

(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
5. Dezember 2013 (05.12.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/178634 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 5/173 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/060971

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Mai 2013 (28.05.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 209 134.3 31. Mai 2012 (31.05.2012) DE

(71) Anmelder: **MAN DIESEL & TURBO SE** [DE/DE];
Stadtbachstr. 1, 86153 Augsburg (DE).

(72) Erfinder: **KABS, Gino**; Wettswilerstr. 18, CH-8903
Landikon (CH). **KLEYNHANS, Georg**; Dammstrasse 6,
CH-8180 Bülach (CH). **DETTWYLER, Markus**;
Russikerstrasse 23, CH-8330 Pfäffikon (CH). **VETTER,
Marcel**; Rütihofstrasse 27, CH-8049 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: END PLATE FOR AN ELECTRIC MACHINE, ELECTRIC MACHINE AND METHOD FOR ASSEMBLING AN
ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung : LAGERSCHILD FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE, ELEKTRISCHEN MASCHINE UND
VERFAHREN ZUM ZUSAMMENBAUEN EINER ELEKTRISCHEN MASCHINE

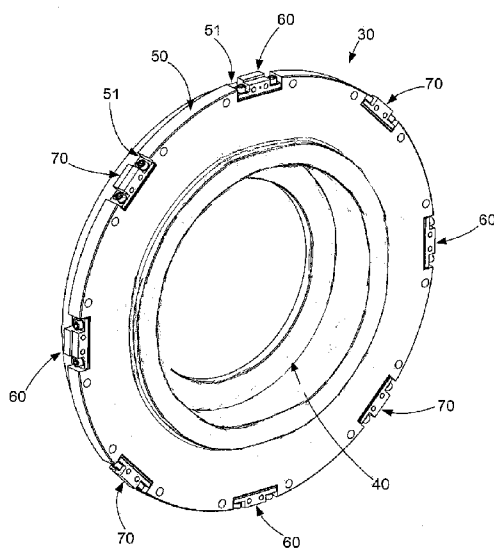


Fig. 3

(57) Abstract: End plate (30) for an electric machine (1), comprising: a bearing receptacle (40) in which a magnetic bearing which is configured for rotatably mounting a rotor (20) of the electric machine (1) can be accommodated; and a radially outwardly pointing circumferential contour (50) on which a number of at least three supporting elements (60, 70) are provided, which supporting elements (60, 70) each protrude radially beyond the circumferential contour (50) by a determined protruding amount (M), with the result that said supporting elements (60, 70) define a discontinuous external circumferential contour of the end plate (30); wherein the respective protruding amounts (M) of the support elements (60, 70) are dimensioned in such a way that the end plate (30) can be fitted in by making a centre of the magnetic bearing (80) correspond to a geometric longitudinal axis (A2) of the electric machine (1) and/or a magnetic longitudinal axis (A4) of the electric machine (1).

(57) Zusammenfassung: Lagerschild (30) für eine elektrische Maschine (1), aufweisend: eine Lageraufnahme (40), in der ein zur drehbaren Lagerung eines Rotors (20) der elektrischen Maschine (1) eingerichtetes Magnetlager aufnehmbar ist; und eine radial auswärts weisende Umfangskontur (50), an der eine Anzahl von mindestens drei Stützelementen (60, 70) vorgesehen sind, die jeweils um ein bestimmtes Vorstehmaß (M) radial über

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



die Umfangskontur (50) hinaus vorstehen, so dass sie eine diskontinuierliche Außenumfangskontur des Lagerschildes (30) definieren; wobei die jeweiligen Vorstehmaße (M) der Stützelemente (60, 70) so bemessen sind, dass das Lagerschild (30) unter Erzielung von Koinzidenz eines Zentrums des Magnetlagers (80) mit einer geometrischen Längsachse (A2) der elektrischen Maschine (1) und/oder einer magnetischen Längsachse (A4) der elektrischen Maschine (1) einpassbar ist.

Lagerschild für eine elektrische Maschine, elektrischen Maschine und
Verfahren zum Zusammenbauen einer elektrischen Maschine

5

Die Erfindung betrifft ein Lagerschild für eine elektrische Maschine, eine mit einem solchen Lagerschild ausgerüstete elektrische Maschine und ein Verfahren zum Zusammenbauen der elektrischen Maschine.

