



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 59 822 B4** 2009.01.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 59 822.3**
(22) Anmeldetag: **19.12.2002**
(43) Offenlegungstag: **15.07.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 3/46** (2006.01)
H02K 55/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

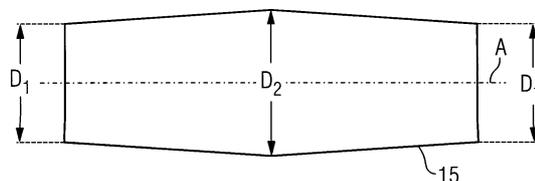
Frank, Michael, Dr., 91080 Uttenreuth, DE; Kühn, Adolf, 90552 Röthenbach, DE; Masek, Peter, 91301 Forchheim, DE; Haßelt, Peter van, Dr., 91058 Erlangen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 43 783 A1
GB 22 99 217 A
WO 00/49 703 A1
US 40 60 743 A
DE 32 12 416 A1
EP 08 05 545 A1
WO 02/50 985 A

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine mit bandagierter, tiefzukühlender Wicklung**

(57) Hauptanspruch: Elektrische Maschine mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Läufer, der eine auf Tieftemperatur zu kühlende, insbesondere supraleitende Wicklung enthält, die von einem Fixierungsmittel mit einer Bandage umhüllt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixierungsmittel (12) in axialer Richtung gesehen eine sich von einem kleineren (D_1 , D_1') auf einen größeren Außendurchmesser (D_2) erweiternde Außenkontur seiner Bandage (13, 15) aufweist und die Bandage von mehreren hintereinander angeordneten Sicherungsringen (14i) mit jeweils dem Außendurchmesser der Außenkontur angepasstem Innendurchmesser kraftschlüssig umgeben ist, wobei die Außenkontur der Bandage (15) die Gestalt eines Doppel-Konus mit sich jeweils nach den Läuferseiten hin verjüngendem Außendurchmesser (D_1 , D_1') aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Maschine mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Läufer, der eine auf Tieftemperatur zu kühlende, insbesondere supraleitende Wicklung enthält, die von einem Fixierungsmittel mit einer Bandage umhüllt ist. Ein Läufer einer entsprechenden Maschine ist aus der DE 199 43 783 A1 zu entnehmen.

[0002] Zwei- oder mehrpolige Wicklungen elektrischer Maschinen können gleichmäßig am Außenumfang eines Wicklungsträger bzw. eines sogenannten Polkerns um eine gemeinsame Achse angeordnet und von Gleichstrom mit abwechselndem Stromumlauf durchflossen werden. Diese Wicklungen können dabei auf der Außenseite des Wicklungsträgers aufgebracht oder in nutenartigen Aussparungen untergebracht sein.

[0003] Eine entsprechende elektrische Maschine mit einem solchen mehrpoligen Wicklungsaufbau ist der EP 0 805 545 A1 zu entnehmen. Jeder Einzelpol dieser Maschine ist durch eine Teilwicklung vom Rennbahntyp erzeugt, deren supraleitende Leiter um einen Eisenkern gewickelt sind und sich in einem eigenen Kryostaten befinden. Als Supraleitermaterial für die Leiter ist insbesondere Nb_3Sn vorgesehen.

[0004] Seit 1987 sind metalloxidische Supraleitermaterialien bekannt geworden, die Sprungtemperaturen von über 77 K aufweisen und deshalb auch als Hoch- T_c -Supraleitermaterialien oder HTS-Materialien bezeichnet werden. Man versucht deshalb, entsprechende Wicklungen auch mit solchen Leitern zu erstellen. Es zeigt sich jedoch, dass bisher bekannte HTS-Leiter nur eine verhältnismäßig geringe Stromtragfähigkeit in Magnetfeldern mit Induktionen im Tesla-Bereich besitzen, wie sie bei elektrischen Maschinen auftreten können. Dies macht es erforderlich, dass aus solchen Leitern erstellte Wicklungen trotz der verhältnismäßig hohen Sprungtemperaturen ihrer Leiter dennoch auf einem unterhalb von 77 K liegenden Temperaturniveau gehalten werden müssen.

