

(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  
23. Oktober 2008 (23.10.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2008/125506 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**F01D 25/28** (2006.01) **F04D 29/64** (2006.01)  
**F02C 7/20** (2006.01)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/053992

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:

3. April 2008 (03.04.2008)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FLOTTER, Johann**  
[DE/DE]; Azaleenweg 7, 47647 Kerken (DE). **HÜLFEN-  
HAUS, Armin** [DE/DE]; Goethestr. 52, 40764 Langenfeld  
(DE). **VÖGELIN, Claus** [DE/DE]; Gracht 192, 45472  
Mülheim An Der Ruhr (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

07007681.5 16. April 2007 (16.04.2007) EP

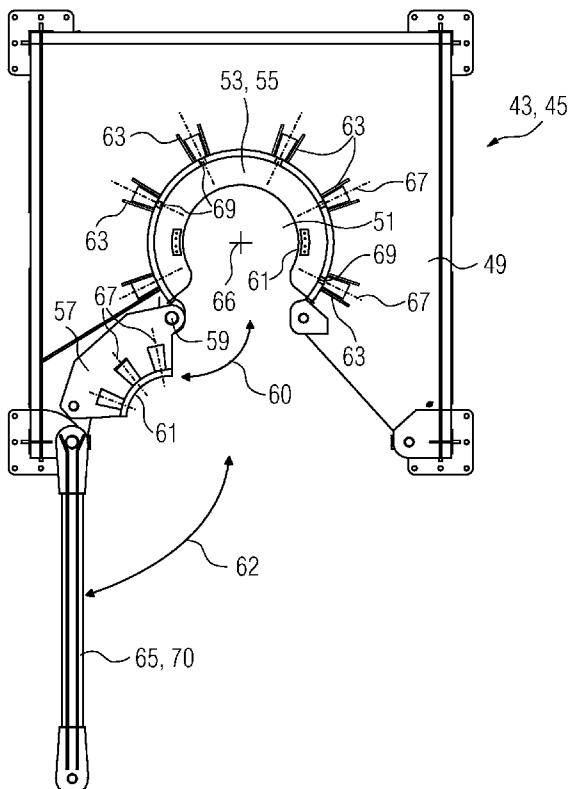
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: 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

(54) Bezeichnung: SICHERUNGSVORRICHTUNG ZUR SICHERUNG EINES QUER GEGENÜBER EINER HORIZONTAL-  
EBENE AUFGESTELLTEN ROTORS EINER STRÖMUNGSMASCHINE GEGEN UMKIPPEN SOWIE AUSRICHTVERFAH-  
REN DAZU

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a securing device (45) for securing a rotor (13) of a turbomachine against tilting, said rotor being arranged perpendicular in relation to a horizontal plane (47). Said securing device comprises at least one support surface (61) enabling the rotor (13), that is arranged perpendicular in relation to the horizontal plane (47), to be laterally supported in relation to said securing device (45). According to the invention, for threading and unthreading the rotor disks (19, 21) in a particularly secure manner on the tie rod (15) and to prevent contact between said rotor disks (19, 21) and the tie rod (15) when lowering and lifting the rotor disks (19, 21), said contact possibly damaging the components, the rotor (13) or the tie rod (15) being arranged in an essentially vertical manner, is oriented vertically such that during alignment, the support surfaces (61) on which the rotor (13) or the tie rod (15) support, are displaced such that rotor (13) is perpendicular in relation to the horizontal plane.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine 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. Um besonders sicher Rotorscheiben (19, 21) auf den Zuganker (15) auf- und/oder abzufädeln und einen die Bauteile ggf. schädigenden Kontakt zwischen den Rotorscheiben (19, 21) und dem Zuganker (15) beim Absenken oder Anheben der Rotorscheiben (19, 21)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/125506 A1



(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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

## Beschreibung

Sicherungsvorrichtung zur Sicherung eines quer gegenüber einer Horizontalebene aufgestellten Rotors einer Strömungs-  
5 maschine gegen Umkippen sowie Ausrichtverfahren dazu

Die Erfindung betrifft eine Sicherungsvorrichtung zur Sicherung eines quer gegenüber einer Horizontalebene aufgestellten  
10 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.  
15

Gasturbinen sowie deren struktureller Aufbau sind allgemein bekannt. Die Rotoren von Gasturbinen können dabei in unterschiedlicher Art und Weise aufgebaut und zusammengesetzt  
20 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  
25 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  
30 zentralen Zugankers ist es auch bekannt, mehrere dezentrale Zuganker zu verwenden.