- 10 Aus DE 10 2009 001 948 A1 ist ein Lagerschild für eine elektrische Maschine bekannt, welches einen Innenring als eine Lageraufnahme, in der ein zur drehbaren Lagerung eines Rotors der elektrischen Maschine eingerichtetes Lager aufnehmbar ist, und einen Außenring als eine radial auswärts weisende
- 15 Außenumfangskontur aufweist, die zur radialen Abstützung des Lagerschildes unter Vorspannung in einen Innenumfang eines Statorgehäuses der elektrischen Maschine einpassbar ist.

- Aus DE 10 2009 019 593 A1 ist entnehmbar eine elektrische Maschine mit einem ein Statorgehäuse aufweisenden Stator, einem in einem Innenumfang des
- 20 Statorgehäuses angeordneten Rotor und einem Lagerschild, in dem ein Lager zur drehbaren Lagerung des Rotors in einer Lageraufnahme aufgenommen ist. An dem Lagerschild ist ein aktives Magnetlager vorgesehen, über das bei bestromtem Magnetlager eine Rotorwelle des Rotors drehbar radial gelagert ist. Ein Fanglager des aktiven Magnetlagers weist einen Innenring auf, der die Rotorwelle umschließt
- 25 und der einen Innendurchmesser hat, welcher um ein vorbestimmtes Maß größer als ein Außendurchmesser der Rotorwelle ist, so dass bei bestromtem Magnetlager ein Ringspalt zwischen Rotorwelle und Innenring gebildet ist und bei unbestromtem Magnetlager die Rotorwelle innen auf dem Innenring aufliegt.

Die Wicklung einer elektrischen Maschine, wie eines Elektromotors, erzeugt naturgemäß Kräfte, welche im Idealfall im Wesentlichen vollständig in an einem Abtrieb (z.B. einer Kupplung) der elektrischen Maschine nutzbares Drehmoment am Rotor umgesetzt werden. Im Realfall wirken jedoch auch Störkräfte auf den

5 Rotor, welche dessen optimale Rotation beeinträchtigen können. Diese Störkräfte können hervorgerufen werden, wenn einzelne Wicklungsstränge leicht unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweisen, die Blechung lokale Variationen aufweist und/oder der Rotor nicht genau zentrisch im Stator rotiert. Letzteres kann sich darin manifestieren, dass periodische Kraftanregungen mit

10 einem Vielfachen der elektrischen Frequenz auf den Rotor einwirken. In der Fachliteratur ist dieses Phänomen bekannt unter "Unbalanced Magnetic Pull" (UPM).

Untersuchungen zu diesem Phänomen sind z.B. veröffentlicht in "EFFECTS OF

15 CONSTANT UNBALANCED MAGNETIC PULL TO THE VIBRATION BEHAVIOURS OF TURBOMACHINERY", Zhemin Cai und Ningsheng Feng, ICSV15, 15th International Congress on Sound and Vibration, 6-10 Juli 2008, Daejeon, Korea sowie in "Simulation of the effects of the unbalanced magnetic pull in four-poles slim generators", P. Pennacchi und L. Frosini.

20

Das o.g. Phänomen verursacht unerwünschte Vibrationen in der Rotorwelle (Rotordynamik) und damit potentiell in der ganzen elektrischen Maschine. Dies kann bei Hochfrequenzmotoren mit kleinen Luftspalten in der elektrischen Maschine ein ernsthaftes Problem darstellen.

25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lagerschild für eine elektrische Maschine, eine elektrische Maschine und ein Verfahren zum Zusammenbauen einer elektrischen Maschine bereitzustellen, so dass unerwünschte Exzentrizitäten des Rotors und damit Vibrationen vermieden werden können.

30

Dies wird nach einem ersten Aspekt der Erfindung mit einem Lagerschild gemäß Anspruch 1, einer elektrischen Maschine gemäß Anspruch 8 bzw. einem Verfahren gemäß Anspruch 11 erreicht.

