

(19)



(11)

EP 2 134 927 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.03.2017 Patentblatt 2017/10

(51) Int Cl.:
F01D 25/28 ^(2006.01) **F02C 7/20** ^(2006.01)
F04D 29/64 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08735741.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/053992

(22) Anmeldetag: **03.04.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/125506 (23.10.2008 Gazette 2008/43)

(54) **SICHERUNGSVORRICHTUNG ZUR SICHERUNG EINES QUER GEGENÜBER EINER HORIZONTALEBENE AUFGESTELLTEN ROTORS EINER STRÖMUNGSMASCHINE GEGEN UMKIPPEN SOWIE AUSRICHTVERFAHREN DAZU**

SECURING DEVICE FOR SECURING A ROTOR OF A TURBOMACHINE COUNTER TO TILTING, SAID ROTOR BEING ARRANGED PERPENDICULAR TO A HORIZONTAL PLANE AND METHOD FOR THE ALIGNMENT THEREOF

DISPOSITIF DE FIXATION DESTINÉ À FIXER UN ROTOR D'UNE TURBOMACHINE, DISPOSÉ PERPENDICULAIREMENT PAR RAPPORT À UN PLAN HORIZONTAL, CONTRE LE BASCULEMENT, ET PROCÉDÉ D'ORIENTATION DESTINÉ À CET EFFET

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **16.04.2007 EP 07007681**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.2009 Patentblatt 2009/52

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **FLOTTER, Johann**
47647 Kerken (DE)
• **HÜLFENHAUS, Armin**
40764 Langenfeld (DE)
• **VÖGELIN, Claus**
45472 Mülheim an der Ruhr (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/17492 DE-A1- 2 325 642
DE-A1- 2 426 231

EP 2 134 927 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sicherungsvorrichtung zur Sicherung eines quer gegenüber einer Horizontalebene aufgestellten Rotors einer Strömungsmaschine gegen Umkippen, mit mindestens einer Abstützfläche, durch die ein zur Horizontalebene quer aufgestellter Rotor seitlich von der Sicherungsvorrichtung abstützbar ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum lotrechten Ausrichten eines senkrecht zur Horizontalebene aufzustellenden Rotors einer Strömungsmaschine.

[0002] Gasturbinen sowie deren struktureller Aufbau sind allgemein bekannt. Die Rotoren von Gasturbinen können dabei in unterschiedlicher Art und Weise aufgebaut und zusammengesetzt sein. Eine Rotorvariante umfasst eine Vielzahl von aneinanderliegenden Elementen, welche über einen sich zentral durch die Elemente erstreckenden Zuganker verspannt sind. Diese Elemente sind einerseits Rotorscheiben und andererseits Rohrabschnitte, so genannte Hohlwellen, die an den Rotorscheiben anliegen können. Das Verspannen der Rotorscheiben und der Hohlwellen erfolgt mit jeweils endseitig auf dem Zuganker aufgeschraubten Schraubenmutter, wobei häufig die verdichterseitig vorgesehene Schraubenmutter als Hohlwelle ausgebildet ist. Die stirnseitig flächig aneinander liegenden Rotorscheiben tragen in der Regel an ihren Außenumfängen die Laufschaufeln der Turbine und des Verdichters. Anstelle eines zentralen Zugankers ist es auch bekannt, mehrere dezentrale Zuganker zu verwenden.

[0003] Um einen derartigen mehrteiligen Rotor zusammenzusetzen und zu zerlegen ist ein Montagewerkzeug bekannt, welches im Wesentlichen zwei Lagerböcke umfasst. Die beiden Lagerböcke werden zueinander beabstandet aufgestellt und der Rotor wird auf ihnen abgelegt. Einer der beiden Lagerböcke - der so genannte Wendebock - ist dabei mit einem zwischen Fuß und Auflagefläche angeordnetem Gelenk ausgestattet, welches mit einem Ende des Rotors befestigt wird. Der Rotor wird also so platziert, dass sein beispielsweise verdichterseitiges Ende unmittelbar an dem Gelenk des Wendebocks befestigt werden kann. Der andere Lagerbock stützt dann den Rotor turbinenseitig ab. Das am Wendebock befestigte Gelenk dient zur Umlagerung des Rotors aus der waagerechten Lage in eine dazu senkrechte Position. Dazu wird am turbinenseitigen Ende des Rotors eine Anhängemutter auf den Zuganker aufgeschraubt. An die Anhängemutter wird mittels eines Schäkels ein Seil eines Krans befestigt. Während der Kran das turbinenseitige Ende des Rotors anhebt, dreht sich das verdichterseitige Ende um den Drehpunkt des Gelenks. Der Anhebevorgang ist abgeschlossen, wenn der Rotor in einer annähernd senkrechten Position angelangt ist. Dann wird dieser mittels einer Sicherung, welche auch am Wendebock vorgesehen ist, gegen Umkippen gesichert. In der Regel umfasst diese Sicherung einen Blockierbolzen, der am Wendebock oberhalb des Gelenks vorgesehen ist und das Zurückbewegen des Rotors aus der Senkrechten

blockiert. Anschließend wird die Anhängemutter demontriert, wonach dann die eigentlichen Arbeiten am senkrecht aufgestellten Rotor (oder Zuganker) erfolgen können.

[0004] Für den Zusammenbau des Rotors wird zuerst der Zuganker senkrecht aufgestellt und anschließend die einzelnen Rotorscheiben mittels eines Krans nacheinander von Oben auf den Zuganker aufgefädelt. Anschließend wird eine turbinenseitige Rotormutter aufgeschraubt. Bei der Demontage eines vollständig montierten Rotors wird nach dessen senkrechter Aufstellung die turbinenseitig angeordnete Rotormutter entfernt, wonach die einzelnen Rotorscheiben mit Hilfe eines Krans dem Zuganker entnommen werden können. Der Rotor umfasst dann im Wesentlichen nur noch den Zuganker.

