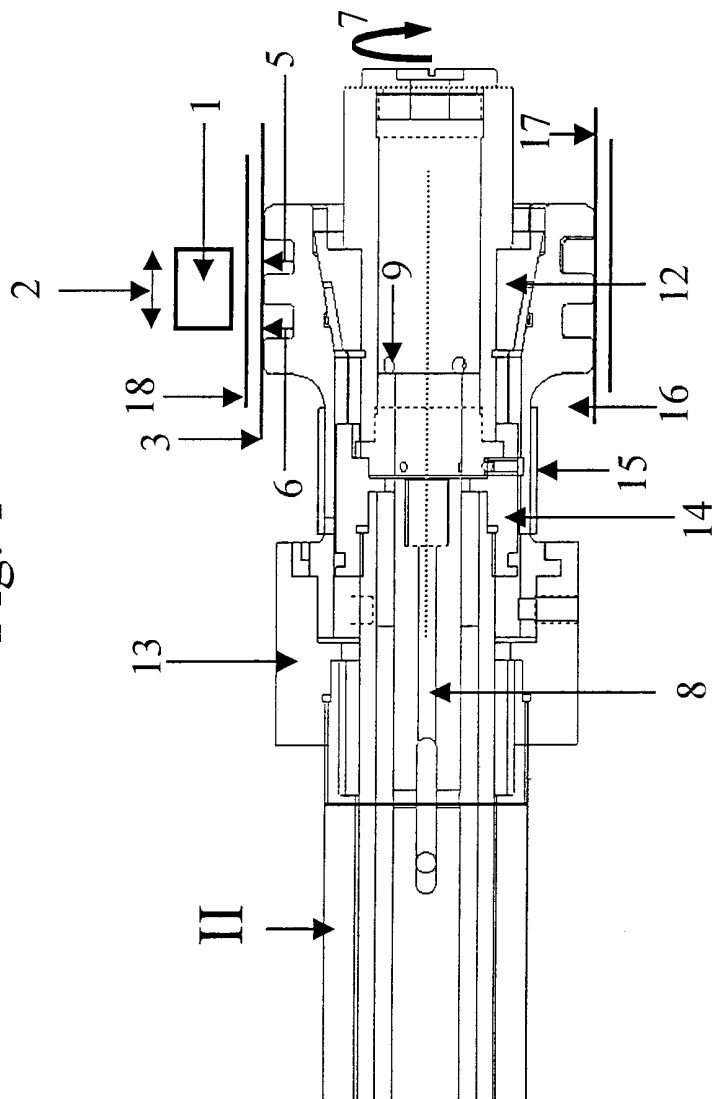
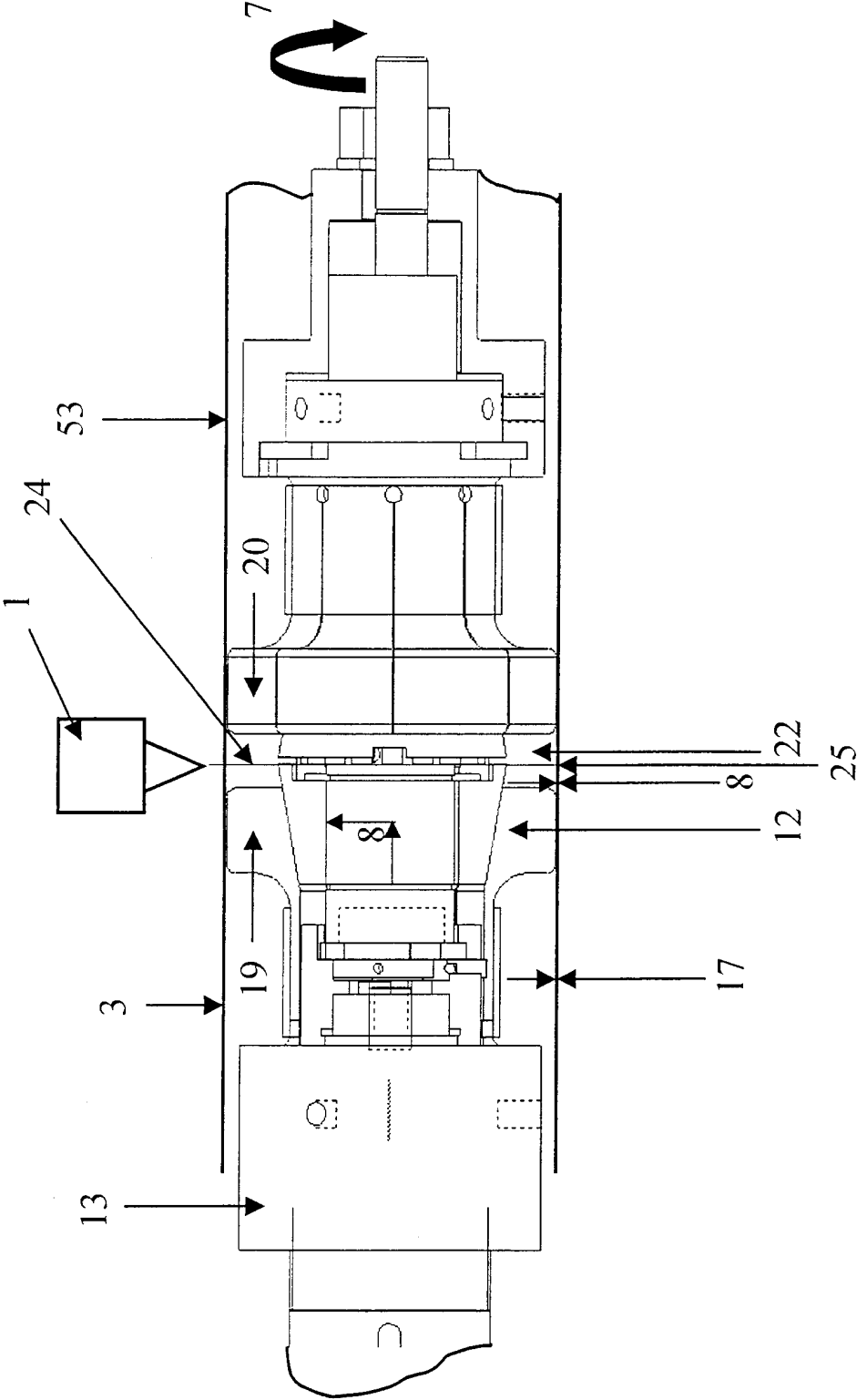