- 5 Es ist eine Erkenntnis der Erfindung, dass man, um UPM-basierte Vibrationen des Rotors zu vermeiden, danach streben sollte, den Rotor möglichst zentrisch zum Stator anzuordnen. Hierbei ist die Zentrität bezüglich der magnetischen Zentralachse bzw. Längsachse der elektrischen Maschine und/oder der geometrischen Zentralachse bzw. Längsachse der elektrischen Maschine
10 maßgeblich. Die magnetische Längsachse und die geometrische Längsachse können zusammenfallen, dieselben müssen aber nicht zusammenfallen.

- Da man grundsätzlich mit Produktions- und Montagetoleranzen zu rechnen hat, lässt sich in der Realität nicht verhindern, dass das Zentrum eines den Rotor
15 lagernden im Lagerschild aufgenommenen Magnetlagers nicht genau mit der magnetischen Längsachse einer Statorwicklung des Stators zusammenfällt. Da diese magnetische Längsachse der Statorwicklung in erster Näherung im Wesentlichen mit einer Längsmittelachse eines Innenumfangs bzw.
Innendurchmessers eines Statorgehäuses der elektrischen Maschine und damit
20 der geometrischen Längsachse der elektrischen Maschine übereinstimmt bzw. koinzidiert, ist es somit vorteilhaft, das Zentrum des Magnetlagers in erster Linie am Innenumfang des Statorgehäuses bzw. der geometrischen Längsachse der elektrischen Maschine auszurichten. Im Idealfall erfolgt jedoch diese Ausrichtung bezüglich der magnetischen Längsachse der elektrischen Maschine.

25

- Gemäß der Erfindung weist daher der Lagerschild für die elektrische Maschine, wie insbesondere einen Elektromotor oder einen Elektrogenerator, zumindest folgende Elemente auf: eine Lageraufnahme, in der ein zur drehbaren Lagerung eines Rotors der elektrischen Maschine eingerichtetes Magnetlager, welches
30 bevorzugt als aktives Magnetlager mit dazugehörendem Fanglager ausgebildet ist, aufnehmbar ist; eine radial auswärts weisende Umfangskontur, an der eine Anzahl

- von mindestens drei Stützelementen – auch Shimming Pads genannt – vorgesehen sind, die jeweils um ein bestimmtes Vorstehmaß radial über die Umfangskontur hinaus vorstehen, so dass sie eine diskontinuierliche Außenumfangskontur des Lagerschildes definieren; wobei die jeweiligen
- 5 Vorstehmaße der Stützelemente so bemessen sind, dass das Lagerschild unter Erzielung von Koinzidenz eines Zentrums des Magnetlagers mit einer geometrischen Längsachse der elektrischen Maschine und/oder einer magnetischen Längsachse der elektrischen Maschine einpassbar ist.
- 10 Durch die gezielte Beeinflussung bzw. Anpassung der jeweiligen Vorstehmaße lassen sich Produktions- und Montageteranzen ausgleichen. Dadurch, dass nach Einpassen der Außenumfangskontur das Zentrum des Magnetlagers koinzident mit der geometrischen Längsachse und/oder magnetischen Längsachse des Stators der elektrischen Maschine ist, ist folglich der Rotor
- 15 optimal zentrisch zum Statorgehäuse angeordnet, wodurch periodische Kraftanregungen und damit einhergehende, unerwünschte Vibrationen des Rotors weitestgehend reduziert bzw. vermieden werden können.

- Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen
- 20 Lagerschildes sind die Stützelemente jeweils radial verstellbar an die Umfangskontur montiert, so dass die jeweiligen Vorstehmaße der Stützelemente veränderbar, d.h. immer wieder gezielt beeinflussbar bzw. anpassbar, sind. Eine solche radiale Verstellung kann z.B. mit einer gewindegesteuerten selbsthemmenden und/oder separat festlegbaren Gleitführung oder mit
- 25 auswechselbaren Beilagen bzw. Unterlagen realisiert sein.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagerschildes weist jedes Stützelement einen radial außenliegenden Anlagekörper zur Anlage am Innenumfang des Statorgehäuses und eine
- 30 individuelle Anzahl von dem Anlagekörper radial nach innen unterlegten Beilagen – bevorzugt in Form von dünnen Platten – auf, wobei jede Beilage eine bestimmte

radiale Dickenabmessung aufweist. Dem Anlagekörper können eine Beilage oder auch mehrere Beilagen gleicher oder unterschiedlicher radialer Dickenabmessung unterlegt sein. Diese Ausgestaltung der Erfindung ist besonders robust und lässt sich einfach und kostengünstig realisieren.