35 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 angekommen 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 demontiert, wonach dann die eigentlichen Arbeiten am senkrecht aufgestellten Rotor (oder Zuganker) erfolgen können.

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.

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

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.

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 11 gelöst.

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, vorzugsweise 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. Abfädelung von Rotorscheiben auf den Zuganker, ohne dass diese beim Anheben oder Absenken aufgrund einer Schiefstellung des Zugankers letztgenannten berühren.

5    Sofern die Abstützfläche, an welcher sich der Rotor anlegt, in einer Ebene annähernd parallel zur Horizontalebene verlagbar 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  
10    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  
15    ausgebildeten Wendebock umfasst. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dann zeitsparend mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Erreichung der vorgenannten Vorteile durchführbar.

20    Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Abstützfläche an einem sich aus mindestens zwei Ringsegmenten zusammensetzenden Ring angeordnet. Die Abstützfläche kann sich dabei an  
25    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  
30    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 einge-  
35    legt werden soll, einbringbar ist.

Um den Rotor besonders einfach und schnell in einer Sicherungsvorrichtung zu befestigen, ist eines der beiden Ringseg-

mente 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.

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.

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.

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.

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.

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

- 30 FIG 1 die Montagevorrichtung zum Zusammensetzen und Zerlegen eines Rotors mit parallel zur Horizontalebene (waagerecht) angeordnetem Rotor,
- FIG 2 die Montagevorrichtung gemäß FIG 1 mit senkrecht aufgestelltem Rotor,
- 35 FIG 3 die Draufsicht auf die Sicherungsvorrichtung bei geöffneter Aufnahme und



FIG 4 die Draufsicht auf die Sicherungsvorrichtung mit eingelegtem Rotor.

5 In den Figuren sind identische Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

10 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 Turbinenschei-  
15 ben 17 und die Verdichterscheiben 19 sind Rotorscheiben 21 und tragen an ihren äußeren Enden Laufschaufeln, die einem kompressiblen Strömungsmedium der Gasturbine aussetzbar sind.

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.

20

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  
25 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.

30

35

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

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

Das Gerüst 43 umfasst eine auf vier senkrechten Stützen 64  
10 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 fundamentseitigen Enden der Stützen 64 mit der Plattform 49 zusätzlich verbinden.

15 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 ge-  
20 öffnete Aufnahme auf (vgl. FIG 3).

Durch das Anheben des turbinenseitigen Endes 39 des Rotors 13 mit dem Kran wird der Rotor 13 aus den beiden Lagerböcken 11  
25 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  
30 gesichert wird. Hierzu wird die Aufnahme geschlossen. Anschließend befindet sich der Rotor 13 in der in FIG 2 gestellten Lage.

Die gesamte Gewichtskraft des bei stationären Gasturbinen  
35 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.

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.

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  $270^\circ$  und dessen zweites Segment 57 einen Segmentbogen von ca.  $90^\circ$  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.

Der Ring 53 liegt in einer Ebene parallel zur Horizontalebene 47, also parallel zum Fundament 29, und kann mittels einer ihn tragenden Hilfsvorrichtung innerhalb 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.

15 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.

20 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.

25 30 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

35

Plattform 49 gemäß dem Pfeil 62 weggeklappt, so dass insgesamt die Aufnahme geöffnet ist.

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.

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.

