



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 016 454 A1** 2005.10.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 016 454.1**

(22) Anmeldetag: **31.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2005**

(51) Int Cl.7: **H02K 3/50**

(71) Anmelder:
ALSTOM Technology Ltd, Baden, CH

(74) Vertreter:
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241 München

(72) Erfinder:
Bänziger, Matthias, Hausen, CH; Ladstätter, Werner, Dättwil, CH; Lukacic, Hrvoje, Birr, CH; Meier, Walter, Waltenschwil, CH; Stallone, Francesco, Locarno, CH

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

DE 44 06 400 A2

DE 12 00 932 A

US 42 54 352 A

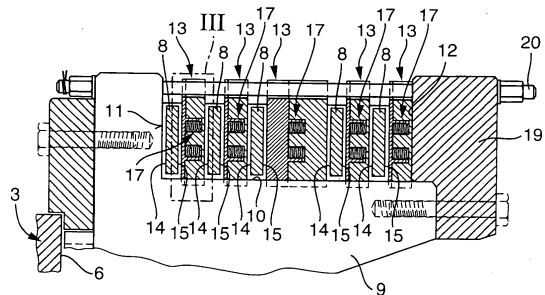
JP 01-0 77 440 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine mit Rotor und Stator**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit Rotor und Stator, insbesondere Elektromotor oder Generator, vorzugsweise für eine Kraftwerksanlage. Der Stator weist eine Statorwicklung mit mehreren Wicklungsstäben auf, die im Bereich einer axialen Kernstirnseite (6) jeweils über einen Phasenverbinderstab (8) mit einer Anschlussklemme der Statorwicklung (4) elektrisch verbunden sind. Mehrere Phasenverbinderstäbe (8) erstrecken sich zwischen ihren Enden ringsegmentförmig in Umfangsrichtung des Stators und sind radial innen an wenigstens einer Stütze (9) abgestützt. Im Bereich der Kernstirnseite (6) sind mehrere derartige Stützen (9) in Umfangsrichtung verteilt angeordnet. An wenigstens einer Stütze (9) ist ein Phasenverbinderstab (8) zwischen zwei ortsfesten Axialanschlüssen (11, 12) angeordnet, liegt mit seiner Innenseite (14) am ersten Axialanschlag (11) oder an einem Distanzkörper (13) axial an und mit seiner Außenseite (15) am zweiten Axialanschlag (12) oder an einem Distanzkörper (13) axial an. Wenigstens eine Vorspanneinrichtung (17) ist vorgesehen, welche den Phasenverbinderstab (8) mit axialer Federkraft gegen den jeweiligen Axialanschlag (11, 12) und/oder den jeweiligen Distanzkörper (13) anliegend anpresst.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit Rotor und Stator, insbesondere einen Elektromotor oder einen Generator, vorzugsweise in einer Kraftwerksanlage.

Stand der Technik

[0002] Bei großen Maschinen dieser Art, insbesondere zur Stromproduktion in einer Kraftwerksanlage, besitzt der Stator eine Statorwicklung, die durch mehrere Wicklungsstäbe gebildet ist. Diese Wicklungsstäbe, die vorzugsweise als sogenannte Roebelstäbe ausgebildet sind, erstrecken sich dabei in axialer Richtung in einen Stator Kern. Zumindest an einer axialen Stirnseite dieses Stator Kerns sind die Wicklungsstäbe mit ihren Enden aus dem Stator Kern herausgeführt. Üblicherweise sind die herausgeführten Wicklungsstabenden so umgebogen und angeordnet, dass sie an der Kernstirnseite einen kegelförmigen Wickelkopf ausbilden, dessen Querschnitt mit zunehmendem Abstand von der Kernstirnseite zunimmt.

[0003] Üblicherweise ist die Statorwicklung der elektrischen Maschine mit mehreren Anschlussklemmen versehen, um elektrische Energie in die Statorwicklung einspeisen und/oder aus der Statorwicklung abführen zu können, je nach dem ob die elektrische Maschine als Elektromotor oder als Generator ausgestaltet ist bzw. betrieben wird. Hierzu müssen ausgewählte Wicklungsstäbe, sogenannte Phasenwicklungsstäbe mit diesen Anschlussklemmen verbunden werden. Dies kann beispielsweise mittels Phasenverbinderstäben erfolgen, die jeweils einen der Phasenwicklungsstäbe im Bereich der Kernstirnseite mit einer der Anschlussklemmen verbinden.

[0004] In der Regel erstrecken sich die Phasenverbinderstäbe zwischen ihren Enden ringsegmentförmig in der Umfangsrichtung des Stators, wobei sie sich radial innen an einer oder mehreren Stützen abstützen, die im Bereich der Kernstirnseite in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind. An diesen Stützen können zwei ortsfeste Axialanschlüge vorgesehen sein, zwischen denen zumindest ein Phasenverbinderstab angeordnet ist. In der Regel befinden sich mehrere Phasenverbinderstäbe zwischen den Axialanschlügen der Stützen. Zweckmäßig sind zwischen benachbarten Phasenverbinderstäben im Bereich der Stützen jeweils Distanzkörper angeordnet, an denen die Phasenverbinderstäbe axial zur Anlage kommen. Die axial außen liegenden Phasenverbinderstäbe können dabei entweder direkt am jeweils zugewandten Axialanschlag oder indirekt über einen weiteren Distanzkörper axial am jeweils zugewandten Axialanschlag anliegen. Die Dimensionierung der

Distanzkörper ist dabei zweckmäßig so abgestimmt, dass sich nach der Montage in axialer Richtung ein Presssitz für die zwischen den Axialanschlügen angeordneten Phasenverbinderstäbe ergibt. Hierdurch wird eine effektive Fixierung der Phasenverbinderstäbe an den Stützen erreicht, was aufgrund der im Betrieb der elektrischen Maschine auftretenden Belastungen erforderlich ist.

[0005] Üblicherweise sind die Phasenverbinderstäbe an ihrer Außenseite mit einer Isolierung versehen, in der Regel ein Kunstharz. Beim Aushärten des Harzes und aufgrund der im Betrieb der elektrischen Maschinen auftretenden Erwärmung und Vibrationen kann es zu Setzungserscheinungen kommen, bei denen die Isolierungen der Phasenverbinderstäbe geringfügig in axialer Richtung nachgeben können. Hierdurch nimmt die axiale Verpressung im Presssitz zwischen den Axialanschlügen der Stützen stark ab, was im Dauerbetrieb der jeweiligen Maschine dazu führen kann, dass sich die axialen Haltekräfte so weit reduzieren, dass sich die Distanzkörper aufgrund der auftretenden Vibrationen relativ zu den Phasenverbinderstäben bewegen können. Hierdurch kommt es zu abrasiven Effekten, was zu einer Zerstörung der elektrischen Isolierung der Phasenverbinderstäbe führt. Des Weiteren können sich die Distanzkörper unter Umständen komplett lösen und herausfallen, wodurch die axiale Halterung der Phasenverbinderstäbe instabil wird. Diese Vorgänge bergen ein unerwünschtes Gefahrenpotential und erfordern regelmäßige Inspektionen und ggf. aufwändige Wartungsmaßnahmen.

Darstellung der Erfindung

[0006] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine elektrische Maschine der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, bei der insbesondere für die axiale Fixierung der Phasenverbinderstäbe zwischen den Axialanschlügen der Stützen eine erhöhte Sicherheit erreicht werden kann.