5

Gemäß noch einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagerschildes sind die Stützelemente in jeweiligen Ausnehmungen angeordnet, welche sich jeweils von der Umfangskontur aus radial nach innen sowie umfänglich des Lagerschildes erstrecken. In den Ausnehmungen lassen sich
10 vorteilhaft Befestigungsmittel – z.B. die Schraubenköpfe von Schrauben – unterbringen, so dass diese radial keinen zusätzlichen Platz beanspruchen.

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagerschildes sind die Stützelemente in zwei Gruppen von Stützelementen um die
15 Umfangskontur herum verteilt angeordnet, wobei die Stützelemente einer ersten Gruppe dieser beiden Gruppen mit dem Innenumfang des Statorgehäuses im Eingriff sind, um das Lagerschild gegenüber dem Statorgehäuse einzupassen, und wobei die Stützelemente einer zweiten Gruppe dieser beiden Gruppen mit dem Innenumfang eines Anschlussgehäuses im Eingriff sind, um das
20 Anschlussgehäuse unabhängig vom Lagerschild gegenüber dem Statorgehäuse einzupassen. Vorzugsweise weisen hierzu die Stützelemente jeweils eine radial außenliegende Stützfläche auf, die axial zum Lagerschild gestuft ausgebildet ist, wobei die Stufung einer ersten Gruppe mit mindestens drei Stützelementen in eine erste Axialrichtung radial bis auf das jeweilige Vorstehmaß ansteigt und die
25 Stufung einer zweiten Gruppe mit mindestens drei Stützelementen in eine zweite Axialrichtung radial bis auf das jeweilige Vorstehmaß ansteigt, und wobei innerhalb jeder der beiden Gruppen die Stützelemente mit einem definierten Winkelabstand voneinander vorzugsweise symmetrisch um die Umfangskontur herum verteilt angeordnet sind. Diese Ausgestaltung ist für elektrische Maschinen
30 vorteilhaft, bei welchen am Statorgehäuse ein Anschlussgehäuse angeflanscht ist.

Durch die entgegengesetzte Stufung der beiden Gruppen kommen bevorzugt bei Montage des Lagerschildes zuerst die Stützflächen von einer der beiden Gruppen in Kontakt mit dem Innenumfang des Statorgehäuses, so dass eine ggf. nötige Anpassung der Vorstehmaße dieser Gruppe durchgeführt werden kann. Die

5 Stützflächen der anderen der beiden Gruppen kommen durch die entgegengesetzte Stufung erst bei der weiteren Montage des Anschlussgehäuses in Kontakt mit dem Innenumfang des Anschlussgehäuses. Da die Vorstehmaße der ersten Gruppe angepasst sind, liefert diese die gewünschte Zentrierung des Lagerschildes, so dass die Vorstehmaße der zweiten Gruppe zur Zentrierung des

10 Anschlussgehäuses unabhängig von der Zentrierung des Lagerschildes genutzt werden können.

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird weiterhin eine elektrische Maschine gemäß Anspruch 8 bereitgestellt, wie insbesondere eine als Elektromotor oder als

15 Elektrogenerator ausgeführte elektrische Maschine, die einen ein Statorgehäuse aufweisenden Stator, einen in einem Innenumfang des Statorgehäuses angeordneten Rotor und ein Lagerschild gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung nach Anspruch 1 aufweist. Details des Lagerschildes gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung sind oben beschrieben.

20

Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine erfolgt die radiale Lagerung des Rotors über beidseitig an der elektrischen Maschine angeordnete Magnetlager, welche jeweils über ein erfindungsgemäßes Lagerschild in die elektrische Maschine eingebunden sind.

25

Bei den Magnetlagern kann es sich um passive Magnetlager und um aktive Magnetlager handeln.

Für den Fall eines Ausfalls eines Magnetlagersystems mit aktiven Magnetlagern

30 sind Fanglager vorgesehen, die den Rotor auffangen.

Magnetlager und Fanglager solcher aktiven Magnetlager sind in der Regel als vormontierte Einheit verfügbar.

- 5 Als Fanglager kommen vorzugsweise Rollenlager zur Anwendung. Es sind aber auch Gleitlager als Fanglager einsetzbar.