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  
5 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  
10 von der Sicherungsvorrichtung (45) abstützbar ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum lotrechten Ausrichten des Rotors (13) die Abstützfläche  
(61) parallel zur Horizontalebene (47) verlagerbar ist.
2. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1,  
15 bei welcher die Abstützfläche (61), an welcher ein annä-  
hernd senkrecht aufgestellter Rotor (13) während des Aus-  
richtens anliegt, geringfügig verlagerbar ist.
3. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1 oder 2,  
20 bei der die Abstützfläche (61) an einem sich aus mindestens  
zwei Ringsegmenten (55, 57) zusammensetzenden Ring (53) an-  
geordnet ist.
4. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 3,  
25 bei der eines der beiden Ringsegmente (57) gegenüber dem  
anderen Ringsegment (55) schwenkbar befestigt ist.
5. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1 bis 4,  
30 bei der mehrere Verschraubungen (63) oder mehrere Hydraulik-  
zylinder vorgesehen sind, welche sich jeweils parallel  
zur Horizontalebene (47) erstrecken und welche parallel zur  
Horizontalebene (47) bewegbare Elemente zur Verlagerung der  
Abstützfläche (61) aufweisen.

6. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 5,  
bei der die Verschraubungen (63) oder Hydraulikzylinder  
strahlenartig um einen virtuellen Mittelpunkt (66) angeord-  
net sind.

5

7. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 1 bis 4,  
die mindestens eine Excenterscheibe umfasst, in welcher die  
Abstützfläche (61) vorgesehen ist.

10 8. Sicherungsvorrichtung (45) nach einem der Ansprüche 1  
bis 7,  
die auf einem Fundament (29) befestigbar ist und eine am  
Fundament (29) mittels mehrerer Stützen (64) und Streben  
(65) aufgebockte Plattform (49) aufweist.

15

9. Sicherungsvorrichtung (45) nach Anspruch 7,  
bei der die Abstützfläche (61) auf der Höhe der Plattform  
vorgesehen ist.

20 10. 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,

25

umfassend:

ein auf einem Fundament (29) befestigten Wendebock (27) und  
eine Sicherungsvorrichtung (45) nach einem der Ansprüche 1  
bis 9 zur Sicherung eines am Wendebock (27) schwenkbar  
lagerbaren und gegenüber einer Horizontalebene (47) des  
30 Fundaments (29) quer aufstellbaren Rotors (13) gegen Umkip-  
pen,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sicherungsvorrichtung (45) vom Wendebock (27) ge-  
trennt über Stützen am Fundament (29) befestigbar ist.

35

11. 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) resp. Zuganker (15) von an einer Sicherungsvorrichtung (45) oder Montagevorrichtung (23) angeordneten Abstützfläche (61) abgestützt ist, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Aufstellen des Rotors (13) resp. Zuganker (15) in eine annähernd Senkrechte dieser durch eine Verlagerung der ihn bereits seitlich abstützenden Abstützflächen (61) in die Lotrechte ausgerichtet wird.