[0007] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Phasenverbinderstäbe, die zwischen den Axialanschlügen der jeweiligen Stützen angeordnet sind, mit Hilfe wenigstens einer Vorspanneinrichtung mittels axialer Federkraft gegen den jeweiligen Axialanschlag bzw. gegen den jeweiligen Distanzkörper axial anliegend anzupressen. Die erfindungsgemäße Bauweise hat den Vorteil, dass Setzungs Vorgänge, die sich in axialer Richtung aus-

wirken, durch die axiale Federkraft kompensiert werden können, so dass stets eine hinreichende axiale Fixierung bzw. Verpressung der Phasenverbinderstäbe zwischen den Axialanschlüssen der Stützen gewährleistet ist. Denn eine mit axialer Federkraft arbeitende Vorspanneinrichtung ist naturgemäß in axialer Richtung federelastisch nachgiebig. Während der Montage werden die Vorspanneinrichtungen gespannt, also axial zusammengedrückt, wodurch sich eine gewünschte axiale Vorspannung oder Verpressung oder Federkraftwirkung erzielen lässt. Wenn es nun im Betrieb der Maschine zu axialen Setzungserscheinungen kommt, kann sich die zusammengesetzte Vorspanneinrichtung in entsprechender Weise axial ausdehnen, so dass die zwischen den Axialanschlüssen aneinander anliegenden Phasenverbinderstäbe und Distanzkörper nach wie vor gegeneinander verpresst sind. Zwar nimmt bei der federbedingten Ausgleichsbewegung die Federkraft ab, jedoch kann dies im Vorfeld durch eine geeignete Auswahl der Vorspannung berücksichtigt werden. Bei der erfindungsgemäßen Maschine kann somit für die axiale Fixierung der Phasenverbinderstäbe eine erhöhte Sicherheit gewährleistet werden.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann eine derartige Vorspanneinrichtung in einen der Distanzkörper integriert sein. Auf diese Weise benötigt die jeweilige Vorspanneinrichtung in der Regel keinen zusätzlichen Bauraum, so dass keine aufwändigen Anpassungsmaßnahmen erforderlich sind, um die Erfindung an einer solchen elektrischen Maschine zu realisieren. Des Weiteren ermöglicht es diese Ausführungsform, bei einer herkömmlichen Maschine im Rahmen von Wartungsarbeiten die herkömmlichen Distanzkörper durch solche mit integrierter Vorspanneinrichtung zu ersetzen. Insoweit können bereits bestehende Maschinen vergleichsweise preiswert nachgerüstet werden, um die Erfindung zu realisieren.

[0010] Bei einer anderen Ausführungsform kann eine derartige Vorspanneinrichtung in einen der Axialanschlüsse integriert sein. Auch hier wird durch die integrale Bauweise eine möglichst kompakt bauende Ausführung angestrebt. Da hierbei jedoch eine Modifikation des jeweiligen Axialanschlusses erforderlich ist, eignet sich diese Ausführungsform in besonderer Weise für neue Maschinen, die von Anfang an nach der Erfindung ausgestaltet sein können. Für die Integration der Vorspanneinrichtung in den Axialanschlag steht mehr Bauraum zur Verfügung als für die Integration in einen Distanzkörper. Dementsprechend kann die in den Axialanschlag integrierte Vorspanneinrichtung erheblich größer bzw. stärker dimensioniert werden als eine in einen Distanzkörper integrierte Vorspanneinrichtung. Auf diese Weise kann die in den Axialanschlag integrierte Vorspanneinrichtung möglicherweise ausreichen, sämtliche Distanzkörper und Phasenverbinderstäbe, die dieser

Stütze zugeordnet sind, hinreichend axial zu verpressen, während bei der Integration in die Distanzkörper möglicherweise mehrere Distanzkörper mit integrierter Vorspanneinrichtung verwendet werden müssen, um eine hinreichende axiale Verpressung erzielen zu können. Insoweit könnte sich hier trotz der Adaption des jeweiligen Axialanschlusses ein Preisvorteil ergeben.

[0011] Gemäß einer anderen besonders vorteilhaften Ausführungsform kann wenigstens einer der Phasenverbinderstäbe an seinem mit dem Wicklungsstab verbundenen Ende einen Verbindungsbügel aufweisen, der eine sich in Umfangsrichtung und in Axialrichtung erstreckende Stützzone aufweist. Des Weiteren erstreckt sich radial nach außen beabstandet zur Stützzone zumindest ein weiterer Phasenverbinderstab in Umfangsrichtung. Erfindungsgemäß ist nun eine zusätzliche Vorspanneinrichtung vorgesehen, welche diesen weiteren Phasenverbinderstab an besagter Stützzone mit radialer Federkraft abstützt. Durch diese Bauweise können einzelne Phasenverbinderstäbe zwischen ihren Enden, also an dem in Umfangsrichtung gekrümmten Abschnitt radial unterstützt werden, wobei hierzu die zur elektrischen Kontaktierung mit dem jeweiligen Phasenwicklungsstab benötigten Verbindungsbügel verwendet werden, wodurch diese eine Doppelfunktion erhalten. Auf diese Weise werden zusätzliche Abstützstellen für die einzelnen Phasenverbinderstäbe geschaffen, die in Umfangsrichtung zwischen den Stützen vorgesehen sind, und so die Lastverteilung entlang der Phasenverbinderstäbe verbessern.

[0012] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0014] Es zeigen, jeweils schematisch,

[0015] [Fig. 1](#) eine axiale Ansicht auf eine Kernstirnseite eines Stators einer erfindungsgemäßen Maschine,

[0016] [Fig. 2](#) eine Seitenansicht auf eine Stütze,

[0017] [Fig. 3](#) ein vergrößertes Detail III aus [Fig. 2](#),

[0018] [Fig. 4](#) eine Ansicht wie in [Fig. 3](#), jedoch bei einer anderen Ausführungsform,

[0019] [Fig. 5](#) eine Ansicht wie in [Fig. 2](#), jedoch bei einer anderen Ausführungsform,

[0020] [Fig. 6](#) eine Ansicht wie in [Fig. 5](#), jedoch bei einer weiteren Ausführungsform,

[0021] [Fig. 7](#) eine vergrößerte Ansicht auf ein Detail VII aus [Fig. 6](#),

[0022] [Fig. 8](#) eine Frontansicht auf ein mittleres Distanzkörperteil bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 7](#),

[0023] [Fig. 9](#) eine Seitenansicht des mittleren Distanzkörperteils aus [Fig. 8](#),

[0024] [Fig. 10](#) eine Seitenansicht auf eine Wellfeder,

[0025] [Fig. 11](#) eine Draufsicht auf die Wellfeder aus [Fig. 10](#),

[0026] [Fig. 12](#) eine Seitenansicht einer radial wirkenden Vorspanneinrichtung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0027] Entsprechend [Fig. 1](#) besitzt eine elektrische Maschine **1** nach der Erfindung zumindest einen Stator **2** und einen darin drehbar gelagerten, hier nicht dargestellten Rotor. Beispielsweise handelt es sich bei der elektrischen Maschine **1** um einen Elektromotor und/oder um einen Generator, insbesondere um eine Wechselstrommaschine. Die hier in Betracht kommenden elektrischen Maschinen **1** sind für relativ große Leistungen konzipiert und dementsprechend relativ groß dimensioniert. Eine bevorzugte Anwendung derartiger Maschinen **1** erfolgt beispielsweise in einer Kraftwerksanlage zur Stromproduktion.

[0028] Der Stator **2** besitzt einen Statorkern **3** und eine Statorwicklung **4**. Diese Statorwicklung **4** ist aus einer Vielzahl von Wicklungsstäben **5** aufgebaut, die sich im Statorkern **3** in axialer Richtung, also hier senkrecht zur Zeichnungsebene, und somit parallel zur Rotationsachse des Rotors erstrecken. Von den Wicklungsstäben **5**, die insbesondere als Roebelstäbe ausgeführt sein können, sind hier nur wenige im Querschnitt exemplarisch mit unterbrochenen Linien angedeutet.

[0029] Zumindest an einer, in [Fig. 1](#) dem Betrachter zugewandten axialen Stirnseite **6** des Statorkerns **3** sind die Wicklungsstäbe **5** mit ihren Enden aus dem Statorkern **3** herausgeführt. Vorzugsweise werden die aus dem Statorkern **3** herausgeführten Enden der Wicklungsstäbe **5** so umgebogen und angeordnet, dass sie an der Kernstirnseite **6** einen hier nicht dargestellten Wickelkopf ausbilden. Ein derartiger Wickelkopf besitzt in der Regel die Form eines sich mit

zunehmendem Axialabstand von der Kernstirnseite **6** aufweitenden Kegelstumpfs. Innerhalb des Wickelkopfs sind die Wicklungsstabenden fest miteinander verbunden, wodurch der Wickelkopf im Hinblick auf radial von außen nach innen wirkende Druckkräfte wie ein Gewölbe reagiert und die auftretenden Kräfte in Umfangsrichtung abtragen kann. Gleichzeitig können dadurch auch extrem hohe von der Kernstirnseite **6** weggerichtete axiale Kräfte am Außenumfang des Wickelkopfs in diesen eingeleitet werden. Diese Bauweise ermöglicht es, die Wicklungsstäbe **5** im Statorkern **3** mit hohen axialen Zugkräften vorzuspannen bzw. um die im Betrieb der Maschine **1** auftretenden Belastungen aufnehmen zu können.

