(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Mai 2009 (28.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/065739 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 5/06 (2006.01) *B23K 9/18* (2006.01)
B23K 9/16 (2006.01) *B23P 15/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/065080

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. November 2008 (06.11.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 055 379.1
19. November 2007 (19.11.2007) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ALSTOM Technology Ltd** [CH/CH]; Brown Boveri Strasse 7, CH-5400 Baden (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KELLER, Sorin** [DE/CH]; Steigstrasse 20, CH-5452 Oberrohrdorf (CH). **HARTMANN, Andreas** [CH/CH]; Ausserdorfstrasse 15, CH-5107 Schinznach-Dorf (CH).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ALSTOM Technology Ltd**; CHTI Intellectual Property, Brown Boveri Str. 7/664/2, CH-5401 Baden (CH).

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/065739 A1

(54) **Title:** PRODUCTION PROCESS FOR A ROTOR

(54) **Bezeichnung:** HERSTELLUNGSPROZESS FÜR EINEN ROTOR

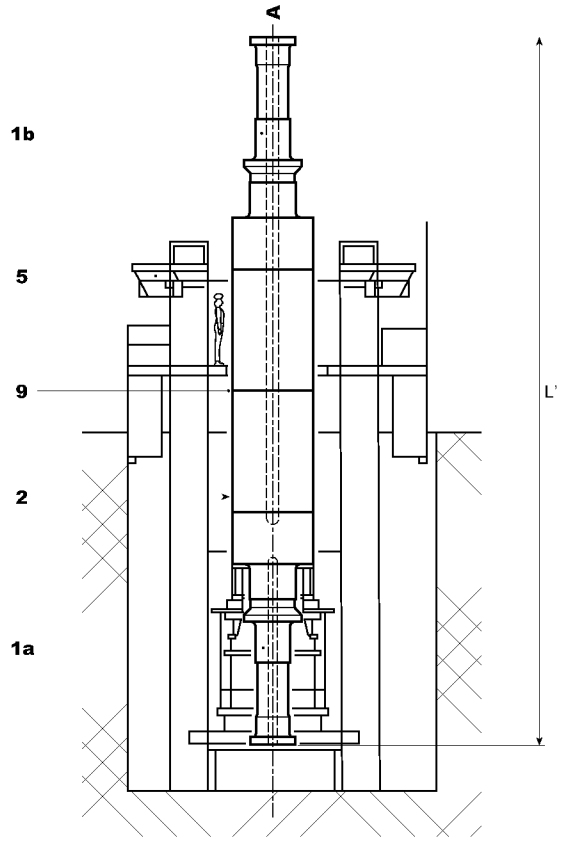


FIG. 6

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a rotor (2) made by welding together disc and/or drum-shaped elements, particularly discs, wherein said discs are assembled in sequence along a longitudinal axis (A) by means of a device and welded in a two-stage welding process. The discs are stacked axially in the vertical direction during assembly. A first welding process takes place in a vertical orientation of the stacked discs, followed by a second welding process in a horizontal orientation of the stacked discs.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben wird ein Verfahren zur Herstellung eines aus Scheiben- und/oder trommelförmigen Elementen, insbesondere Scheiben zusammengeschweissten Rotors (2), wobei mittels einer Einrichtung diese Scheiben aufeinanderfolgend entlang einer Längsachse (A) axial zusammengefügt und in einem zweistufigen Schweissverfahren geschweisst werden. Beim Zusammenfügen werden die Scheiben in vertikaler Richtung axial gestapelt. Ein erstes Schweissverfahren findet in einer vertikalen Lagerung der gestapelten Scheiben statt, gefolgt von einem zweiten Schweissverfahren in einer horizontalen Lagerung der gestapelten Scheiben.

ST, 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*

TITEL

Herstellungsprozess für einen Rotor

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Herstellungsprozess für einen Rotor, insbesondere einen Generator- oder Turbinenrotor zur Erzeugung und/oder Umwandlung von kinetischer und/oder elektrischer Energie.

STAND DER TECHNIK

Es ist bekannt, Rotoren grosser Turbomaschinen von Dampf- oder Gasturbinen mittels Zusammenschweissen einzelner bearbeiteter Scheiben zu einer Einheit herzustellen. Die im Stand der Technik gängige Herstellungsweise für einen Rotor wird beispielsweise in der CH 595 011 beschrieben. Demnach wird der Rotor durch schrittweises Aneinanderfügen von einzelnen Scheiben zusammengesetzt. Dabei werden zunächst zwei zu verbindende Scheiben aneinandergepresst, erhitzt und dann zusammengeschweisst. Dann werden die weiteren Scheiben sukzessive montiert, indem die drei genannten Schritte wiederholt werden, bis der ganze Rotor vollständig ist. Alle Schritte finden in einem gemeinsamen Heizapparat statt. Die EP 0 604 754 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Turbinenläufers bzw. Turbinenrotors aus individuellen standardisierten Läufer-/Rotorteilen, welche parallel zueinander produziert wurden, um die Endfertigungsschritte zu minimieren.

Sämtliche Produktionsanlagen für die Herstellung von Rotoren nach dem oben beschriebenen bekannten Verfahren müssen für die Grösse des Endproduktes ausgelegt sein. Die Erstellung solch grosser Fabrikationseinrichtungen ist sehr kostenintensiv, da diese an Grenzen des physikalisch Machbaren stossen und nur mit hohem technischem Aufwand erstellt werden können. Zudem sind

grosse Fabrikationseinrichtungen technisch ungeeignet und finanziell unwirtschaftlich für die Fertigung kleiner Rotoren. Dieser Nachteil wird auch in der EP 0 604 754 A1 beschrieben. Um dem schwankenden Markt gerecht zu werden, ist möglichst hohe Flexibilität erforderlich.

In der DE 23 24 388 wird erwähnt, dass das Erzeugen einer hochwertigen Wurzelnaht bei senkrecht stehender Läuferachse komplizierte und teure Schweissverfahren erfordert, und dass nebst der Unkontrollierbarkeit technische Schwierigkeiten beim senkrechten Zusammensetzen grosser Läufer auftreten können. Ein weiterer in der DE 23 24 388 angesprochener Nachteil ist, dass der Läufer gemäss bekannten Verfahren, in denen alle Scheiben der Reihe nach in der Senkrechtlage des Läufers zusammengesetzt und durch Wurzelnähte zusammengeschweisst werden, im angewärmten Zustand aus der Senkrecht- in die Waagerechtlage umgelegt werden muss. Die DE 23 24 388 erwähnt das Erstreben nach einer Vereinfachung des technologischen Prozesses, einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität und einer Verminderung der Kapitalanlagen. Diese Aufgaben werden in der DE 23 24 388 dadurch gelöst, dass der Läufer in der Waagerechtlage zusammengesetzt und geschweisst wird, sodass keine Umlagerung nach dem Zusammensetzen nötig ist.

Die CH 595 011 beschreibt die Anwendung des WIG-Schweissverfahrens (Wolfram-Inert-Gas-Schweissverfahren) zur Verbindung einer Scheibe mit einer nächsten in horizontaler Richtung, und die Durchführung eines UP-Schweissverfahrens (Unter-Pulver-Schweiss-Verfahren) zum Auffüllen der übrig bleibenden Nuten. Sukzessiv wird dabei eine Scheibe an die andere gefügt, gefolgt von Vorwärmen, Vorschweissen und Fertigschweissen, bevor die nächste Scheibe in horizontaler Richtung axial angesetzt wird und die Vorgänge wiederholt werden. Es wird darin erwähnt, dass die Grösse des Heizkastens jeweils nach dem Vorschweissen für das Fertigschweissen auf die neue Länge des Scheibenstapels ausgefahren bzw. auf die sukzessiv wachsende

Rotorlänge angepasst werden muss, da alle Herstellungsschritte in einem gemeinsamen Apparat ausgeführt werden. Die CH 595 011 offenbart, dass jeweils zwei zusätzliche Scheiben vorgewärmt und vorgeschweisst werden können, damit dann im UP-Verfahren jeweils zwei Nuten gleichzeitig gefüllt werden können, da das UP-Verfahren sehr lange dauert. So könnte der Heizkasten in seiner Grösse jeweils um zwei Elemente auf einmal expandiert werden. Der Rotor wird am Schluss, nachdem sukzessive alle Scheiben angeschweisst wurden, einem Spannungsarmglühverfahren und dann einer Ultraschallprüfung unterzogen.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, einen Herstellungsprozess für einen Rotor zu entwickeln, welcher die Nachteile aus dem Stand der Technik überwindet.

Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch erreicht, dass ein Verfahren zur Herstellung eines aus scheiben- und/oder trommelförmigen Elementen, insbesondere Scheiben, zusammengeschweissten Rotors zur Verfügung gestellt wird, wobei mittels einer Einrichtung diese Scheiben aufeinanderfolgend entlang einer Längsachse A axial zusammengefügt und in einem zweistufigen Schweissverfahren geschweisst werden. Gemäss einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Scheiben in vertikaler Richtung axial gestapelt. Ein erstes Schweissverfahren findet dann in dieser vertikalen Lagerung der gestapelten Scheiben statt, gefolgt von einem bevorzugterweise vom ersten Schweissverfahren verschiedenen zweiten Schweissverfahren in einer horizontalen Lagerung der gestapelten Scheiben.

Unter vertikaler Lagerung ist zu verstehen, dass die Längsachse einer Scheibe

in vertikaler Richtung ausgerichtet ist, während eine horizontale Lagerung entsprechend die horizontale Ausrichtung der Längsachse der Scheibe ist. Die Scheiben werden somit koaxial in vertikaler Richtung aufeinander gestapelt.