Fig. 2



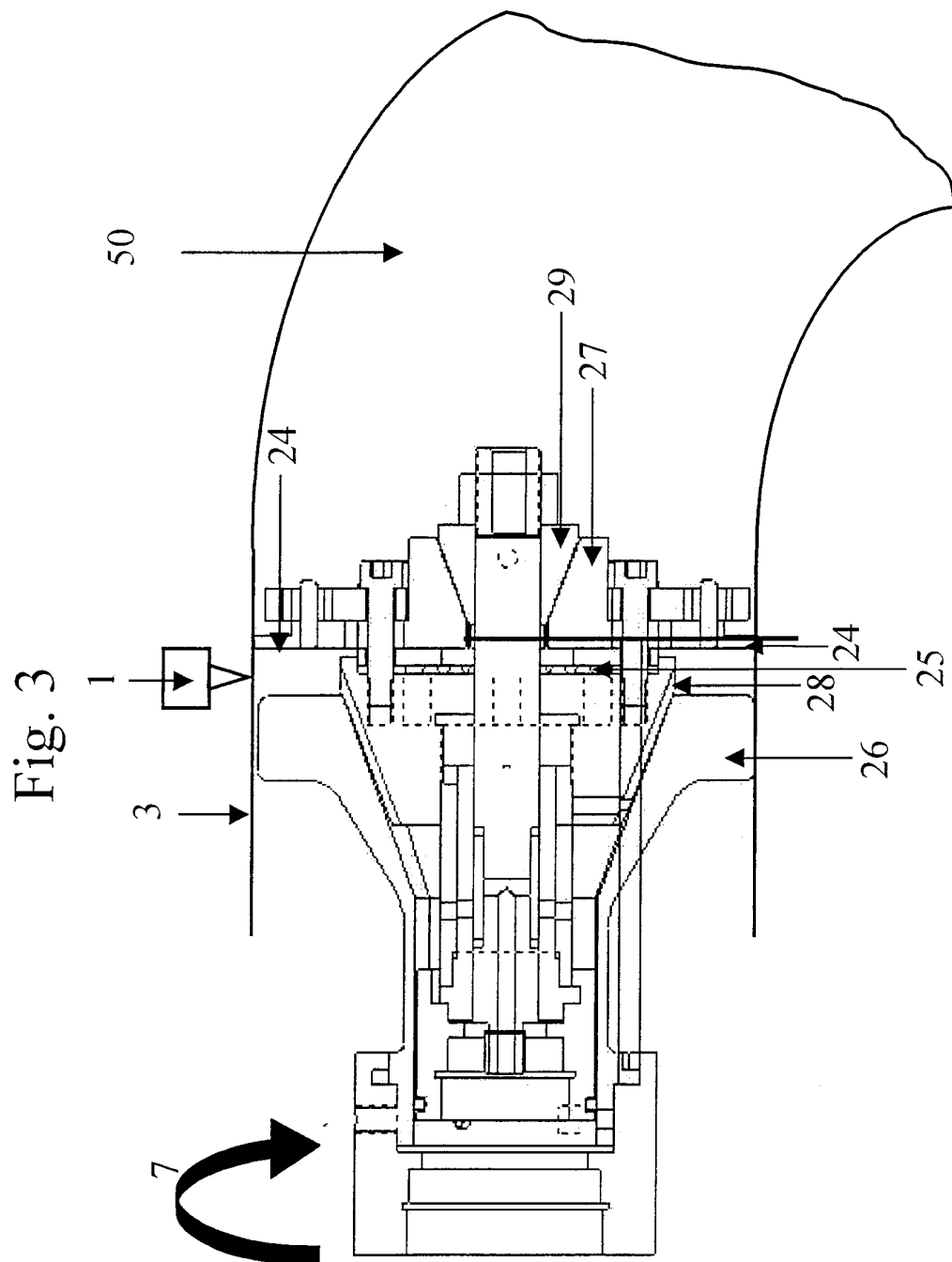


Fig. 4