[0030] Die Statorwicklung **4** ist mit mehreren Anschlussklemmen **7** versehen, über die elektrische Energie in die Maschine **1** eingeleitet werden kann (bei einem Elektromotor oder bei einem Elektromotor-Betriebszustand) oder von der Maschine **1** abgeführt werden kann (bei einem Generator oder bei einem Generator-Betriebszustand). Bei der Darstellung gemäß [Fig. 1](#) sind nur drei derartige Anschlussklemmen **7** erkennbar; es können auch mehr oder weniger Anschlussklemmen **7** vorhanden sein.

[0031] Von der Gesamtheit aller Wicklungsstäbe **5** sind einige ausgewählte Wicklungsstäbe **5**, sogenannte „Phasenwicklungsstäbe“, jeweils mit einer der Anschlussklemmen **7** elektrisch leitend verbunden. Diese Verbindung erfolgt im Bereich der Kernstirnseite **6**, und zwar mit Hilfe von Phasenverbinderstäben **8**. Dabei ist jeder dafür vorgesehene (Phasen-)Wicklungsstab **5** über einen eigenen Phasenverbinderstab **8** mit der jeweiligen Anschlussklemme **7** elektrisch leitend verbunden.

[0032] Da die zum Anschluss an die Anschlussklemmen **7** vorgesehenen Wicklungsstäbe **5** entlang der Kernstirnseite **6** in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind und sich die Anschlussklemmen **7** für eine verbesserte Zugänglichkeit zweckmäßig in einem begrenzten Umfangssegment befinden, besitzen die Phasenverbinderstäbe **8** in Umfangsrichtung unterschiedliche Ausdehnungen, um die verschiedenen Abstände zwischen den jeweiligen Wicklungsstäben **5** und den Anschlussklemmen **7** zu überbrücken. Wie aus [Fig. 1](#) deutlich hervorgeht, besitzen daher die meisten Phasenverbinderstäbe **8** zwischen ihren Enden eine ringsegmentförmige Gestalt und erstrecken sich bezüglich der Rotationsachse in Umfangsrichtung des Stators **2**.

[0033] An der Kernstirnseite **6** sind mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Stützen **9** angebracht. Die Phasenverbinderstäbe **8** stützen sich radial nach innen an keiner, an einer oder an mehreren dieser Stützen **9** ab, je nach ihrer Position bzw. Erstreckung in Umfangsrichtung. Mit Hilfe der Stützen **9** sind die Phasenverbinderstäbe **8** somit in radialer

Richtung am Stator Kern **3** fixiert.

[0034] [Fig. 2](#) zeigt nun eine Seitenansicht auf eine dieser Stützen **9**. Demnach besitzt jede Stütze **9** eine Stützfläche **10** zur radialen Unterstützung eines oder mehrerer Phasenverbinderstäbe **8**. Die in [Fig. 2](#) gezeigte Stütze **9** befindet sich in einem Umfangssegment des Wickelkopfs, in dem fünf Phasenverbinderstäbe **8** axial zueinander versetzt in Umfangsrichtung verlaufen. Dementsprechend sind an dieser Stütze **9** diese fünf Phasenverbinderstäbe **8** an der Stützfläche **10** radial nach innen abgestützt. Es ist klar, dass – je nach Positionierung entlang des Umfangs – auch mehr oder weniger Phasenverbinderstäbe **8** oder kein Phasenverbinderstab **8** an der jeweiligen Stütze **9** abgestützt sein können.

[0035] Die zur Abstützung der Phasenverbinderstäbe **8** dienenden Stützen **9** besitzen gemäß [Fig. 2](#) zwei ortsfeste Axialanschlüge, nämlich einen näher an der Kernstirnseite **6** angeordneten ersten Axialanschlag **11** und einen weiter von der Kernstirnseite **6** entfernten zweiten Axialanschlag **12**. Zwischen den beiden sich axial gegenüberliegenden Axialansschlägen **11**, **12** sind die von der jeweiligen Stütze **9** abzustützenden Phasenverbinderstäbe **8** angeordnet. Zwischen je zwei Phasenverbinderstäben **8** ist dabei jeweils ein Distanzkörper **13** angeordnet. Dementsprechend liegen benachbarte Phasenverbinderstäbe **8** nie axial aneinander an. Vielmehr liegt jeder Phasenverbinderstab **8** mit einer dem Stator Kern **3** zugewandten Innenseite **14** entweder am ersten Axialanschlag **11** oder an einem der Distanzkörper **13** axial an, und mit einer von der Kernstirnseite **6** abgewandten Außenseite **15** entweder am zweiten Axialanschlag **12** oder an einem der Distanzkörper **13** axial an.

[0036] Die Distanzkörper **13** sind dabei hinsichtlich ihrer axialen Erstreckung so dimensioniert, dass nach der Montage zwischen den Axialansschlägen **11**, **12** eine axiale Verpressung der Distanzkörper **13** mit den Phasenverbinderstäben **8** erfolgt. Hierdurch wird eine formschlüssige Fixierung in Axialrichtung und eine kraftschlüssige Fixierung in Umfangsrichtung für die Phasenverbinderstäbe **8** erreicht.

[0037] Damit diese Fixierung auch dann mit erhöhter Sicherheit gewährleistet werden kann, wenn sich im Verlaufe des Betriebs der Maschine **1** Setzungserscheinungen, z. B. im Bereich einer elektrischen Isolierung **16** (vergleiche die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)) der Phasenverbinderstäbe **8**, ergeben, ist bei der erfindungsgemäßen Maschine **1** im Bereich der Stützen **9** zumindest eine Vorspanneinrichtung **17** vorgesehen. Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform sind fünf derartige Vorspanneinrichtungen **17** vorgesehen. Jede dieser Vorspanneinrichtungen **17** ist so ausgestaltet, dass sie im eingebauten Zustand eine axiale Federkraft erzeugt, die zwischen den Axialansschlä-

gen **11**, **12** auf den Verband aus Phasenverbinderstäben **8** und Distanzkörpern **13** einwirkt, derart, dass jeder Phasenverbinderstab **8** gegen den jeweiligen Axialanschlag **11** bzw. **12** und/oder gegen den jeweiligen Distanzkörper **13** axial anliegend angepresst ist. Kommt es im Betrieb der Maschine **1** zu einer Setzungserscheinung, die zu einem axialen Schrumpfen des Verbands aus Distanzkörpern **13** und Phasenverbinderstäben **8** führen würde, kann die Federkraft der Vorspanneinrichtungen **17** dies kompensieren. Dabei drückt eine zur Erzeugung der Federkraft vorgesehene Federeinrichtung **18** (vergleiche die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)) die Phasenverbinderstäbe **8** und die Distanzkörper **13** weiterhin axial gegeneinander und gegen den oder die Axialansschläge **11**, **12**.

[0038] Zu diesem Zweck wird die Federeinrichtung **18** während der Montage gespannt, d. h. axial zusammengedrückt, wodurch die gewünschte Federvorspannung erzeugt wird. Bei einem Setzungsvorgang kann sich die Federeinrichtung **18** dann entsprechend axial ausdehnen, wodurch gewährleistet ist, dass die Phasenverbinderstäbe **8** und die Distanzkörper **13** in axialer Richtung aneinander sowie an dem oder den Axialansschlägen **11**, **12** angepresst bleiben. Zwar nimmt bei der axialen Ausdehnung der Federeinrichtung **18** deren Federkraft zwangsläufig ab, jedoch kann die bei der Montage eingebrachte Federvorspannung so groß gewählt werden, dass auch nach einer maximal im Betrieb zu erwartenden axialen Schrumpfung des Verbands aus Distanzkörpern **13** und Phasenverbinderstäben **8** noch eine hinreichende axiale Verpressung innerhalb des Verbandes vorliegt, um die erwünschte Fixierung der Phasenverbinderstäbe **8** axial und umfangsmäßig zu gewährleisten.

[0039] Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform sind die Vorspanneinrichtungen **17** jeweils in die Distanzkörper **13** integriert. Beispielsweise können auf diese Weise herkömmliche Distanzkörper durch die mit integrierter Vorspanneinrichtung **17** versehenen Distanzkörper **13** ersetzt werden, um an einer herkömmlichen Maschine **1** die Erfindung nachträglich zu realisieren. Zweckmäßig sind alle Distanzkörper **13** mit integrierter Vorspanneinrichtung **17** ausgestattet, um eine möglichst große Vorspannung bzw. Federkraft zwischen den Axialansschlägen **11**, **12** erzeugen zu können. Es ist klar, dass bei anderen Ausführungsformen durchaus auch Distanzkörper **13** ohne integrierte Vorspanneinrichtung **17** zur Anwendung kommen können.

