

(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  
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/171977 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B23Q 16/02** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/061238

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Juni 2012 (13.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 106 063.8 13. Juni 2011 (13.06.2011) DE  
10 2011 053 481.4  
9. September 2011 (09.09.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **MT AEROSPACE AG** [DE/DE]; Franz-Josef-  
Strauß-Straße 5, 86153 Augsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HUBER, Willibald**  
[DE/DE]; Hauptstraße 44, 85305 Jetzendorf (DE).

(74) Anwalt: **GRAPE, Knut**; Grape & Schwarzensteiner,  
Sebastiansplatz 7, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR MOUNTING AND ALIGNING SEGMENTED, THIN-WALLED AND HOLLOW-PROFILED COMPONENTS

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUM EINSpanNEN UND AUSRICHTEN VON SEGMENTARTIG AUSGEbILDETEN, DÜNNWANDIGEN UND HOHLPROFILIERTEN BAUTEILEN

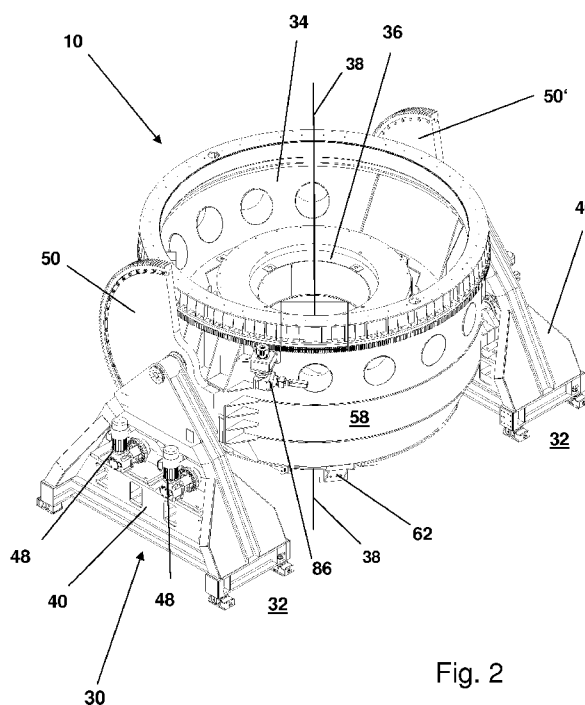


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a device for mounting and aligning segmented, thin-walled and hollow-profiled components (12), comprising a support structure (30) supported on a base (32) or similar framework and two units (34, 36) received and held together by the support structure (30) for mounting two segmented, thin-walled and hollow-profiled components (12), wherein the two mounting units (34, 36) are arranged on a common longitudinal axis (38) and are movable toward one another in the axial direction on the common longitudinal axis (38), wherein the two mounting units (34, 36) are designed such that the two components (12) can be rotated relative to one another about the common longitudinal axis (38) of the two mounting units (34, 36) in the circumferential direction, and wherein the longitudinal axis (38) of the two mounting units (34, 36) can be aligned running perpendicularly or substantially perpendicularly to the base (32) and supporting the support structure (30) when mounting and aligning the two components (12) to one another.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/171977 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen (12), umfassend eine auf/an einer Basis (32) abgestützte Tragstruktur (30) oder dergleichen Rahmengestell und zwei von der Tragstruktur (30) gemeinsam aufgenommene und gehaltene Einrichtungen (34, 36) zum Einspannen von zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen (12), wobei die zwei Spanneinrichtungen (34, 36) auf einer gemeinsamen Längsachse (38) angeordnet und auf der gemeinsamen Längsachse (38) zueinander in axialer Richtung relativ bewegbar sind, wobei die zwei Spanneinrichtungen (34, 36) derart ausgebildet sind, dass die zwei Bauteile (12) um die gemeinsame Längsachse (38) der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) in Umfangsrichtung zueinander relativ verdrehbar sind, und wobei die Längsachse (38) der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) beim Einspannen und Ausrichten der zwei Bauteile (12) zueinander zu der die Tragstruktur (30) abstützenden Basis (32) senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht verlaufend ausrichtbar ist.

Vorrichtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig  
ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen und deren Verwendung.

Derartige Vorrichtungen sind zur Fertigung von segmentartig  
10 ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen, wie etwa Druckbehältern zur Speicherung kryogener Flüssigkeiten, insbesondere von flüssigem Wasserstoff (LH<sub>2</sub>), allgemein bekannt. Solche Druckbehälter bzw. Tanks können in allen automotiven Bereichen, wie der Luft- und Raumfahrt, im Schiffs-  
15 und Bootsbau und insbesondere in der Automobilindustrie, Anwendung finden. Ein großes Problem bei der Fertigung solcher Druckbehälter resultiert aus deren beliebig variierenden Formen, deren außerordentlich großen Abmessungen mit einem Durchmesser von bis ca. 6,0 m oder mehr und einer Länge von bis zu  
20 25 m sowie im Verhältnis dazu extrem geringen Wandstärken mit einer Wanddicke im Bereich von ca. 3,3 mm bis maximal 7 mm. Nicht zuletzt hieraus besitzt eine bisher in der Praxis verwendete Vorrichtung erhebliche Nachteile, bei welcher die Bauteile zwischen zwei sich auf einer Basis abstützenden, von ei-  
25 nander getrennten Maschinen-Drehtischen eingespannt und sodann in horizontaler Lage ausgerichtet, bearbeitet und schließlich gefügt und verschweißt werden. Demzufolge gestaltet sich eine Synchronisierung der beiden Maschinen-Drehtische als ausgesprochen aufwendig. Eine horizontale Längsverfahren der bei-  
30 den Maschinen-Drehtische zueinander von ca. 20 m, die hochgenau erfolgen muss, ist einerseits nur mit größtem Aufwand erreichbar, ist andererseits gerade auch im Vergleich zu dem betriebenen Aufwand als nur mäßig befriedigend zu bezeichnen. Ein vornehmliches Problem besteht auch in der horizontalen  
35 Ausrichtung der Bauteile selbst und der damit auf die Maschinen-Drehtische und Bauteile gleichermaßen einwirkende Schwerkraft. Mithin sind hohe Steifigkeiten der Maschinen-Drehtische und des die Bauteile übergreifenden Spannkäfigs bei der Ferti-

gung erforderlich. Dies erhöht das Gewicht der konstruktiven Ausgestaltung von Maschinen-Drehtisch, Spannkäfig und Bauteilen insgesamt wesentlich, was wiederum die Montier- und Justierbarkeit erheblich beeinträchtigt. Bei alledem kommt schließlich erschwerend hinzu, dass die Bauteile voneinander erheblich differieren und die Maschinen-Drehtische zum Teil miteinander verzahnt sind. Eine voneinander unabhängige Bearbeitung auf den Maschinen-Drehtischen ist daher oftmals nicht möglich.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen zur Verfügung zu stellen, mit welcher sich die obigen Nachteile verhindern lassen, welche mithin konstruktiv besonders einfach ausgestaltet ist und eine ausgesprochen hohe Montage- bzw. Fertigungsgenauigkeit ermöglicht und deren Verwendung bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird in vorrichtungstechnischer Hinsicht auf überraschend einfache Weise durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen, umfassend eine auf/an einer Basis abgestützte Tragstruktur oder dergleichen Rahmengestell und zwei von der Tragstruktur gemeinsam aufgenommene und gehaltene Einrichtungen zum Einspannen von zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen, wobei die zwei Spanneinrichtungen auf einer gemeinsamen Längsachse angeordnet und auf der gemeinsamen Längsachse zueinander in axialer Richtung relativ bewegbar sind, wobei die zwei Spanneinrichtungen derart ausgebildet sind, dass die zwei Bauteile um die gemeinsame Längsachse der zwei Spanneinrichtungen in Umfangsrichtung zueinander relativ verdrehbar sind, und wobei die Längsachse der zwei Spanneinrichtungen beim Einspannen und Ausrichten der zwei Bauteile zueinander zu

der die Tragstruktur abstützenden Basis senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht verlaufend ausrichtbar ist, wird eine besonders einfache, zudem kompakte und stabile Bauweise der Vorrichtung erreicht. Gleichzeitig können sämtliche Bauteile dadurch, dass die zwei Spanneinrichtungen auf einer gemeinsamen Längsachse angeordnet und auf der gemeinsamen Längsachse zueinander in axialer Richtung relativ bewegbar sind, vertikal montiert, bearbeitet (Vorbereitung bzw. Fräsung der Bauteile), (ein)gespannt, gefügt, und komplett umlaufend geprüft werden.

Die großen labilen Bauteile mit einem Durchmesser von ca. 6 m lassen sich so wesentlich einfacher, schneller und sicherer rüsten und behandeln. Dadurch werden zugleich die Montagezeit wesentlich reduziert und die Qualität entsprechend gesteigert. Da die zwei Spanneinrichtungen auf einer gemeinsamen Längsachse angeordnet und somit auf einem einzigen Maschinen-Drehtisch integriert sind, lässt sich eine hochsteife und ausgesprochen momentenstarre Konstruktion der Vorrichtung nach der Erfindung erhalten. Nachdem sich die zwei Spanneinrichtungen folglich auf/an ein und derselben Basis abstützen, sind zusätzlich auftretende Kräfte, auch Reibungen, und Momente weitgehend vermieden, jedenfalls erheblich vermindert. Infolge der Konzentrität der beiden Spanneinrichtungen zueinander ist eine ausgesprochen hohe Planlaufgenauigkeit erreicht. Die zwei Spanneinrichtungen und damit einhergehend die zu fügenden Bauteile können zentrisch mit der integrierten Hub- und Senkeinrichtung einerseits und der integrierten Dreheinrichtung andererseits positioniert und vorgespannt werden. Wie die Praxis gezeigt hat, lassen sich Lagergenauigkeiten von ca. 0,05 mm erreichen. Eine horizontale Ausrichtung der zwei Spanneinrichtungen entsprechend der bekannten Vorrichtung ist nicht notwendig, wodurch zugleich eine Bildung eines Spaltes am Umfang der zu fügenden Bauteile sicher verhindert ist. Weiterhin wird die Synchronisierung der zwei Spanneinrichtungen durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wesentlich vereinfacht. Hohe Synchronisationsmomente, die beide Spanneinrichtungen beaufschlagen können, sind vollständig ausgeschlossen. Versetzungen, Fertigungsungenauigkeiten und sonstige Qualitätsmängel lassen sich dadurch sicher vermeiden. Damit einhergehend kann auch

eine Verspannung und/oder Unrundheit der hohlprofilierten Bauteile mittels der Vorrichtung nach der Erfindung auf einfache Weise korrigiert bzw. aufgehoben werden. Das hohlprofilierte Bauteil, das in der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung gegebenenfalls zur weitergehenden Bearbeitung eingespannt wurde, besitzt eine ausgesprochen hohe Montage- und Fertigungsgenauigkeit. So lassen sich mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung insbesondere hohlprofilierte Bauteile, wie Zylinderschüsse oder dergleichen, mit großem Durchmesser, jedoch verhältnismäßig geringer Wanddicke einfach bearbeiten und miteinander verschweißen oder verkleben und zu qualitativ äußerst hochwertigen, hochfesten Druckbehältern zusammenfügen. Im Ergebnis wird die Maßgenauigkeit wesentlich erhöht und weist der später fertiggestellte Druckbehälter eine weiter erhöhte Festigkeit auf.

Vorteilhafte konstruktive Einzelheiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Ansprüchen 2 bis 23 beschrieben.

Entsprechend den Merkmalen nach Anspruch 2 umfasst die Tragstruktur in vorteilhafter Weise zwei sich auf/an der Basis abstützende und an der Basis einander gegenüberliegend befestigbare Tragelemente, zwischen denen die zwei Spanneinrichtungen aufgenommen und gehalten sind. Auf diese Weise wird einerseits die Steifigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhöht. Andererseits ist eine gleichseitige Abstützung der Tragstruktur ermöglicht, so dass ein ungleichmäßiger Kraft- und Momentenfluss und eine damit unter Umständen einhergehende Verkantung der Tragstruktur gegenüber den Tragelementen ausgeschlossen ist.

Von ganz besonders großer Bedeutung sind die konstruktiven Maßnahmen des Anspruchs 3, wonach die Tragstruktur eine Einrichtung zum Drehen oder Verschwenken der zwei Spanneinrichtungen relativ zu der die Tragstruktur abstützenden Basis umfasst. Hierdurch ist es möglich, die zwei Bauteile so zu drehen bzw. verschwenken, dass jede Schweißnaht in der jeweils optimalen Lage erzeugt wird, indem die flüssige Schweißschmel-

ze in optimale/r Lage, nämlich in sogenannte/r Wannenlage zur Erdanziehung, ausgerichtet und erzeugt wird. Durch die Möglichkeit der Drehung bzw. Verschwenkung der zwei Spanneinrichtungen lässt sich die Güte der Schweißnähte erheblich verbessern, und zwar unabhängig von der Form und Abmessung der zwei Bauteile und der zu erzielenden Schweißnähte selbst. Bei sehr anspruchsvollen Schweißnähten, wie beispielsweise in der Raumfahrt gefordert, liegt die Nahtqualität um ca. 30% höher bzw. treten Schweißfehler entsprechend weniger auf. Bei alledem kommt hinzu, dass auf diese Weise selbst komplexe mehrteilige Druckbehälter bzw. Tanks mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung komplett herstellbar sind.

Dabei liegt es im Rahmen der Erfindung, dass die Dreh- oder Verschwenkeinrichtung der Tragstruktur nach Anspruch 4 eine Drehachse, die zwischen der Tragstruktur und den zwei Spanneinrichtungen angeordnet ist, umfasst.

In vorteilhafter Weise umfasst die Dreh- oder Verschwenkeinrichtung der Tragstruktur nach Anspruch 5 eine Antriebseinrichtung mit wenigstens einem, insbesondere vier, Antriebsmotor/en, der/die an der Tragstruktur angeordnet ist/sind, und mindestens einem, insbesondere zwei, mit dem/den Antriebsmotor/en zusammenwirkenden Antriebselement/en, das/die den zwei Spanneinrichtungen zugeordnet ist/sind.

In diesem Zusammenhang ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das mindestens eine mit dem wenigstens einen Antriebsmotor zusammenwirkende Antriebselement der Antriebseinrichtung nach Anspruch 6 segment- oder scheibenförmig ausgebildet und an dessen/deren Umfang mit einer Profilierung, insbesondere einer Verzahnung, Zähnen oder einem Zahnradkranz, versehen ist. Die segment- oder scheibenförmige Ausbildung hängt von dem Winkel, um welchen die zwei Spanneinrichtungen relativ zu der Tragstruktur gedreht bzw. verschwenkt werden soll. Ist beispielsweise eine Drehung bzw. Verschwenkung um einen Winkel von 360° beabsichtigt, sollte das Antriebselement scheibenförmig ausgestaltet sein. Bei einer Verschwenkung um einen Winkel kleiner

360° kann das Antriebselement als Segment mit entsprechend vorbestimmten Winkel ausgebildet sein.