Der Kern der Erfindung besteht somit darin, ein Rotorherstellungsverfahren vorzustellen, welches ein zweistufiges Zusammenschweissverfahren von Rotorelementen beinhaltet, wobei die verschiedenen Herstellungsschritte in unterschiedlichen Ausrichtungen der Rotor-Längsachse ausgeführt werden.

Mit diesem Herstellungsverfahren lassen sich Rotoren mit grösseren Abmassen erstellen, grösser als Monoblockwellen im Schmiedeverfahren. Für die grösseren Rotordimensionen müssen so im Gegensatz zum Stand der Technik nur einzelne Produktionsanlagen ausgelegt sein.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das erste, auch als Vorschweissen bekannte Schweissverfahren eine Grundnahtschweissung, inbesondere bevorzugt eine Wolfram-Inert-Gas-Schweissung, und das zweite Schweissverfahren eine Füllnahtschweissung, insbesondere bevorzugt eine Unter-Pulver-Schweissung, am meisten bevorzugt ein Doppeldraht-Tandem-Engspalt-Verfahren. Bei der Grundnahtschweissung wird im Wesentlichen die Nut zwischen zwei benachbarten Scheiben lediglich in der Tiefe, das.heisst nahe der zentralen Bohrung der Scheiben versiegelt, sodass der Scheibenstapel kippbar ist. Der wesentliche Anteil der Nut bleibt nach dem Vorschweissen unausgefüllt. Bei der Füllnahtschweissung wird die Nut aufgefüllt, was in der Regel mit Hilfe von Zusatzmaterial in Form von mindestens einem Schweissdraht geschieht.

Der Rotor wird vorteilhafterweise nach dem zweiten Schweissverfahren und gegebenenfalls einer abtragenden Drehbearbeitung geglüht und

bevorzugterweise zusätzlich einer Qualitätsprüfung unterzogen. Die Qualitätsprüfung kann beispielsweise mit Ultraschall durchgeführt werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden die Scheiben in einer horizontalen Lage vorgedreht und anschliessend in vertikaler Richtung bis zu einer vorbestimmten Grösse bzw. Länge aufeinander gestapelt. Während die Längsachse der zusammengefügten Scheiben sich noch in vertikaler Lagerung befindet wird vorzugsweise nur das erste Schweissverfahren ausgeführt. Die durch das erste Schweissverfahren vorgeschweissten gestapelten Scheiben werden anschliessend wieder in die Horizontale gekippt, wobei dann das zweite Schweissverfahren an den mit ihrer Längsachse A horizontal ausgerichteten gestapelten Scheiben ausgeführt wird.

Anschliessend an das zweite Schweissverfahren werden die vorgeschweissten, gestapelten Scheiben vorzugsweise wieder in die Vertikale gekippt und in einer vertikalen Ausrichtung ihrer Längsachse einer Wärmebehandlung, insbesondere einem Spannungsarmglühverfahren unterzogen, wobei die Wärmebehandlung vorzugsweise in einem Glühofen oder lokal stattfindet.

Nach der Wärmebehandlung werden gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die aneinandergeschweissten Scheiben wieder in die Horizontale gekippt und vorzugsweise in einer horizontalen Ausrichtung ihrer Längsachse gegebenenfalls einer abtragenden Drehbearbeitung und vorzugsweise zusätzlich einer Qualitätsprüfung, insbesondere mittels Ultraschall, unterzogen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Rotor, nachdem er aus gestapelten Scheiben

zusammengeschweisst wurde, einer lokalen Wärmebehandlung, insbesondere bevorzugt einem lokalen Spannungsarmglühverfahren, unterzogen wird, wobei lediglich Schweissnähte, die während des Schweissverfahrens entstanden sind, geglüht werden, und wobei insbesondere Induktivelemente und/oder Widerstandselemente angewandt werden. Dadurch lässt sich der Einsatz einer grossen Heizkammer vermeiden, was finanzielle Einsparungen beim Herstellungsprozess zur Folge haben kann.

Am Rotor kann zudem in einem letzten Herstellungsschritt eine Qualitätssicherung mittels Ultraschall, bevorzugt nur an lokalen Stellen, insbesondere bevorzugt nur an Schweissnähten, ausgeführt werden. Dies erspart den Einsatz eines der Grösse des gesamten Rotors angepassten Glühofens. Auf diese Weise können ebenfalls Kosten eingespart werden.

Gemäss einer nächsten bevorzugten Ausführungsform wird beim ersten Schweissverfahren und/oder beim zweiten Schweissverfahren mindestens ein Zusatzdraht verwendet. Dieses als Schweissdraht geformte Zusatzmaterial kann aus dem Grundwerkstoff des Rotors bzw. der Scheiben oder der geschmiedeten Elemente gezogen werden. Diese Homogenität ist besonders vorteilhaft. Der Grundwerkstoff und/oder das Material des Schweissdrahtes ist vorzugsweise ein „niedriglegierter, warmfester, superclean- NiCrMo-Typ“.

Das erfindungsgemässe Verfahren hat, wie bereits eingangs erwähnt, den Vorteil, dass nicht alle Produktionsmaschinen so gross sein müssen, dass sie die gesamte Rotorlänge aufnehmen können. Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind eine im Wesentlichen vertikal ausgerichtete Produktionsanlage und eine im Wesentlichen horizontal ausgerichtete Produktionsanlage geeignet, die Gesamtlänge eines Rotors aufzunehmen. Die anderen Produktionsanlagen können kleiner sein.

Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der Rotor aus zwei aus Scheiben vorgefertigten Rotorhälften zusammengeschweisst. Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden vorzugsweise mindestens zwei, bevorzugt drei bis zehn, insbesondere bevorzugt fünf bis sieben Scheiben zu einer Rotorhälfte zusammengefügt. Die Scheiben werden vorzugsweise in vertikaler Ausrichtung bis zum Erreichen einer vorbestimmten Länge einer Rotorhälfte aufeinander gestapelt. Die derart zusammengesetzten Rotorhälften werden vorzugsweise nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7 hergestellt. Dabei besitzt jede Rotorhälfte eine Basis und einen Körper, wobei die Basis einer ersten Rotorhälfte an die Wurzel einer zweiten Rotorhälfte geschweisst wird.

Vorzugsweise wird der Rotor in einem zweistufigen Schweissverfahren aus den zwei vorgefertigten Rotorhälften zusammengeschweisst. Dabei ist es vorteilhaft, wenn das erste Schweissverfahren in einer vertikalen Ausrichtung der Längsachse der Rotorhälfte erfolgt und das zweite Schweissverfahren in einer horizontalen Ausrichtung der Längsachse der Rotorhälfte. Zur Verbindung der beiden Rotorhälften werden vorteilhafterweise zuerst eine Grundnahtschweissung, bevorzugterweise eine Wolfram-Inert-Gas-Schweissung, und anschliessend eine Füllnahtschweissung, bevorzugterweise eine Unter-Pulver-Schweissung durchgeführt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, in der zwei Rotorhälften zu einem Rotor zusammengeschweisst werden, zeichnet sich dadurch aus, dass der aus zwei Rotorhälften zusammengesetzte Rotor in vertikaler Ausrichtung in einem ersten Schweissverfahren vorgeschweisst wird, dass der vorgeschweisste Rotor in die Horizontale gekippt wird und in horizontaler Ausrichtung in einem zweiten Schweissverfahren nachbearbeitet

wird. Der Rotor wird anschliessend wieder in die Vertikale gekippt, wobei der Rotor in der vertikalen Ausrichtung einem Spannungsarmglühverfahren, bevorzugt nur an lokalen Stellen, insbesondere bevorzugt nur an geschweissten Stellen, unterzogen wird. Vor der Wärmebehandlung kann der Rotor gegebenenfalls zusätzlich einer abtragenden Drehbearbeitung unterzogen werden, wobei diese in Abhängigkeit der Ausrichtung der entsprechenden Maschine entweder in horizontaler oder in vertikaler Position des Rotors erfolgen kann.

Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht ein Rotor aus zwei Rotorhälften gleicher Länge. Es ist aber auch möglich, dass der Rotor aus zwei Rotorhälften zusammengesetzt wird, die unterschiedliche Längen aufweisen, das heisst die beispielsweise aus einer unterschiedlichen Anzahl von Scheiben zusammengesetzt sind.

Der erfindungsgemässe mehrstufige Herstellungsprozess ist insbesondere auf die Herstellung eines Rotors gerichtet, welcher aus vorgefertigten Rotorhälften besteht. Eine Rotorhälfte wird vorzugsweise durch das Zusammenschweissen von einzelnen, vorgedrehten und bearbeiteten Scheiben hergestellt, was Schritt für Schritt parallel zu der Herstellung anderer Rotorhälften erfolgt. Die Bearbeitungsschritte Vordrehen und Zusammensetzen der einzelnen Scheiben zu Rotorhälften, Vorschweissen, Fertigschweissen und Wärmebehandlung jeder Rotorhälfte sind bevorzugterweise vollständig abzuschliessen, bevor diese vorgefertigten Rotorhälften zu einem Rotor zusammengeschweisst werden. Bevorzugterweise wird jede Rotorhälfte fertig vorbearbeitet, bevor die beiden Hälften zu einer Rotoreinheit zusammengeschweisst werden und der Rotor als Ganzes erst am Ende des Herstellungsprozesses nachbearbeitet wird.