[0005] Eine ähnliche Aufstellvorrichtung mit einem Wendebock ist aus der deutschen Offenlegungsschrift 24 26 231 bekannt. Zentral unter dem Wendebock ist am Fundament ein erster Anschlag befestigt. Im Unterschied zur vorgenannten Vorrichtung wird nicht das Ende des Rotors am Wendebock befestigt, sondern ein vom Ende beabstandeter Rotorpunkt. Beim Anheben des längeren Rotorabschnittes schwenkt dann der kürzere Rotorabschnitt zum Fundament hin. Der am kürzeren Rotorabschnitt angeordnete Kupplungsflansch liegt nach der senkrechter Aufstellung am ersten Anschlag an, wonach auf der anderen Seite des Flansches dann ein zweiter Anschlag angepasst und über Schrauben mit dem ersten Anschlag zur Sicherung des Rotors gegen Umkippen fest verbunden wird,

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Sicherungsvorrichtung zur Sicherung eines quer gegenüber einer Horizontalebene aufgestellten Rotors oder Zugankers einer Strömungsmaschine, bei der der Rotor resp. Zuganker besonders einfach in die Lotrechte ausrichtbar ist. Weitere Aufgabe ist es, hierzu ein entsprechendes Verfahren anzugeben.

[0007] Die erstgenannte Aufgabe wird durch eine Sicherungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0008] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass ein besonders einfaches Ausrichten des annähernd senkrecht gegenüber der Horizontalebene aufgestellten Rotors resp. Zugankers in die Lotrechte erreicht werden kann, wenn die mindestens eine Abstützfläche der Sicherungsvorrichtung, an welcher der Rotor bereits während des erfindungsgemäßen Ausrichtens anliegt, zumindest geringfügig verlagerbar ist. Insbesondere, wenn der Rotor schlussendlich in die Lotrechte ausgerichtet werden soll, sind die vom Rotor auf die Sicherungsvorrichtung quer zur Normalkraft einwirkenden Kräfte vergleichsweise gering, so dass die Sicherungsvorrichtung dementsprechend angepasst dimensioniert werden kann. Des Weiteren ermöglicht der lotrecht stehende Rotor eine besonders einfache Auf- bzw. Abfädung von Rotorscheiben auf den Zuganker, ohne dass diese beim

Anheben oder Absenken aufgrund einer Schiefstellung des Zugankers letztgenannten berühren.

[0009] Sofern die Abstützfläche, an welcher sich der Rotor anlegt, in einer Ebene annähernd parallel zur Horizontalebene verlagerbar ist, kann der bereits schon annähernd senkrecht stehende Rotor so ausgerichtet werden, dass lediglich Balancekräfte von der Sicherungsvorrichtung aufgenommen werden müssen. Die Sicherungsvorrichtung muss dann keine Gewichtskraft oder nur sehr geringe Gewichtskräfte des Rotors aufnehmen. Zweckmäßiger Weise ist die Sicherungsvorrichtung Teil einer modularen Montagevorrichtung, welche neben der vorzugsweise als Gerüst ausgebildeten Sicherungsvorrichtung einen separat ausgebildeten Wendebock umfasst. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dann zeitsparend mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Erreichung der vorgenannten Vorteile durchführbar.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Abstützfläche an einem sich aus mindestens zwei Ringsegmenten zusammensetzenden Ring angeordnet. Die Abstützfläche kann sich dabei an einem Teil der Mantelfläche des Rotors, insbesondere an der Mantelfläche einer Hohlwelle oder einer Rotorscheibe, anlegen. Vorzugsweise ist die Abstützfläche die innere zylindrische Fläche des Rings, wobei der an dem Rotor befestigte Ring auch als mechanischer Schutz vorgesehen sein kann. Der Ring kann entweder an dem noch in der waagerechten befindlichen Rotor befestigt werden, also noch vor dem Aufstellen des Rotors in die Senkrechte. Oder, der Ring ist in der gerüstartigen Sicherungsvorrichtung bereits vormontiert und so weit geöffnet, dass der Rotorabschnitt, welcher in den Ring eingelegt werden soll, einbringbar ist.

[0012] Um den Rotor besonders einfach und schnell in einer Sicherungsvorrichtung zu befestigen, ist eines der beiden Ringsegmente gegenüber dem anderen Ringsegment schwenkbar befestigt. Hierdurch kann eine besonders einfache Montage des Rings am Rotor erfolgen, unabhängig davon, ob der Ring am waagerechten Rotor vormontiert wird oder ob der Ring an der Sicherungsvorrichtung vorab befestigt ist.

[0013] Um die Abstützflächen zu verlagern, sind mehrere Verschraubungen oder mehrere Hydraulikzylinder vorgesehen, welche sich jeweils parallel oder nahezu parallel zur Horizontalebene erstrecken und welche parallel oder nahezu parallel zur Horizontalebene bewegbare Elemente wie Schrauben oder Hydraulikkolben aufweisen. Dabei sind mindestens drei Verschraubungen bzw. Hydraulikzylinder vorgesehen, um den annähernd senkrecht aufgestellten Rotor derartig zu verlagern, dass dieser aus einer annähernd senkrechten Position in die Lotrechte gebracht werden kann. Vorzugsweise sind jedoch mehr als drei, insbesondere vorzugsweise acht oder neun Verschraubungen bzw. Hydraulikzylinder vorgesehen, um eine besonders sichere seitliche Abstützung und

um eine besonders exakte Ausrichtung zu gewährleisten. Dies ist insbesondere für Rotoren von schweren, zur kommerziellen Stromerzeugung genutzten Gasturbinen erforderlich, da deren Rotorgewicht mehrere zehntausend Kilogramm betragen kann.

[0014] Die Verschraubungen oder Hydraulikzylinder der Sicherungsvorrichtung sind dabei strahlenartig um einen virtuellen Mittelpunkt angeordnet. Die Sicherungsvorrichtung und der Wendebock sind darüber hinaus derartig am Fundament gegeneinander auszurichten und zu befestigen, dass in der Senkrechten die Projektion des virtuellen Mittelpunkts mit einem zentralen Rotorabstützpunkt am Wendebock zusammenfällt. Der zentrale Rotorabstützpunkt ist dabei der auf der Drehachse des Gelenks liegende Punkt, auf dem der Schwerpunkt des Rotors platziert werden soll. Insbesondere hierdurch kann das Lotrechte Ausrichten des Rotors vergleichsweise schnell erfolgen bei vergleichsweise geringem Aufwand.