Zweckmäßigerweise ist das wenigstens eine Antriebselement nach Anspruch 7 außenseitig an den zwei Spanneinrichtungen unlösbar befestigt.

Entsprechend Anspruch 8 sind die zwei Spanneinrichtungen aus einer äußeren oder außen liegenden Spanneinrichtung und einer von der äußeren oder außen liegenden Spanneinrichtung umgebenden inneren oder innen liegenden Spanneinrichtung gebildet.

Weiter liegt es im Rahmen der Erfindung, zwischen den zwei Spanneinrichtungen nach Anspruch 9 eine Hub- und Senkeinrichtung zur relativen Bewegung der zwei Spanneinrichtungen auf der gemeinsamen Längsachse zueinander in axialer Richtung anzuordnen.

Die Hub- und Senkeinrichtung umfasst nach Anspruch 10 wenigstens eine, insbesondere die vier, Hub- und Senkantriebseinrichtung/en umfasst, die insbesondere jeweils mit einem Antriebsmotor, der an einer, vorzugsweise an der inneren, der zwei Spanneinrichtungen angeordnet ist, und einem Tragelement sowie gegebenenfalls einem Führungselement, welches endseitig von einer, vorzugsweise von der äußeren, der zwei Spanneinrichtungen drehfest aufgenommen ist, versehen ist/sind. Demnach ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine ausgesprochen genaue und vor allem kippstabile vertikale Positionierung der zwei Spanneinrichtungen zueinander möglich.

Darüber hinaus sorgen die Merkmale nach Anspruch 11 für eine weitere Verbesserung der Positioniergenauigkeit der zwei Spanneinrichtungen zueinander und Gleichlaufeigenschaften der Hub- und Senkeinrichtung selbst. Demnach ist/sind die wenigstens eine, insbesondere die vier, Hub- und Senkantriebseinrichtung/en der Hub- und Senkeinrichtung jeweils zueinander, vorzugsweise auf einem gemeinsamen Umfang, etwa gleich beabstandet.

Gleiches gilt für die Maßnahmen des Anspruchs 12. Zudem ist auf diese Weise einer Verschmutzung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wirksam entgegengewirkt. Danach ist/sind das wenigstens eine, insbesondere die vier, Tragelement/e in Form einer Gewindespindel, insbesondere als selbsthemmende Gewindespindel, vorzugsweise als Trapezgewindespindel oder Planeten-Rollenspindel, ausgebildet.

Von außerordentlich großer Bedeutung für eine zusätzliche Vereinfachung der Bauweise und weitergehende Erhöhung der Montage- bzw. Fertigungsgenauigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit sämtlichen damit einhergehenden, bereits erwähnten Vorteilen sind die Maßnahmen des Anspruchs 13, wonach die zwei Spanneinrichtungen jeweils eine Dreheinrichtung zur relativen Verdrehung der zwei Bauteile um die gemeinsame Längsachse der zwei Spanneinrichtungen zueinander in Umfangsrichtung umfassen.

Vorteilhafterweise umfasst die Dreheinrichtung der zwei Spanneinrichtungen nach Anspruch 14 in diesem Zusammenhang jeweils ein etwa ringförmig ausgebildetes Tragelement zum Aufnehmen, Einspannen und Ausrichten der Bauteile zueinander.

Von besonderem Interesse sind darüber hinaus die Merkmale des Anspruchs 15. Danach umfasst die Dreheinrichtung der zwei Spanneinrichtungen jeweils eine Antriebseinrichtung mit wenigstens einem, insbesondere zwei, Antriebsmotor/en, der/die an der jeweiligen Spanneinrichtung angeordnet ist/sind, und einem mit dem/den Antriebsmotor/en zusammenwirkenden Antriebselement, das dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement der jeweiligen Spanneinrichtung zugeordnet ist. Durch die Anordnung von zwei Antriebsmotoren ist es möglich, die Genauigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beim Einspannen und Ausrichten der zwei Bauteile zueinander grundsätzlich noch weiter zu erhöhen. Werden zum Beispiel die zwei Antriebsmotoren mit (geringfügig) unterschiedlicher Geschwindigkeit betrieben, wird eine Vorspannung erzeugt und damit ein möglicherweise vorhandenes Spiel aufgehoben.

Nach Anspruch 16 ist das mit dem wenigstens einen, insbesondere den zwei, Antriebsmotor/en zusammenwirkende Antriebselement der Antriebseinrichtung der Dreheinrichtung an dessen Umfang mit einer Profilierung, insbesondere einer Verzahnung, Zähnen  
5 oder einem Zahnkranz, versehen.

Dabei ist das Antriebselement der Antriebseinrichtung der Dreheinrichtung nach Anspruch 17 außenseitig an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement der jeweiligen Spanneinrichtung  
10 unlösbar befestigt.

Des Weiteren ist entsprechend Anspruch 18 erfindungsgemäß vorgesehen, dass der wenigstens eine, insbesondere die zwei, an der jeweiligen Spanneinrichtung angeordnete/n Antriebsmotor/en  
15 der Antriebseinrichtung der Dreheinrichtung jeweils zueinander, vorzugsweise auf einem gemeinsamen Umfang, etwa gleich beabstandet ist/sind. Auch hierdurch wird eine gleichmäßige Kraftübertragung erhalten. Durch eine solche Teilung von 180° heben sich auftretende Kräfte gegenseitig auf, wodurch wiederum Eigenschwingungen vermieden werden.  
20

Durch die konstruktiven Maßnahmen nach Anspruch 19, wonach die zwei Spanneinrichtungen jeweils ein an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement der jeweiligen Spanneinrichtung lösbar befestigbares Spannelement umfassen, ist das jeweilige  
25 Bauteil an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement der jeweiligen Spanneinrichtung einspannbar und festlegbar.

Das Spannelement kann in diesem Zusammenhang gemäß Anspruch 20  
30 als Spannsystem mit mindestens einem Keilspannelement und/oder wenigstens einem Schlauchspannelement, Spannkorb, Spannkreuz oder Spannspinne ausgebildet sein.

Um eine individuelle Anpassung auf/an die Form und Abmessung  
35 des jeweiligen Bauteiles und eine vielseitige Einsatzmöglichkeit zu erhalten, ist das Spannelement nach Anspruch 21 starr und/oder auf- und einklappbar und/oder ausbreit- und zusammenlegbar und/oder aus einer Kombination daraus ausgebildet.

Entsprechend den Maßnahmen des Anspruchs 22 ist den zwei Spanneinrichtungen vorzugsweise eine Einrichtung zur Bearbeitung mindestens eines Teils des/der zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteile/s zugeordnet.

In vorteilhafter Weise liegt es im Rahmen der Erfindung, die Einrichtung zur Bearbeitung des mindestens einen Teils des/der zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteile/s nach Anspruch 23 als Schweiß-, Löt- oder Klebeeinrichtung bzw. Schneideeinrichtung bzw. Schleif-, Fräs-, Dreh- oder dergleichen flächen- und spanbearbeitende sowie güte- und materialprüfende Einrichtung auszubilden. Die Schweißeinrichtung kann auf Wolfram-Inertgas (TIG)-, Metall-Inertgas (MIG)-, Rührreib (FSW)-, Elektronenstrahl (EB)-, Laser-, Plasmaschweißen oder jedem anderen geeigneten Schweißverfahren basieren.

Diese Aufgabe wird schließlich noch in verwendungsmäßiger Hinsicht durch die Merkmale der Ansprüche 24 bis 27 gelöst.

Nach Anspruch 24 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise zum Einspannen, insbesondere spannungsfreien Einspannen, zur Montage von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlzylindrischen Bauteilen und Behältern, Domen sowie Boostergehäusen von Raketen oder ähnlichen hohlzylindrischen Geräten großer Abmessungen vorgesehen.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Vorrichtung entsprechend Anspruch 25 dem Bearbeiten, insbesondere dem Verschweißen, Verlöten oder Verkleben bzw. Schneiden bzw. Schleifen, Fräsen, Drehen oder dergleichen Flächenbearbeitung, von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlzylindrischen Bauteilen und Behältern, Domen sowie Boostergehäusen oder ähnlichen hohlzylindrischen Geräten großer Abmessungen dienen.

Schließlich liegt es noch im Rahmen der Erfindung, die erfin-

5 dungsgemäße Vorrichtung nach Anspruch 26 zum Herstellen von rotationssymmetrischen und/oder nicht rotationssymmetrischen schalenförmigen, insbesondere halbkugelförmig, kugelkappenförmig, kalottenförmig, ellipsoidkalottenförmig, konisch, ellip-  
tisch, in Cassini-Form, Halb-Torus-förmig oder mit dergleichen  
anderen Querschnittsformen ausgestalteten Bauteilen zu verwen-  
den.

10 Ganz besonders eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung dabei nach Anspruch 27 zum Herstellen von Domen für Raketen-  
Treibstofftanks, Satellitentanks, Paraboloid-Antennen, Parabo-  
loid-Reflektorschalen, Paraboloid-Solar-Kollektoren, Schein-  
werfergehäusen, Behälterböden, Turmkuppeln, Druckkalotten oder  
dergleichen.

15 Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie anhand der Zeichnungen. Hierbei zeigen:

20 Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines aus segmentar-  
tig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten  
Bauteilen gefertigten Treibstofftanks,

25 Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht einer Aus-  
führungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Vor-  
richtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentar-  
tig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten  
Bauteilen, in vertikal nach oben gerichteter Stel-  
lung,

30 Fig. 3 und 4 eine schematische perspektivische Vorder-  
und Rückansicht der Ausführungsform der erfindungsge-  
mäßig ausgebildeten Vorrichtung nach der Fig. 2, in et-  
wa horizontal zur Seite gerichteter Stellung,

35 Fig. 5 bis 8 eine Vorderansicht, eine Draufsicht und ei-  
ne Seitenansicht sowie eine teilweise abgebrochene

Seitenansicht der Ausführungsform der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung nach der Fig. 2,

Fig. 9 eine schematische, teilweise abgebrochene perspektivische Vorderansicht der Ausführungsform der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung nach der Fig. 2, in vergrößerter Darstellung,

Fig. 10 und 11 eine perspektivische Seitenansicht und eine Vorderansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Tragstruktur,

Fig. 12 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten äußeren Spanneinrichtung,

Fig. 13 bis 15 eine perspektivische Ansicht, eine Seitenansicht und eine Draufsicht auf eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten inneren Spanneinrichtung,

Fig. 16 eine schematische, teilweise abgebrochene perspektivische Vorderansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Hub- und Senkeinrichtung,

Fig. 17 eine schematische, teilweise abgebrochene perspektivische Vorderansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Dreheinrichtung, in vergrößerter Darstellung, und

Fig. 18 bis 20 perspektivische Ansichten verschiedener Ausführungsformen von erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtungen zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen.

Bei der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zum Einspannen und Aus-

richten von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen 12 sind einander entsprechende, gleiche Bauteile jeweils mit identischen Bezugsziffern versehen.

- 5 Die Vorrichtung 10 nach der Erfindung ist zum Einspannen, insbesondere spannungsfreien Einspannen, zur Montage von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlzylindrischen Bauteilen und Behältern, Domen sowie Boostergehäusen von Raketen oder ähnlichen hohlzylindrischen Geräten großer Abmessungen vorge-  
10 sehen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 eignet sich insbesondere zum Bearbeiten, insbesondere zum Verschweißen, Verlöten oder Verkleben bzw. Schneiden bzw. Schleifen, Fräsen, Drehen oder  
15 dergleichen Flächenbearbeitung, von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlzylindrischen Bauteilen und Behältern, Domen sowie Boostergehäusen oder ähnlichen hohlzylindrischen Geräten großer Abmessungen.

- 20 Darüber hinaus findet die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 vorzugsweise zum Herstellen von rotationssymmetrischen und/oder nicht rotationssymmetrischen schalenförmigen, insbesondere halbkugelförmig, kugelkappenförmig, kalottenförmig, ellipsoidkallottenförmig, konisch, elliptisch, in Cassini-Form, Halb-  
25 Torus-förmig oder mit dergleichen anderen Querschnittsformen ausgestalteten Bauteilen Verwendung.

In ganz bevorzugter Weise dient die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 dem Herstellen von Bauteilen 12, wie etwa Domen für  
30 Raketen-Treibstofftanks, Satellitentanks, Paraboloid-Antennen, Paraboloid-Reflektorschalen, Paraboloid-Solar-Kollektoren, Scheinwerfergehäusen, Behälterböden, Turmkuppeln, Druckkalotten oder dergleichen.

- 35 Ein solcher fertig hergestellter Behälter 12 ist in der Fig. 1 beispielhaft als ein Treibstofftank der Oberstufe der Ariane 5 dargestellt. Der Treibstofftank ist aus einer Vielzahl von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten

Bauteilen 12 zusammengesetzt, die sich in Form und Abmessung voneinander erheblich unterscheiden. Entsprechend der Fig. 1 ist der Treibstofftank aus einem Upper Bulkhead 14, einem Upper Skirt 16, einem Upper Y-Ring 18, einem Hohlzylinder 20, einem Lower Y-Ring 22, einem elongated Lower Skirt 24, einem Inner Dome (nicht zu sehen) inklusive X-Ring 26 und einem LOX Dome 28 gebildet. Die einzelnen einander benachbarten Bauteile 12 sind jeweils miteinander zu verschweißen, wobei zum Beispiel die entsprechenden Schweißnähte S1, S2, S4, S5, S6 und S7 sämtlich einfach, schnell und präzisionsgenau mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 erzeugt werden können.

In den Fig. 2 bis 9 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zum Einspannen und Ausrichten der segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteile 12 gezeigt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 umfasst eine Tragstruktur 30 oder dergleichen Rahmengestell bzw. quasi Maschinentisch. Die Tragstruktur 30 ist auf/an einer Basis 32 abgestützt. Bei der Basis 32 handelt es sich um ein Fundament, einen (Fundament-)Boden eines Gebäudes oder eine sonstige Grundkonsole.

Des Weiteren umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zwei Einrichtungen 34, 36 zum Einspannen der zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteile 12. Die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 sind aus einer äußeren oder außen liegenden Spanneinrichtung 34 und einer inneren oder innen liegenden Spanneinrichtung 36 gebildet. Die innere Spanneinrichtung 36 ist von der äußeren oder außen liegenden Spanneinrichtung 34 umgeben.