[0005] Aus der eingangs genannten DE 199 43 783 A1-Schrift ist ein Läufer mit einer entsprechenden mehrpoligen Wicklung unter Verwendung entsprechender HTS-Leiter zu entnehmen. Dieser Läufer weist einen Wicklungsträger mit jeweils um 90° in Umfangsrichtung versetzt angeordneten Teilspulen auf, die die vier Einzelpole des Läufers bilden. Die Teilspulen bestehen dabei jeweils aus einem Stapel von ebenen Spulenelementen vom Rennbahntyp, wobei jedes Spulenelement aus bandförmigen HTS-Leitern erstellt ist. Die Teilspulen sind dabei so angeordnet, dass ihre Außenkonturen an eine gemeinsame Zylindermantelfläche des Trägerkörpers bzw. Polkerns zumindest weitgehend angepasst sind.

[0006] Entsprechende HTS-Läuferwicklungen werden vorteilhaft so erstellt, dass ihre Spulen zunächst vorgefertigt und dann geprüft werden. Diese unter Umständen schon zu größeren Einheiten kombinierten Spulen oder Spulenpakete werden anschließend auf die Pole des sie tragenden Läuferkörpers montiert. Im Betrieb sind sie erheblichen Fliehkräften auf Grund von Rotation sowie magnetischen Kräften ausgesetzt. Diese Kräfte versuchen, die Spulen nach außen zu ziehen. Da eine Bewegung der Wicklung und insbesondere des supraleitenden Materials unerwünscht ist, muss eine geeignete Fixierung erfolgen.

[0007] Gemäß der eingangs genannten DE 199 43 783 A1-Schrift kann als entsprechendes Fixierungsmittel ein Hüllrohr oder eine Bandage aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff vorgesehen sein. Bei großen Kräften reicht jedoch die Festigkeit und Steifigkeit des faserverstärkten Kunststoffmaterials im Allgemeinen nicht mehr aus, so dass dann üblicherweise Hüllrohre (vgl. US 4 060 743 A) oder Hüllrohrstücke bzw. -ringe (vgl. DE 32 12 416 A1) aus Metall als Fixierungsmittel vorgesehen werden. Denn Metalle weisen in der Regel E-Module auf, die ca. 5 bis 10 mal größer als der von faserverstärktem Kunststoff sind. Dabei ist für eine Ausbildung eines entsprechenden Metallmantels z. B. eine Umwicklung eines Spulenkörpers mit einem Stahlband analog zu einem Faserband bekannt (vgl. WO 00/49703 A1). Da aber ein Metallband im Gegensatz zu einem Faserwerkstoff schon während des Wickelns eine hohe Quersteifigkeit aufweist, ist eine derartige Metallbandage aufwendig in der Herstellung.

[0008] Aus der GB 2 299 217 A ist eine Befestigung von Permanentmagneten an einem Rotorkörper bei hohen Fliehkräften mit Hilfe von Sicherungsringen bekannt, welche auf eine sich in axialer Richtung erweiternden Außenkontur aufgeschoben werden. Dabei gewährleistet die konische Außenkontur des Permanentmagnet-Rotors ein einfaches Aufschieben der Sicherungsringe auf den Rotor und eine gute Fixierung. Die Fixierungskräfte werden durch das radiale Aufweiten infolge des axialen Aufschiebens auf die konische Außenkontur des Rotors erzeugt. Bei langgestreckten Rotoren ist für die Erzeugung ausreichender Fixierungskräfte eine starke Zunahme des Durchmesser der konischen Außenkontur notwendig. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand bei der Anpassung des Stators an die Form des Rotors und zu verringerten Toleranzen bei Bewegung des Rotors gegen den Stator entlang der axialen Richtung des Rotors. Alternativ führt ein unangepasster Stator zu einem vergrößerten Spalt zwischen Stator und Rotor und damit verbundenen Leistungsverlusten der Maschine sowie Problemen bei der Kühlung von HTS-Rotorspulen.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es,

für die Maschine mit den eingangs genannten Merkmalen ein einfaches und kostengünstiges Fixierungsmittel anzugeben, welches eine hohe mechanische Festigkeit zur Aufnahme der auftretenden Kräfte gewährleistet und eine Form aufweist, welche einen hohen Wirkungsgrad der Maschine bei möglichst einfachen Aufbau ermöglicht. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, die Vorteile der einfachen Herstellung eines Fixierungsmittels mit guten Fixiereigenschaften durch Verwendung konischer Formen mit einem möglichst einfachen Aufbau der Maschine bei hohem Wirkungsgrad zu verbinden.