Sowohl beim ersten Schweissverfahren, welches bevorzugterweise eine Grundnahtschweissung, und insbesondere bevorzugt ein WIG-Verfahren ist, als auch beim zweiten Schweissverfahren, welches bevorzugterweise eine Füllnahtschweissung, insbesondere bevorzugt ein UP-Verfahren ist, ist es vorteilhaft, wenn Zusatzmaterial, wie Zusatzdraht, verwendet wird. Dieser Schweissdraht besteht vorteilhafterweise aus dem gleichen Material wie die einzelnen Schmiedeteile, beispielsweise die Scheiben. Der Draht kann somit aus dem Grundwerkstoff der Rotorenelemente bzw. der Elemente des geschweissten Generators gezogen werden. Besonders bevorzugt ist es, wenn der Grundwerkstoff ein sogenannter „niedriglegierter, warmfester, superclean-NiCrMo-Typ“ ist.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht des ersten Herstellungsschrittes, bzw. des Vordrehens einzelner Scheiben;

Fig. 2 eine schematische Ansicht des zweiten und dritten Herstellungsschrittes, bzw. des Aufbaus einer Rotorhälfte aus einzelnen Scheiben, sowie des ersten Schweissprozesses, in welchem eine Rotorhälfte im WIG-Verfahren vorgeschweisst wird;

Fig. 3 eine schematische Ansicht des vierten Herstellungsschrittes, bzw. des zweiten Schweissprozesses, in welchem eine vorgeschweisste Rotorhälfte im UP-Verfahren nachbearbeitet wird;

Fig. 4 eine schematische Ansicht des fünften Herstellungsschrittes, bzw. der Wärmebehandlung einer vorgefertigten Rotorhälfte in einem

Spannungsanglühofen;

Fig. 5 eine schematische Ansicht des sechsten und siebenten Herstellungsschrittes, bzw. der Endbearbeitung einer Rotorenhälfte und der Qualitätskontrolle unter Ultraschall;

Fig. 6 eine schematische Ansicht des achten und neunten Herstellungsschrittes, bzw. des Zusammenbaus von zwei Rotorenhälften zu einem Rotor und des Vorschweissens an den Kontaktflächen der beiden Rotorhälften;

Fig. 7 eine schematische Ansicht des zehnten Herstellungsschrittes, bzw. des Fertigschweissens des Rotors;

Fig. 8 eine schematische Ansicht des elften und zwölften Herstellungsschrittes, bzw. der lokalen Wärmebehandlung des Rotors und der Qualitätskontrolle.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht des ersten Herstellungsschrittes, in welchem ein erster Teil bzw. eine einzelne Scheibe vorgedreht wird. Unter einer Scheibe wird ein axialer Teilabschnitt des Rotors 2 in Bezug auf die Längsachse A des Rotors 2 verstanden, wobei die axiale Länge der Scheibe auch grösser sein kann als deren Durchmesser, sodass die Scheibe durchaus auch ein trommelförmiges Rotorelement sein kann. Die Scheibe weist bevorzugterweise eine zentrale Bohrung auf. Eine solche Scheibe wird zum Zwecke des Vordrehens in axialer Richtung in Bezug auf ihre Längsachse A im Wesentlichen horizontal in eine Maschine eingespannt, wobei die Einspannung bevorzugt zwischen zwei Spannbacken erfolgt. Während ihrer Einspannung in der betreffenden Maschine ist die Scheibe vorzugsweise frei um Ihre Längsachse A drehbar.

In Fig. 2 ist eine schematische Ansicht des zweiten und dritten Herstellungsschrittes, bzw. des Aufbaus einer Rotorhälfte 1a aus einzelnen Scheiben, sowie des ersten Schweissprozesses dargestellt. Die vorgedrehten Scheiben werden zunächst, entgegen der Empfehlung der DE 23 24 388, in im Wesentlichen vertikaler Lage axial in Bezug auf die Längsachse A einer Scheibe aufeinander gestapelt. Die Anzahl der zusammengefügten Scheiben variiert je nach Rotorgrösse. In der Regel werden mindestens zwei, bevorzugt drei bis etwa zehn Scheiben, besonders bevorzugt fünf bis sieben, Scheiben aufeinandergesetzt, die dann zusammen eine Rotorhälfte bilden. Die Stapelung der einzelnen Scheiben geschieht im allgemeinen pyramidenartig in vertikaler Richtung. Die Scheiben können verschiedene Durchmesser aufweisen. Bevorzugterweise ist die unterste Scheibe des Scheibenstapels diejenige mit dem grössten Aussendurchmesser. In Figur 2 ist zur Verdeutlichung der Rotordimensionen ein Mensch links oben dargestellt. Aus der Figur lässt sich ableiten, dass eine Rotorhälfte 1a, wie sie hier dargestellt ist, eine Grösse von circa dem Fünffachen der Grösse eines erwachsenen Menschen aufweist. Geht man davon aus, dass ein durchschnittlicher erwachsener Mensch ca. 1.60-1.80 m gross ist, beläuft sich die axiale Länge einer Rotorhälfte 1a,1b ca. auf acht bis neun Meter. Die axiale Länge einer Rotorhälfte 1a,1b kann aber, je nachdem, wie viele Scheiben zusammengefügt werden und je nach Grösse der herzustellenden Maschine, ca. zwei bis zwölf Meter, bevorzugt vier bis zehn Meter, insbesondere bevorzugt circa sieben bis neun Meter betragen. Der gesamte Rotor 2 weist dann eine Länge von vier bis 24 Meter, bevorzugt acht bis 20 Meter, insbesondere bevorzugt 14-18 Meter auf. Dabei ist unter einer Rotorhälfte 1a,1b nicht nur ein axialer Rotorabschnitt zu verstehen, der 50% der Länge eines Gesamtrotors 2 aufweist, zu verstehen, sondern auch ein Rotorabschnitt der einen anderen Anteil eines Gesamtrotors 2 ausmacht. Somit ist es nicht zwingend nötig, dass der Rotor 2 aus zwei gleich langen Rotorhälften 1a,1b zusammengefügt ist, sondern es ist auch möglich, dass eine Rotorhälfte 1a,1b mehr oder weniger Scheiben aufweist als die andere Hälfte.

In der Mitte der zylindrischen Scheiben ist ein Versatz angeordnet. Das heisst,

eine Scheibe hat an ihrer Oberseite einen zentralen ringförmigen Vorsprung bzw. eine Befestigungslippe, welche(r) in eine entsprechende zentrale ringförmige Ausnehmung oder Nut an der Unterseite der in vertikaler Richtung oben aufgesetzten Folgescheibe eingefügt wird. Die Folgescheibe hat wiederum an ihrer Oberseite einen ringförmigen Vorsprung, welcher in eine entsprechende ringförmige Ausnehmung an der Unterseite der in axialer Richtung in senkrechter Lage oben aufgesetzten nächsten Folgescheibe einfügbar ist. Die Stapelung der Scheiben kann aber auch über andere stapelbare korrespondierende Strukturen zwischen benachbarten Scheiben erfolgen.

Die zu schweissende Nut zwischen zwei benachbarten gestapelten Scheiben hat in der Regel eine Tiefe von ca. 100-500 mm, bevorzugt 250-400 mm, insbesondere bevorzugt etwa 300 mm, gemessen in radialer Richtung des Scheibenzylinders. Die Nutbreite in axialer Richtung beträgt etwa 10-30 mm, bevorzugt ca. 20 mm.

Die Befestigungslippen der einzelnen Scheiben werden dann, immer noch in im Wesentlichen vertikaler Position, in einem ersten Schweissprozess in der Tiefe der Nut in einem Vorschweissprozess zusammengeschweisst. Dieser erste Schweissprozess, welcher einer Grundnahtschweissung entspricht, ist vorzugsweise ein automatisches Wolfram-Inert-Gas-Schweissverfahren (WIG-Schweissen). Der überlappende Versatz zwischen zwei benachbarten Scheiben ergibt das Schweissgut, bevorzugterweise zusammen mit mindestens einem Schweissdraht als Zusatzmaterial. Der Schweissprozess wird bis auf eine umlaufende Restnut von ca. 10-30 mm durchgeführt, die Nut zwischen zwei benachbarten Scheiben wird bis auf einen Ring von 9-15 mm Breite mit Zusatzmaterial aufgefüllt. Eine breite umlaufende Nut bleibt somit im Wesentlichen leer. Das Vorschweissen dient somit im Wesentlichen der Vorbereitung des „Scheibenstapels“ auf den Kippvorgang in die Horizontale. Im

Wesentlichen wird die ringförmige Naht um die zentrale Bohrung herum versiegelt, sodass in der Tiefe der Nut zwischen den einzelnen Scheiben die benachbarten Scheiben provisorisch zusammenhalten, sodass sie gekippt werden können, ohne dass der „Scheibenstapel" auseinanderfällt.

Beim Wolfram-Inert-Gas-Schweissen (WIG-Schweissen; auch: Tungsten-Inert-Gas-Welding, TIG-Welding) brennt der als Wärmequelle genutzte Lichtbogen zwischen der nicht abschmelzenden Wolframelektrode und dem Werkstück. Durch ein inertes Schutzgas wird das aufgeschmolzene Schweissgut vor der umgebenden Luft geschützt. In der erfindungsgemässen Anwendung des WIG-Schweissens wird Massivdraht aus demselben Material wie der Grundwerkstoff der zu schweissenden Elemente als Zusatzmaterial zugeführt.