[0015] Anstelle von mehreren Verschraubungen oder mehreren Hydraulikzylindern kann in einer alternativen Ausgestaltung der Sicherungsvorrichtung mindestens eine Excenterscheibe vorgesehen sein, in welcher die Abstützfläche angeordnet ist. Damit mittels der Abstützfläche der annähernd senkrecht aufgestellte Rotor in jede beliebige Position gegenüber dem Rotorabstützpunkt des Wendebocks balanciert werden kann, sind vorzugsweise zwei ineinander geschachtelte Excenterscheiben vorgesehen, von denen die innere Excenterscheibe die Abstützfläche aufweist. Auch hierdurch ist eine besonders einfache Ausrichtung des annähernd senkrecht aufgestellten Rotors in die Lotrechte möglich.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Sicherungsvorrichtung weist diese oberhalb des Fundamentes eine auf mehreren Stützen und Streben aufgebockte Plattform oder Arbeitsbühne auf. Die Plattform kann beispielsweise als Arbeitsplattform für Monteure dienen, welche die Ausrichtung des Rotors in die Lotrechte vornehmen. Insbesondere dann ist es von Vorteil, wenn die Abstützfläche auf der Höhe der Plattform, beispielsweise in dessen Boden, vorgesehen ist. Die eine oder mehrere Abstützflächen können dann mit der Plattform über die Verschraubungen oder der Hydraulikzylinder verbunden sein. Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen dem Gelenk des Wendebocks und der darüber angeordneten Abstützfläche ca. 2 - 3 m.

[0017] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen schematisch und in nicht maßstäblicher Weise:

FIG 1 die Montagevorrichtung zum Zusammensetzen und Zerlegen eines Rotors mit parallel zur Horizontal-ebene (waagerecht) angeordnetem Rotor,

FIG 2 die Montagevorrichtung gemäß FIG 1 mit senkrecht aufgestelltem Rotor,

FIG 3 die Draufsicht auf die Sicherungsvorrichtung bei geöffneter Aufnahme und

FIG 4 die Draufsicht auf die Sicherungsvorrichtung mit eingelegetem Rotor.

[0018] In den Figuren sind identische Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0019] In FIG 1 ist ein auf zwei Lagerböcken 11 abgelegter Rotor 13 einer schweren stationären Gasturbine dargestellt. Der Rotor 13 umfasst einen Zuganker 15, der sich zentral durch eine Vielzahl von Turbinenscheiben 17 und Verdichterscheiben 19 erstreckt. Im dargestellten Beispiel ist das verdichterseitige Ende des Rotors 13 links dargestellt. Die Turbinenscheiben 17 und die Verdichterscheiben 19 sind Rotorscheiben 21 und tragen an ihren äußeren Enden Laufschaufeln, die einem kompressiblen Strömungsmedium der Gasturbine aussetzbar sind.

[0020] Zum Verspannen der Rotorscheiben 21 ist am verdichterseitigen Ende 33 des Rotors 13 eine vordere Hohlwelle 22 auf den Zuganker 15 aufgeschraubt. Turbinenseitig ist eine Schraubenmutter 24 vorgesehen.

[0021] Um den modularen Rotor 13 der Gasturbine in seine Einzelteile zu zerlegen, oder um auf einen Zuganker 15 Rotorscheiben 19, 21 aufzufädeln, ist neben den beiden Lagerböcken 11 eine Montagevorrichtung 23 vorgesehen, welche rotorendseitig angeordnet ist. Die Montagevorrichtung 23 umfasst einen Wendebock 27, der auf einem Fundament 29 befestigt ist. Der Wendebock 27 ist zu den beiden Lagerböcken 11 fluchtend aufgestellt und weist dabei an seiner Spitze ein Gelenk 31 auf, welches mit dem verdichterseitigen Ende 33 des Rotors 13 verbunden ist. Der Rotor 13 ist dabei um eine zur Horizontalebene 47 parallele Drehachse des Gelenks 31 drehbar. Ferner umfasst das Gelenk 31 eine wälzgelagerte Aufnahme für einen um eine senkrechte Achse 35 drehbaren Drehteller 37. Auf der senkrechten Achse 35 liegt außerdem der Rotorabstützpunkt.

[0022] Am turbinenseitigen Ende 39 des Rotors 13 ist eine Anhängemutter 41 montiert, an der mittels eines Schäkels das Seil eines Krans angeschlagen werden kann.

[0023] Die Montagevorrichtung 23 umfasst des Weiteren eine als Gerüst 43 ausgebildete Sicherungsvorrichtung 45, welche vom Wendebock 27 getrennt im Fundament 29 verankert ist.

[0024] Das Gerüst 43 umfasst eine auf vier senkrechten Stützen 64 aufgebockte Plattform 49 oder Arbeitsbühne. Zur Versteifung des Gerüsts 43 sind an jeder Seitenkante des Gerüsts 43 weitere sich quer zu den Stützen 64 erstreckende Streben 65 vorgesehen, die die fundamenteitigen Enden der Stützen 64 mit der Plattform 49 zusätzlich verbinden.

[0025] Damit der Rotor 13 in das Gerüst 43 und in die Sicherungsvorrichtung 45 eingeschwenkt werden kann, kann ein Teil der Plattform 49 und die darunter angeordneten Streben 65 aus dem Schwenkbereich des Rotors

13 herausbewegt werden. Die Plattform 49 und die Sicherungsvorrichtung 45 weisen dann eine geöffnete Aufnahme auf (vgl. FIG 3).

[0026] Durch das Anheben des turbinenseitigen Endes 39 des Rotors 13 mit dem Kran wird der Rotor 13 aus den beiden Lagerböcken 11 gehoben, wobei das verdichterseitige Ende des Rotors 13 sich um die Drehachse des Gelenks 31 dreht. Bei geöffneter Aufnahme kann dann der Rotor 13 aus seiner horizontalen Lage (FIG 1) in die vertikale Lage (FIG 2) gewendet werden, wonach dieser mittels der Sicherungsvorrichtung 45 gegen Umkippen gesichert wird. Hierzu wird die Aufnahme geschlossen. Anschließend befindet sich der Rotor 13 in der in FIG 2 gestellten Lage.