[0010] Diese Aufgabe wird für eine Maschine mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass

- das Fixierungsmittel, insbesondere die Außenkontur seiner Bandage in axialer Richtung gesehen die Gestalt eines Doppel-Konus aufweist

und

- die Bandage von mehreren hintereinander angeordneten Sicherungsringen mit jeweils dem Außendurchmesser der Außenkontur angepasstem Innendurchmesser kraftschlüssig umgeben ist.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Maschine wird also darauf verzichtet, die notwendige Gesamtsteifigkeit der Fixierungsmittel durch ein einziges Bauteil zu erreichen. Vielmehr ist vorgesehen, um die Wicklung (= Gesamtheit aller Wicklungsspulen), beispielsweise auf dem Polkern mit den einzelnen Spulen, eine faserverstärkte Kunststoffbandage aufzubringen. Deren Außenkontur ist zumindest im Bereich der Wicklung zumindest annähernd doppelkonisch gestaltet, wobei vorteilhaft an die Präzision dieses Doppel-Konus keine zu hohen Anforderungen zu stellen sind. Die auf diesen Doppel-Konus zur mechanischen Verstärkung zusätzlich aufzubringenden Sicherungs- oder Stützringe bestehen nicht aus einem kompletten Zylinder, sondern aus einzelnen ringförmigen Elementen mit unterschiedlichen, an den jeweiligen Ort ihrer Positionierung angepassten Innendurchmessern. Auch diese Durchmesser müssen nicht besonders präzise eingehalten werden; es genügt, wenn sichergestellt ist, dass die Ringe im Durchmesser auf dem Doppel-Konus an unterschiedlichen Stellen zu liegen kommen. Dabei ist es auch nicht erforderlich, dass die Sicherungs- oder Stützringe bündig aneinander liegen; sie können also, wie die Metallreifen um ein Holzfass, auch untereinander in axialer Richtung beabstandet sein. Die genaue Größe dieses Abstandes hängt von der geforderten Steifigkeit der Wicklung in axialer Richtung und der maximal zulässigen Aufweitung zwischen den einzelnen Ringen ab. Das Material und der Querschnitt der Ringe werden unter dem Gesichtspunkt der geforderten Stützfunktion gewählt.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der

Maschine nach der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

[0013] So kann der Läufer einen die Wicklung aufnehmenden Polkern aufweisen, der gegebenenfalls aus metallischem Material besteht. Der Polkern kann zum einen zur magnetischen Flussführung herangezogen werden und zum anderen die mechanische Fixierung der Wicklung in Umfangsrichtung verbessern.

[0014] Vorteilhaft wird die Bandage aus einem faserverstärkten Kunststoffband erstellt, vorzugsweise gewickelt. Zu einer weiteren Verfestigung der Bandage kann vorteilhaft ein aushärtbarer Kunststoff vorgesehen sein, der eine starre Rohrform der Bandage gewährleistet.

[0015] Die Sicherungsringe können aus glasfaserverstärktem Kunststoff oder aus Metall bestehen. Sie sind als vorgefertigte Elemente kostengünstig zu erstellen. Die Stütz- oder Sicherungsringe werden jeweils von beiden Seiten her auf die Bandage aufgezogen, welche die Gestalt eines Doppel-Konus aufweist, mit sich jeweils nach den axialen Läuferseiten hin verjüngendem Außendurchmessern.

[0016] Die Wicklung für die erfindungsgemäße Maschine ist aus bekannten, tiefzukühlenden Leitern in bekannter Weise zu erstellen. Vorteilhaft enthält die Wicklung Hoch- T_c -Supraleitermaterial, das insbesondere auf einem Temperaturniveau unter 77 K zu halten ist. Die Stromtragfähigkeit dieses Materials ist dementsprechend hoch.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels noch weiter erläutert, wobei auf die Zeichnung Bezug genommen wird. Dabei zeigen jeweils schematisch als Längsschnitt

[0018] deren [Fig. 1](#) eine Maschine mit konischem Fixierungsmittel,

[0019] deren [Fig. 2](#) das gestaltete konische Fixierungsmittel dieser Maschine und

[0020] deren [Fig. 3](#) die erfindungsgemäße Bandage eines Fixierungsmittels in Doppel-Konischer Gestalt.