In dem in Figur 3 schematisch dargestellten vierten Herstellungsschritt wird die, wie oben beschrieben, vorzugsweise im WIG-Verfahren vorgeschweisste Rotorhälfte in einem zweiten Schweissprozess entsprechend einer Füllnahtschweissung, vorzugsweise in einem Unter-Pulver-Schweiss-Verfahren (UP-Schweissen; engl.: Submerged-Arc-Welding, SAW-Welding), nachbearbeitet. Dazu wird die vorgeschweisste Rotorhälfte von der vertikalen Position in eine im Wesentlichen horizontale bzw. waagerechte Lage gekippt. Das Ausfüllen der nach dem WIG-Verfahren übrig bleibenden Ringnut bzw. Engspaltnut oder Füllnaht geschieht vorzugsweise computergesteuert und vorzugsweise mit einem automatisierten Schweiss- und Naht-Positionierungssystem für enge Spalte mit zwei Drähten, das heisst, vorzugsweise wird ein Doppeldraht-Engspalt-Schweissen in Tandemanordnung unter Wechselstrom angewandt. Diese Drähte sind vorzugsweise aus dem gleichen Material gezogen wie der Grundwerkstoff, also das Material der Scheiben selber.

Das Unter-Pulver-Schweissen (UP-Schweissen; engl.: Submerged Arc Welding, SAW-Welding) ist ein vollmechanisches Lichtbogen Schweissverfahren, bei dem ein unter Schweisspulver brennender Lichtbogen den Schweisszusatzwerkstoff abschmilzt. Das aufgeschmolzene Pulver schützt als Schlackeschicht das Schweissbad vor Luftzutritt und verbessert die Schweissnahtqualität. Insbesondere bezieht sich das UP-Schweissverfahren gemäss der vorliegenden Erfindung auf ein als UP-Engspaltschweissvorgang ausgerichtetes Doppeldrahtschweissen in Tandemanordnung. Grosse Vorteile des UP-Verfahrens sind dessen weitgehende Emissionsfreiheit, da der Lichtbogen innerhalb der Pulverschicht brennt und nur geringe Gasmengen freigesetzt werden, sowie dessen hoher thermischer Wirkungsgrad und die geringen Fehlerquellen.

Anschliessend wird die fertig geschweisste und gegebenenfalls abgedrehte Rotorhälfte wieder in die Vertikale umgelagert, um in einem fünften Herstellungsschritt, wie in Fig. 4 schematisch dargestellt, einer Wärmebehandlung unterzogen (engl.: Post-Welding-Heat-Treatment, PWHT) zu werden. Dies geschieht vorzugsweise in Form von Spannungsarmglühen in einem Glühofen.

Das Spannungsarmglühen dient dem Abbau der durch das Schweissen bzw. der darauf folgenden unregelmässigen Abkühlung entstandenen inneren Eigenspannungen einer Stahlkonstruktion. Ohne den Fertigungsschritt des Spannungsarmglühens würden solche inneren Spannungen bei der Weiterverarbeitung und/oder nachfolgenden Wärmebehandlungen zu verzugsbedingten geometrischen Abweichungen oder sogar zu Brüchen führen. Beim Spannungsarmglühen werden andere Werkstoffeigenschaften, wie zum Beispiel Festigkeit und Duktilität nicht wesentlich verändert. Das Spannungsarmglühen wird meist in einem Glühofen in einem Temperaturbereich von 500°C - 750°C, bevorzugterweise 550°C –650°C, durchgeführt, wobei der Werkstoff den Spannungen entsprechend plastisch zu fliessen beginnt. Dem Glühen folgt eine anschliessende langsame und

kontrollierte Abkühlung im Ofen. Die Verwendung von Schweissdrähten aus dem gleichen Material wie die Scheiben selbst als Zusatzmaterial beim Schweissen bringt den Vorteil von möglichst homogenen Bedingungen beim Ausglühen mit sich.

Nach dieser Wärmebehandlung wird die fertig behandelte, komplett vorgefertigte Rotorhälfte erneut in die Horizontale gekippt (siehe Figur 5). In dieser waagerechten Position untergeht die Rotorhälfte einer eventuellen Endbearbeitung und einer Qualitätskontrolle über Ultraschall (engl.: Nondestructive Testing, NDT-inspections) (sechster und siebenter Herstellungsschritt). Durch die modulare Fertigung der Rotorhälften ist es möglich, Fehler, die hier festgestellt werden, spezifisch an der betreffenden Rotorhälfte frühzeitig festzustellen und zu reparieren.

Die bisher beschriebenen Herstellungsschritte werden vorzugsweise für jede Rotorhälfte durchgeführt. Mit anderen Worten können auf diese Weise die Rotorenhälften in parallelen Verfahren vorgefertigt werden, bzw. wird jede Rotorhälfte gemäss den vorangehenden, in den Figuren 1-5 dargestellten Herstellungsschritten gefertigt.

Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht des achten Herstellungsschrittes, in welchem zwei vorgefertigte Rotorhälften zusammengefügt werden. Dieser Herstellungsschritt wird vorzugsweise in derselben Anlage wie der zweite und der dritte Bearbeitungsschritt, welche in Fig. 2 dargestellt sind, durchgeführt. Dabei werden die Rotorhälften „back-to-back“ aneinander montiert, das heisst, die Basis der einen Rotorhälfte berührt die Basis der zweiten Rotorhälfte. Als Basis ist die Unterseite der ersten Scheibe zu verstehen, welche im Scheibenstapel, der im zweiten Herstellungsschritt gebildet wird, zuunterst zu liegen kommt.

In dieser vertikalen Position wird in einem neunten Bearbeitungsschritt die Nut zwischen den Kontaktflächen zwischen den beiden Rotorhälften vorgeschweisst. Dies geschieht vorzugsweise wie bei der Herstellung der Rotorhälften bzw. wie bei der Zusammenschweissung der Scheibenstapel in einem automatischen WIG-Schweissverfahren.

Um den in Fig. 7 dargestellten nächsten, bzw. zehnten Herstellungsschritt auszuführen, muss der aus zwei Rotorhälften zusammengefügte Rotor wieder von einer im Wesentlichen vertikalen in eine im Wesentlichen horizontale Position gekippt werden. In der horizontalen Position wird der Rotor dann in einem erneuten Füllnahtschweissverfahren fertiggeschweisst, wie oben beschrieben. Dieser letzte Schweissprozess entspricht vorzugsweise wiederum dem zweiten Schweissprozess in der Herstellung der einzelnen Rotorhälften aus einzelnen Scheiben, das heisst vorzugsweise wiederum einem UP-Schweissverfahren.

Zuletzt werden, wie in Fig. 8 schematisch dargestellt, der elfte und zwölfte Herstellungsschritt ausgeführt. Hier wird der Rotor spezifisch in seinen geschweissten Bereichen einer lokalen Wärmebehandlung ausgesetzt. Das vorzugsweise anzuwendende Spannungsarmglühverfahren wird an dieser Stelle nicht, wie bei der Wärmebehandlung der Rotorhälften in einem Glühofen durchgeführt, sodass das ganze Werkstück behandelt wird, sondern nur an lokalen Stellen des Rotors. Diese Konzentration des Spannungsarmglühens wird mittels Induktiv- und Widerstandselementen erreicht. Dazu ist kein grosser Heizkasten wie im herkömmlichen Spannungsarmglühverfahren nötig. Der Wärmebehandlung kann unter Umständen eine abtragende Drehbearbeitung bzw. eine Endbearbeitung des Rotors folgen.

Zusätzlich wird der fertige Rotor einer abschliessenden Qualitätskontrolle (NDT-Inspektionen) unterzogen, welche vorzugsweise mittels Ultraschall durchgeführt wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

1a	erste Rotorhälfte
1b	zweite Rotorhälfte
2	Rotor
3	Spannvorrichtung
4	Drehmaschine
5	erste Schweissmaschine für Grundnahtschweissung, WIG-Schweissmaschine
6	zweite Schweissmaschine für Füllnahtschweissung, UP-Schweissmaschine
7	Glühofen zum Spannungsarmglühen
8	lokale Spannungsarmglüh-Vorrichtung
9	Kontaktstelle der Befestigungslippen
10	Induktions- und/oder Widerstandselemente
11	Basis von 1a /1b
12	Körper von 1a/1b
A	Längsachse von 1a,1b, und 2
L	Länge von 1a oder 1b
L'	Länge von 2

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines aus scheiben- und/oder trommelförmigen Elementen, insbesondere Scheiben, zusammengeschweissten Rotors (2), wobei mittels einer Einrichtung diese Scheiben aufeinanderfolgend entlang einer Längsachse (A) axial zusammengefügt und in einem zweistufigen Schweissverfahren geschweisst werden,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Scheiben in vertikaler Richtung axial gestapelt werden, dass ein erstes Schweissverfahren in einer vertikalen Lagerung der gestapelten Scheiben stattfindet, und dass ein zweites Schweissverfahren in einer horizontalen Lagerung der gestapelten Scheiben stattfindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schweissverfahren eine Grundnahtschweissung, bevorzugterweise eine Wolfram-Inert-Gas-Schweissung ist, und dass das zweite Schweissverfahren eine Füllnahtschweissung, bevorzugterweise eine Unter-Pulver-Schweissung ist.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor nach dem zweiten Schweissverfahren geglüht und einer abtragenden Drehbearbeitung und/oder zusätzlich einer Qualitätsprüfung unterzogen wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass die Scheiben in einer horizontalen Lage vorgedreht werden, anschliessend in vertikaler Richtung bis zu einer vorbestimmten Grösse L aufeinander gestapelt werden, wobei nur das erste Schweissverfahren ausgeführt wird, während eine Längsachse A der zusammengefügten Scheiben sich noch in vertikaler Lagerung befindet, und dass die durch das erste Schweissverfahren vorgeschweissten gestapelten Scheiben anschliessend wieder in die Horizontale gekippt werden, und dann das zweite Schweissverfahren an den mit ihrer Längsachse A horizontal ausgerichteten gestapelten Scheiben ausgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anschliessend an das zweite Schweissverfahren die vorgeschweissten, gestapelten Scheiben wieder in die Vertikale gekippt werden und in einer vertikalen Ausrichtung ihrer Längsachse A einer Wärmebehandlung, insbesondere einem Spannungsarmglühverfahren, unterzogen werden, wobei die Wärmebehandlung vorzugsweise in einem Glühofen (7) oder lokal stattfindet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Wärmebehandlung die aneinandergeschweissten Scheiben wieder in die Horizontale gekippt werden, und dass diese in einer horizontalen Ausrichtung ihrer Längsachse A einer abtragenden Drehbearbeitung und vorzugsweise zusätzlich einer Qualitätsprüfung, insbesondere mittels Ultraschall, unterzogen werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schweissverfahren ein