Die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 sind von der Tragstruktur 30, wie aus den Fig. 2 bis 9 ersichtlich ist, gemeinsam aufgenommen und gehalten. Mithin sind die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 auf einem einzigen quasi Maschinentisch integriert. Die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 sind daher bereits per se zueinander ausgerichtet, was sich äußerst positiv gleichermaßen

auf eine besonders einfache, kompakte und zuverlässige Bauweise zum einen und auf eine ausgesprochen hohe Montage- bzw. Fertigungsgenauigkeit zum anderen auswirkt.

5 Entsprechend den Fig. 2 bis 9 sind die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 zueinander konzentrisch um eine Längsachse 38 angeordnet. Mit anderen Worten fallen die beiden Längsachsen 38 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 miteinander und mit der Längsachse der Tragstruktur 30 sowie der Vorrichtung 10 insgesamt  
10 zusammen. Die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 sind insoweit auf einer gemeinsamen Längsachse 38, welche auch mit der Längsachse der Tragstruktur 30 und der Vorrichtung 10 übereinstimmt, angeordnet, was sich insbesondere auch den Fig. 5 bis 8 entnehmen lässt.

15 Darüber hinaus sind die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 auf der gemeinsamen Längsachse 38 zueinander in axialer Richtung relativ bewegbar. Ohne im Einzelnen dargestellt zu sein, kann die innere Spanneinrichtung 36 somit entlang der Längsachse 38 von  
20 der äußeren Spanneinrichtung 34 abgehoben und anschließend wieder in die äußere Spanneinrichtung 34 abgesenkt werden bzw. nach oben ausgefahren oder verfahren und anschließend wieder nach unten eingefahren oder verfahren werden. Auf diese Weise ist eine axiale Bewegung bzw. Verschiebung der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 möglich, ohne dass es besonderer Anstrengungen bedürfte, die zwei Spanneinrichtungen bei oder auch nach  
25 einer solchen Bewegung bzw. Verschiebung zueinander ständig oder erneut ausrichten zu müssen.

30 Weiterhin sind die zwei Spanneinrichtungen derart ausgebildet, dass die zwei Bauteile 12 um die gemeinsame Längsachse 38 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 in Umfangsrichtung zueinander relativ verdrehbar sind. Konstruktive Einzelheiten zu diesem technischen Aspekt werden nachfolgend erläutert.

35 Wie die Fig. 2 und 5 bis 9 deutlich zeigen, ist die Längsachse 38 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 beim Einspannen und Ausrichten der zwei Bauteile 12 (nicht dargestellt) zueinander zu

der Basis 32, beispielsweise einem Boden oder Fundament, auf bzw. an welcher die Tragstruktur 30 abgestützt ist, senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht, d.h. nicht genau senkrecht, sondern davon geringfügig abweichend, verlaufend ausrichtbar.

5 Demnach ist in den Fig. 2 und 5 bis 9 jeweils die Stellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 dargestellt, in welcher die Bauteile 12 "beladen", also aufgelegt, eingespannt, (fein-)bearbeitet und zueinander ausgerichtet werden. Die Vorrichtung 10 nimmt quasi eine vertikal nach oben ("offene" bzw.  
10 "geöffnete") gerichtete Stellung ein. Sämtliche dieser Vorgänge erfolgen aufgrund der konzentrischen Anordnung um die Längsachse 38 kraft- und momentenfrei. Beaufschlagungen durch eigene Gewichtskräfte, die eben zu Querkräften und Momenten, wie beim Stand der Technik, führen, finden nicht statt. Im Gegenteil lassen sich mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung  
15 10 sogar die eigenen Gewichtskräfte infolge der Erdanziehung zusätzlich zum/beim Einspannen und Ausrichten der Bauteile 12 ausnutzen. Im Ergebnis bringt die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 gegenüber dem Stand der Technik eine Vielzahl, zudem herausragender Vorteile mit sich. Dies gilt insbesondere wieder  
20 im Hinblick auf eine besonders einfache, kompakte und zuverlässige Bauweise zum einen und auf eine ausgesprochen hohe Montage- bzw. Fertigungsgenauigkeit zum anderen.

25 Wie die Fig. 3 und 4 darüber hinaus deutlich zeigen, ist die Längsachse 38 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 beim (Ver-)Schweißen von zwei Bauteilen 12 (ebenfalls nicht dargestellt) miteinander zu der Basis 32, beispielsweise dem Boden oder Fundament, auf bzw. an welcher die Tragstruktur 30 abgestützt  
30 ist, aus der senkrechten oder im Wesentlichen senkrechten Ausrichtung, wie noch zuvor, verdreht bzw. verschwenkt. Bei der dargestellten Ausführungsform der Fig. 3 und 4 ist die Längsachse 38 beispielsweise parallel oder im Wesentlichen parallel verlaufend ausrichtbar. Demnach ist in den Fig. 3 und 4 je-  
35 weils die Stellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 dargestellt, in welcher die Bauteile 12 miteinander ver- bzw. geschweißt werden. Die Vorrichtung 10 nimmt quasi eine etwa horizontal zur Seite gerichtete ("offene" bzw. "geöffnete")

Stellung ein. Jede Schweißnaht kann auf diese Weise in der jeweils optimalen Lage erzeugt werden, d.h. die flüssige Schweißschmelze wird in optimaler Lage, nämlich in sogenannter Wannenlage zur Erdanziehung, erzeugt.

5

Ohne im Einzelnen gezeigt zu sein, kann die Längsachse 38 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 zum (Ver-)Schweißen der zwei Bauteile 12 in jede beliebige (andere) Stellung gedreht bzw. verschwenkt werden. Durch die Möglichkeit der beliebigen Drehung bzw. Verschwenkung der Vorrichtung 10 können die miteinander zu (ver-)schweißenden zwei Bauteile 12 individuell in die jeweils für sie optimale Lage gedreht bzw. verschwenkt werden, um die flüssige Schweißschmelze in sogenannter Wannenlage zur Erdanziehung zu erzeugen. Die Güte der Schweißnähte lässt sich damit erheblich verbessern, und zwar unabhängig von der Form und Abmessung der zwei Bauteile 12 und der zu erzielenden Schweißnähte selbst.

10

15

Wie die Fig. 2 bis 11 zeigen, umfasst die Tragstruktur 30 zwei Tragelemente 40, 40'. Die zwei Tragelemente 40, 40' stützen sich auf/an der Basis 32 oder dergleichen Fundament ab und sind auf/an der Basis 32 einander gegenüberliegend, zum Beispiel mittels Schrauben etc. (nicht dargestellt), in herkömmlicher Weise befestigbar. Entsprechend der Fig. 2 sind die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 von der Tragstruktur 30 zwischen deren zwei Tragelementen 40, 40' mittig aufgenommen und gehalten.

20

25

Die Tragstruktur 30 weist, wie den Fig. 2 bis 11 weiter entnehmbar ist, eine Einrichtung 42 zum Drehen oder Verschwenken der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 samt der Bauteile (nicht gezeigt) relativ zu der die Tragstruktur 30 abstützenden Basis 32 auf. Durch die Dreheinrichtung 42 ist es möglich, die Stellung der zwei Spanneinrichtungen 34, 36, beliebig auf die jeweils erforderlichen, vorzunehmenden Bearbeitungsvorgänge einzustellen und individuell zu verändern. Somit können die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 aus einer Stellung, in welcher die Längsachse 38 senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht ausge-

30

35

richtet ist, in eine beliebig andere Stellung gedreht bzw. verschwenkt werden, um beispielsweise die miteinander zu verschweißenden Bauteile 12 im Bereich von deren Schweißnähten zunächst durch Fräsen vorzubereiten und sodann zum Verschweißen in die optimale Lage, die sogenannte Wannenlage, zu ver-  
5 bringen.

Die Dreh- oder Verschwenkeinrichtung 42 der Tragstruktur 30 ist mit einer Drehachse 44, beispielsweise in Form von einem  
10 Drehbolzen an jedem der beiden Tragelemente 40, 40', ausgestattet. Die Drehachse 44 ist daher zwischen der Tragstruktur 30 und den zwei Spanneinrichtungen 34, 36 angeordnet.

Zudem ist die Dreh- oder Verschwenkeinrichtung 42 der Tragstruktur 30 mit einer Antriebseinrichtung 46 versehen. Die Antriebseinrichtung 46 besteht aus wenigstens einem Antriebsmotor 48, der an der Tragstruktur 30 angeordnet ist, und mindestens einem Antriebselement 50, 50', das den zwei Spanneinrichtungen 34, 36 zugeordnet ist. Das mindestens eine Antriebselement 50, 50' wirkt mit dem Antriebsmotor 48 zusammen.  
15 20

Bei der in den Fig. 2 bis 11 dargestellten Ausführungsform der Vorrichtung 10 sind vorzugsweise vier Antriebsmotoren 48 und zwei Antriebselemente 50, 50' vorgesehen. Insoweit sind zwei  
25 Antriebsmotoren 48 an dem Antriebselement 50 und zwei weitere Antriebsmotoren 48 an dem Antriebselement 50' angeordnet und, zum Beispiel durch Schrauben (nicht dargestellt), angebracht.

Die zwei Antriebselemente 50, 50' der Antriebseinrichtung 46, die jeweils mit den zwei Antriebsmotoren 48 zusammenwirken, sind segment- oder scheibenförmig ausgebildet und an deren Umfang 52 mit einer Profilierung 54, insbesondere einer Verzahnung, Zähnen oder einem Zahnradkranz, versehen. In die Profilierung 54 greift ein Antriebsrad 56 der Antriebsmotoren 48  
30 35 ein. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Antriebselemente 50, 50' als Segmente ausgebildet, da eine Drehung bzw. Verschwenkung der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 um einen Winkel von 360° nicht erforderlich ist. Für den Fall aber,

dass eine Drehung bzw. Verschwenkung der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 um einen Winkel von  $360^\circ$  realisiert werden müsste, kann das Antriebselement 50, 50' ohne weiteres scheibenförmig mit einer vollständig umlaufenden Profilierung 54 ausgebildet werden.

Insbesondere zurückkommend auf die Fig. 2 bis 4, sind die zwei Antriebselemente 50, 50' jeweils außenseitig an den zwei Spanneinrichtungen 34, 36 unlösbar befestigt. Wie die Fig. 2 bis 4 zeigen, sind die Antriebselemente 50, 50' jeweils an dem Außenumfang 58 der äußeren Spanneinrichtung 34 angeschweißt.

Wie eingangs erwähnt, sind die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 auf der gemeinsamen Längsachse 38 zueinander in axialer Richtung relativ bewegbar bzw. verfahrbar. Zu diesem Zweck ist zwischen den zwei Spanneinrichtungen 34, 36 eine Hub- und Senkeinrichtung 60 vorgesehen, wie aus den Fig. 5, 6, 9 und 12 bis 16 hervorgeht.

Die Hub- und Senkeinrichtung 60 umfasst demnach wenigstens eine Hub- und Senkantriebseinrichtung 62.

Bei der Ausführungsform der Vorrichtung 10 sind entsprechend den Fig. 5, 6, 9 und 12 bis 16 vorzugsweise vier Hub- und Senkantriebseinrichtungen 62 vorgesehen. Wie insbesondere aus den Fig. 6 und 15 hervorgeht, sind die vier Hub- und Senkantriebseinrichtungen 62 der Hub- und Senkeinrichtung 60 jeweils zueinander, vorzugsweise auf einem gemeinsamen Umfang, etwa gleich beabstandet. Vorliegend sind die vier Hub- und Senkantriebseinrichtungen 62 jeweils zueinander in einer Teilung von  $90^\circ$  über den Umfang angeordnet. Auf diese Weise ist eine ruhige und vor allem kippstabile axiale Bewegung der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 relativ zueinander ermöglicht.

Die vier Hub- und Senkantriebseinrichtungen 62 der Hub- und Senkeinrichtung 60 sind jeweils mit einem Antriebsmotor 64, der an einer der zwei Spanneinrichtungen 34, 36, vorzugsweise an der inneren Spanneinrichtung 36, angeordnet ist, und einem

Tragelement 66 sowie gegebenenfalls einem Führungselement 68, welches endseitig von der anderen der zwei Spanneinrichtungen 34, 36, vorzugsweise von der äußeren Spanneinrichtung 34, drehfest aufgenommen ist, versehen. Ohne im Einzelnen dargestellt zu sein, ist eine kinematische Umkehr dessen jederzeit möglich.

In der Fig. 16 ist die Hub- und Senkantriebseinrichtung 62 der Hub- und Senkeinrichtung 60 mit dem Tragelement 66, jedoch ohne das Führungselement 68 im Aufbau gezeigt. Demnach ist das Tragelement 66 bevorzugt in Form einer Gewindespindel, insbesondere als selbsthemmende Gewindespindel, vorzugsweise als Trapezgewindespindel oder Planeten-Rollenspindel, ausgebildet. Das Tragelement 66 ist in einem oberen Lager 70 und in einem unteren Lager 72 gehalten. Das Tragelement 66 steht mit der Spindelmutter 74 in Wirkeingriff. Am unteren Ende des Tragelementes 66 sind eine Servo-Kupplung 76 und ein Servo-Getriebemotor 78 angeordnet, die das Tragelement 66 beaufschlagen.

Die zwei Spanneinrichtungen 34, 36 umfassen weiter jeweils eine Dreheinrichtung 80 zur relativen Verdrehung der zwei Bauteile 12 um die gemeinsame Längsachse 38 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 zueinander in Umfangsrichtung im Gleich und/oder Gegenlauf. Die Dreheinrichtungen 80 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 sind bei der vorliegenden Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 in gleicher Bauweise gehalten. Ohne im Einzelnen dargestellt zu sein, ist es möglich, die Dreheinrichtungen 80 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 davon abweichend unterschiedlich auszugestalten.

Dabei umfassen die Dreheinrichtungen 80 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 jeweils ein etwa ringförmig ausgebildetes Tragelement 82 oder dergleichen Drehring zum Aufnehmen, Einspannen und Ausrichten der Bauteile 12 zueinander. Das Tragelement 82 ist jeweils relativ gegenüber den zwei entsprechenden Spanneinrichtungen 34, 36 drehbar ausgebildet, beispielsweise mittels eines Lagers (nicht dargestellt).

Darüber hinaus weisen die Dreheinrichtungen 80 der zwei Spann-

einrichtungen 34, 36 jeweils eine Antriebseinrichtung 84 auf. Die Antriebseinrichtung umfasst wenigstens einen Antriebsmotor 86, der an der jeweiligen Spanneinrichtung 34 bzw. 36 angeordnet ist, und ein Antriebselement 88. Das Antriebselement 88 steht in Wirkeingriff mit dem wenigstens einen Antriebsmotor 86 und ist dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement 82 der jeweiligen Spanneinrichtung 34 bzw. 36 zugeordnet.