[0021] In den Figuren sind sich entsprechende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0022] Bei der nachfolgend angedeuteten Ausführungsform der Maschine kann es sich insbesondere um einen Synchron-Motor, einen Generator oder eine beliebige andere Maschine handeln. Dabei sind selbstverständlich spezielle Anwendungs- und Einsatzgebiete entsprechender Maschinen wie für hohe

Drehzahlen, kompakte Antriebe z. B. von Schiffen und für sogenannte Off-Shore-Einrichtungen wie z. B. Bohrplattformen möglich.

[0023] Die erfindungsgemäße Maschine umfasst eine rotierende, tiefzukühlende Wicklung, für deren Leiter insbesondere auch Supraleiter in Frage kommen. Prinzipiell ist für solche Leiter eine Verwendung von metallischem LTS-Material (Niedrig T_c -Supraleitermaterial) oder insbesondere oxidischem HTS-Material (Hoch- T_c -Supraleitermaterial) möglich. Letzteres Material wie z. B. das $(\text{Bi, Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ sei für das nachfolgende Ausführungsbeispiel ausgewählt. Das Material kann aus Gründen einer hohen Stromtagfähigkeit im Betrieb deutlich unter seiner Sprungtemperatur T_c , beispielsweise auf 40 bis 50 K, gehalten werden. Die Wicklung kann aus einer einzigen Spule oder einem System von Spulen in einer 2-, 4- oder sonstigen mehrpoligen Anordnung bestehen. Der prinzipielle Aufbau einer solchen Maschine geht aus [Fig. 1](#) hervor, wobei von bekannten Ausführungsformen solcher Maschinen ausgegangen wird (vgl. z. B. den vorstehend genannten Stand der Technik oder die WO 02/50985 A).

[0024] Die allgemein mit **2** bezeichnete Maschine umfasst ein feststehendes, auf Raumtemperatur befindliches Maschinenaußengehäuse **3** mit einer Ständerwicklung **4** darin. Innerhalb dieses evakuierbaren Außengehäuses und von der Ständerwicklung umschlossen ist ein Läufer **5** drehbar um eine Rotationsachse A in Lagern **6** gelagert, dessen Läuferwelle auf der sogenannten Antriebsseite AS der Maschine ein in dem entsprechenden Lager gehaltenes, massives axiales Läuferwellenteil **5a** umfasst. Der Läufer **5** weist ein als Vakuumgefäß gestaltetes Außengehäuse **7** auf, in dem ein Wicklungsträger **9** oder Polkern mit einer HTS-Wicklung **10** gehalten ist. Hierzu dient auf der Antriebsseite AS eine (erste), starre, rohrförmige Verbindungseinrichtung **8a** zwischen dem Wicklungsträger **9** und einem scheibenförmigen, mit dem Läuferwellenteil **5a** fest verbundenen scheibenförmigen Seitenteil **7a** des Läuferaußengehäuses. Über die starre Verbindungseinrichtung **8a** erfolgt auch eine Drehmomentübertragung. Auf der der Antriebsseite AS gegenüberliegenden, mit BS bezeichneten Betriebsseite, d. h. der Nicht-Antriebsseite, ist eine weitere Verbindungseinrichtung **8b** zwischen dem Wicklungsträger **9** und einem scheibenförmigen Seitenteil **7b** des Läuferaußengehäuses **7** angeordnet.

[0025] In [Fig. 1](#) ist ferner auf der antriebsabgewandten Seite BS ein hohlzylindrischer Wellenteil **5b** angedeutet, der an seiner dem Läuferaußengehäuse **7** zugewandten Seite mit dessen scheibenförmigem Seitenteil **7b** starr verbunden ist. Über diesen in einem Lager **6** gelagerten Wellenteil erfolgt unter anderem eine Zufuhr eines erforderlichen Kühlmittels K zur Kühlung der supraleitenden Wicklung **10** von au-

ßerhalb der Maschine. Ein den Wicklungsträger **9** mit der supraleitenden Wicklung **10** umschließendes Vakuum ist mit V bezeichnet. Dieses zur thermischen Isolation dienende Vakuum ist insbesondere zwischen dem warmen Läuferaußengehäuse **7** und dem kalten Wicklungsträger **9** vorhanden.