[0027] Die gesamte Gewichtskraft des bei stationären Gasturbinen vergleichsweise schweren Rotors 13 lastet dann auf dem Wendebock 27, wohingegen das Gerüst 43 das Umkippen des Rotors 13 mit vergleichsweise geringen Kräften verhindern kann. Die geringste Kraft ist erforderlich, wenn der Rotor 13 lotrecht ausgerichtet ist und die Symmetrieachse 46 des Rotors 13 mit der Achse 35 des Drehtellers 37 übereinstimmt.

[0028] Aufgrund des vergleichsweise großen Abstands zwischen Gelenk 31 und der seitlichen Abstützung des Rotors 13 auf Höhe der Plattform 49 kann eine besonders zuverlässige und zudem auch erdbebensichere seitliche Abstützung des Rotors 13 angegeben werden. Erdbebensicher heißt in diesem Umfang, dass die bei vergleichsweise schwachen Erdbeben mit einer vergleichsweise geringen Stärke auftretenden Beschleunigungskräfte auf den Rotor 13 in der Größenordnung von ca. $\frac{1}{2}g$ ($1g$ = einfache Erdbeschleunigung) von der Sicherungsvorrichtung 45 aufgefangen und über die Plattform 49 und die Streben 65 ins Fundament 29 abgeleitet werden können.

[0029] Die Draufsicht auf die Plattform 49 der Sicherungsvorrichtung 45 zeigen die Figuren 3 und 4, wobei FIG 3 die zur Aufnahme des Rotors 13 geöffnete Plattform 49 zeigt und FIG 4 die verschlossene Plattform 49 mit zentral angeordnetem Zuganker 15 und vorderer Hohlwelle 22 gemäß der Schnittansicht IV-IV der FIG 2. In der Plattform 49 der Sicherungsvorrichtung 45 ist eine zentral angeordnete Öffnung 51 vorgesehen, in welcher ein axialer Abschnitt der Hohlwelle 22 eingelegt werden kann. Die Öffnung 51 wird von einem segmentierten Ring 53 umschlossen, dessen erstes Segment 55 einen Segmentbogen von ungefähr 270° und dessen zweites Segment 57 einen Segmentbogen von ca. 90° umfasst. Das zweite Ringsegment 57 ist gegenüber dem ersten Ringsegment 55 um eine Drehachse 59 verschwenkbar, was zum einfachen und schnellen Schließen und Öffnen des Rings 53 dient (vgl. FIG 4). Beide Segmente 55, 57 weisen je eine nach innen gerichtete Abstützfläche 61 auf, die jeweils an einem Abschnitt der Mantelfläche des Rotors 13 bzw. des Zugankers 15 anlegbar ist.

[0030] Der Ring 53 liegt in einer Ebene parallel zur Horizontalebene 47, also parallel zum Fundament 29, und kann mittels einer ihn tragenden Hilfsvorrichtung in-

nerhalb dieser Ebene zur lotrechten Ausrichtung des Rotors 13 verlagert werden. Die Hilfsvorrichtung umfasst beispielsweise mehrere an der Plattform 49 befestigte Verschraubungen 63. Jede dieser Verschraubung 63 weist eine Schraubenachse 67 auf, die ebenfalls in der Ebene parallel zur Horizontalebene 47 liegt. Die Verschraubungen 63 sind bei geschlossenem Ring 53 strahlenförmig angeordnet, so dass sich deren Schraubenachsen 67 in einem virtuellen Mittelpunkt 66 treffen. Anstelle der Verschraubungen 63 kann auch jeweils eine Hydraulikanordnung mit bewegbaren Kolbenstange vorgesehen sein, um den Ring 53 seinerseits seitlich abzustützen und dabei den Rotor 13 (oder auch Zuganker 15) gegenüber dem Wendebock 27 derart auszurichten, dass von dieser von einer annähernd senkrechten Ausrichtung in eine lotrechte Ausrichtung verlagert werden kann.

[0031] Anstelle der Verschraubung oder anstelle von Hydraulikzylindern kann auch der Ring 53 in einem zweifach geschachtelten Excenter gelagert sein, so dass die Öffnung 51 gegenüber der Achse 35 des Wendebocks 27 beliebig ausrichtbar ist.

[0032] Auch der Ring 53 ist insgesamt nur optional. Es ist beispielsweise auch möglich, dass die seitliche Abstützung des Rotors 13 unmittelbar von den Verschraubungen 63 oder unmittelbar von den Kolbenstangen der Hydraulikzylinder erfolgt. Die Abstützflächen 61 wären dann an den nach innen ragenden freien Enden 69 der Verschraubungen 63 oder den nach innen ragenden freien Enden der Kolbenstangen der Hydraulikzylindern angeordnet, welche dann unmittelbar an die Mantelfläche des Rotors 13 anlegbar wären.

[0033] Damit der Rotor 13 beim Anheben seines turbinenseitigen Endes 39 in die Öffnung 51 eingeschwenkt werden kann, ist der Ring 53 und die Plattform 49 zuvor zu öffnen. Hierzu ist vorgesehen, dass das zweite Segment 57 des Rings 53 um die Drehachse 59 gemäß dem Pfeil 60 von einer geschlossenen Position in eine offene Position (dargestellt) schwenkbar ist. In gleicher Art und Weise sind die in der FIG 3 unten dargestellten Streben 65 und das Geländer 70 der Arbeitsbühne von der Plattform 49 gemäß dem Pfeil 62 weggeklappt, so dass insgesamt die Aufnahme geöffnet ist.

[0034] FIG 4 zeigt die Draufsicht auf die Sicherungsvorrichtung 45 mit dem annähernd vollständig geschlossenen Ring 53. Der Ring 53 umgreift die Hohlwelle 22, so dass die Abstützflächen 61 an der Mantelfläche der Hohlwelle 22 anliegen. Der Ring 53 ist über die einzelnen Verschraubungen 63 in der Ebene parallel zum Fundament 29 verschiebbar, so dass der Mittelpunkt des Rings 53 und somit der Mittelpunkt des Zugankers 15 gegenüber dem Wendebock 27 und somit gegenüber dem zentralen Rotorabstützpunkt geringfügig verlagerbar ist, um den Rotor 13 in eine lotrechte Ausrichtung zu bringen.