[0040] Gemäß [Fig. 2](#) ist der erste Axialanschlag **11** zweckmäßig direkt an der Stütze **9** ausgebildet bzw. einstückig an dieser ausgeformt. Im Unterschied wird der zweite Axialanschlag **12** mit Hilfe eines separaten Bauteils realisiert, das an der Stütze **9** befestigt ist. Besonders vorteilhaft ist dabei eine Ausführungsform, bei welcher zur Realisierung des zweiten Axial-

anschlags **12** für alle Stützen **9** ein als separates Bauteil ausgestalteter gemeinsamer Stützring **19** verwendet wird, der mit den einzelnen Stützen **9** fest verbunden ist. Hierdurch wird eine Art Stützkäfig geschaffen, innerhalb dem die Stützen **9** über den Stützring **19** radial abgestützt sind. Zur Verbindung des Stützrings **19** mit den Stützen **9** kann zumindest bei einzelnen Stützen **9** ein Zuganker **20** vorgesehen sein, der letztlich die beiden Axialansschläge **11**, **12** miteinander verbindet. Über diesen Zuganker **20** können die von den Vorspanneinrichtungen **17** zwischen den Axialansschlägen **11**, **12** erzeugten Federkräfte von außen abgefangen werden, um den Kraftfluss zu schließen.

[0041] Entsprechend den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) kann der Distanzkörper **13** an einer dem Zuganker **20** zugewandten Außenseite eine in axialer Blickrichtung U-förmige Ausnehmung **21** aufweisen, in welche der Zuganker **20** eingreift. Auf diese Weise ist der Distanzkörper **13** im Bereich des Zugankers **20** formschlüssig an der Stütze **9** gesichert. Zusätzlich oder alternativ kann der Distanzkörper **9** an einer der Stützfläche **10** zugewandten Innenseite eine in axialer Blickrichtung U-förmige Aufnahme **22** aufweisen, in welche die Stütze **9** eingreift. Auf diese Weise ist der Distanzkörper **13** im Bereich der Stützfläche **10** formschlüssig an der Stütze **9** gesichert. Dabei ist wesentlich, dass die formschlüssige Sicherung des Distanzkörpers **13** im Bereich des Zugankers **20** und/oder im Bereich der Stützfläche **10** radial und in Umfangsrichtung erfolgt, jedoch nicht axial, so dass der Distanzkörper **13** an sich axial entlang der Stützfläche **10** verschiebbar ist.

[0042] Bei den Ausführungsformen der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist der Distanzkörper **13** axial zweigeteilt und umfasst somit zwei Distanzkörperteile **13'** und **13''**. Die beiden Distanzkörperteile **13'**, **13''** sind relativ zueinander axial beweglich. Beispielsweise besitzt das eine Distanzkörperteil **13'** hierzu einen axial abstehenden Kragen **23**, der in eine im anderen Distanzkörperteil **13''** ausgebildete, dazu komplementär geformte Ausnehmung **24** eingreift und dabei eine Axialführung bildet. Zwischen den beiden Distanzkörperteilen **13'**, **13''** ist dann die in diesen Distanzkörper **13** integrierte Vorspanneinrichtung **17** angeordnet, derart, dass deren Federkraft die beiden Distanzkörperteile **13'**, **13''** axial voneinander wegdrückt. Hierzu ist die Vorspanneinrichtung **17** bzw. deren Federeinrichtung **18** in die oben genannte Ausnehmung **24** eingesetzt, so dass sie sich an beiden Distanzkörperteilen **13'**, **13''** axial abstützen kann.

[0043] Bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 3](#) ist die Federeinrichtung **18** durch eine Federanordnung **25** gebildet, die hier mehrere aufeinander liegende Tellerfedern **26** umfasst. Die Tellerfedern **26** bilden dadurch ein Tellerfederpaket, was die Erzeugung extrem großer Federkräfte bei kleinen Axialhuben er-

möglicht. Die Tellerfedern **26** sind hier zentral gelocht und auf einen Führungsdorn **27** aufgesteckt, der innerhalb der Ausnehmung **24** an einem der Distanzkörperteile **13''** ausgebildet ist.

[0044] Im Unterschied dazu ist die Federeinrichtung **18** bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 4](#) durch eine Federanordnung **25** gebildet, die aus mehreren Wellfedern **28** oder Wellrippenfedern aufgebaut ist. Beispielsweise können die Wellfedern **28** mit unterschiedlicher Wellenorientierung aufeinander gestapelt werden, wodurch auch hier eine kompakte Federanordnung **25** erreicht werden kann, die sehr hohe Federkräfte bei kleinen Axialhuben generiert.

[0045] Die hier gezeigten Ausführungsformen für die Vorspanneinrichtung **17** bzw. für deren Federeinrichtung **18** sind rein exemplarisch und ohne Beschränkung der Allgemeinheit.

[0046] Entsprechend [Fig. 5](#) kann die Vorspanneinrichtung **17** bei einer anderen Ausführungsform in einen der Axialansschläge **11**, **12** integriert sein. Gemäß [Fig. 5](#) erfolgt dies vorzugsweise am zweiten Axialanschlag **12** bzw. an dem den zweiten Axialanschlag **12** bildenden Stützring **19**. Zu diesem Zweck enthält der Stützring **19** am zweiten Axialanschlag **12** eine Aufnahme **29**, in welche die Vorspanneinrichtung **17** eingesetzt ist. Dabei ist diese Aufnahme **29** zum jeweils anderen Axialanschlag, also hier zum ersten Axialanschlag **11** hin offen.

[0047] Da im Bereich des jeweiligen Axialanschlages **11**, **12**, insbesondere im Stützring **19**, vergleichsweise viel Bauraum zur Verfügung steht, kann die hierin integrierte Vorspanneinrichtung **17** erheblich stärker dimensioniert werden, als eine Vorspanneinrichtung **17**, die in einen der Distanzkörper **13** integriert ist. Dementsprechend kann es – je nach Anwendungsform – ausreichend sein, nur diese eine, in den Axialanschlag **11** oder **12** integrierte Vorspanneinrichtung **17** an der jeweiligen Stütze **9** vorzusehen. Es ist klar, dass bei anderen Ausführungsformen auch zusätzlich in wenigstens einem der Distanzkörper **13** eine weitere Vorspanneinrichtung **17** vorgesehen sein kann.

[0048] Grundsätzlich kann die in den jeweiligen Anschlag **11**, **12** integrierte Vorspanneinrichtung **17** denselben Aufbau besitzen wie eine in einen Distanzkörper **13** integrierte Vorspanneinrichtung **17**, so dass insoweit auf das oben Gesagte verwiesen werden kann. Bei der in [Fig. 5](#) gezeigten Ausführungsform besitzt die Vorspanneinrichtung **17** ein in Federkraftrichtung zweigeteiltes Gehäuse **30**, das dementsprechend zwei Gehäuseteile **30'** und **30''** umfasst. Die beiden Gehäuseteile **30'** und **30''** sind in der Federkraftrichtung, also hier axial relativ zueinander beweglich, wozu die beiden Gehäuseteile **30'**, **30''** hier teleskopierbar ineinander gesteckt sind. Die Feder-

einrichtung **18** ist nun im Inneren des Gehäuses **30** zwischen den beiden Gehäuseteilen **30'**, **30''** angeordnet und stützt sich an beiden Gehäuseteilen **30'**, **30''** ab, derart, dass ihre Federkraft die beiden Gehäuseteile **30'**, **30''** in Federkraftrichtung voneinander wegdrückt. Die Vorspanneinrichtung **17** ist dabei so in den Axialanschlag **11** bzw. **12** integriert, dass die Federkraft axial orientiert ist, um die gewünschte axiale Federvorspannung in den Verband aus Distanzkörpern **13** und Phasenverbinderstäben **8** einleiten zu können.

[0049] Bei der hier gezeigten, speziellen Ausführungsform ist für die Vorspanneinrichtung **17** außerdem eine Nachstelleinrichtung **31** vorgesehen, die eine axiale Positionierung der Vorspanneinrichtung **17** innerhalb der Aufnahme **29** ermöglicht. Diese Positionierung kann dabei von außen, also an einer von den Phasenverbinderstäben **8** abgewandten Seite durchgeführt werden, also im montierten Zustand. Realisiert wird die Nachstelleinrichtung **31** hier durch eine Schraube, die durch den Stützring **19** hindurch in die Aufnahme **29** eindrehbar ist und dort eine Axialverstellung des Gehäuses **30** bzw. des zugehörigen Gehäuseteiles **30''** ermöglicht und mit Hilfe einer Kontermutter am Stützring **19** gesichert werden kann. Auf diese Weise kann im Rahmen von Wartungsarbeiten die Vorspanneinrichtung **17** nachjustiert werden, um einen Verlust an Vorspannung, der durch den Ausgleich von Setzungserscheinungen entstanden sein kann, zu kompensieren.