Entsprechend den Fig. 6 und 15 sind bei der gezeigten Ausführungsform der Vorrichtung 10 vorzugsweise jeweils zwei Antriebsmotoren 86 bei der Antriebseinrichtung 84 der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 vorgesehen.

Wie insbesondere aus den Fig. 6 und 15 hervorgeht, sind die zwei Antriebsmotoren 86 jeweils zueinander, vorzugsweise auf einem gemeinsamen Umfang, etwa gleich beabstandet. Vorliegend sind die zwei Antriebsmotoren 86 jeweils zueinander in einer Teilung von  $182^\circ$  über den Umfang angeordnet. Auf diese Weise ist eine ruhige und vor allem kippstabile axiale Bewegung der zwei Spanneinrichtungen 34, 36 relativ zueinander ermöglicht. Auch hierdurch wird eine gleichmäßige Kraftübertragung erhalten. Durch eine solche Teilung heben sich auftretende Kräfte gegenseitig auf, wodurch wiederum Eigenschwingungen vermieden werden. Zudem kann die Genauigkeit noch weiter erhöht werden, in dem die zwei Antriebsmotoren beispielsweise mit (geringfügig) unterschiedlicher Geschwindigkeit betrieben werden. Hierdurch wird eine Vorspannung erzeugt. Ein möglicherweise zwischen den zwei Bauteilen 12 vorhandenes Spiel wird aufgehoben.

Die zwei Antriebsmotoren 86 der Antriebseinrichtung 84 der Dreheinrichtung 80 sind jeweils an dem Außenumfang 58 der äußeren Spanneinrichtung 34 bzw. an dem Außenumfang 90 der inneren Spanneinrichtung 36, etwa mittels Schrauben (nicht weiter dargestellt), befestigt.

Demgegenüber ist das eine Antriebselement 88 der Antriebseinrichtung 84 der Dreheinrichtung 80 außenseitig an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement 82 der jeweiligen Spann-

einrichtung 34, 36 unlösbar befestigt (nicht im Einzelnen dargestellt). Das Antriebselement 88 ist an dessen Umfang 92 mit einer Profilierung 94, insbesondere einer Verzahnung, Zähnen oder einem Zahnkranz, versehen. In die Profilierung 94 greift, wie in vergrößerter Darstellung aus der Fig. 17 entnehmbar ist, ein Antriebsrad 96 der Antriebsmotoren 86 ein.

Wie darüber hinaus aus den Fig. 18 und 19 ersichtlich ist, ist der inneren Spanneinrichtung 36 bei der Ausführungsform erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zusätzlich ein Spannelement 98 (im ausgefahrenen Zustand) und 98' (im eingefahrenen Zustand) zugeordnet. Das Spannelement 98, 98' ist an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement 82 oder Drehring der jeweiligen Spanneinrichtung 36 lösbar befestigbar. Durch das Spannelement 98, 98' ist das jeweilige Bauteil 12 an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement 82 einspannbar und festlegbar. Das Spannelement 98, 98' kann dabei als Spannsystem mit mindestens einem Keilspannelement (nicht gezeigt) und/oder wenigstens einem Schlauchspannelement (ebenfalls nicht gezeigt), Spannkreuz oder Spannspinne ausgebildet sein. Durch das Spannelement 98, 98' werden die zu verschweißenden Bauteile 12 an deren Füge- stelle unterstützt, um eine optimale Rundheit der zu verschweißenden Bauteile 12 zu erreichen bzw. um ein Eindrücken der dünnen Wandung und einen gegebenenfalls auftretenden Verzug der Wandung durch den Schweißprozess zu verhindern.

Alternativ oder kumulativ zu Spannelement 98, 98' kann entsprechend der Ausführungsform der in der Fig. 20 beispielhaft dargestellten erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 der äußeren Spanneinrichtung 34 weiterhin ein Spannelement 100 zugeordnet sein, das zum Beispiel starr, etwa als Spannkorb oder dergleichen Spannelement, ausgebildet ist. Das Spannelement 100 dient einer zusätzlich verbesserten Positionierung und/oder Fixierung der zu verschweißenden Bauteile 12 an deren Füge- stelle.

Aus den Fig. 18 und 20 geht schließlich noch hervor, dass der Tragstruktur 30 und den zwei Spanneinrichtungen 34, 36 eine Einrichtung 102 zur Bearbeitung mindestens eines Teils des/der

zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofil-  
lierten Bauteile/s 12 zugeordnet ist. Die Bearbeitungseinrich-  
tung 102 kann in diesem Zusammenhang als Schweiß-, Löt- oder  
Klebeeinrichtung bzw. Schneideeinrichtung bzw. Schleif-,  
5 Fräs-, Dreh- oder dergleichen flächen- und spanbearbeitende  
sowie güte- und materialprüfende Einrichtung ausgebildet sein.  
Die Bearbeitungseinrichtung 102 ist gegenüber der Tragstruktur  
30 und den zwei Spanneinrichtungen 34, 36 der Vorrichtung 10  
nach der Erfindung relativ entsprechend den Doppelpfeilen 104,  
10 106, 108 hin- und weg bewegbar bzw. hin- und wegverfahrbar, und  
zwar in sowohl axialer als auch vertikaler, nämlich x-, y- und  
z- Richtung, so dass jede nur erdenkliche Position gegenüber  
dem/den zu bearbeitenden Bauteilen 12 eingenommen und angefah-  
ren sowie erreicht werden kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einspannen und Ausrichten von segmentartig  
5 ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen  
(12), umfassend eine auf/an einer Basis (32) abgestützte  
Tragstruktur (30) oder dergleichen Rahmengestell und zwei  
von der Tragstruktur (30) gemeinsam aufgenommene und gehalten  
10 Einrichtungen (34, 36) zum Einspannen von zwei segmentartig  
ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteilen (12),  
wobei die zwei Spanneinrichtungen (34, 36) auf einer gemeinsamen  
Längsachse (38) angeordnet und auf der gemeinsamen Längsachse (38)  
15 zueinander in axialer Richtung relativ bewegbar sind, wobei die zwei  
Spanneinrichtungen (34, 36) derart ausgebildet sind, dass die zwei  
Bauteile (12) um die gemeinsame Längsachse (38) der zwei Spanneinrichtungen  
(34, 36) in Umfangsrichtung zueinander relativ verdrehbar sind,  
20 und wobei die Längsachse (38) der zwei Spanneinrichtungen (34, 36)  
beim Einspannen und Ausrichten der zwei Bauteile (12) zueinander zu  
der die Tragstruktur (30) abstützenden Basis (32) senkrecht oder im  
Wesentlichen senkrecht verlaufend ausrichtbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
25 die Tragstruktur (30) zwei sich auf/an der Basis (32) abstützende  
und an der Basis (32) einander gegenüberliegend befestigbare  
Tragelemente (40, 40') umfasst, zwischen denen die zwei Spanneinrichtungen  
(34, 36) aufgenommen und gehalten sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
30 dass die Tragstruktur (30) eine Einrichtung (42) zum Drehen oder  
Verschwenken der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) relativ zu der  
die Tragstruktur (30) abstützenden Basis (32) umfasst.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,  
35 dass die Dreh- oder Verschwenkeinrichtung

(42) der Tragstruktur (30) eine Drehachse (44), die zwischen der Tragstruktur (30) und den zwei Spanneinrichtungen (34, 36) angeordnet ist, umfasst.

- 5 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreh- oder Verschwenkeinrichtung (42) der Tragstruktur (30) eine Antriebseinrichtung (46) mit wenigstens einem, insbesondere vier, Antriebsmotor/en (48), der/die an der Tragstruktur (30) angeordnet ist/sind,  
10 und mindestens einem, insbesondere zwei, mit dem/den Antriebsmotor/en (48) zusammenwirkenden Antriebselement/en (50, 50'), das/die den zwei Spanneinrichtungen (34, 36) zugeordnet ist/sind, umfasst.
- 15 6. Vorrichtung nach 5, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine mit dem wenigstens einen Antriebsmotor (48) zusammenwirkende Antriebselement (50, 50') der Antriebseinrichtung (46) segment- oder scheibenförmig ausgebildet und an dessen/deren Umfang (52) mit einer Profilierung (54),  
20 insbesondere einer Verzahnung, Zähnen oder einem Zahnradkranz, versehen ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Antriebselement (50, 50') außenseitig an den zwei Spanneinrichtungen (34, 36) unlösbar befestigt ist.  
25
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Spanneinrichtungen (34, 36) aus  
30 einer äußeren oder außen liegenden Spanneinrichtung (34) und einer von der äußeren oder außen liegenden Spanneinrichtung (34) umgebenden inneren oder innen liegenden Spanneinrichtung (36) gebildet sind.
- 35 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den zwei Spanneinrichtungen (34, 36) eine Hub- und Senkeinrichtung (60) zur relativen Bewegung der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) auf der ge-

meinsamen Längsachse (38) zueinander in axialer Richtung angeordnet ist.

- 5 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hub- und Senkeinrichtung (60) wenigstens eine, insbesondere die vier, Hub- und Senkantriebseinrichtung/en (62) umfasst, die insbesondere jeweils mit einem Antriebsmotor (64), der an einer, vorzugsweise an der inneren, der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) angeordnet ist, und einem Tragelement (66) sowie gegebenenfalls einem Führungselement (68), welches endseitig von einer, vorzugsweise von der äußeren, der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) drehfest aufgenommen ist, versehen ist/sind.
- 10 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine, insbesondere die vier, Hub- und Senkantriebseinrichtung/en (62) der Hub- und Senkeinrichtung (60) jeweils zueinander, vorzugsweise auf einem gemeinsamen Umfang, etwa gleich beabstandet ist/sind.
- 15 20 12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine, insbesondere die vier, Tragelement/e (68) in Form einer Gewindespindel, insbesondere als selbsthemmende Gewindespindel, vorzugsweise als Trapezgewindespindel oder Planeten-Rollenspindel, ausgebildet ist/sind.
- 25 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Spanneinrichtungen (34, 36) jeweils eine Dreheinrichtung (78) zur relativen Verdrehung der zwei Bauteile (12) um die gemeinsame Längsachse (38) der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) zueinander in Umfangsrichtung umfassen.
- 30 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreheinrichtung (78) der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) jeweils ein etwa ringförmig ausgebildetes Tragelement (80) zum Aufnehmen, Einspannen und

Ausrichten der Bauteile (12) zueinander umfasst.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreheinrichtung (78) der zwei Spanneinrichtungen (34, 36) jeweils eine Antriebseinrichtung (82) mit wenigstens einem, insbesondere zwei, Antriebsmotor/en (84), der/die an der jeweiligen Spanneinrichtung (34, 36) angeordnet ist/sind, und einem mit dem/den Antriebsmotor/en (84) zusammenwirkenden Antriebselement (86), das dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement (80) der jeweiligen Spanneinrichtung (34, 36) zugeordnet ist, umfasst.
16. Vorrichtung nach 15, dadurch gekennzeichnet, dass das mit dem wenigstens einen, insbesondere den zwei, Antriebsmotor/en (84) zusammenwirkende Antriebselement (86) der Antriebseinrichtung (82) der Dreheinrichtung (78) an dessen Umfang (90) mit einer Profilierung (92), insbesondere einer Verzahnung, Zähnen oder einem Zahnkranz, versehen ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement (86) der Antriebseinrichtung (82) der Dreheinrichtung (78) außenseitig an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement (80) der jeweiligen Spanneinrichtung (34, 36) unlösbar befestigt ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine, insbesondere die zwei, an der jeweiligen Spanneinrichtung (34, 36) angeordnete/n Antriebsmotor/en (84) der Antriebseinrichtung (82) der Dreheinrichtung (78) jeweils zueinander, vorzugsweise auf einem gemeinsamen Umfang, etwa gleich beabstandet ist/sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Spanneinrichtungen (34, 36) jeweils ein an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement

(80) der jeweiligen Spanneinrichtung (34, 36) lösbar befestigbares Spannelement (96, 96', 96''), durch welches das jeweilige Bauteil (12) an dem etwa ringförmig ausgebildeten Tragelement (80) der jeweiligen Spanneinrichtung (34, 36) einspannbar und festlegbar ist, umfassen.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (96, 96', 96'') als Spannsystem mit mindestens einem Keilspannelement und/oder wenigstens einem Schlauchspannelement, Spannkorb, Spannkreuz oder Spannspinne ausgebildet ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement starr (96) und/oder auf- und einklappbar (96') und/oder ausbreit- und zusammenlegbar (96'') und/oder aus einer Kombination daraus (96'') ausgebildet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass den zwei Spanneinrichtungen (34, 36) eine Einrichtung (98) zur Bearbeitung mindestens eines Teils des/der zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteile/s (12) zugeordnet ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (98) zur Bearbeitung des mindestens einen Teils des/der zwei segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlprofilierten Bauteile/s (12) als Schweiß-, Löt- oder Klebeeinrichtung bzw. Schneideeinrichtung bzw. Schleif-, Fräs-, Dreh- oder dergleichen flächen- und spanbearbeitende sowie güte- und materialprüfende Einrichtung ausgebildet ist.

24. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Einspannen, insbesondere spannungsfreien Einspannen, zur Montage von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlzylindrischen Bauteilen (12) und Behältern, Domen sowie Boostergehäusen von Raketen oder ähnlichen hohlzylindrischen Geräten großer Abmessungen.

25. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Bearbeiten, insbesondere zum Verschweißen, Verlöten oder Verkleben bzw. Schneiden bzw. Schleifen, Fräsen, Drehen oder dergleichen Flächenbearbeitung, von segmentartig ausgebildeten, dünnwandigen und hohlzylindrischen Bauteilen (12) und Behältern, Domen sowie Boostergehäusen oder ähnlichen hohlzylindrischen Geräten großer Abmessungen.
26. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Herstellen von rotationssymmetrischen und/oder nicht rotationssymmetrischen schalenförmigen, insbesondere halbkugelförmig, kugelkappenförmig, kalottenförmig, ellipsoidkalottenförmig, konisch, elliptisch, in Cassini-Form, Halb-Torus-förmig oder mit dergleichen anderen Querschnittsformen ausgestalteten Bauteilen (12).
27. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Herstellen von Domen für Raketen-Treibstofftanks, Satellitentanks, Paraboloid-Antennen, Paraboloid-Reflektorschalen, Paraboloid-Solar-Kollektoren, Scheinwerfergehäusen, Behälterböden, Turmkuppeln, Druckkalotten oder dergleichen.