**FIG 1**

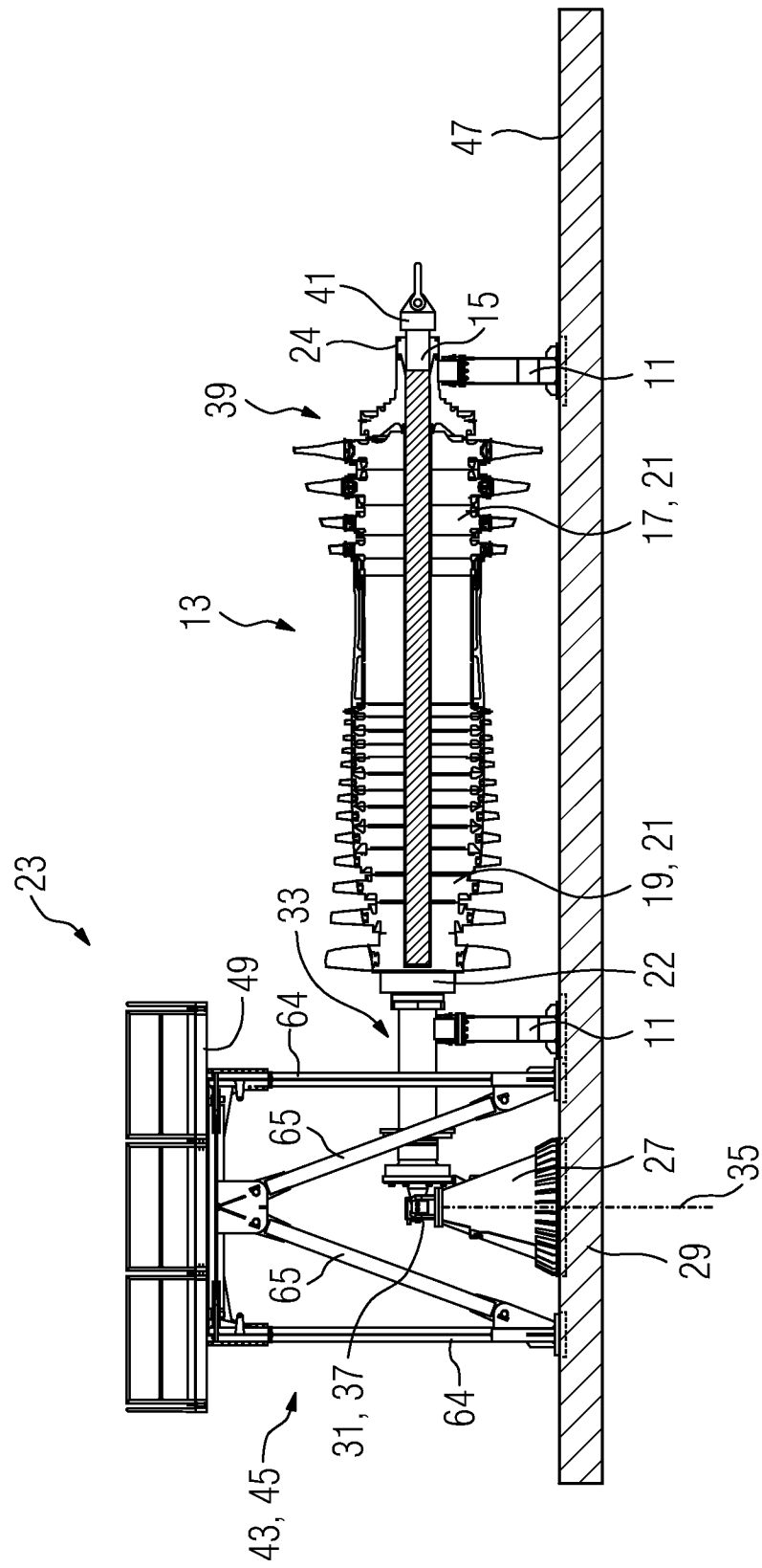


FIG 2