[0050] Grundsätzlich kann die Federeinrichtung **18** bei der in den Axialanschlag **11**, **12** integrierten Vorspanneinrichtung **17** gleich aufgebaut sein, wie bei einer in einen der Distanzkörper **13** integrierten Vorspanneinrichtung **17** und beispielsweise aus einer Federanordnung **25** aus Tellerfedern **26** oder Wellfedern **28** bestehen.

[0051] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere Ausführungsform für eine Vorspanneinrichtung **17** nach der Erfindung, die in einen Distanzkörper **13** integriert ist. Dabei sind auch hier fünf Distanzkörper **13** vorgesehen, wobei im Unterschied zur Variante gemäß [Fig. 2](#) nur zwei dieser Distanzkörper **13** mit einer derartigen Vorspanneinrichtung **17** ausgestattet sind. Auch hier ist grundsätzlich auch eine andere Anzahl an Distanzkörpern **13** mit integrierter Vorspanneinrichtung **17** möglich.

[0052] Entsprechend [Fig. 7](#) ist bei dieser speziellen Ausführungsform der Distanzkörper **13** axial dreigeteilt und umfasst somit ein mittleres Distanzkörperteil **13m** sowie zwei äußere Distanzkörperteile **13a**. Das mittlere Distanzkörperteil **13m** weist die Vorspanneinrichtung **17** auf, die dabei so angeordnet ist, dass sie die beiden äußeren Distanzkörperteile **13a** mit der Federkraft axial voneinander bzw. vom mittleren Distanzkörperteil **13m** wegdrückt.

[0053] Entsprechend [Fig. 8](#) kann das mittlere Distanzkörperteil **13m** eine zentrale Aufnahmeöffnung **32** enthalten, in welche die Vorspanneinrichtung **17** einsetzbar ist. Des Weiteren enthält das mittlere Distanzkörperteil **13m** die bereits weiter oben zu den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschriebenen U-förmigen Ausnehmungen **21** und **22**, in welche der Zuganker **20** bzw. die Stütze **9** eingreifen können.

[0054] Wie aus den [Fig. 7](#) und [Fig. 9](#) hervorgeht, kann das mittlere Distanzkörperteil **13m** zumindest an einer Axialseite **33**, hier an beiden Axialseiten **33** über Keilflächen an dem der jeweiligen Außenseite **33** zugeordneten äußeren Distanzkörperteil **13a** anliegen. Dabei sind die aneinander anliegenden Keilflächen hinsichtlich ihrer Keilwinkel so aufeinander abgestimmt, dass die voneinander abgewandten Außenseiten **34** der beiden äußeren Distanzkörperteile **13a** parallel zueinander verlaufen und sich dabei radial und in Umfangsrichtung erstrecken. Die miteinander zusammenwirkenden Keilflächen sind dabei außerdem so orientiert, dass eine Radialverstellung des mittleren Distanzkörperteils **13m** relativ zum jeweiligen äußeren Distanzkörperteil **13a** zwangsläufig zu einer Axialverstellung des jeweiligen äußeren Distanzkörperteils **13a** relativ zum mittleren Distanzkörperteil **13m** führt. Diese Bauweise realisiert auch hier eine Nachstellmöglichkeit für die Vorspanneinrichtung **17**. Nach einem Setzungsvorgang kann das mittlere Distanzkörperteil **13m** tiefer radial nach innen zwischen die beiden äußeren Distanzkörperteile **13a** eingeschlagen werden, wobei sich deren Außenseiten **34** axial auseinander bewegen. Gleichzeitig wird dadurch die innen liegende Vorspanneinrichtung **17** wieder gespannt.

[0055] Entsprechend den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) kann das mittlere Distanzkörperteil **13m** in seiner jeweils eingestellten oder nachjustierten radialen Relativlage bezüglich der zugehörigen äußeren Distanzkörperteile **13a** auf geeignete Weise fixiert und gesichert werden. Bei den hier gezeigten Ausführungsformen erfolgt diese Fixierung und Sicherung exemplarisch mit Hilfe eines Drahtes **41**, der beispielsweise aus Stahl, Glasfasern, Kohlefasern oder dgl. gebildet sein kann.

[0056] Die Vorspanneinrichtung **17** kann bei der Ausführungsform der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) beispielsweise durch eine oder mehrere Well- oder Rippenfedern **28** gebildet sein, die in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) in zwei Ansichten dargestellt sind. Vorzugsweise werden zwei Wellfedern **28** in die Aufnahmeöffnung **32** eingesetzt, und zwar an jeder Axialseite **33** jeweils eine. Vorzugsweise kann das mittlere Distanzkörperteil **13m** an einem die Aufnahmeöffnung **32** begrenzenden Rand **35** seitliche Auflagen **36** ausbilden, auf welche die Wellfedern **28** randseitig auflegbar sind.

[0057] Zurückkommend auf [Fig. 1](#) lässt sich erken-

nen, dass zumindest einige der Phasenverbinderstäbe **8** jeweils an ihrem von der jeweiligen Anschlussklemme **7** entfernten Ende zur elektrischen Verbindung mit dem zugehörigen Wicklungsstab **5** einen Verbindungsbügel **37** aufweisen. Diese Verbindungsbügel **37** sind vom jeweiligen Phasenverbinderstab **8** so abgewinkelt, dass sie jeweils radial außen eine sich in Umfangsrichtung und in Axialrichtung erstreckende Stützzone **38** aufweisen. Des Weiteren ist aus [Fig. 7](#) gut erkennbar, dass sich radial nach außen beabstandet zu den Verbindungsbügeln **37** bzw. zu deren Stützzone **38** zumindest ein weiterer Phasenverbinderstab **8** in Umfangsrichtung erstreckt. Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann nun zumindest eine weitere Vorspanneinrichtung **39** vorgesehen sein, die so angeordnet und ausgestaltet ist, dass sie sich im Bereich eines Verbindungsbügels **37** an dessen Stützzone **38** sowie an zumindest einem radial nach außen benachbarten Phasenverbinderstab **8** mit radialer Federkraft abstützt. Auf diese Weise werden für die Phasenverbinderstäbe **8** zwischen den Stützen **9** zusätzliche radiale Abstützstellen geschaffen, was im Hinblick auf die im Betrieb auftretenden Belastungen von Vorteil ist.

[0058] Entsprechend [Fig. 12](#) kann diese weitere, in radialer Richtung wirkende Vorspanneinrichtung **39** grundsätzlich denselben Aufbau besitzen, wie die in den zweiten Axialanschlag **12** integrierte Vorspanneinrichtung **17** (vergleiche [Fig. 5](#)). Dementsprechend besitzt diese Vorspanneinrichtung **39** verkürzt dargestellt ein zweiteiliges Gehäuse **40**, dessen Gehäuseteile **40'** und **40''** in der Federwirkrichtung, also hier radial relativ zueinander beweglich sind und beispielsweise teleskopierbar ineinander gesteckt sind. In das Gehäuse **40** ist in der Federwirkrichtung zwischen den beiden Gehäuseteilen **40'**, **40''** wieder eine Federeinrichtung **18** eingesetzt, welche die beiden Gehäuseteile **40'**, **40''** in der Federwirkrichtung wegdrückt. Exemplarisch ist die Federeinrichtung **18** hier als Tellerfederpaket ausgebildet.