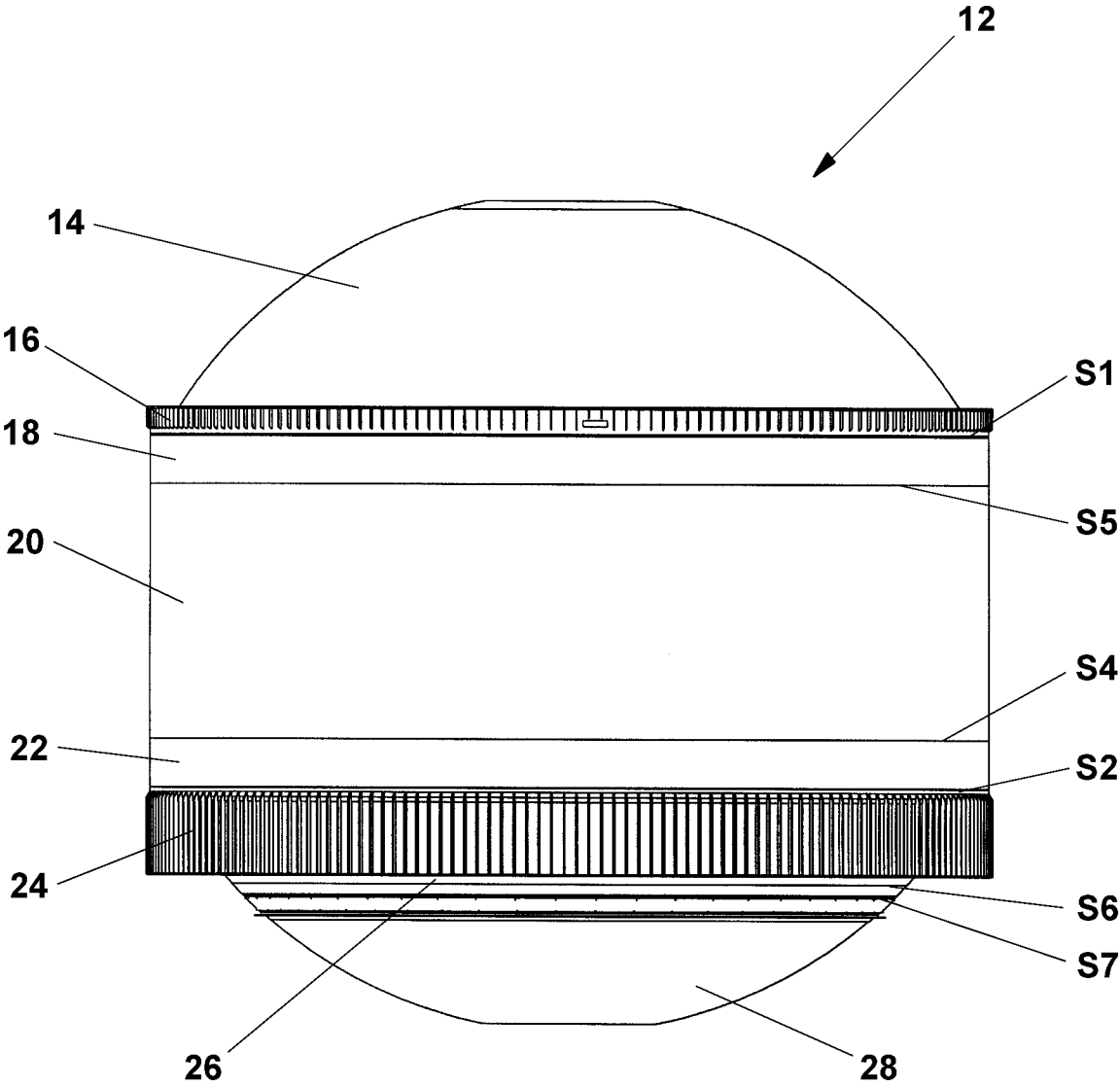


Fig. 1

2/12

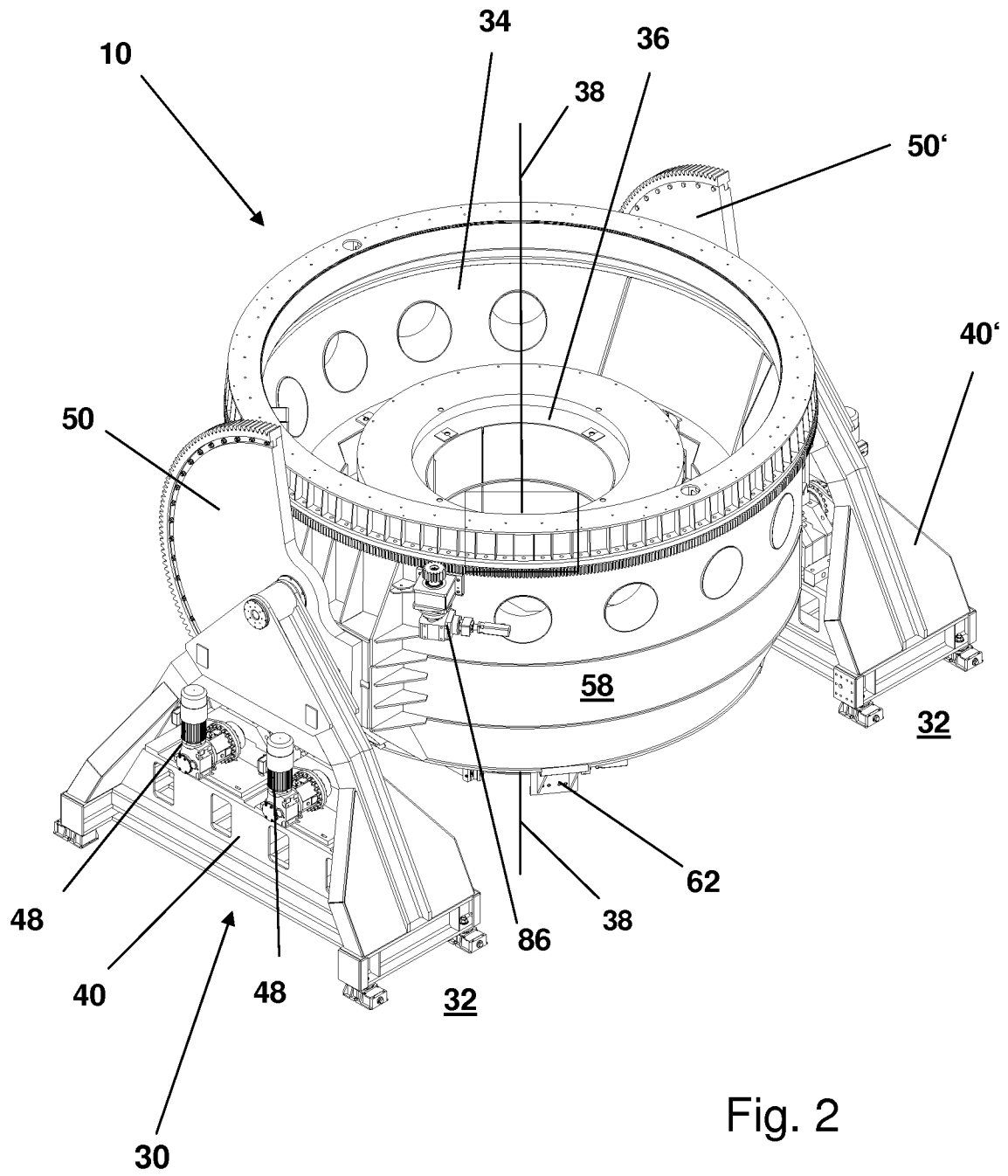


Fig. 2

3/12

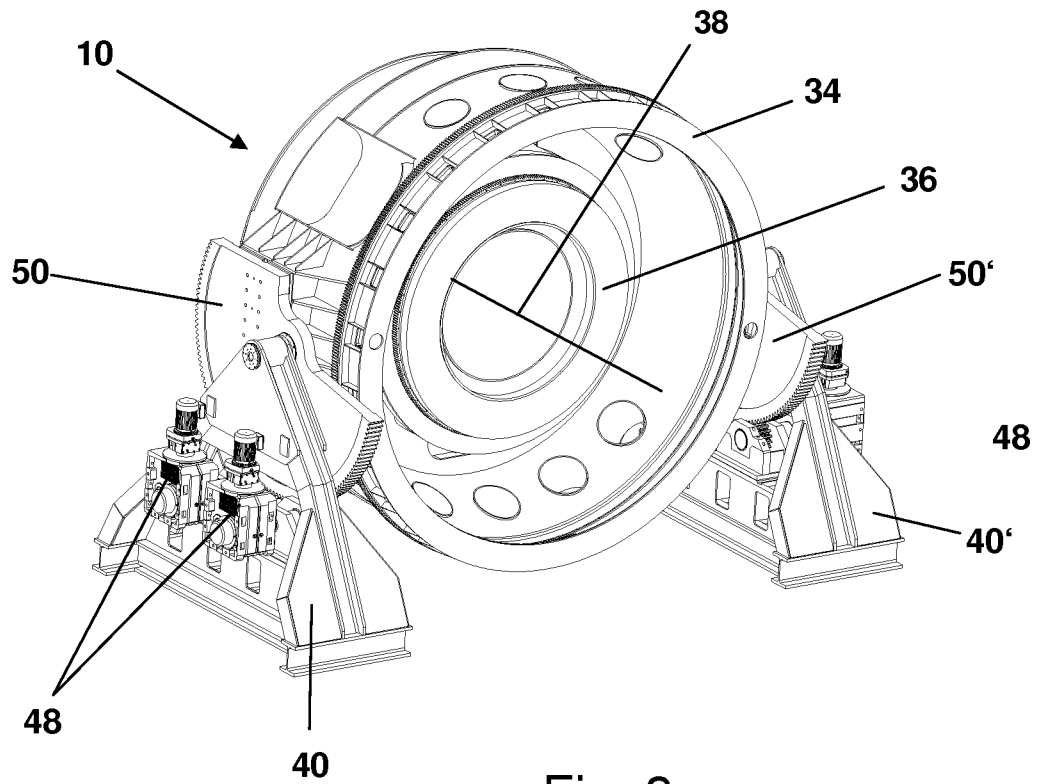


Fig. 3

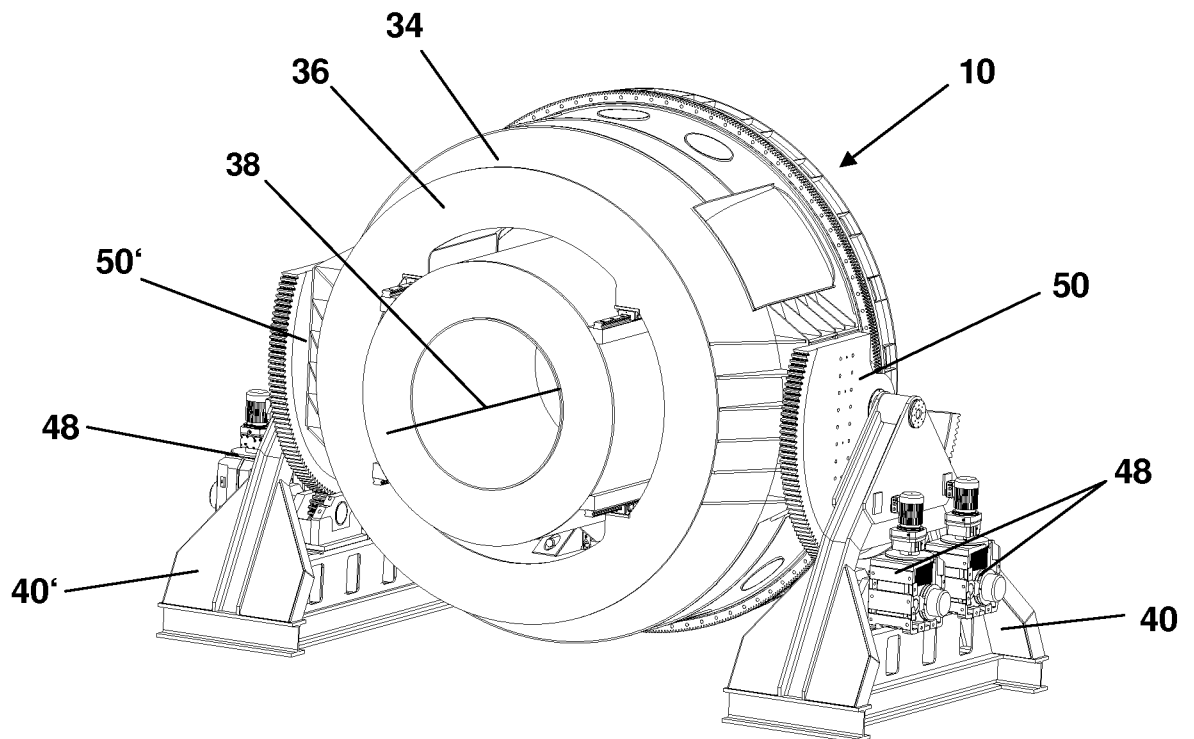


Fig. 4

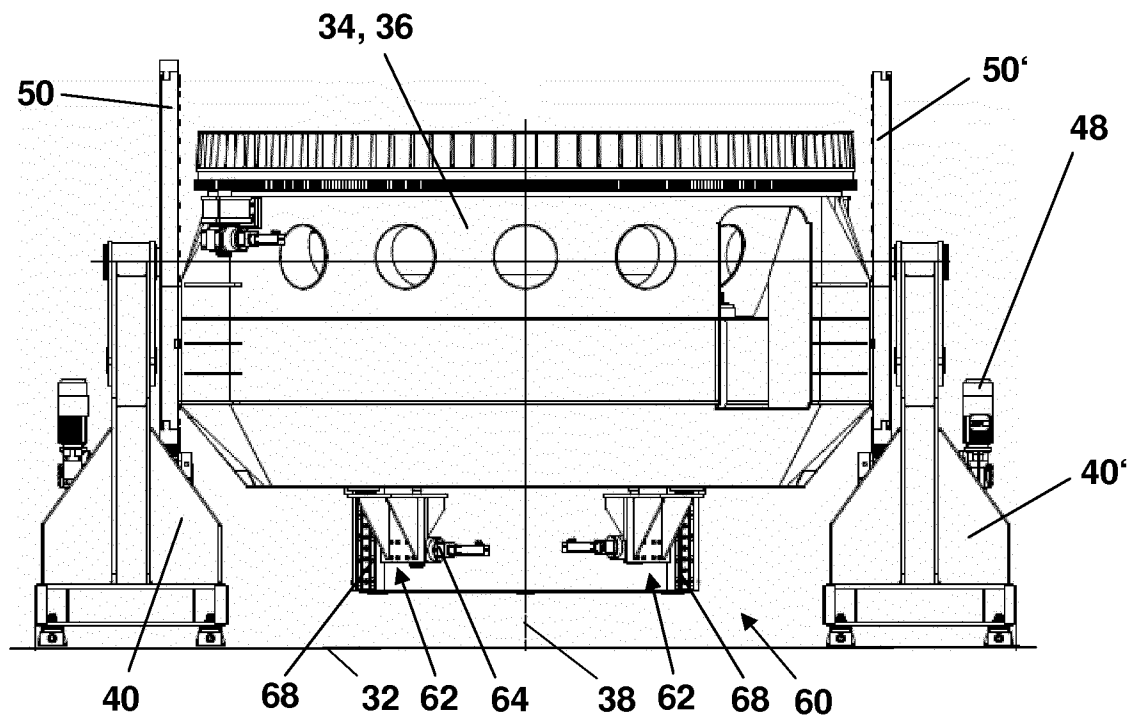


Fig. 5