[0026] Die z. B. in Nuten in den Wicklungsträger **9** eingebrachte Wicklung **10** ist von einem Fixierungsmittel **12** auf dem Träger **9** gegen Bewegungen unter Krafteinwirkung gesichert. Hierzu wird auf den Träger mit der Wicklung eine rohrförmige, faserverstärkte Kunststoffbandage **13** in an sich bekannter Weise aufgebracht. Diese Bandage kann zur Versteifung gegebenenfalls noch mit einem aushärtbaren Kunststoff versehen sein. Ihre Außenkontur soll schon beim Aufbringen oder nachträglich z. B. durch entsprechende Überarbeitung eine sich wenigstens annähernd konisch bzw. erfinderisch doppelkonisch verjüngende Form erhalten, so dass sie sich in axialer Richtung gesehen von einem kleineren Außendurchmesser D_1 auf einen größeren Außendurchmesser D_2 erweitert. Die Erweiterung kann dabei in axialer Richtung gesehen kontinuierlich oder auch abgestuft geschehen. Auf diese Weise können von der Seite mit dem kleineren Außendurchmesser D_1 her bei der Montage des Läufers zusätzliche Stütz- oder Sicherungsringe **14₁** über die Bandage **13** geschoben werden. Der Innendurchmesser der einzelnen Ringe ist an den Außendurchmesser der Bandage an der Stelle, wo sich der jeweilige Sicherungsring im montierten Zustand befinden soll, angepasst, um dort einen Kraftschluss zwischen dem Ring und der Bandage zu erzeugen. Gegebenenfalls kann mit diesen Ringen an den betreffenden Stellen noch eine radiale Vorspannkraft auf die Bandage hervorgerufen werden. Die Sicherungsringe brauchen, wie in der Figur angedeutet ist, nicht bündig aneinander zu liegen, sondern können je nach Anforderungen an die Steifigkeit auch untereinander beabstandet sein.

[0027] [Fig. 2](#) zeigt in vergrößerter Darstellung die Bandage **13** in einfach konischer Gestalt aus Gründen der Übersichtlichkeit, mit drei Stützringen **14₁** bis **14₃**. Dabei ist eine größere Anzahl entsprechender Ringe **14₁** ebenfalls möglich. Aus Gründen der Verdeutlichung ist die Konizität der Bandage übertrieben stark veranschaulicht und nur einfach konisch dargestellt. Die Ringe bestehen aus einem insbesondere nicht-magnetischen Metall wie einem Edelstahl oder aus einem Kunststoff-Faserverbundmaterial. Ihre Querschnittsform braucht dabei, wie dargestellt, nicht unbedingt quadratisch zu sein. Auch rechteckige Querschnittsformen sind möglich, so dass die Ringe dann rohrstückartig oder reifenartig ausgebildet sind. Ebenso gut sind auch runde Querschnittsformen geeignet, die zudem noch ein leichteres Überstreifen der Ringe über die Bandage ermöglichen.

[0028] Bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel

wurde davon ausgegangen, dass die Konizität bzw. Doppel-Konizität der Außenkontur der Bandage dadurch erhalten wird, dass die Bandage von ihrer Außenseite entsprechend bearbeitet bzw. abgearbeitet wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Außenseite des Trägerkörpers mit der in ihm angeordneten Wicklung konisch bzw. doppel-konisch zu gestalten und dann diese Außenseite mit einer Bandage zu versehen, deren Dicke sich in axialer Richtung nicht ändert.