Bezugszeichenliste

1	elektrische Maschine
2	Stator
3	Statorkern
4	Statorwicklung
5	Wicklungsstab
6	Kernstirnseite
7	Anschlussklemme
8	Phasenverbinderstab
9	Stütze
10	Stützfläche
11	erster Axialanschlag
12	zweiter Axialanschlag
13	Distanzkörper
13'	Distanzkörperteil
13''	Distanzkörperteil

13m	mittleres Distanzkörperteil
13a	äußeres Distanzkörperteil
14	Innenseite von 8
15	Außenseite von 8
16	Isolierung von 8
17	Vorspanneinrichtung
18	Federeinrichtung
19	Stützring
20	Zuganker
21	Ausnehmung
22	Ausnehmung
23	Kragen
24	Ausnehmung
25	Federanordnung
26	Tellerfeder
27	Führungsdorn
28	Wellfeder
29	Aufnahme
30	Gehäuse
30'	Gehäuseteil
30''	Gehäuseteil
31	Nachstelleinrichtung
32	Aufnahmeöffnung
33	Axialseite von 13m
34	Außenseite von 13a
35	Rand
36	Auflage
37	Verbindungsbügel
38	Stützzone
39	weitere Vorspanneinrichtung
40	Gehäuse
40'	Gehäuseteil
40''	Gehäuseteil
41	Draht

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine mit Rotor und Stator (**2**), insbesondere Elektromotor oder Generator, vorzugsweise für eine Kraftwerksanlage,
 – wobei der Stator (**2**) eine Statorwicklung (**4**) mit mehreren Wicklungsstäben (**5**) aufweist,
 – wobei mehrere Wicklungsstäbe (**5**) im Bereich einer axialen Kernstirnseite (**6**) jeweils über einen Phasenverbinderstab (**8**) mit einer Anschlussklemme (**7**) der Statorwicklung (**4**) elektrisch leitend verbunden sind,
 – wobei sich mehrere Phasenverbinderstäbe (**8**) zwischen ihren Enden ringsegmentförmig in Umfangsrichtung des Stators (**2**) erstrecken und sich radial innen an wenigstens einer Stütze (**9**) abstützen,
 – wobei im Bereich der Kernstirnseite (**6**) mehrere derartige Stützen (**9**) in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind,
 – wobei an wenigstens einer Stütze (**9**) zumindest ein daran abgestützter Phasenverbinderstab (**8**) zwischen zwei ortsfesten Axialanschlägen (**11**, **12**) angeordnet ist, mit einer dem Statorkern (**3**) zugewandten Innenseite (**14**) am ersten Axialanschlag (**11**) oder an einem Distanzkörper (**13**) axial anliegt und mit einer vom Statorkern (**3**) abgewandten Außenseite

te (15) am zweiten Axialanschlag (12) oder an einem Distanzkörper (13) axial anliegt,
 – wobei wenigstens eine Vorspanneinrichtung (17) vorgesehen ist, welche den wenigstens einen zwischen den Axialanschlägen (11, 12) angeordneten Phasenverbinderstab (8) mit axialer Federkraft gegen den jeweiligen Axialanschlag (11, 12) und/oder gegen den jeweiligen Distanzkörper (13) anliegend anpresst.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine solche Vorspanneinrichtung (17) in einen der Axialanschläge (11, 12) oder in einen solchen Distanzkörper (13) integriert ist.

3. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
 – dass der mit der integrierten Vorspanneinrichtung (17) versehene Distanzkörper (13) axial zweigeteilt ist,
 – dass die beiden Distanzkörperteile (13', 13'') relativ zueinander axial beweglich sind,
 – dass die Vorspanneinrichtung (17) axial zwischen den Distanzkörperteilen (13', 13'') angeordnet ist und diese mit Federkraft axial voneinander wegdrückt.

4. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
 – dass der mit der integrierten Vorspanneinrichtung (17) versehene Distanzkörper (13) axial dreigeteilt ist,
 – dass das mittlere Distanzkörperteil (13m) die Vorspanneinrichtung (17) aufweist, welche die beiden äußeren Distanzkörperteile (13a) mit Federkraft axial voneinander wegdrückt.

5. Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
 – dass das mittlere Distanzkörperteil (13m) zumindest an einer Axialseite (33) über Keilflächen an dem dieser Axialseite (33) zugeordneten äußeren Distanzkörperteil (13a) anliegt,
 – dass die Keilflächen so orientiert sind, dass eine Radialverstellung des mittleren Distanzkörperteils (13m) relativ zum jeweiligen äußeren Distanzkörperteil (13a) eine Axialverstellung des jeweiligen äußeren Distanzkörperteils (13a) relativ zum mittleren Distanzkörperteil (13m) erzwingt.

6. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mit der Vorspanneinrichtung (17) ausgestattete Axialanschlag (12) eine zum anderen Axialanschlag (11) hin offene Aufnahme (29) enthält, in welche die Vorspanneinrichtung (17) eingesetzt ist.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dieser Axialanschlag (12) mit einer Nachstelleinrichtung (31) versehen ist, die von außen eine axiale Positionierung der in die Aufnahme (29) eingesetzten Vorspanneinrichtung (17) ermöglicht.

8. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
 – dass zumindest bei einer der Stützen (9) ein Zuganker (20) vorgesehen ist, der die beiden Axialanschläge (11, 12) verbindet,
 – dass jeder an dieser Stütze (9) radial innen abgestützte Distanzkörper (13) radial außen durch diesen Zuganker (20) formschlüssig gesichert ist.

9. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
 – dass bei allen diesen Stützen (9) der näher an der Kernstirnseite (6) angeordnete Axialanschlag (11) direkt an der Stütze (9) ausgebildet oder ausgeformt ist, und/oder
 – dass bei allen diesen Stützen (9) der weiter von der Kernstirnseite (6) entfernte Axialanschlag (12) an einem als separates Bauteil ausgestalteten gemeinsamen Stützring (19) ausgebildet ist, der mit den Stützen (9) fest verbunden ist.

10. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,
 – dass wenigstens einer der Phasenverbinderstäbe (8) an seinem mit dem Wicklungsstab (5) verbundenen Ende einen Verbindungsbügel (37) aufweist, der eine sich in Umfangsrichtung und in Axialrichtung erstreckende Stützzone (38) aufweist,
 – dass sich radial nach außen beabstandet zur Stützzone (38) wenigstens ein weiterer Phasenverbinderstab (8) in Umfangsrichtung erstreckt,
 – dass eine weitere Vorspanneinrichtung (39) vorgesehen ist, welche diesen weiteren Phasenverbinderstab (8) an besagte Stützzone (38) mit radialer Federkraft abstützt.

11. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die oder zumindest eine der Vorspanneinrichtungen (17; 39) zur Erzeugung der Federkraft eine Federeinrichtung (18) mit wenigstens einer Tellerfeder (26) oder mit wenigstens einer Wellfeder (28) aufweist.

12. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die oder zumindest eine der Vorspanneinrichtungen (17; 39) ein in Federkrafttrichtung zweiteiliges Gehäuse (30; 40) aufweist, dessen Gehäuseteile (30', 30''; 40'; 40'') relativ zueinander in Federkrafttrichtung beweglich und mit der Federkraft in Federkrafttrichtung voneinander weggedrückt sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