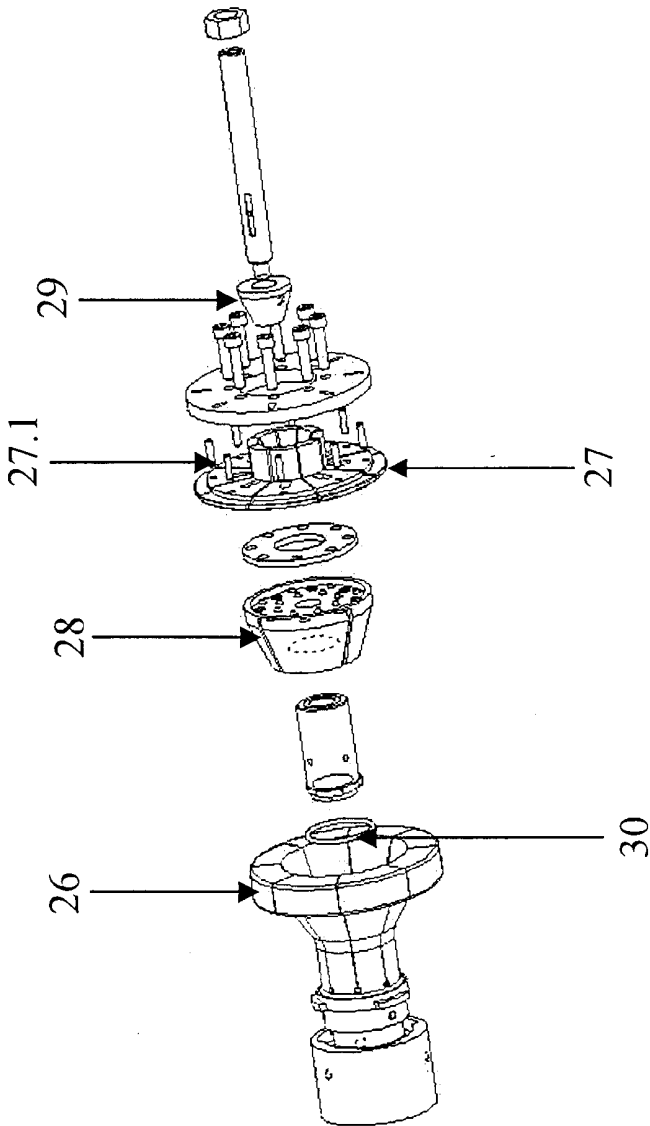


Fig. 5