[0029] Die Außenkontur des Fixierungsmittels ist erfindungsgemäß in Form eines Doppel-Konus ausgebildet. Der Außendurchmesser des Fixierungsmittels erweitert sich von einer Seite des Läufers her in axialer Richtung hin zur Läufermitte zunächst auf einen größeren Durchmesser und nimmt zur anderen Seite hin wieder ab. Die Sicherungsringe werden von beiden Seiten des Läufers her aufgebracht. In [Fig. 3](#) ist ein entsprechendes Ausführungsbeispiel einer noch nicht mit Sicherungsringen versehenen Bandage dargestellt. Die mit **15** bezeichnete Bandage erweitert sich von einer Seite mit einem Durchmesser D_1 zu Mitte hin auf einen Durchmesser D_2 und verjüngt sich wieder auf einen Durchmesser D_1' . Die seitlichen Durchmesser D_1 und D_1' brauchen dabei nicht gleich groß zu sein.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Läufer, der eine auf Tieftemperatur zu kühlende, insbesondere supraleitende Wicklung enthält, die von einem Fixierungsmittel mit einer Bandage umhüllt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fixierungsmittel (**12**) in axialer Richtung gesehen eine sich von einem kleineren (D_1 , D_1') auf einen größeren Außendurchmesser (D_2) erweiternde Außenkontur seiner Bandage (**13**, **15**) aufweist und die Bandage von mehreren hintereinander angeordneten Sicherungsringen (**14i**) mit jeweils dem Außendurchmesser der Außenkontur angepasstem Innendurchmesser kraftschlüssig umgeben ist, wobei die Außenkontur der Bandage (**15**) die Gestalt eines Doppel-Konus mit sich jeweils nach den Läuferseiten hin verjüngendem Außendurchmesser (D_1 , D_1') aufweist.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer (**5**) einen Polkern (**9**) bildet, der die Wicklung (**10**) aufnimmt.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bandage (**13**, **15**) aus einem faserverstärkten Kunststoffband gewickelt ist.

4. Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu der Bandage (**13**, **15**) ein aushärtbarer Kunststoff vorgesehen ist.

5. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherungsringe (**14_i**) aus einem faserverstärkten Kunststoff oder aus Metall bestehen.

6. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die tiefgekühlte Wicklung (**10**) Hoch- T_c -Supraleitermaterial enthält.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (**10**) auf einem Temperaturniveau unter 77 K zu halten ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