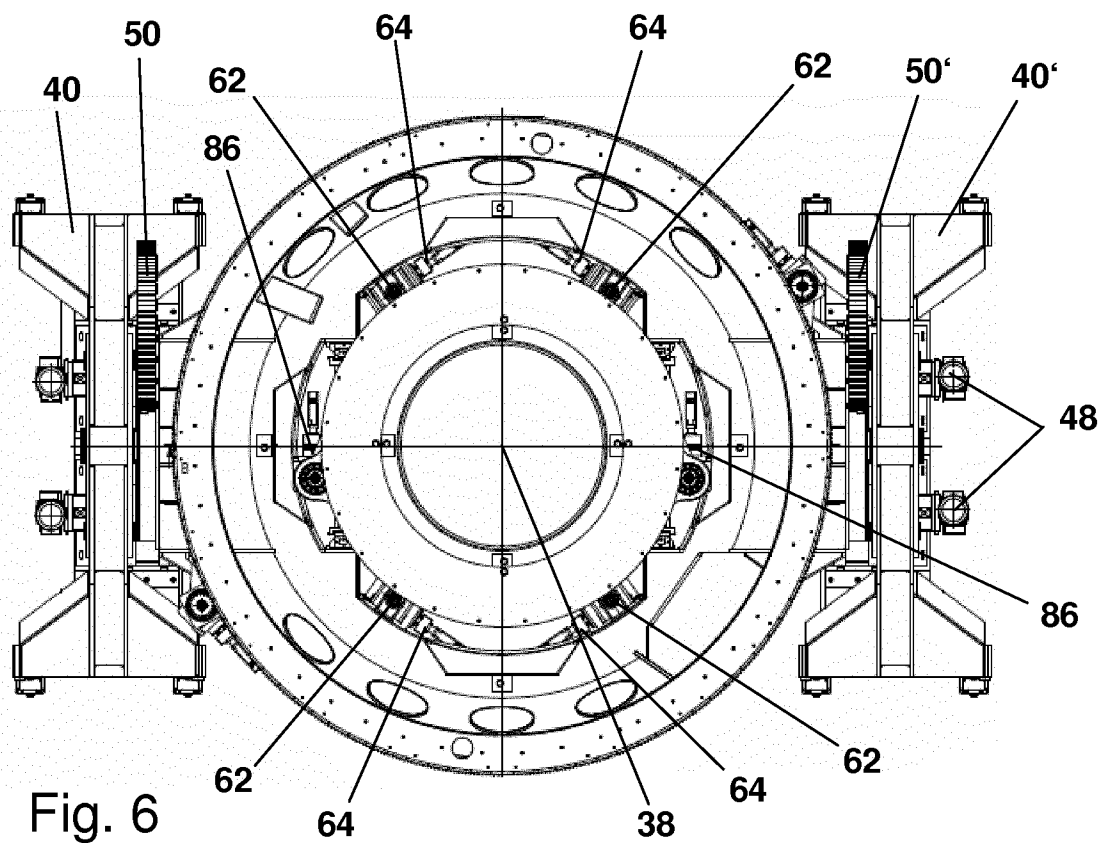


Fig. 6

Fig. 7

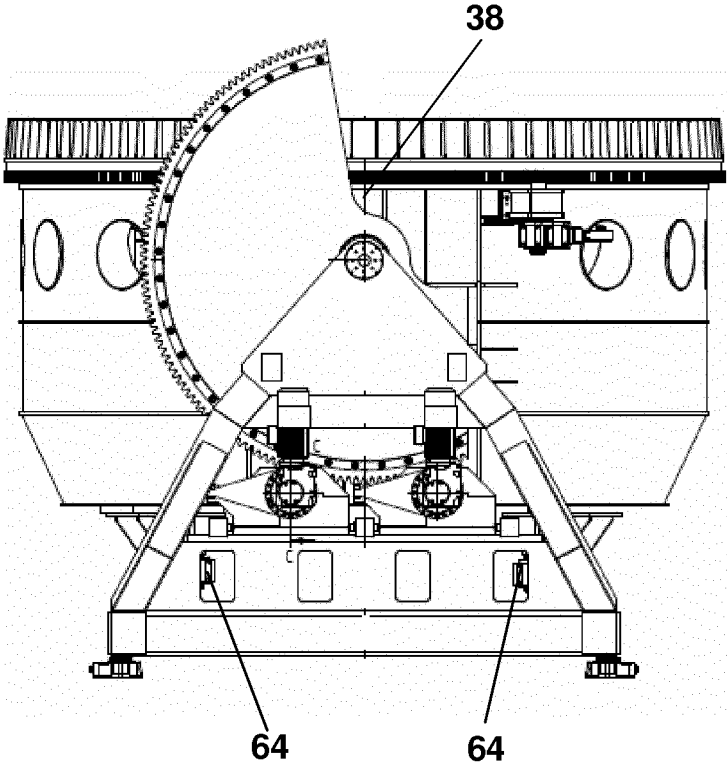
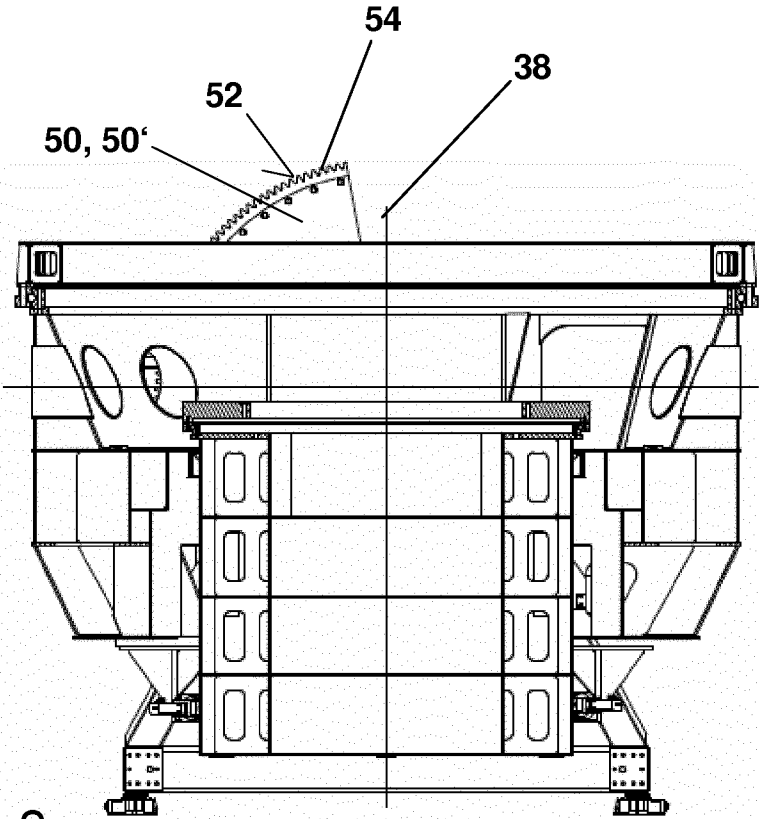


Fig. 8



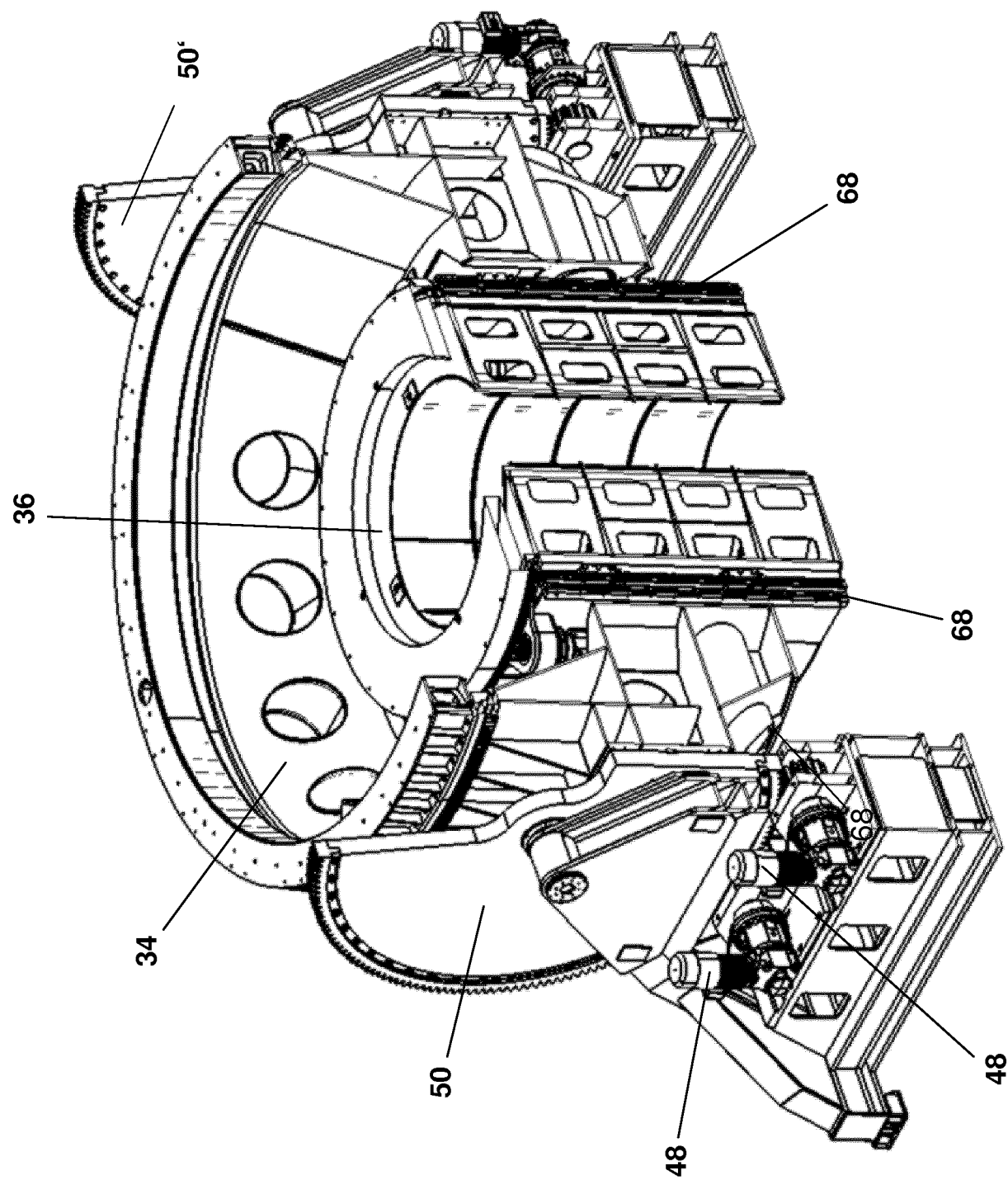
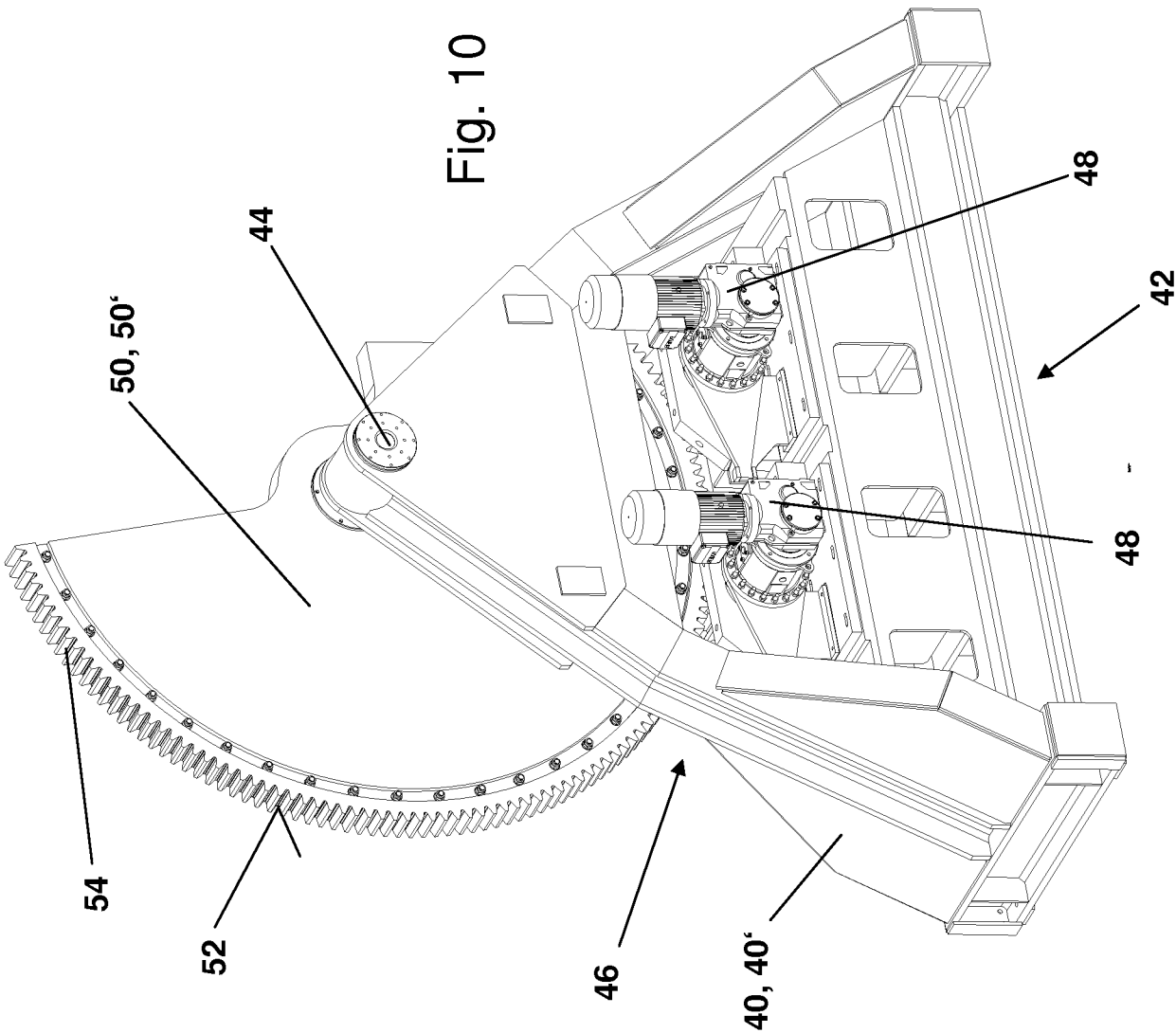
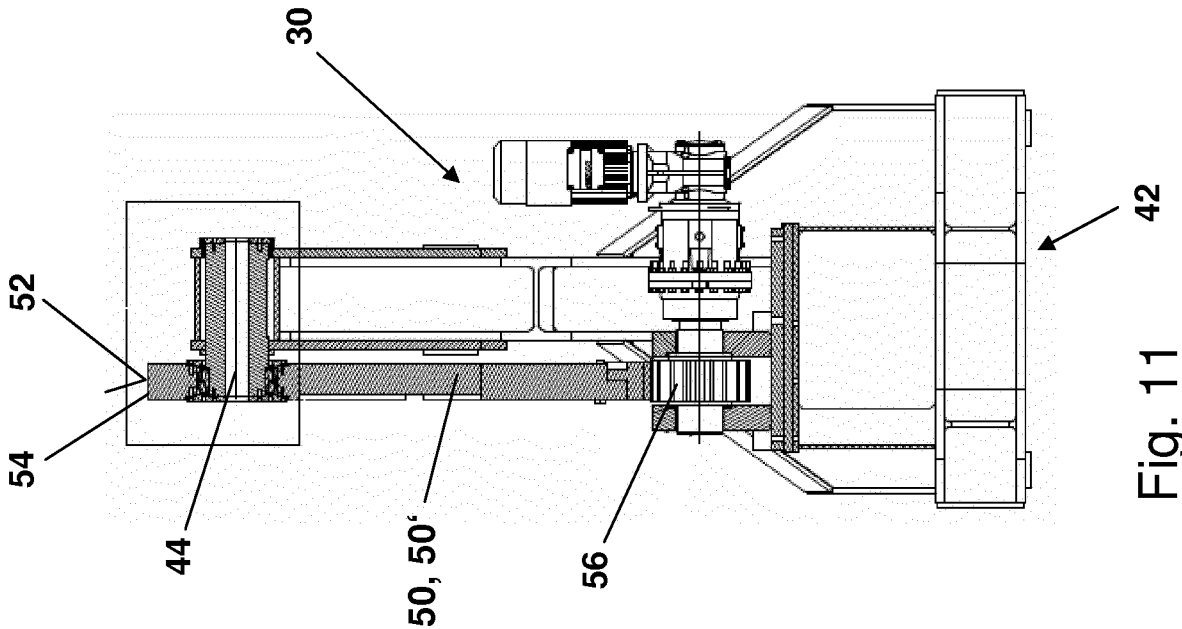