Doppeldraht-Tandem-Engspalt-Verfahren ist.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2), nachdem er aus gestapelten Scheiben zusammengeschweisst wurde, einem lokalen Spannungsarmglühverfahren unterzogen wird, wobei lediglich Schweissnähte, die während des zweistufigen Schweissverfahrens entstanden sind, geglüht werden, und wobei insbesondere Induktivelemente und/oder Widerstandselemente (10) angewandt werden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Rotor (2) in einem letzten Herstellungsschritt eine Qualitätssicherung mittels Ultraschall, bevorzugt nur an lokalen Stellen, insbesondere bevorzugt nur an Schweissnähten, ausgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schweissverfahren und/oder beim zweiten Schweissverfahren mindestens ein Zusatzdraht verwendet wird, welcher aus dem Grundwerkstoff des Rotors (2) gezogen wurde, wobei der Grundwerkstoff vorzugsweise ein „niedriglegierter, warmfester, superclean- NiCrMo-Typ“ oder ein hochlegierter 10-13% Cr-Typ, ein niedriglegierter warmfester CrMo-Typ oder ein niedriglegierter warmfester CrMoV-Typ ist.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Wesentlichen vertikal ausgerichtete Produktionsanlage (5) und eine im Wesentlichen horizontal

ausgerichtete Produktionsanlage (6) geeignet sind, die Gesamtlänge (L') eines Rotors (2) aufzunehmen.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei, bevorzugt drei bis zehn, insbesondere bevorzugt fünf bis sieben Scheiben zu einer Rotorhälfte (1a, 1b) zusammengefügt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben in vertikaler Ausrichtung bis zum Erreichen einer vorbestimmten Länge (L) einer Rotorhälfte (1a,1b) aufeinander gestapelt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Rotorhälften (1a,1b) nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7 hergestellt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-14, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2) aus zwei aus Scheiben vorgefertigten Rotorhälften (1a,1b) zusammengeschweisst wird, wobei jede Rotorhälfte (1a, 1b) eine Basis (11) und einen Körper (12) aufweist, und dass die Basis (11) der ersten Rotorhälfte (1a) an die Basis (11) der zweiten Rotorhälfte (1b) geschweisst wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-15, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2) in einem zweistufigen Schweissverfahren aus zwei vorgefertigten Rotorhälften (1a,1b) zusammengeschweisst wird, wobei das erste Schweissverfahren in

einer vertikalen Ausrichtung der Längsachse (A) der Rotorhälfte (1a,1b) erfolgt, und das zweite Schweissverfahren in einer horizontalen Ausrichtung der Längsachse (A) der Rotorhälfte (1a,1b) erfolgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-16, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verbindung der beiden Rotorhälften (1a,1b) zuerst eine Grundnahtschweissung, bevorzugterweise eine Wolfram-Inert-Gas-Schweissung, und anschliessend eine Füllnahtschweissung, bevorzugterweise eine Unter-Pulver-Schweissung durchgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-17, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2) in vertikaler Ausrichtung in einem ersten Schweissverfahren vorgeschweisst wird, dass der vorgeschweisste Rotor (2) in die Horizontale gekippt wird und in horizontaler Ausrichtung in einem zweiten Schweissverfahren nachbearbeitet wird, wobei der Rotor (2) in der vertikalen Ausrichtung gegebenenfalls einer abtragenden Drehbearbeitung unterzogen wird, und dass der Rotor (2) anschliessend wieder in die Vertikale gekippt wird, wobei der Rotor (2) in der vertikalen Ausrichtung einem Spannungsarmglühverfahren, bevorzugt nur an lokalen Stellen, insbesondere bevorzugt nur an geschweissten Stellen, unterzogen wird.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rotor (2) aus zwei Rotorhälften (1a,1b) gleicher Länge (L) besteht.