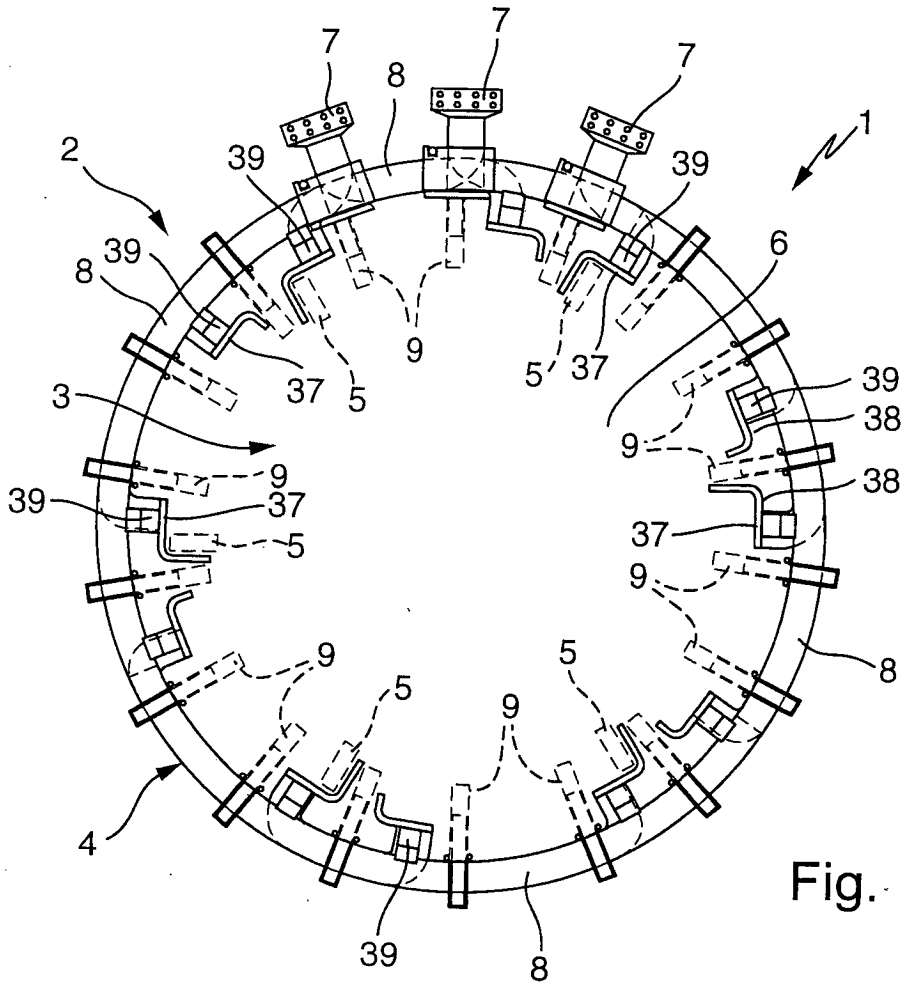


Fig. 1

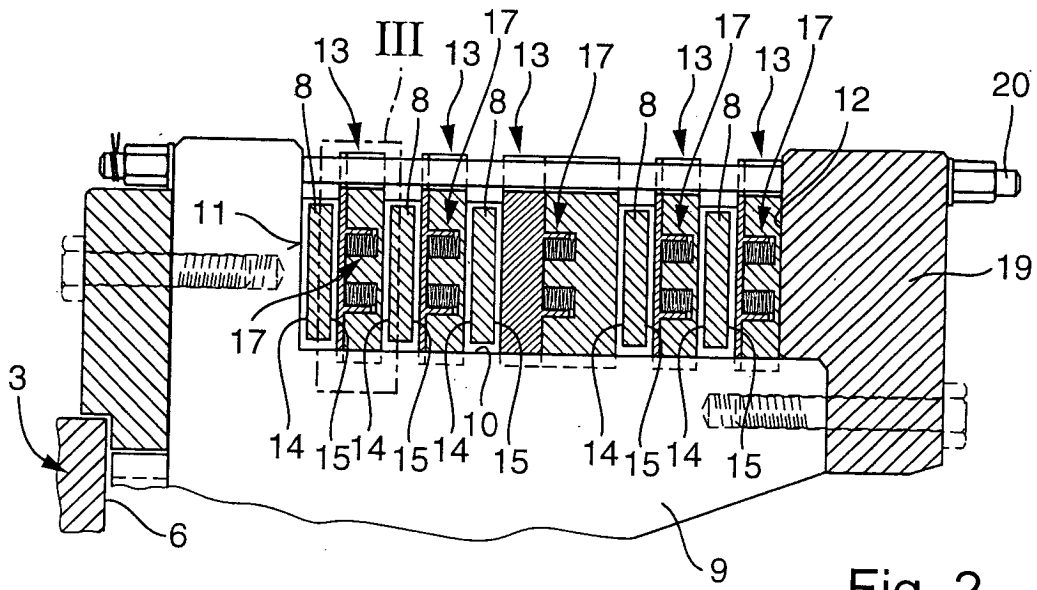


Fig. 2

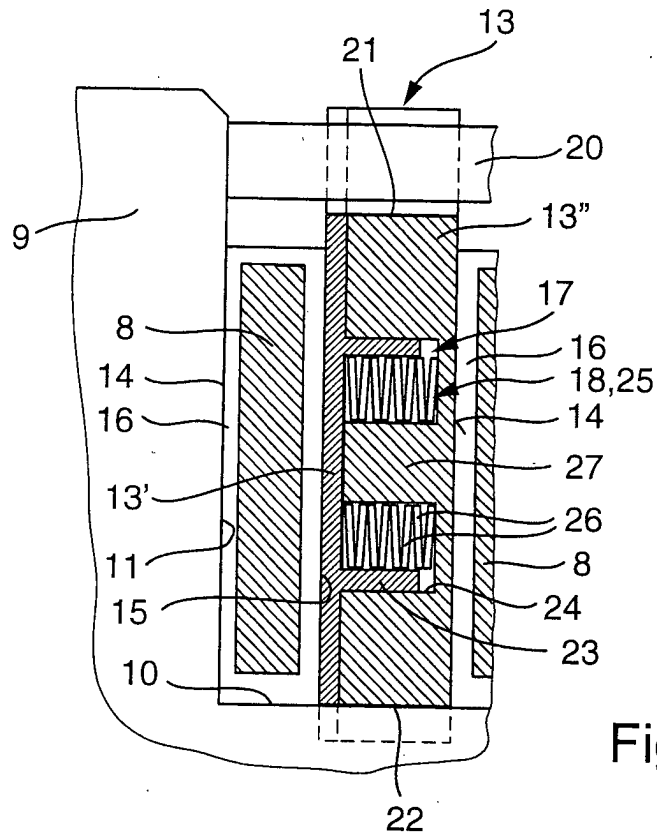


Fig. 3

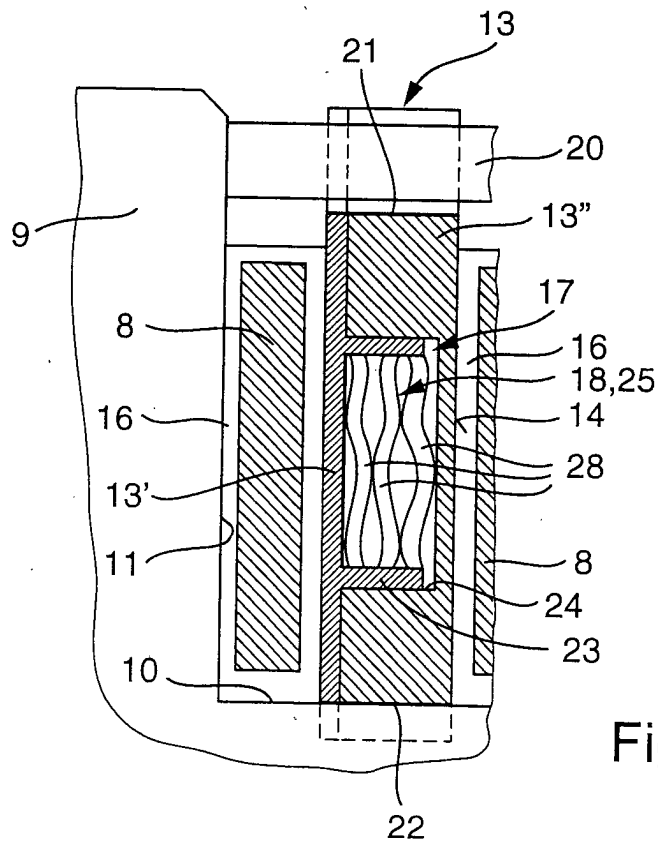


Fig. 4

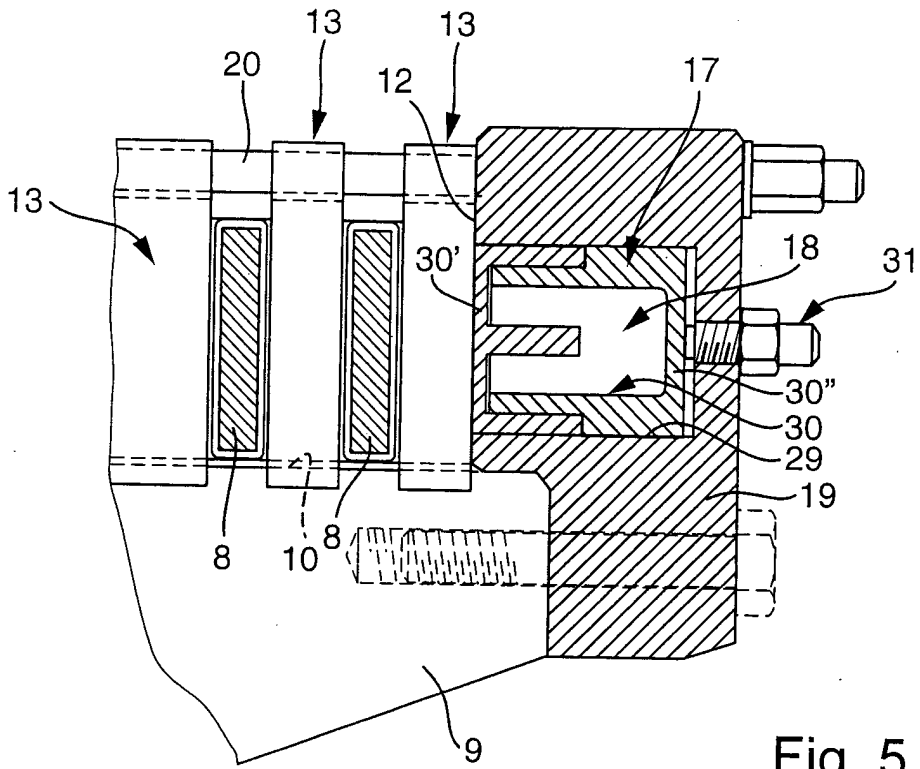


Fig. 5

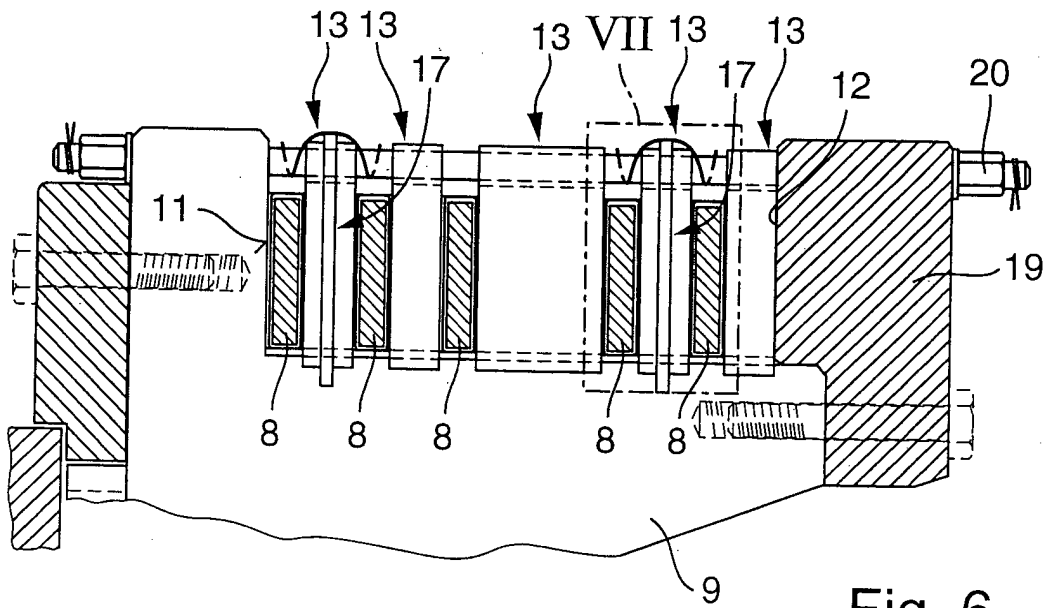