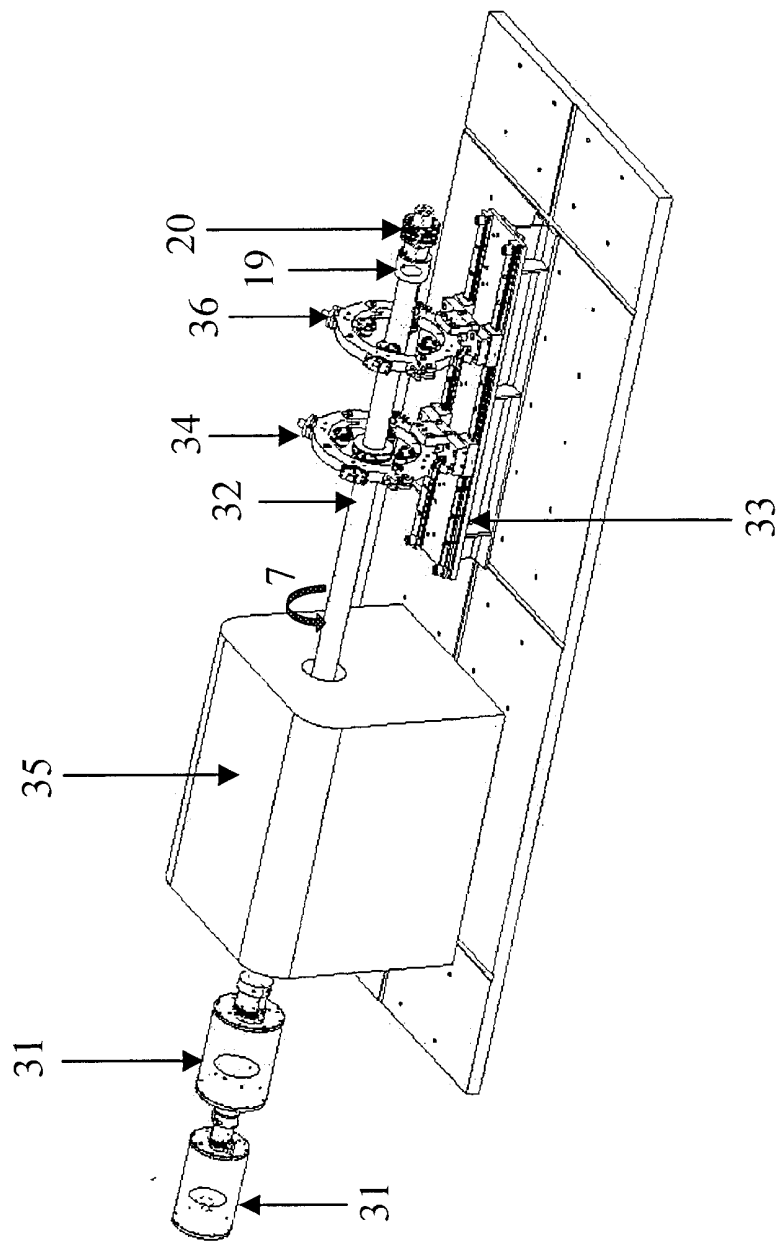


Fig. 6

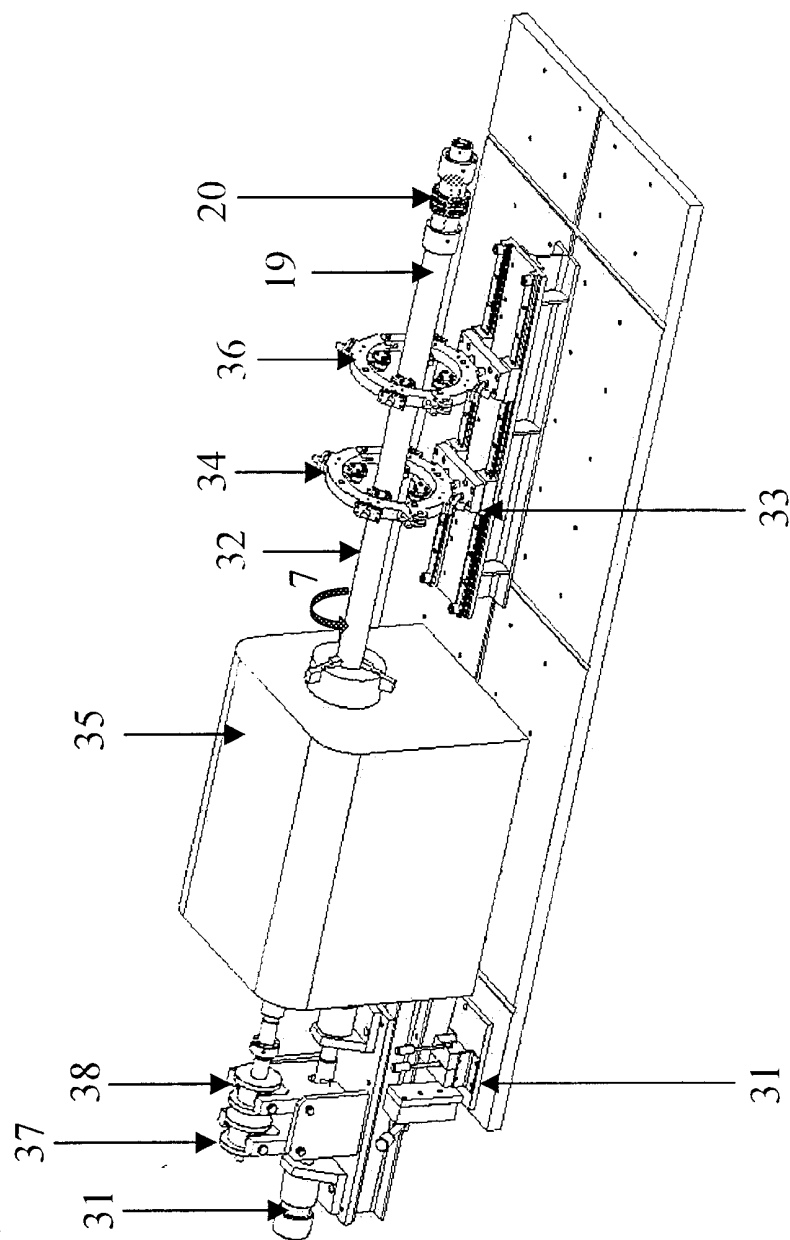