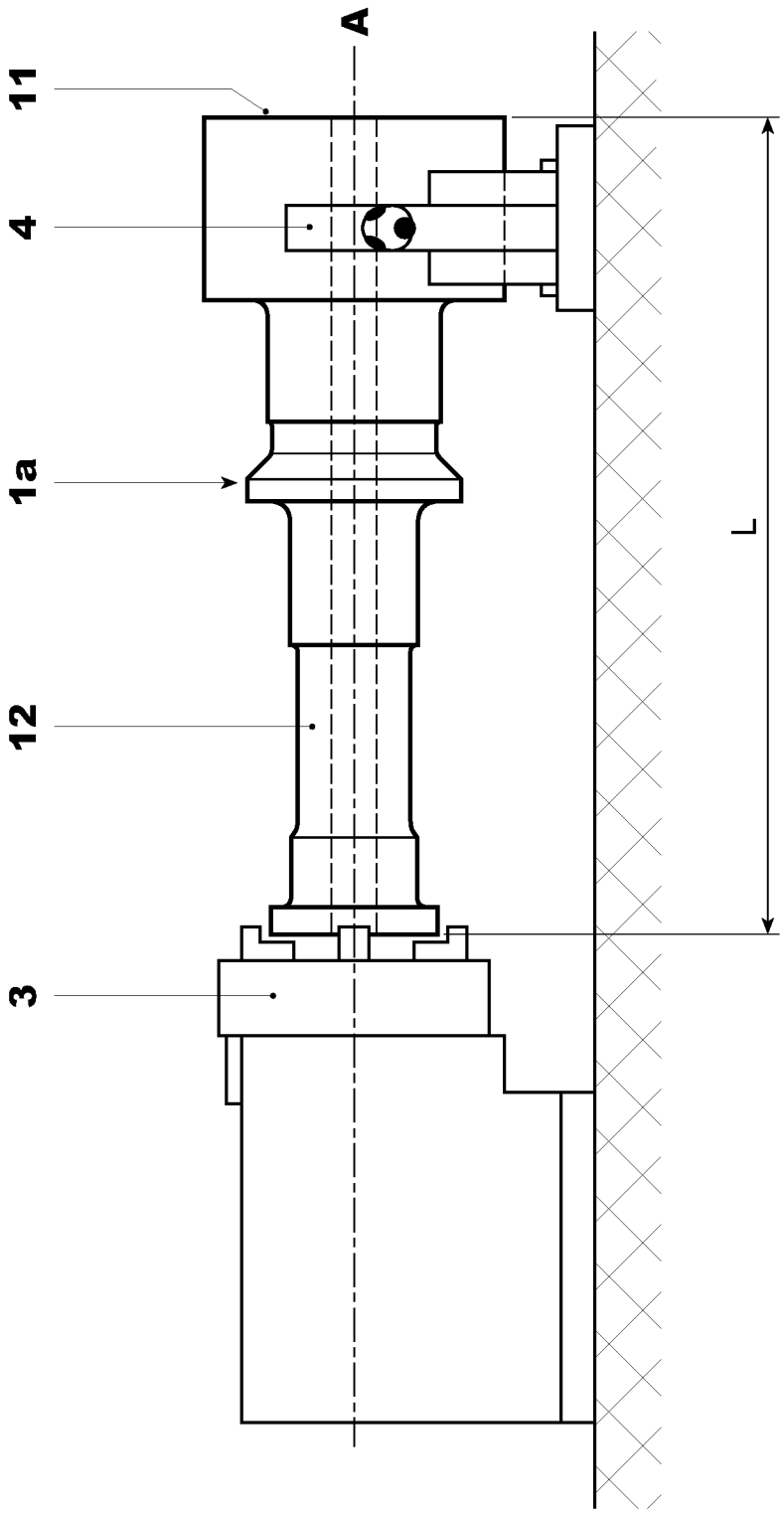


FIG. 1

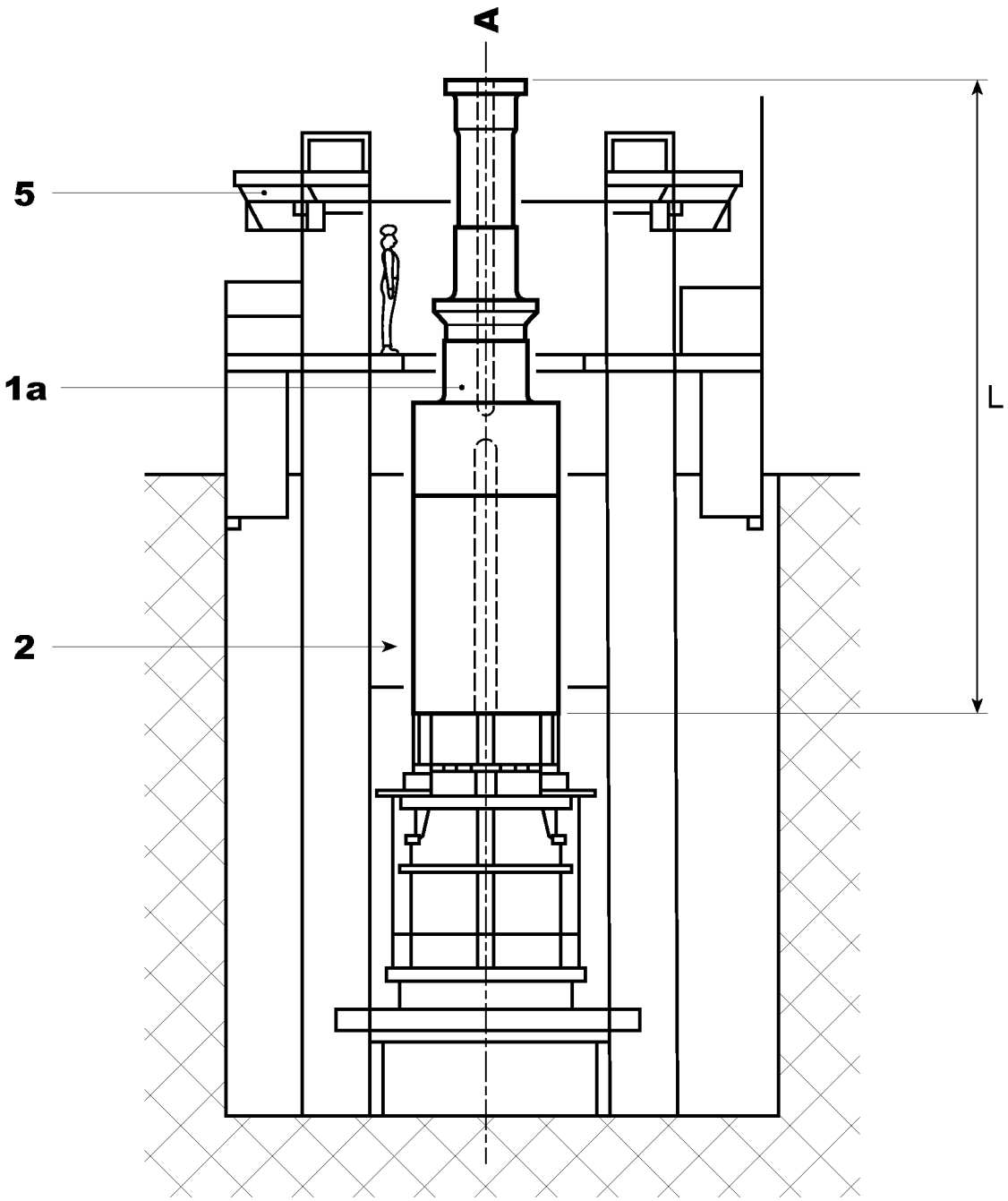


FIG. 2

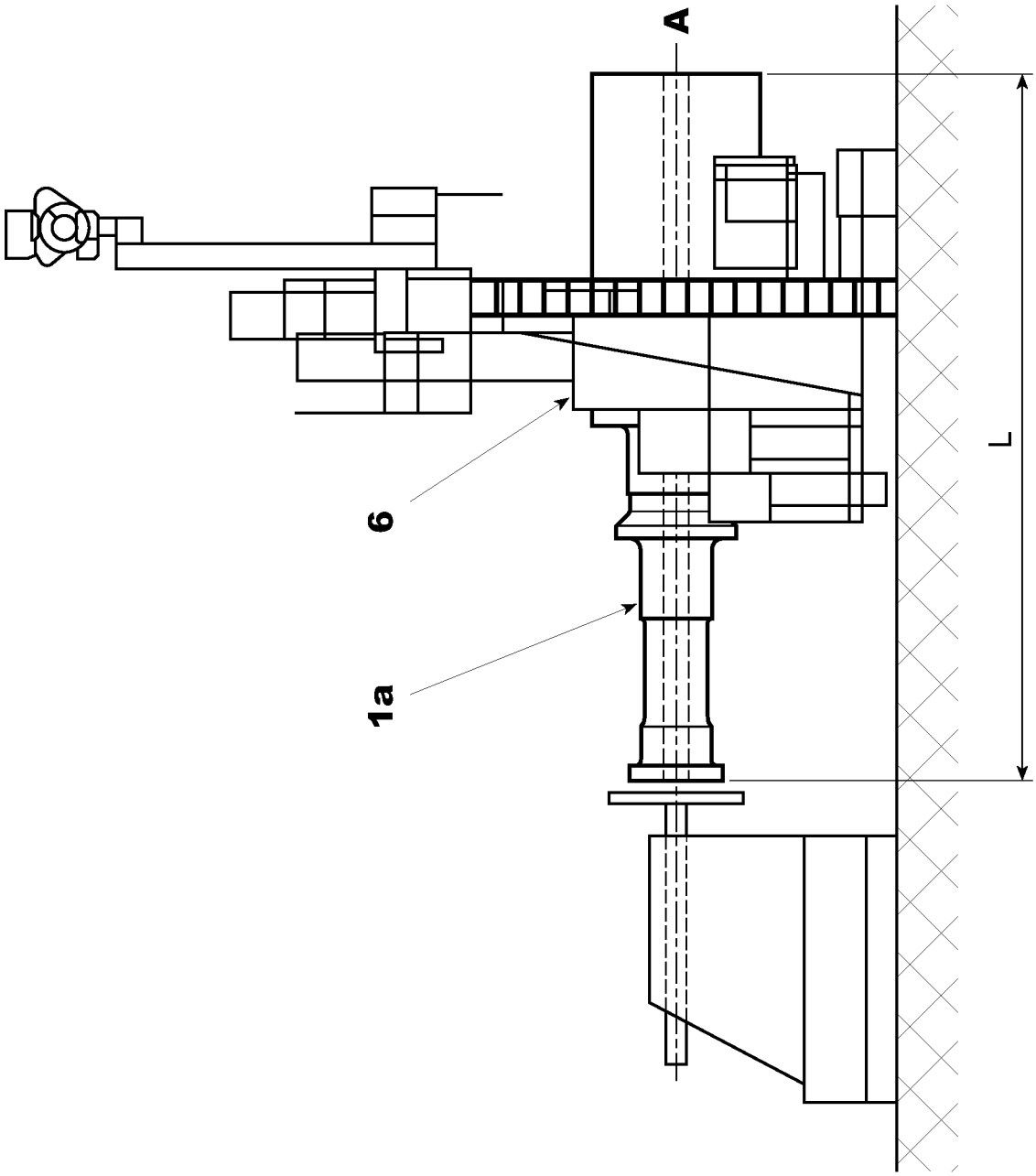


FIG. 3

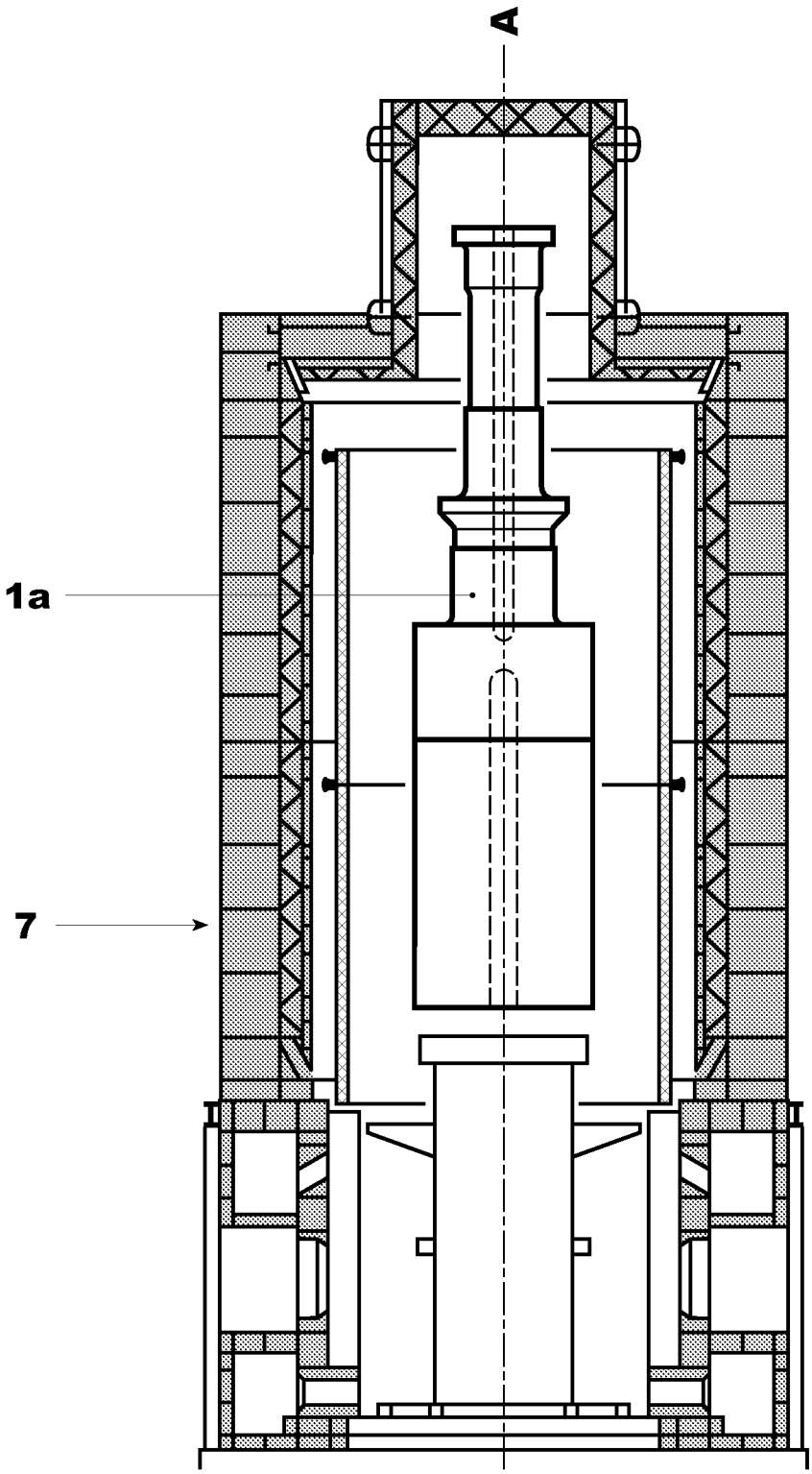


FIG. 4

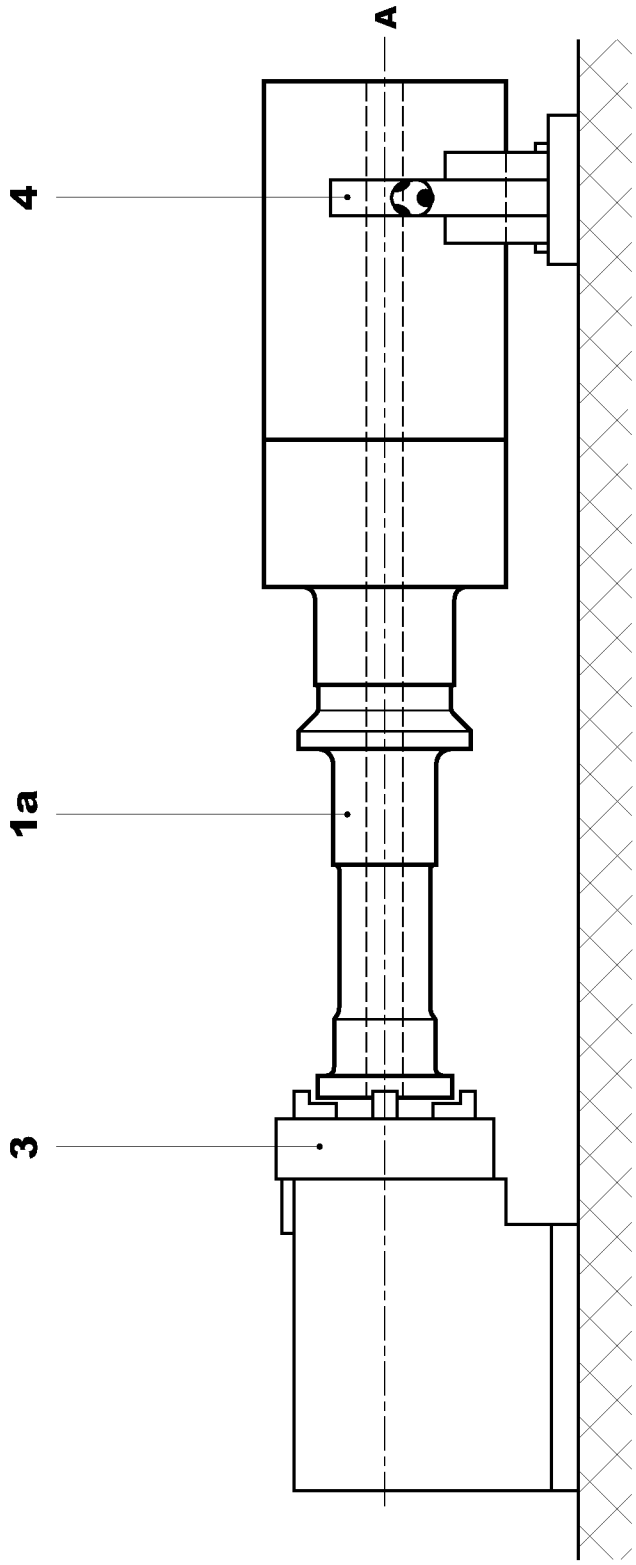


FIG. 5

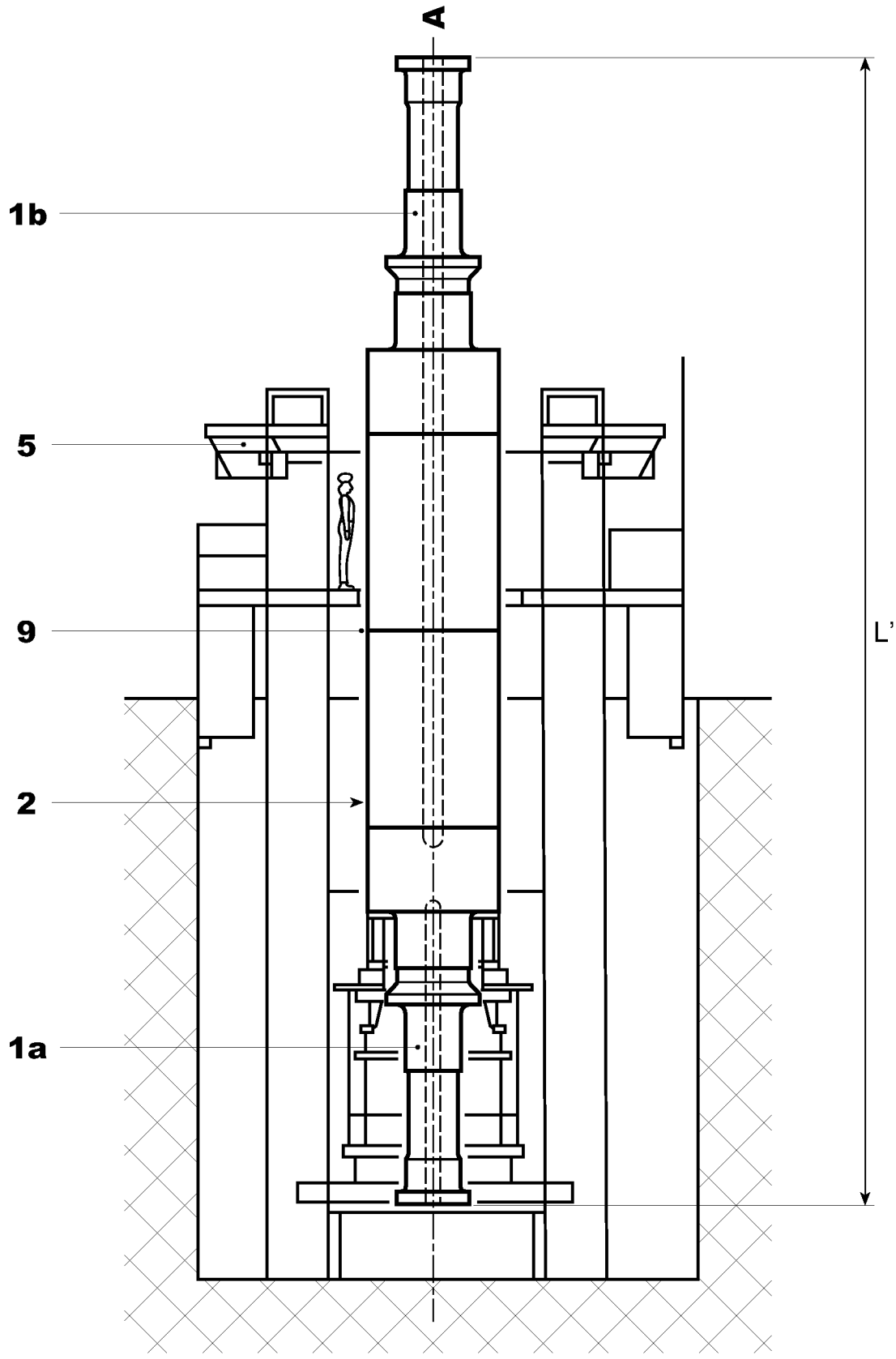


FIG. 6

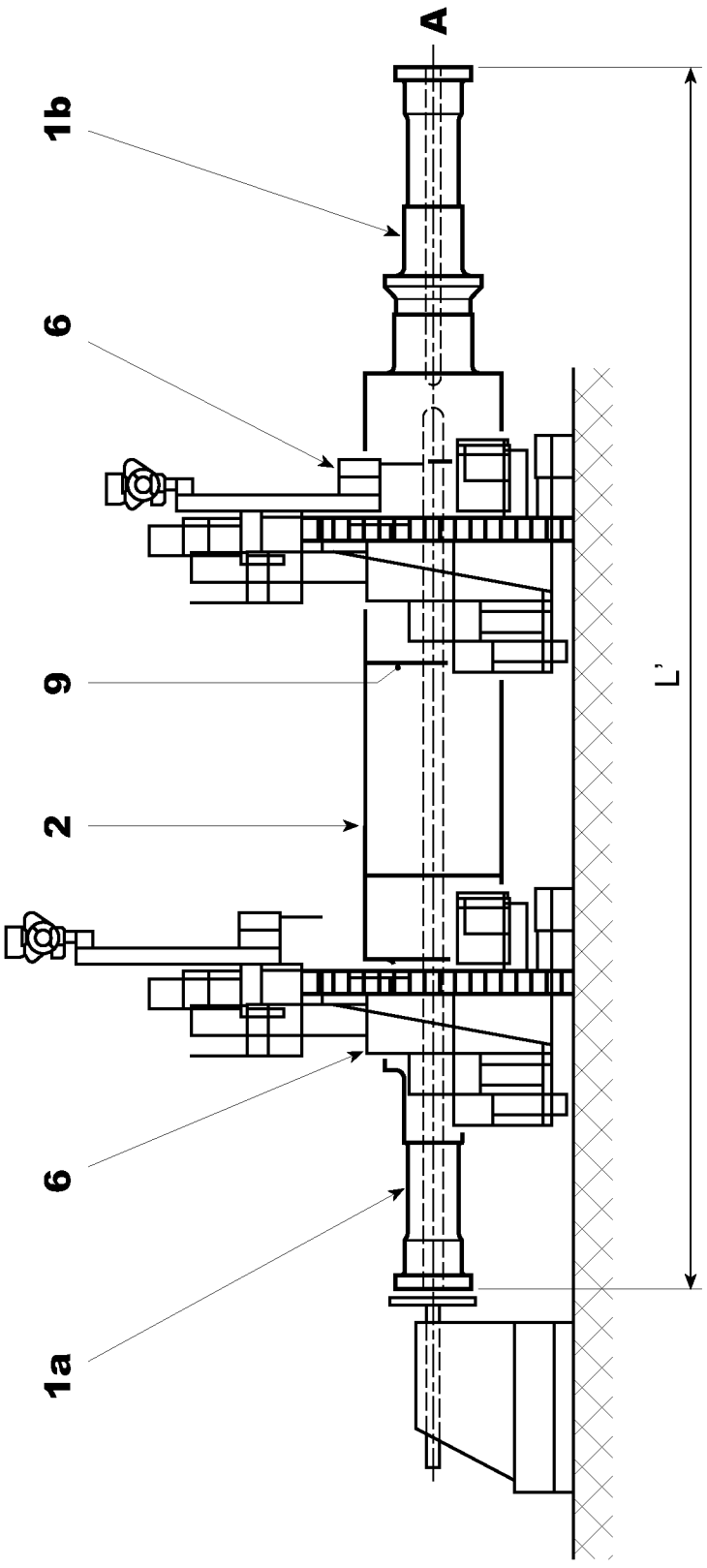


FIG. 7

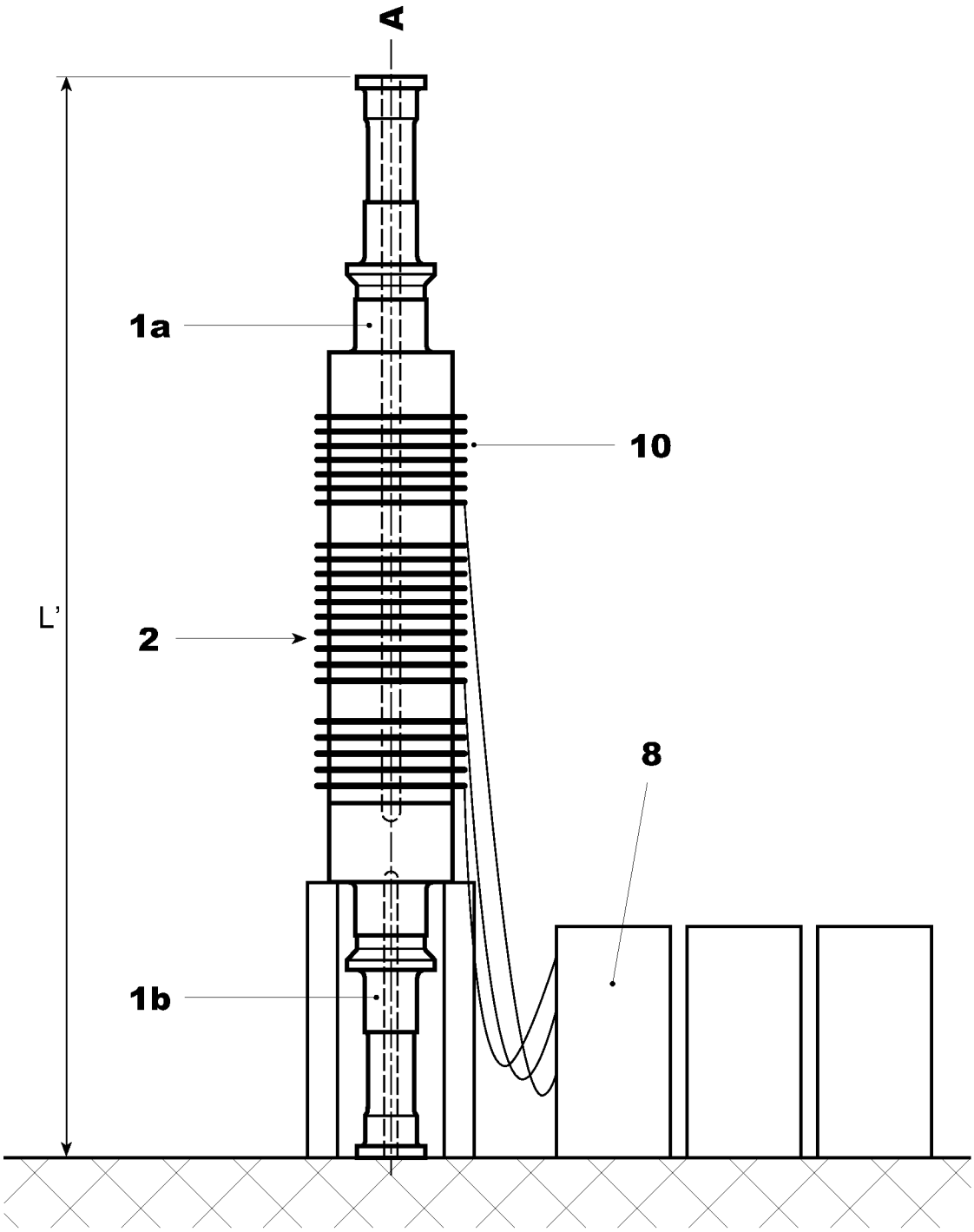


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/065080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/06 B23K9/16 B23K9/18 B23P15/00

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 B23K B23P

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 665 079 A (ABB MANAGEMENT AG [CH] ASEA BROWN BOVERI [CH]) 2 August 1995 (1995-08-02) column 5, line 31 - column 6, line 1; figure 1	1-19
X	DE 23 24 388 A1 (V PT I TJASCHELOWO MASH MOSKAU [SU]; KH TURBINUY SAWOD IM S M KIROW [S) 7 February 1974 (1974-02-07) page 1, paragraph 2 - page 4, paragraph 4	1-19
A	US 2002/081197 A1 (CRAWMER GERALD RICHARD [US]) 27 June 2002 (2002-06-27) page 2, paragraph 19 - page 3, paragraph 22	1-19

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 Februar 2009	03/03/2009