[0035] Im Sinne der Erfindung kann der lotrecht auszurichtende Rotor 13 einerseits nur den Zuganker 15 umfassen, welcher von den Abstützflächen 61 gegen Umkippen gesichert ist. Andererseits kann unter dem Rotor

13 auch ein mit Rotorscheiben 19, 21 vollständig bestückter Zuganker 15 verstanden werden, der in analoger Weise abgestützt ist.

[0036] Für ein besonders einfaches Auf- und Abfädeln von Rotorscheiben 19, 21 auf den Zuganker 15, bei dem ein die Bauteile ggf. schädigender Kontakt zwischen den Rotorscheiben 19, 21 und dem Zuganker 15 beim Absenken oder Anheben der Rotorscheiben 19, 21 vermieden werden soll, kann insgesamt ein annähernd senkrecht aufgestellter Rotor 13 resp. Zuganker 15 in die Lotrechte ausgerichtet werden, indem während des Ausrichtens die Anlageflächen 61, an welchen sich der Rotor 13 resp. der Zuganker 15 abstützt, so verlagert werden, dass dieser senkrecht in Bezug auf die Horizontalebene zu stehen kommt.

Patentansprüche

1. Sicherungsvorrichtung (45) zur Sicherung eines quer gegenüber einer Horizontalebene (47) aufgestellten Rotors (13) einer Strömungsmaschine gegen Umkippen, mit mindestens einer Abstützfläche (61), durch die ein zur Horizontalebene (47) quer aufgestellter Rotor (13) seitlich von der Sicherungsvorrichtung (45) abstützbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum lotrechten Ausrichten des Rotors (13) die Abstützfläche (61), an welcher ein annähernd senkrecht aufgestellter Rotor während des Ausrichtens anliegt, parallel zur Horizontalebene (47) geringfügig verlagerbar ist.
2. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1, bei der die Abstützfläche (61) an einem sich aus mindestens zwei Ringsegmenten (55, 57) zusammensetzenden Ring (53) angeordnet ist.
3. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 2, bei der eines der beiden Ringsegmente (57) gegenüber dem anderen Ringsegment (55) schwenkbar befestigt ist.
4. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1 bis 3, bei der mehrere Verschraubungen (63) oder mehrere Hydraulikzylinder vorgesehen sind, welche sich jeweils parallel zur Horizontalebene (47) erstrecken und welche parallel zur Horizontalebene (47) bewegbare Elemente zur Verlagerung der Abstützfläche (61) aufweisen.
5. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 4, bei der die Verschraubungen (63) oder Hydraulikzylinder strahlenartig um einen virtuellen Mittelpunkt (66) angeordnet sind.
6. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1 bis 3, die mindestens eine Excenterscheibe umfasst, in

welcher die Abstützfläche (61) vorgesehen ist.

7. Sicherungsvorrichtung (45) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
die auf einem Fundament (29) befestigbar ist und eine am Fundament (29) mittels mehrerer Stützen (64) und Streben (65) aufgebockte Plattform (49) aufweist.
8. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 7, bei der die Abstützfläche (61) auf der Höhe der Plattform vorgesehen ist.
9. Montagevorrichtung (23) zum Zusammensetzen und Zerlegen eines sich aus Rotorscheiben (21) zusammensetzenden Rotors (13) einer Strömungsmaschine, welche Rotorscheiben (21) von mindestens einem Zuganker (15) miteinander verspannt sind, umfassend:

ein auf einem Fundament (29) befestigten Wendebock (27) und eine Sicherungsvorrichtung (45) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Sicherung eines am Wendebock (27) schwenkbar lagerbaren und gegenüber einer Horizontalebene (47) des Fundaments (29) quer aufstellbaren Rotors (13) gegen Umkippen,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Sicherungsvorrichtung (45) vom Wendebock (27) getrennt über Stützen am Fundament (29) befestigbar ist.

10. Verfahren zum lotrechten Ausrichten eines senkrecht zur Horizontalebene aufzustellenden Rotors (13) oder dessen Zugankers (15) einer Strömungsmaschine, bei dem der bereits annähernd senkrecht aufgestellte Rotor (13) respektive Zuganker (15) von an einer Sicherungsvorrichtung (45) oder Montagevorrichtung (23) angeordneten Abstützfläche (61) abgestützt ist,
dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Aufstellen des Rotors (13) respektive Zuganker (15) in eine annähernd Senkrechte dieser durch eine Verlagerung der ihn bereits seitlich abstützenden Abstützflächen (61) in die Lotrechte ausgerichtet wird.

Claims

1. Securing device (45) for securing a turbomachine rotor (13) set up transversely with respect to a horizontal plane (47) against tipping over, with at least one supporting surface (61) by which a rotor (13) set up transversely to the horizontal plane (47) can be

supported laterally by the securing device (45), **characterized in that**, for the vertical orientation of the rotor (13), the supporting surface (61) against which an approximately perpendicularly set-up rotor bears during orientation can be displaced slightly parallel to the horizontal plane (47).

2. Securing device (45) according to Claim 1, in which the supporting surface (61) is arranged on a ring (53) composed of at least two ring segments (55, 57).
3. Securing device (45) according to Claim 2, in which one of the two ring segments (57) is fastened so as to be pivotable with respect to the other ring segment (55).
4. Securing device (45) according to Claims 1 to 3, in which a plurality of screw connections (63) or a plurality of hydraulic cylinders are provided, which in each case extend parallel to the horizontal plane (47) and which have elements, moveable parallel to the horizontal plane (47), for displacing the supporting surface (61).
5. Securing device (45) according to Claim 4, in which the screw connections (63) or hydraulic cylinders are arranged in a radiating manner about a virtual center (66).
6. Securing device (45) according to Claims 1 to 3, which comprises at least one eccentric disk in which the supporting surface (61) is provided.
7. Securing device (45) according to one of Claims 1 to 6, which can be fastened on a foundation (29) and has a platform (49) jacked up on the foundation (29) by means of a plurality of stays (64) and struts (65).
8. Securing device (45) according to Claim 7, in which the supporting surface (61) is provided at the height of the platform.
9. Assembly apparatus (23) for assembling and dismantling a turbomachine rotor (13) composed of rotor disks (21), which rotor disks (21) are braced with respect to one another by at least one tie rod (15), comprising:

a turning block (27), fastened on a foundation (29) and a securing device (45) according to one of Claims 1 to 8 for securing a rotor (13), mountable pivotably on the turning block (27) and capable of being set up transversely with respect to a horizontal plane (47) of the foundation (29), against tipping over,

characterized in that the securing device (45) can be fastened to the foundation (29) separately from

the turning block (27) via stays.