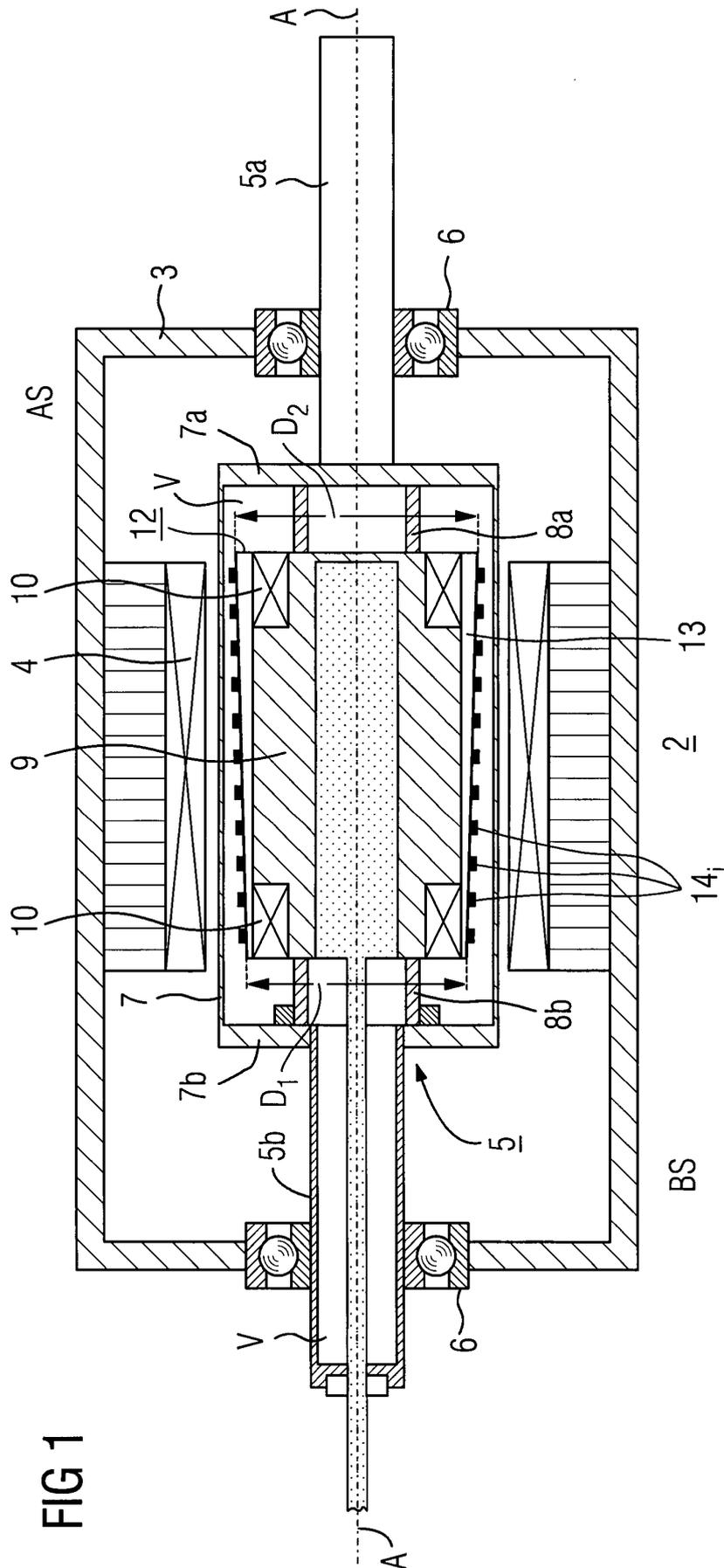


FIG 1

FIG 2

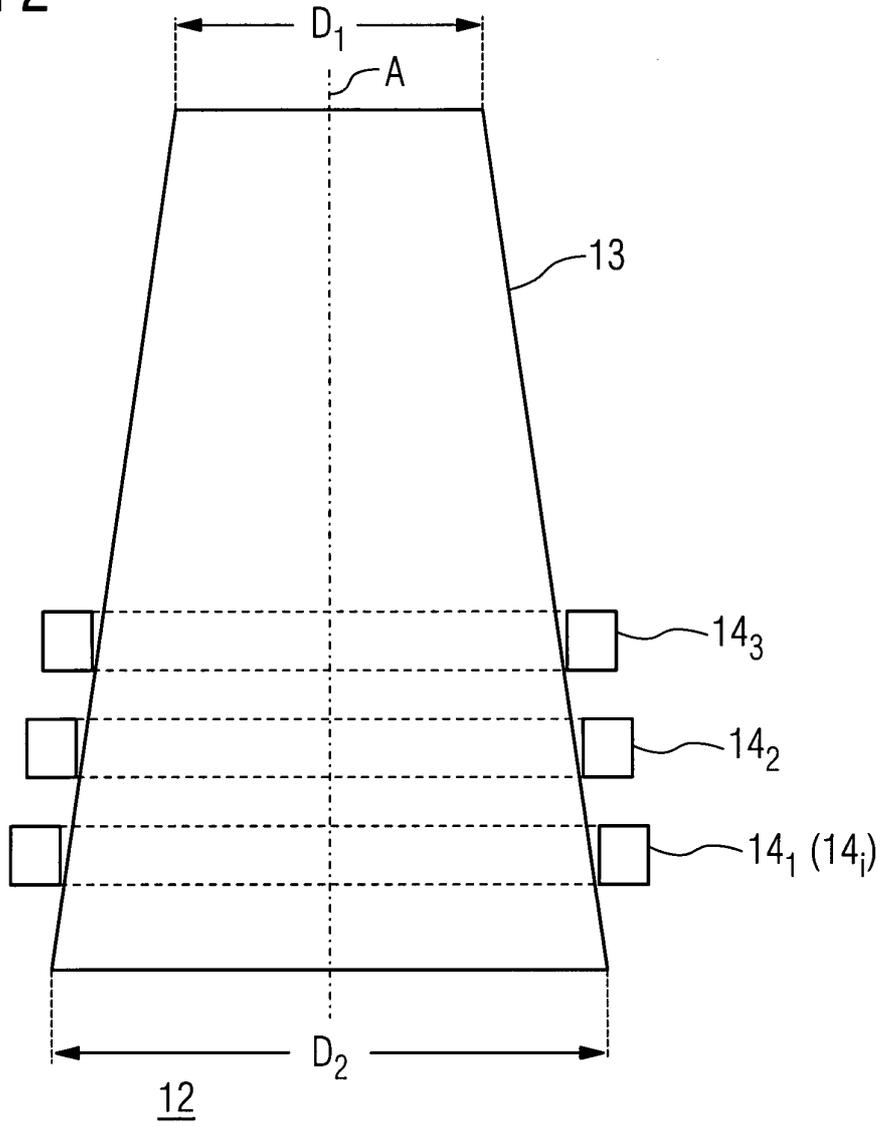


FIG 3