Fig. 9



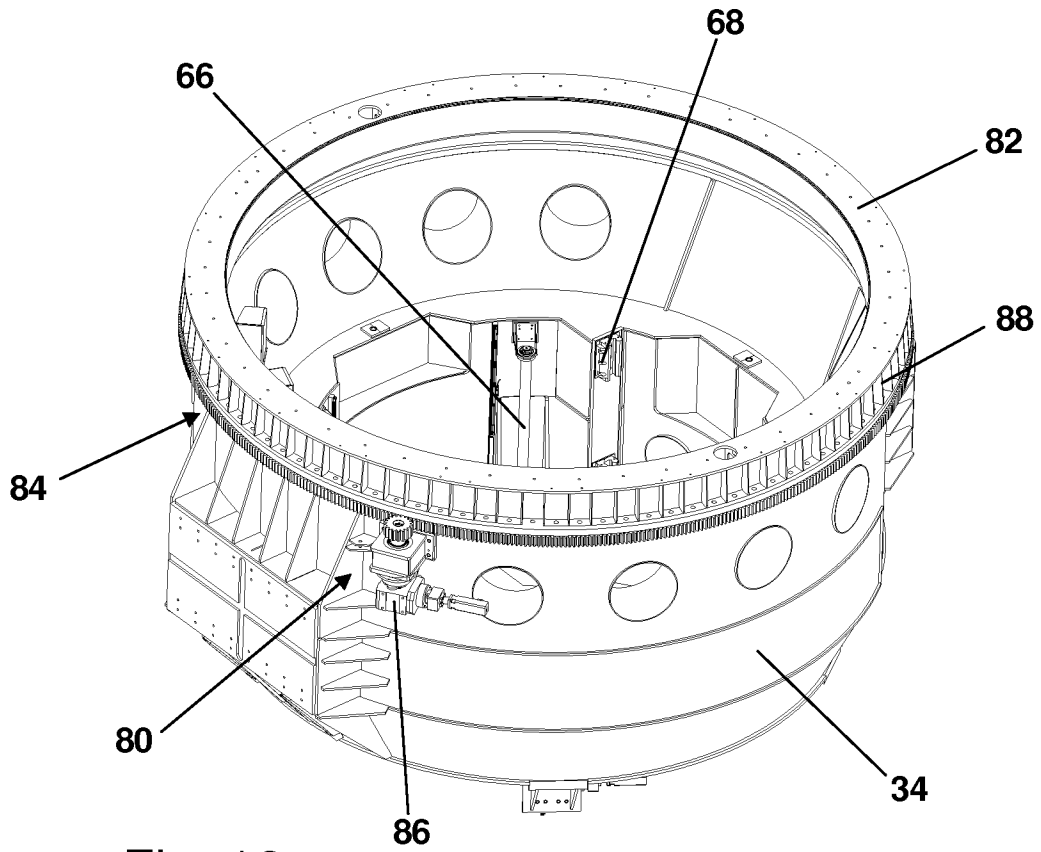


Fig. 12

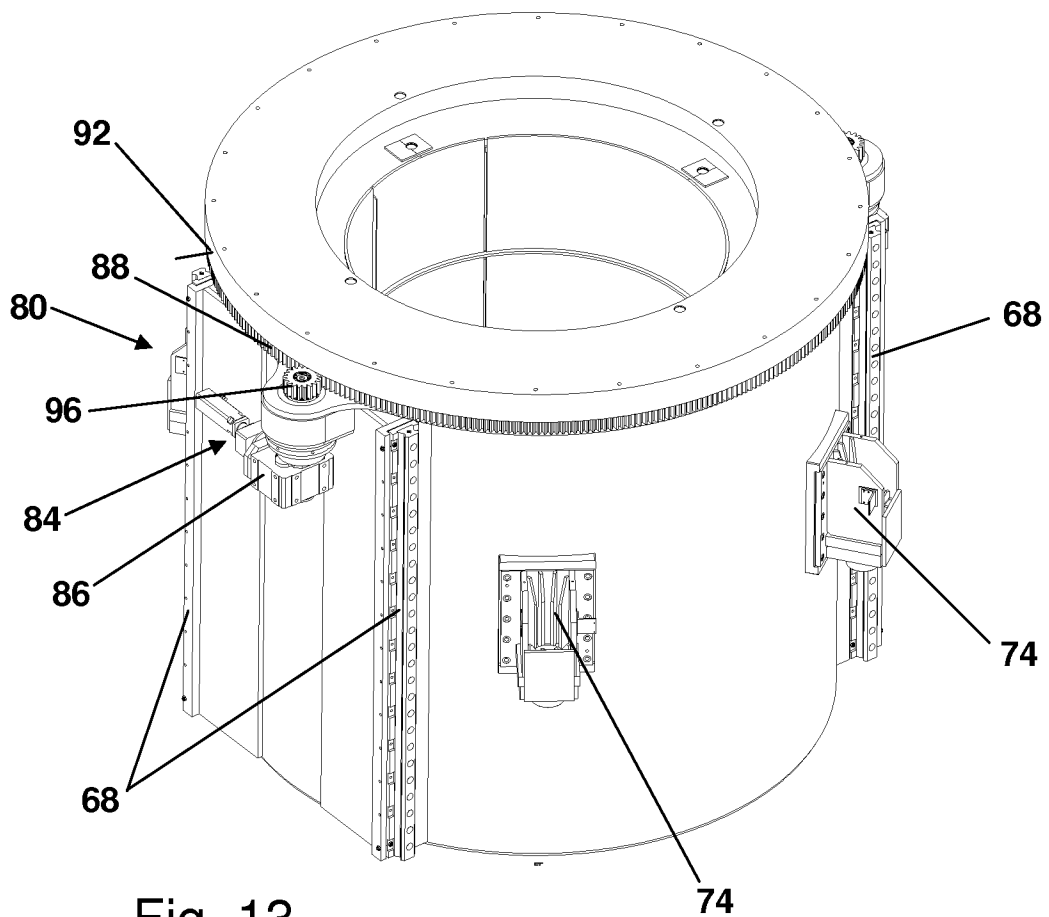


Fig. 13

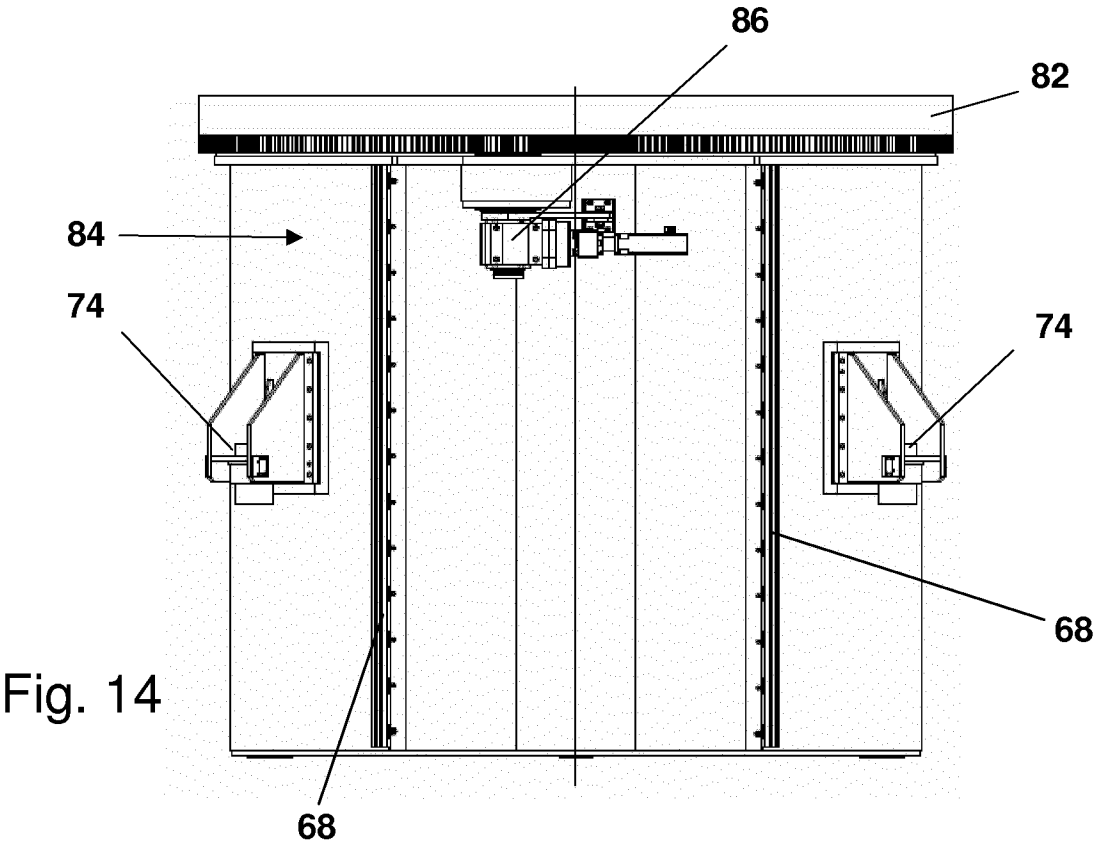
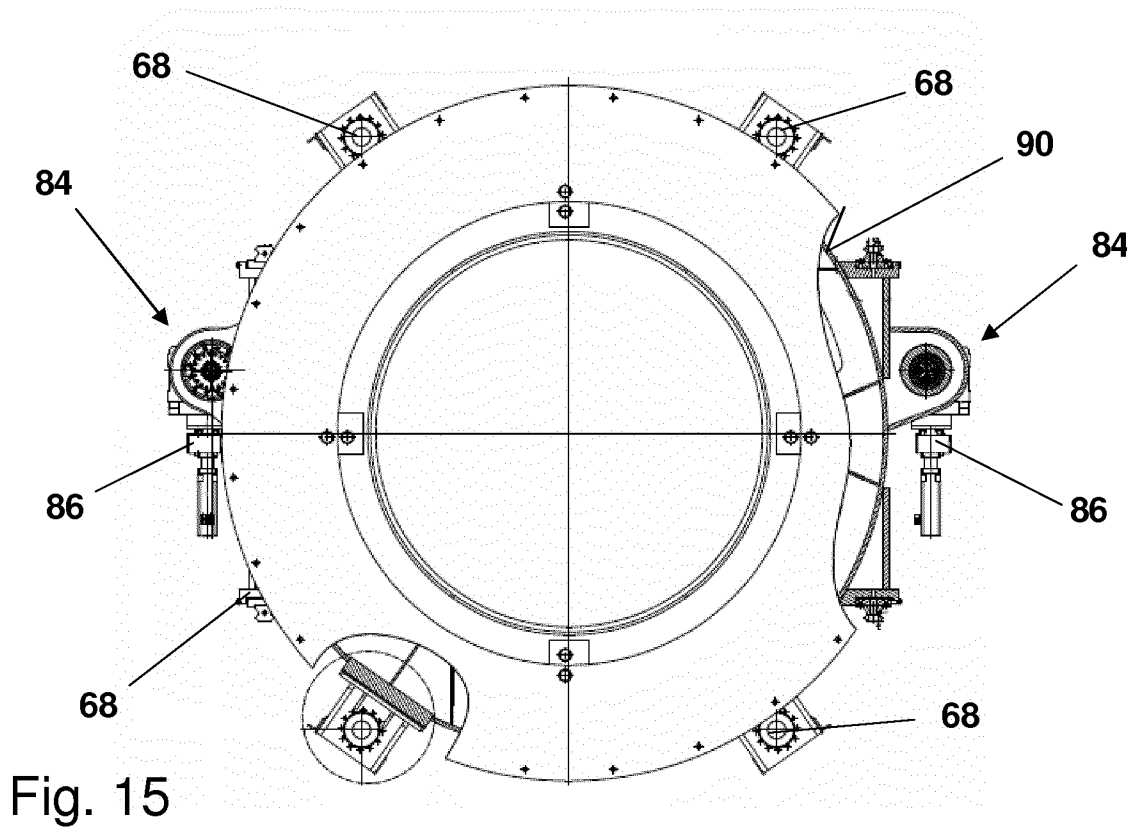