10. Method for the vertical orientation of a turbomachine rotor (13) or its tie rod (15) to be set up perpendicularly to the horizontal plane, in which the already approximately perpendicularly set-up rotor (13) or tie rod (15) is supported by a supporting surface (61) arranged on a securing device (45) or assembly apparatus (23),
characterized in that,
 after the rotor (13) or tie rod (15) has been set up approximately perpendicularly, this is oriented into the vertical by means of a displacement of the supporting surfaces (61) already supporting it laterally.

Revendications

1. Dispositif (45) de fixation pour empêcher de basculer un rotor (13) d'une turbomachine dressé transversalement à un plan (47) horizontal, comprenant au moins une surface (61) d'appui, par laquelle un rotor (13) dressé transversalement à un plan (47) horizontal peut être soutenu latéralement par le dispositif (45) de fixation,
caractérisé en ce que
 pour orienter verticalement le rotor (13) la surface (61) d'appui sur laquelle un rotor dressé à peu près verticalement s'applique pendant l'orientation, peut être déplacée légèrement, parallèlement au plan (47) horizontal.
2. Dispositif (45) de fixation suivant la revendication 1, dans lequel la surface (61) d'appui est disposée sur un anneau (53) se composant d'au moins deux segments (55, 57) d'anneau.
3. Dispositif (45) de fixation suivant la revendication 2, dans lequel l'un des deux segments (57) d'anneau est fixé de manière à pouvoir pivoter par rapport à l'autre segment (55) d'anneau.
4. Dispositif (45) de fixation suivant l'une des revendications 1 à 3, dans lequel il est prévu plusieurs visages (63) ou plusieurs vérins hydrauliques, qui s'étendent chacun parallèlement au plan (47) horizontal et qui ont, pour le déplacement de la surface (61) d'appui, des éléments mobiles parallèlement au plan (47) horizontal.
5. Dispositif (45) de fixation suivant la revendication 4, dans lequel les vissages (63) ou les vérins hydrauliques sont disposés en rayons autour d'un centre (66) virtuel.
6. Dispositif (45) de fixation suivant l'une des revendications 1 à 3, qui comprend au moins un disque d'excentrique dans lequel la surface (61) d'appui est pré-

vue.

7. Dispositif (45) de fixation suivant une des revendications 1 à 6, qui peut être fixé sur une fondation (29) et qui a une plateforme (49) chevalée sur la fondation (29) au moyen de plusieurs jambes (64) et entretoises (65).
8. Dispositif (45) de fixation suivant la revendication 7, dans lequel la surface (61) d'appui est prévue au niveau de la plateforme.
9. Dispositif (23) de montage pour composer et décomposer un rotor (13) d'une turbomachine se composant de disques (21) de rotor lesquels disques (21) de rotor sont serrés les uns avec les autres par au moins un tirant (15) comprenant :

un bloc (27) tournant fixé sur une fondation (29) et un dispositif (45) de fixation suivant l'une des revendications 1 à 8 pour empêcher de basculer un rotor (13) pouvant être monté pivotant et pouvant être dressé transversalement à un plan (47) horizontal de la fondation (29),

caractérisé en ce que le dispositif (45) de fixation peut être fixé, séparément du bloc (27) tournant, à la fondation (29) par des jambes.

10. Procédé pour orienter verticalement un rotor (13) ou son tirant (15) d'une turbomachine à dresser perpendiculairement au plan horizontal, dans lequel on soutient le rotor (13) dressé déjà à peu près verticalement ou respectivement le tirant (15) par une surface (61) d'appui disposée sur un dispositif (45) de fixation ou un dispositif (23) de montage,
caractérisé en ce que
 après avoir dressé le rotor (13) ou respectivement le tirant (15) suivant à peu près une verticale, on l'oriente à l'aplomb par un déplacement des surfaces (61) d'appui l'appuyant déjà latéralement.