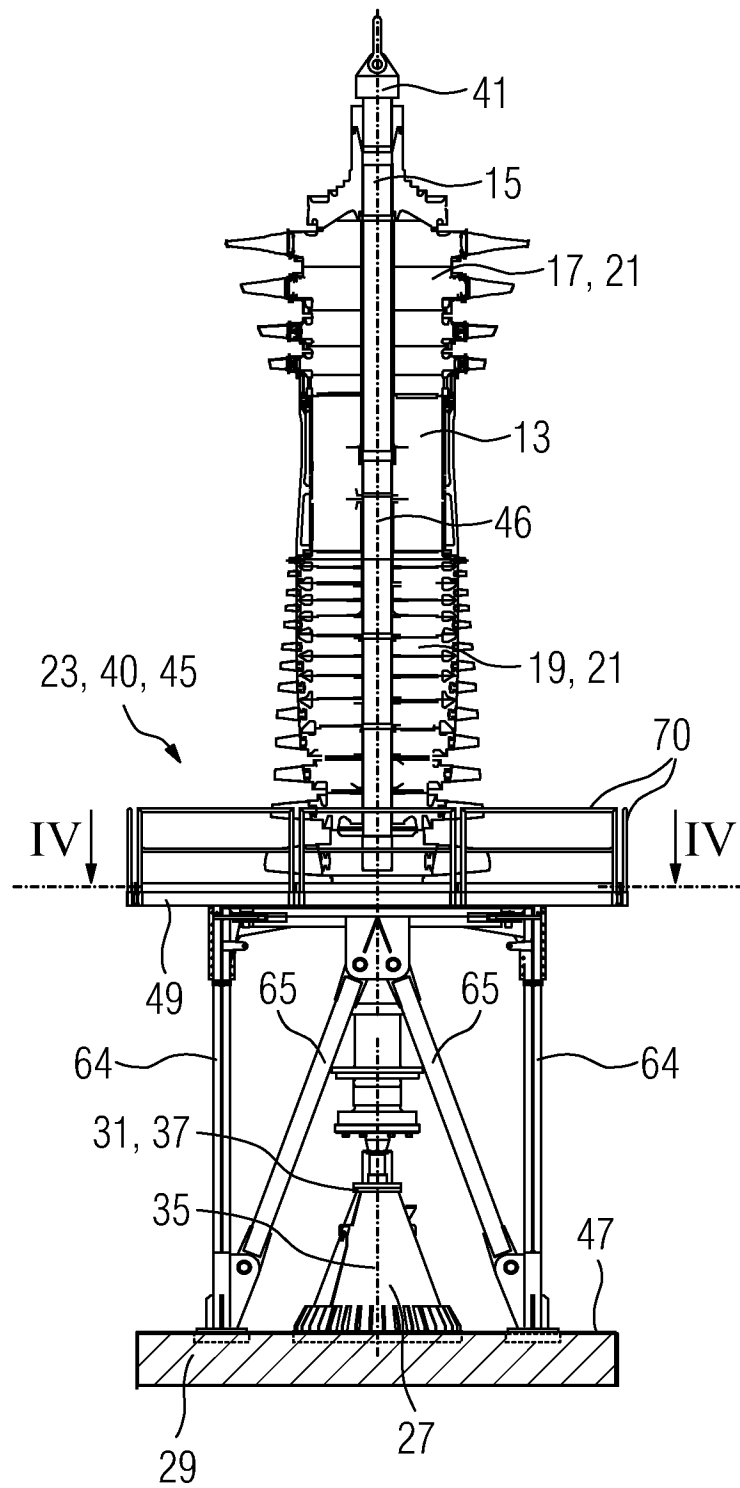


FIG 3