Fig. 7

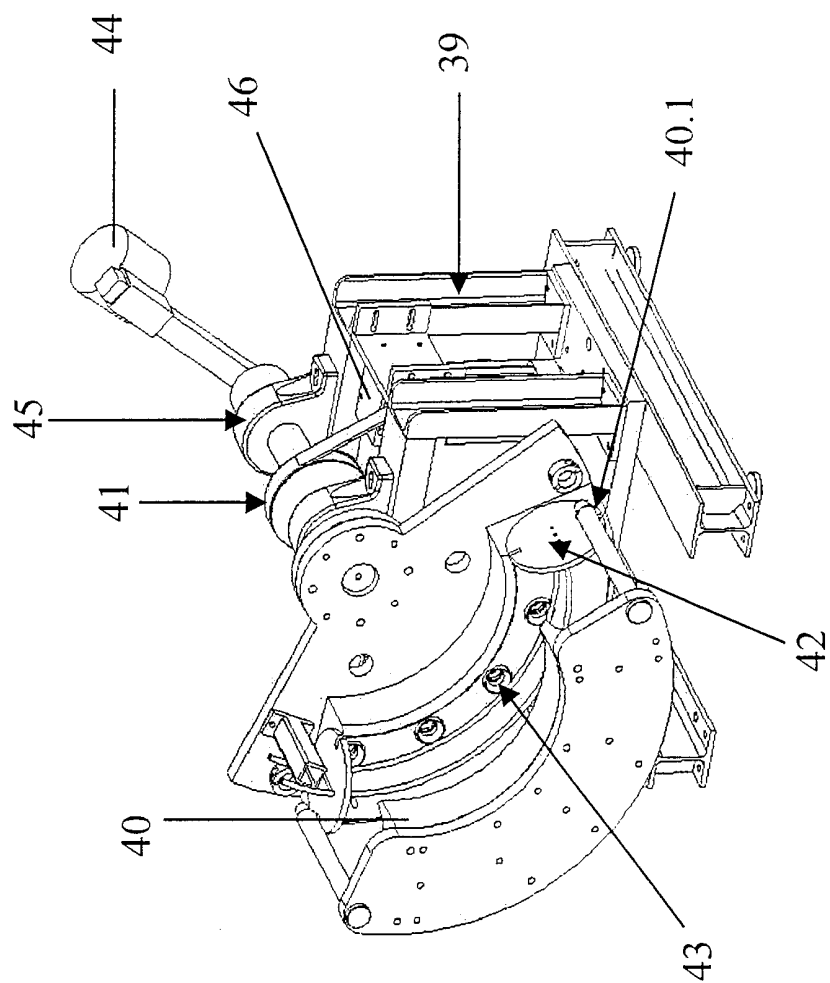


Fig. 8