FIG 1

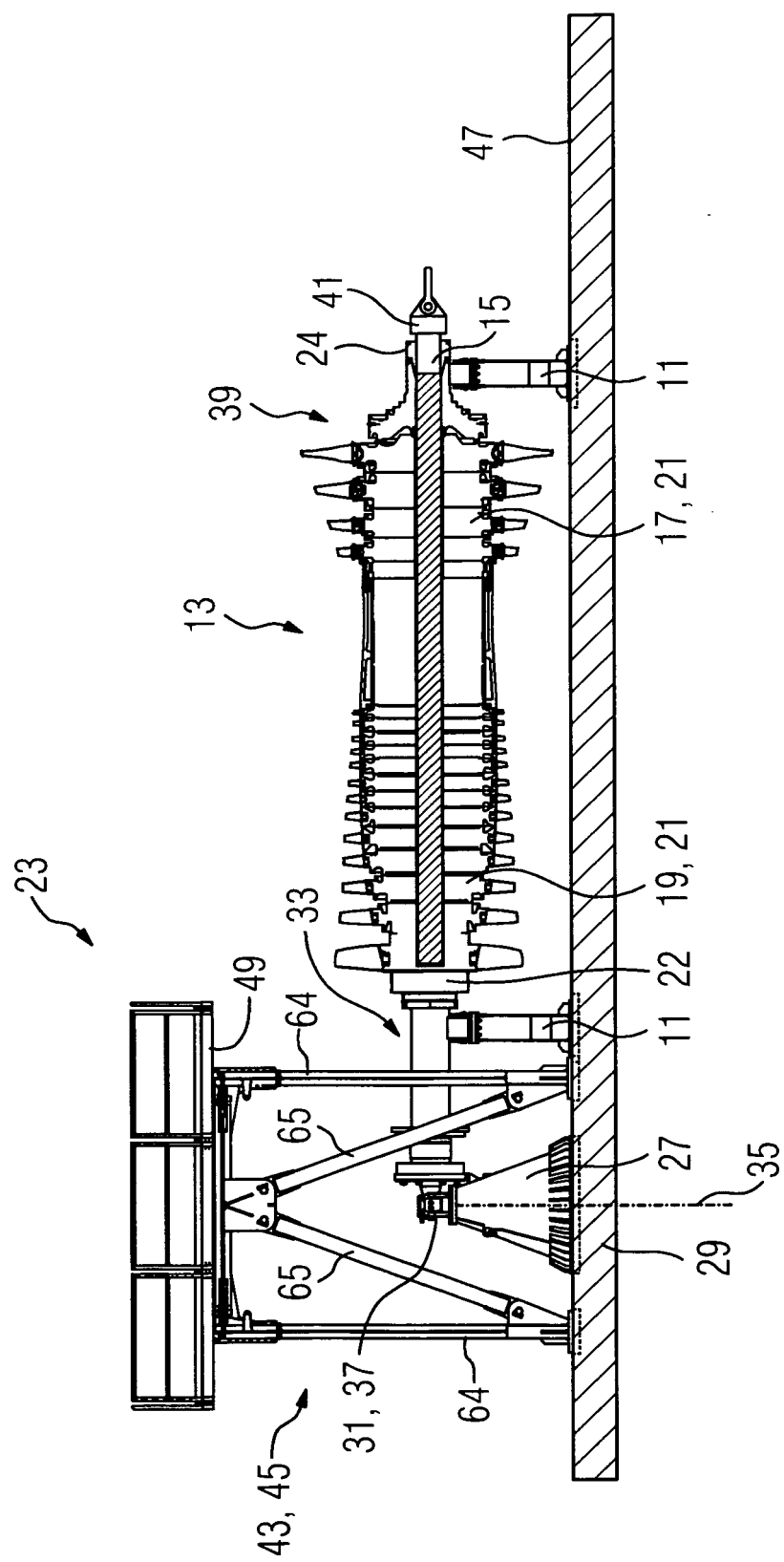


FIG 2

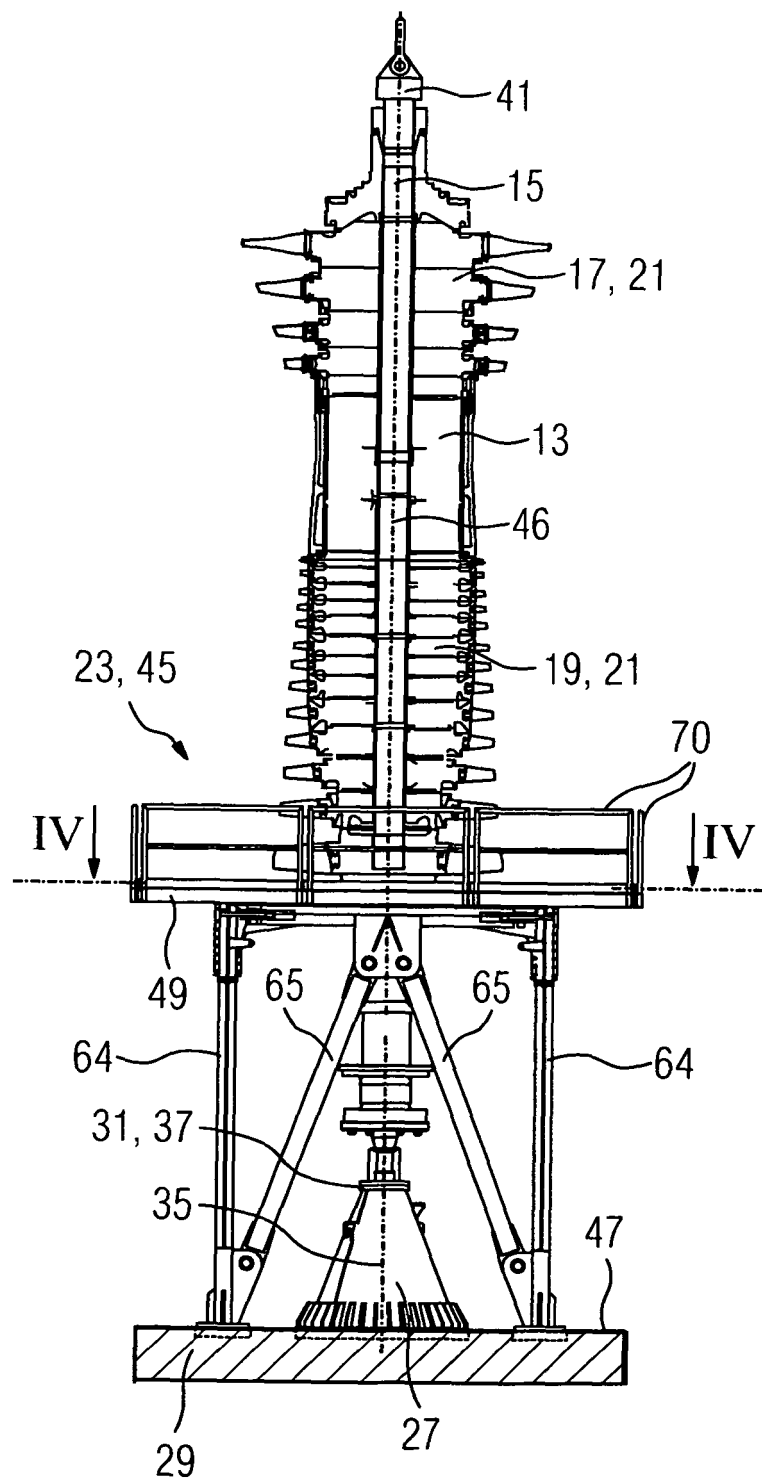


FIG 3

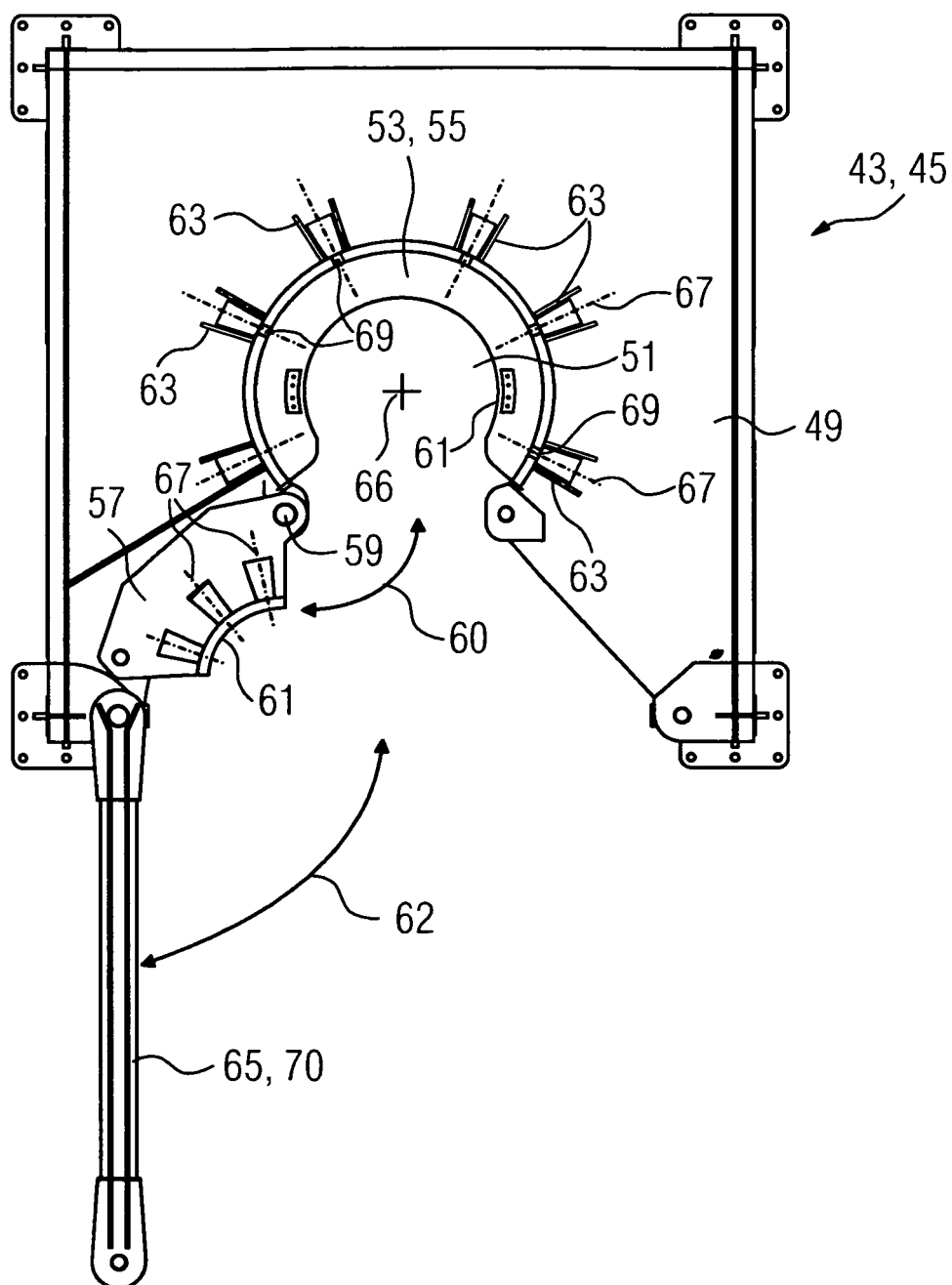