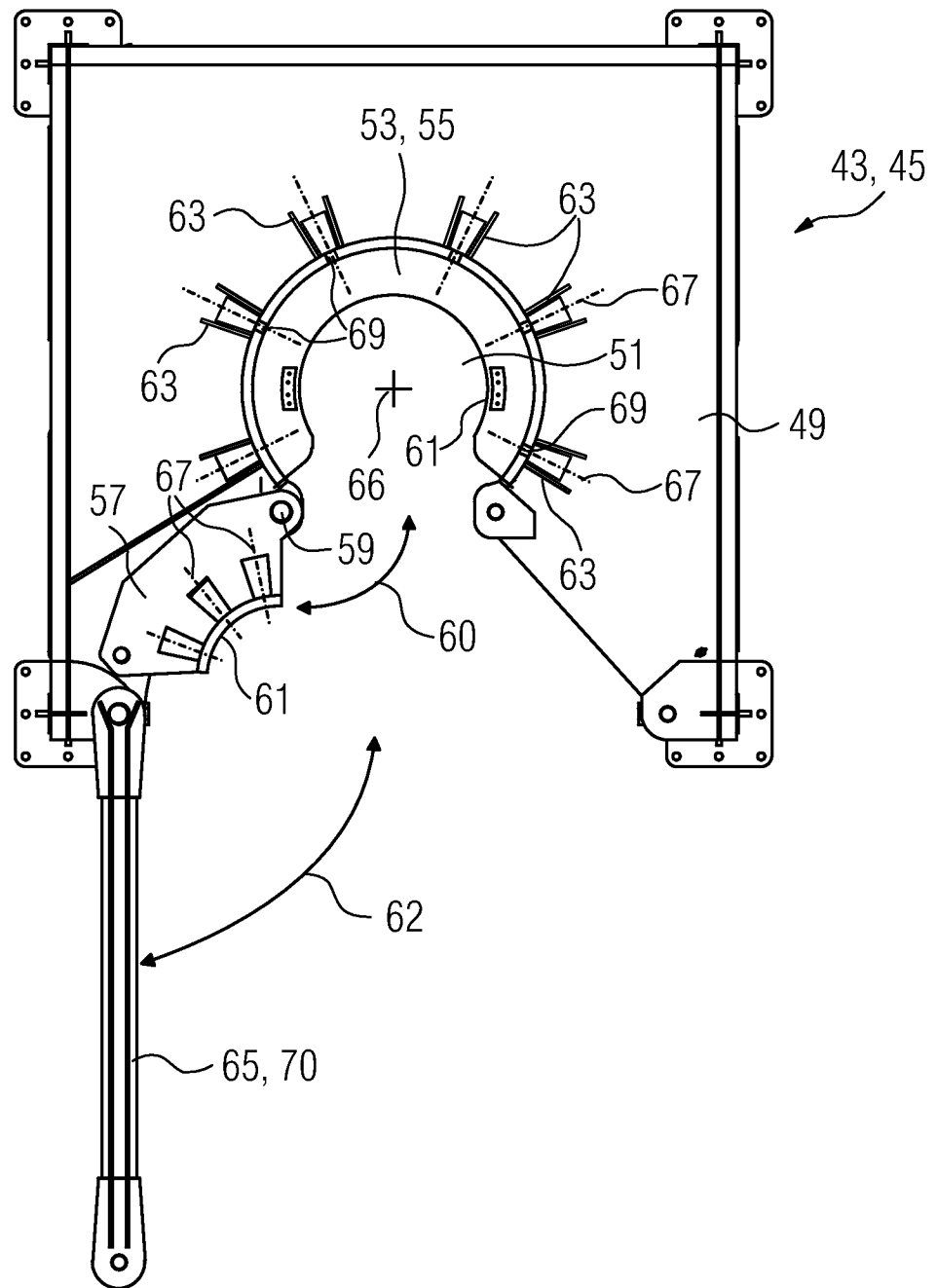
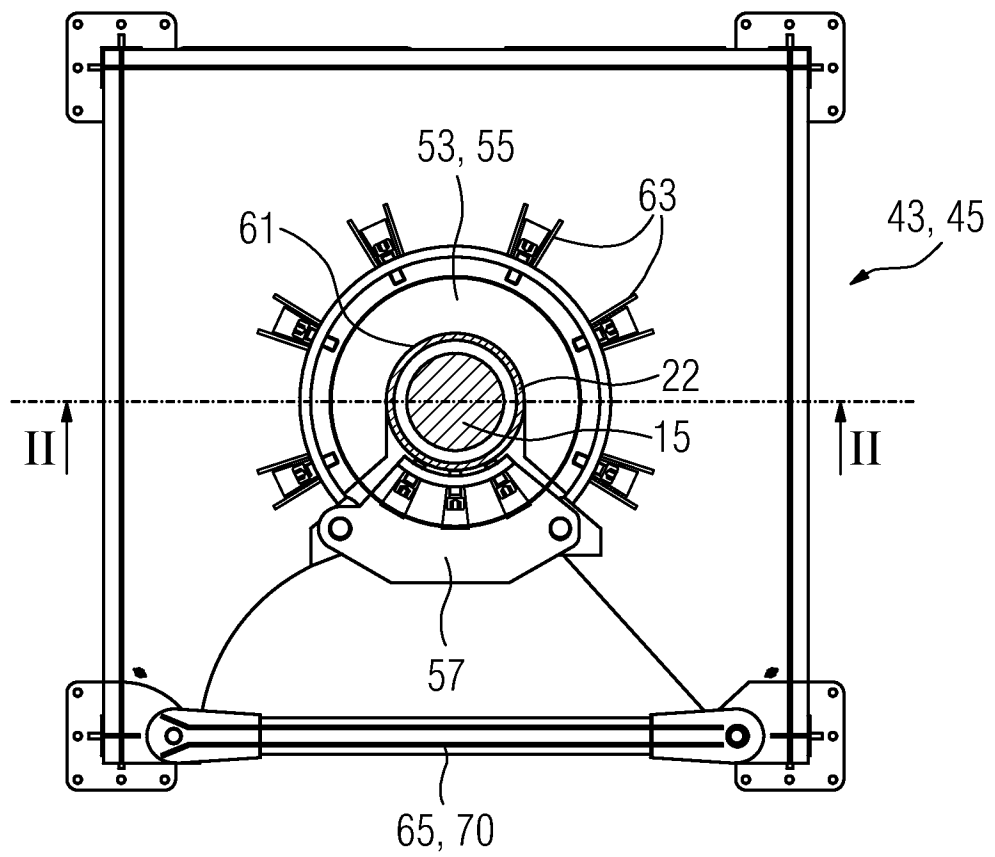