Fig. 16

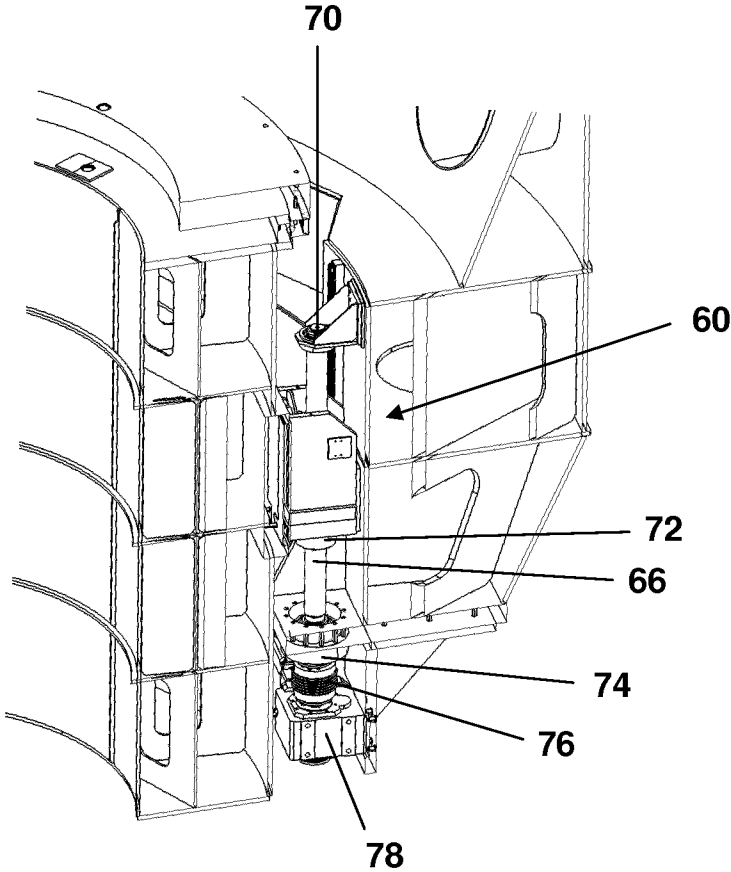
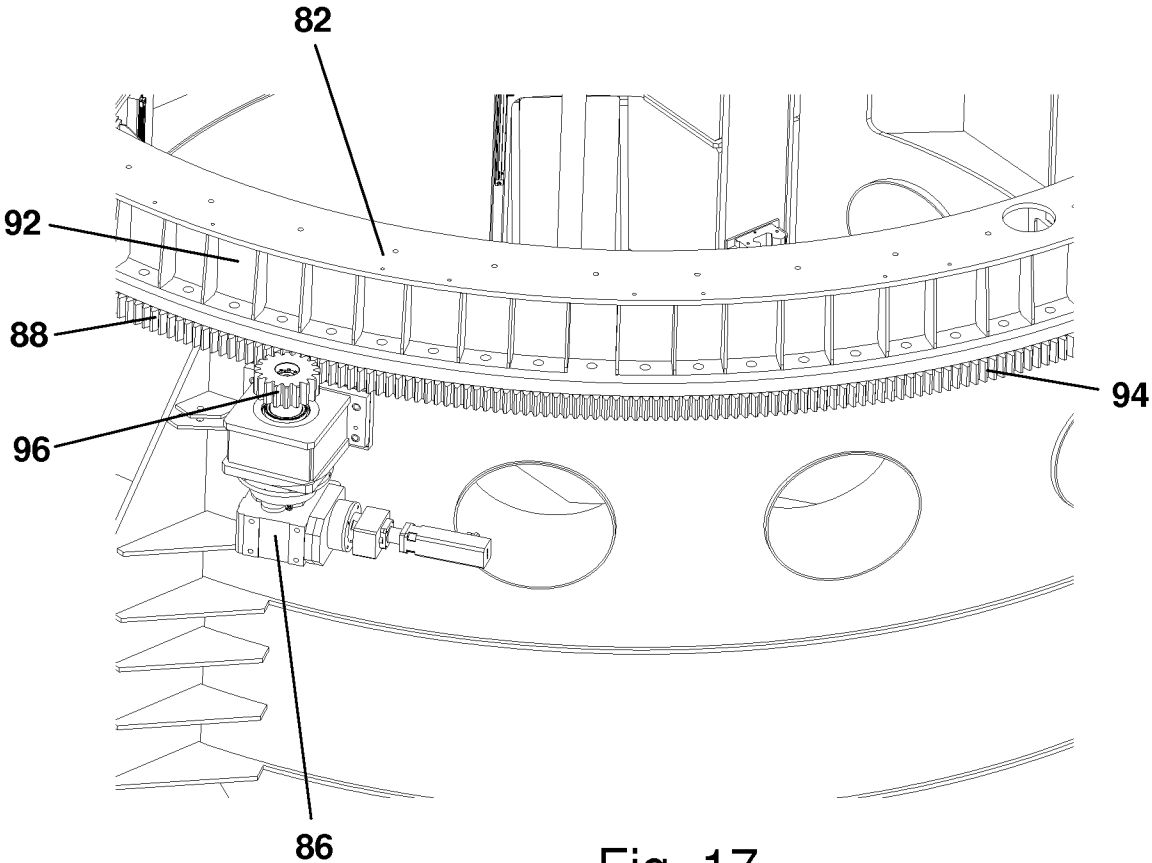


Fig. 17

11/12

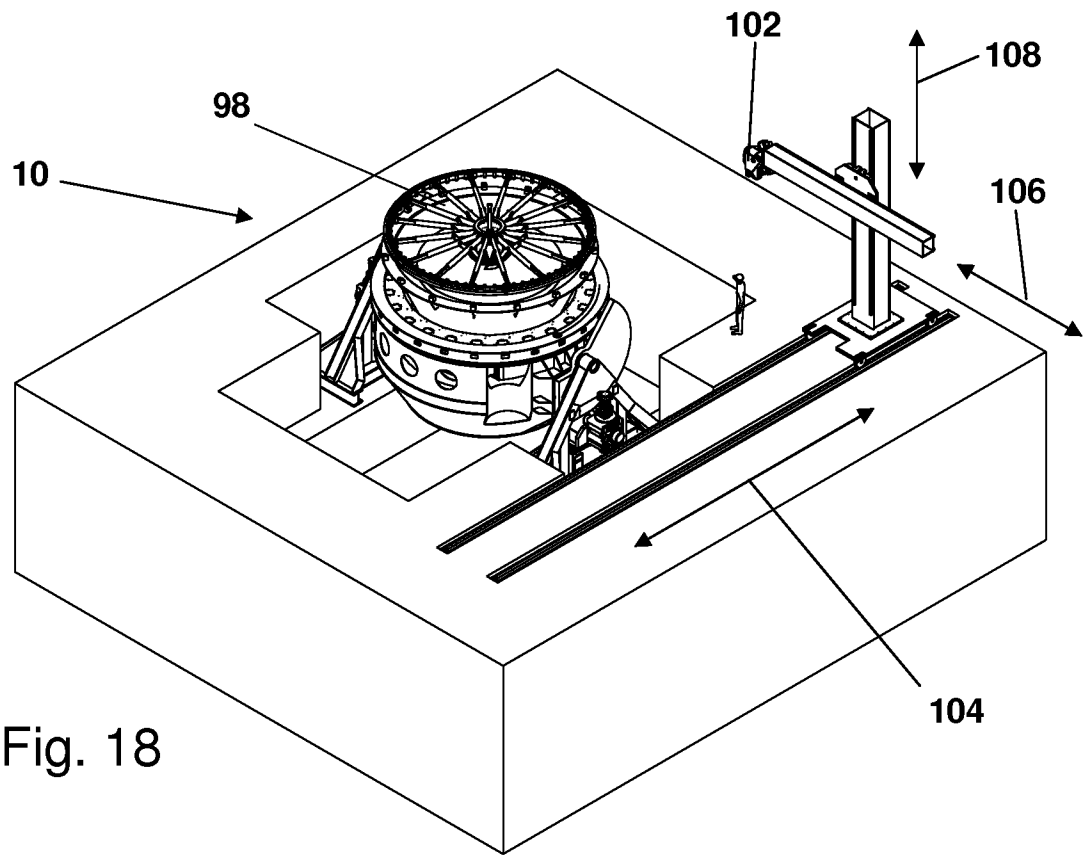


Fig. 18

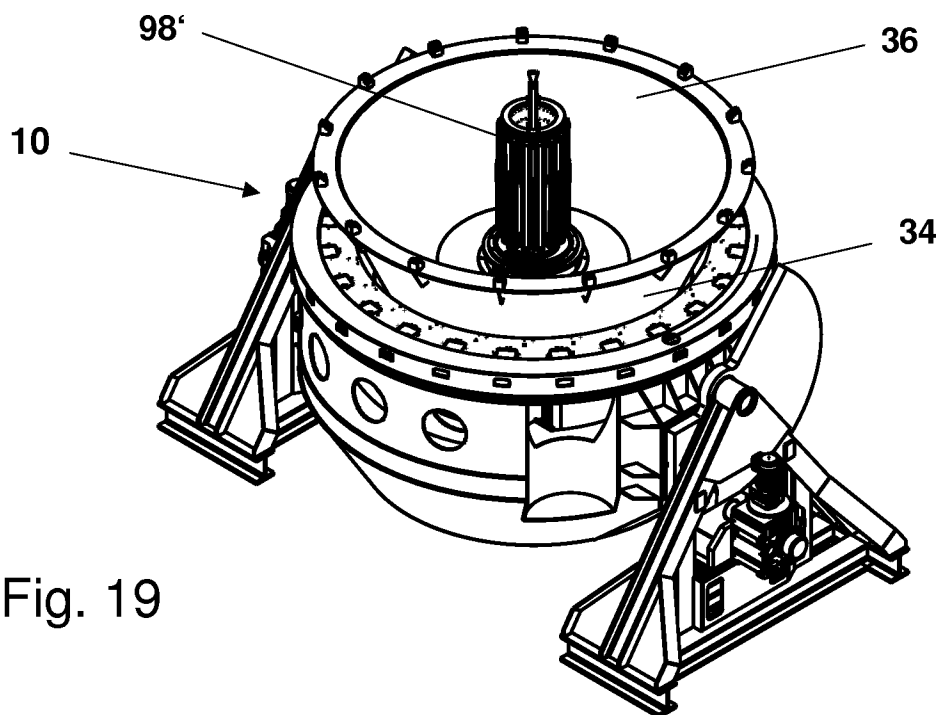


Fig. 19

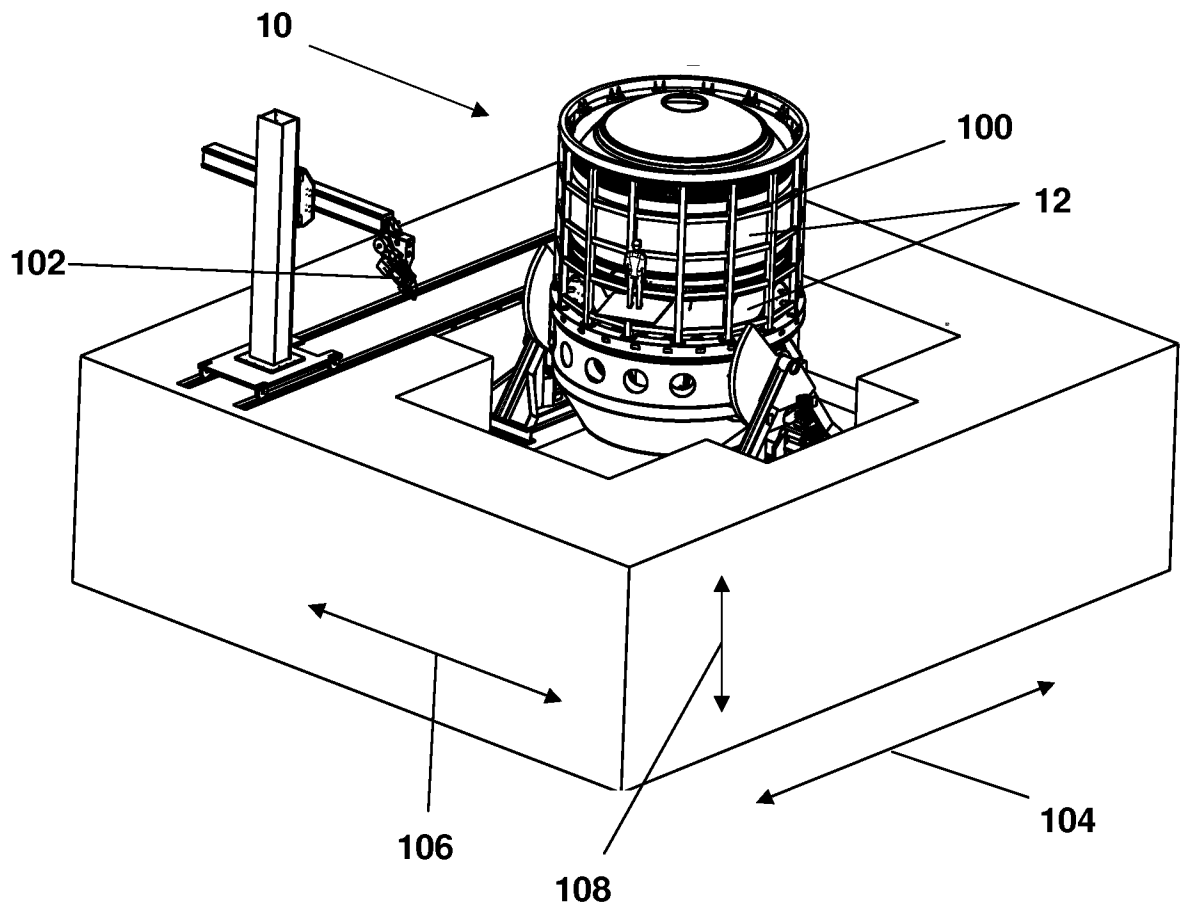


Fig. 20