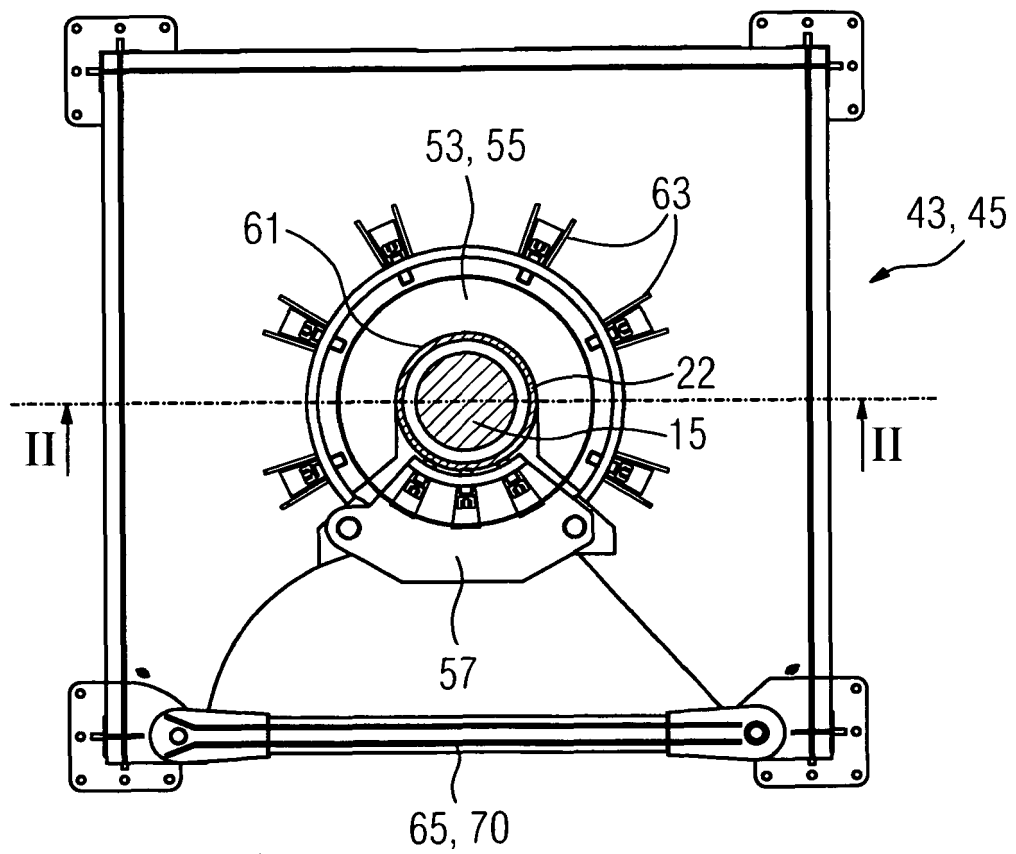


FIG 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2426231 [0005]