FIG 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/053992

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01D25/28 F02C7/20 F04D29/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01D F02C F01K F16M F04D B66F B23P B25B H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 24 26 231 A1 (KRAFTWERK UNION AG) 4 December 1975 (1975-12-04) page 1, line 1 - line 4; figures 1-3,6-10 page 4; column 3 - column 4 page 5, column 1 - column 2 -----	1,10
A	WO 00/17492 A (RAMGEN POWER SYSTEMS INC [US]; LAWLOR SHAWN P [US]; HICKS KENNETH HARO) 30 March 2000 (2000-03-30) abstract; figures 7-9 -----	1,10,11
A	DE 23 25 642 A1 (ROLLS ROYCE 1971 LTD) 6 December 1973 (1973-12-06) abstract; figures 1,2 -----	1,10,11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 Mai 2008

Date of mailing of the international search report

03/06/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

de Martino, Marcello

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/053992

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 2426231	A1	04-12-1975	JP	55018513 Y2	30-04-1980
WO 0017492	A	30-03-2000	AU	5676799 A	10-04-2000
DE 2325642	A1	06-12-1973	CA	980585 A1	30-12-1975
			FR	2185755 A1	04-01-1974
			GB	1409902 A	15-10-1975
			IT	987964 B	20-03-1975
			JP	929603 C	17-10-1978
			JP	49043011 A	23-04-1974
			JP	53010205 B	12-04-1978
			US	3837164 A	24-09-1974

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/053992

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F01D25/28 F02C7/20 F04D29/64

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F01D F02C F01K F16M F04D B66F B23P B25B H02K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 24 26 231 A1 (KRAFTWERK UNION AG) 4. Dezember 1975 (1975-12-04) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 4; Abbildungen 1-3,6-10 Seite 4, Spalte 3 - Spalte 4 Seite 5, Spalte 1 - Spalte 2 -----	1,10
A	WO 00/17492 A (RAMGEN POWER SYSTEMS INC [US]; LAWLOR SHAWN P [US]; HICKS KENNETH HARO) 30. März 2000 (2000-03-30) Zusammenfassung; Abbildungen 7-9 -----	1,10,11
A	DE 23 25 642 A1 (ROLLS ROYCE 1971 LTD) 6. Dezember 1973 (1973-12-06) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1,10,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Mai 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/06/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

de Martino, Marcello

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/053992

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2426231	A1	04-12-1975	JP	55018513 Y2	30-04-1980
WO 0017492	A	30-03-2000	AU	5676799 A	10-04-2000
DE 2325642	A1	06-12-1973	CA	980585 A1	30-12-1975
			FR	2185755 A1	04-01-1974
			GB	1409902 A	15-10-1975
			IT	987964 B	20-03-1975
			JP	929603 C	17-10-1978
			JP	49043011 A	23-04-1974
			JP	53010205 B	12-04-1978
			US	3837164 A	24-09-1974