Fig. 6

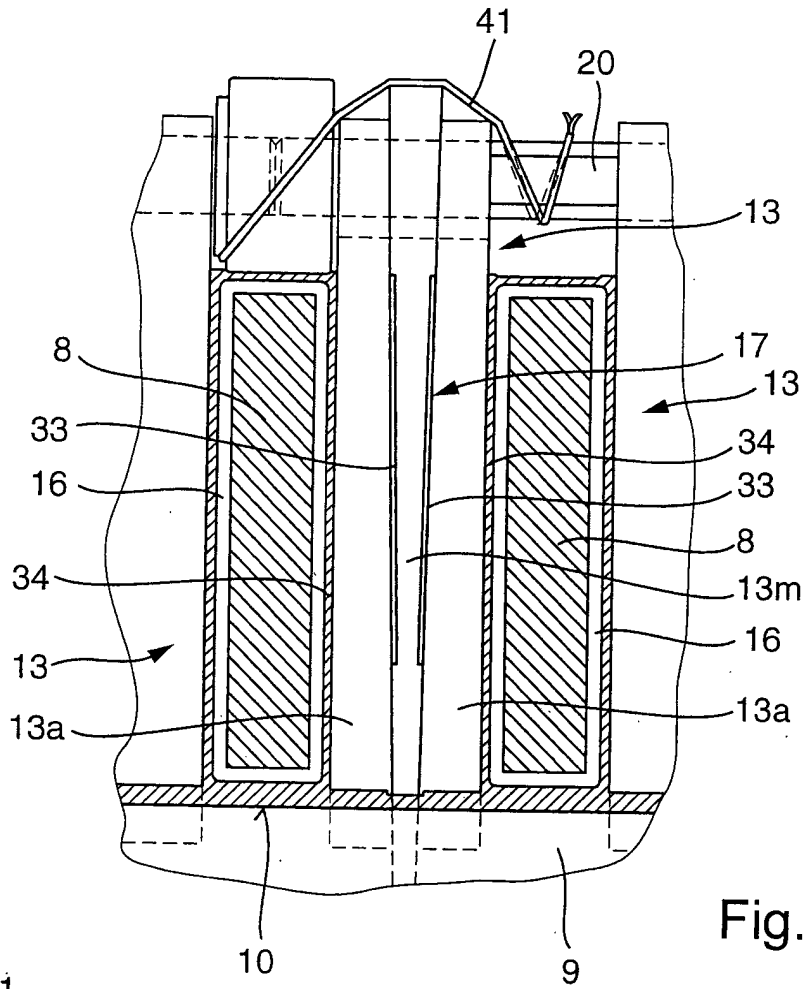


Fig. 7

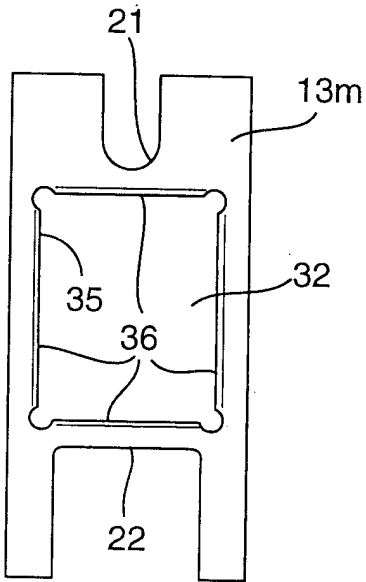


Fig. 8

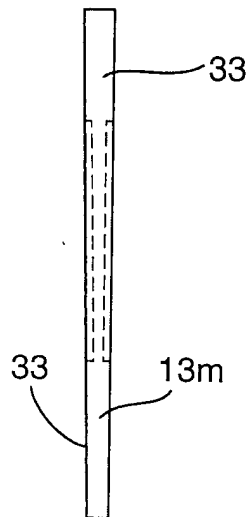


Fig. 9



Fig. 10

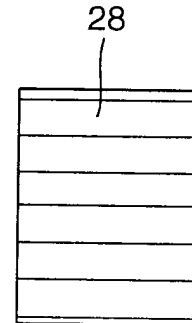


Fig. 11

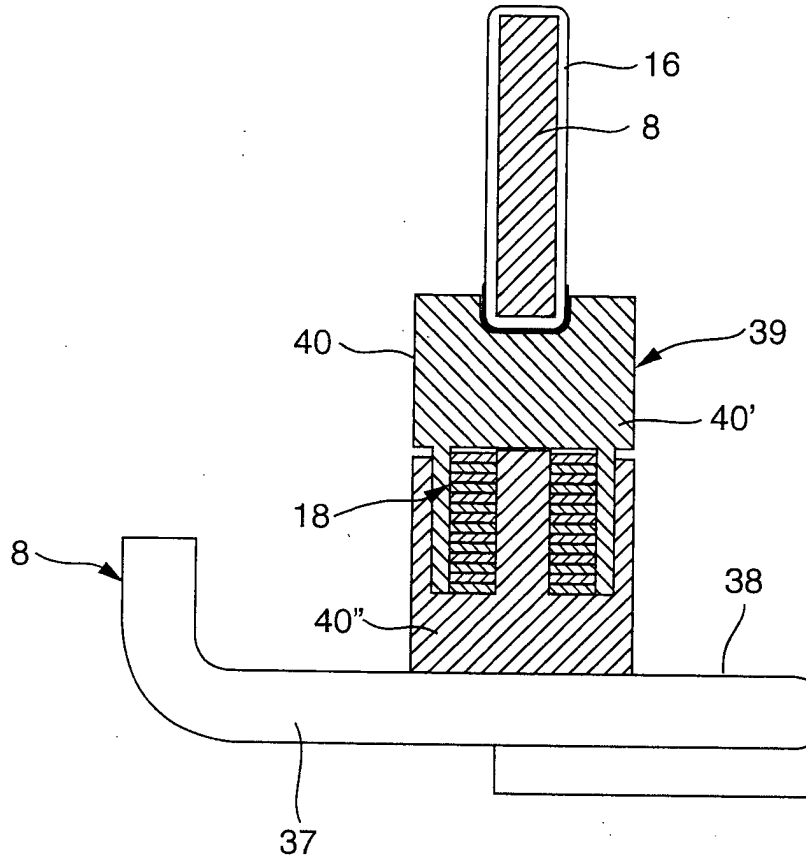


Fig. 12