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rau, Guido

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/065080

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 268 100 A (TURBINE BLADING LTD [GB]) 5 January 1994 (1994-01-05) page 14, paragraph 2 - page 14, paragraph 3; figure 13 -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2008/065080

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0665079 A	02-08-1995	CN 1109810 A	11-10-1995
		DE 59407600 D1	18-02-1999
		ES 2129086 T3	01-06-1999
		JP 3735135 B2	18-01-2006
		JP 7214308 A	15-08-1995
		PL 306949 A1	07-08-1995
		RU 2136464 C1	10-09-1999
		US 5532454 A	02-07-1996
DE 2324388 A1	07-02-1974	CH 573283 A5	15-03-1976
		FR 2193677 A1	22-02-1974
US 2002081197 A1	27-06-2002	NONE	
GB 2268100 A	05-01-1994	AU 4335293 A	04-01-1994
		WO 9325340 A1	23-12-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/065080

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01D5/06 B23K9/16 B23K9/18 B23P15/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01D B23K B23P

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 665 079 A (ABB MANAGEMENT AG [CH] ASEA BROWN BOVERI [CH]) 2. August 1995 (1995-08-02) Spalte 5, Zeile 31 - Spalte 6, Zeile 1; Abbildung 1	1-19
X	DE 23 24 388 A1 (V PT I TJASCHELOWO MASH MOSKAU [SU]; KH TURBINUY SAWOD IM S M KIROW [S) 7. Februar 1974 (1974-02-07) Seite 1, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 4	1-19
A	US 2002/081197 A1 (CRAWMER GERALD RICHARD [US]) 27. Juni 2002 (2002-06-27) Seite 2, Absatz 19 - Seite 3, Absatz 22	1-19
A	GB 2 268 100 A (TURBINE BLADING LTD [GB]) 5. Januar 1994 (1994-01-05) Seite 14, Absatz 2 - Seite 14, Absatz 3; Abbildung 13	1-19

☐ 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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Februar 2009	03/03/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Rau, Guido

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/065080

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0665079 A	02-08-1995	CN 1109810 A	11-10-1995
		DE 59407600 D1	18-02-1999
		ES 2129086 T3	01-06-1999
		JP 3735135 B2	18-01-2006
		JP 7214308 A	15-08-1995
		PL 306949 A1	07-08-1995
		RU 2136464 C1	10-09-1999
		US 5532454 A	02-07-1996
DE 2324388 A1	07-02-1974	CH 573283 A5	15-03-1976
		FR 2193677 A1	22-02-1974
US 2002081197 A1	27-06-2002	KEINE	
GB 2268100 A	05-01-1994	AU 4335293 A	04-01-1994
		WO 9325340 A1	23-12-1993