Die Fanglager sollen, falls diese als Rollenlager ausgeführt sind, im Normalbetrieb nicht mitdrehen. Daher gibt es zwischen deren Innenring und dem
10 schnelldrehenden Rotor einen Luftspalt von wenigen Zehntel-Millimetern. Bei diesem Luftspalt handelt es sich um den engsten Spalt der ganzen Rotorwelle, da im Falle eines Rotorabsturzes verhindert werden soll, dass der Rotor in andere Strukturen fällt als in die Fanglager. Die Magnetlager halten daher im Normalbetrieb den Rotor im Zentrum dieser Fanglager.

15

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine ist an dem Lagerschild ein aktives Magnetlager vorgesehen, über das bei Bestromung des Magnetlagers eine Rotorwelle des Rotors drehbar radial
20 gelagert ist, wobei das Fanglager des aktiven Magnetlagers einen Innenring aufweist, der die Rotorwelle umschließt und der einen Innendurchmesser hat, welcher um ein vorbestimmtes Maß größer als ein Außendurchmesser der Rotorwelle ist, so dass bei bestromtem Magnetlager ein Ringspalt zwischen Rotorwelle und Innenring des Fanglagers gebildet ist und bei unbestromtem Magnetlager die Rotorwelle innen auf dem Innenring des Fanglagers aufliegt.

25

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine weist diese außerdem eine Steuervorrichtung auf zum elektrischen Ansteuern des aktiven Magnetlagers, so dass bei bestromtem Magnetlager eine Rotationsachse der Rotorwelle koinzident mit dem Zentrum des
30 Magnetlagers ist.

Da wie oben erwähnt grundsätzlich mit Produktions- und Montagetoleranzen zu rechnen ist, lässt sich in der Realität nicht verhindern, dass das Zentrum der Magnetlager und im Falle aktiver Magnetlager mit einer vormontierten Einheit aus
5 Magnetlager und Fanglager auch die Fanglager nicht genau mit der magnetischen Zentralachse bzw. Längsachse der Statorwicklung zusammenfällt. Ein Versatz (Deachsierung) führt jedoch, wie oben geschildert, zu dem unerwünschten Phänomen von durch UPM verursachten periodischen Krafteinwirkungen auf den Rotor. Abhilfe schafft das erfindungsgemäße radial justierbare bzw. verstellbare
10 Lagerschild, wobei die Justierung bzw. Verstellung bevorzugt während des Montageprozesses durch genaues Ausmessen realisiert wird. Das Zentrum der Magnetlager und im Falle von aktiven Magnetlagern auch der Fanglager wird dabei mit dem Zentrum der Statorwicklung adjustiert, was in erster Näherung über die Ausrichtung am Innenumfang bzw. Innendurchmesser des Statorgehäuses
15 bzw. der geometrischen Längsachse des Stators, vorzugsweise an der magnetischen Längsachse des Stators, gefolgt.

Erfindungsgemäß wird weiterhin ein Verfahren zum Zusammenbauen der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine bereitgestellt, wobei das Verfahren die
20 Schritte aufweist: Einsetzen des Rotors in das Statorgehäuse; Einpassen der Außenumfangskontur des Lagerschildes in den Innenumfang des Statorgehäuses, so dass das Magnetlager und der Innenring des Radiallagers die Rotorwelle jeweils umschließen; Betreiben der elektrischen Maschine, so dass deren Rotor bei bestromtem Magnetlager rotiert; Bestimmen eines Schwingungsverhaltens des
25 Rotors, Bestimmen eines Korrektur-Versatzes aus dem Schwingungsverhalten, Verändern der jeweiligen Vorstehmaße der Stützelemente auf Basis des Korrektur-Versatzes. Die Veränderung der jeweiligen Vorstehmaße erfolgt dabei derart, dass das Schwingungsverhalten der elektrischen Maschine optimiert wird. Dies erfolgt durch die Koinzidierung zwischen der Rotationsachse der Rotorwelle
30 der elektrischen Maschine und der geometrischen Längsachse und/oder der magnetischen Längsachse des Stators der elektrischen Maschine.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird insbesondere die Möglichkeit genutzt, Feinjustierungen des Rotors zur magnetischen Zentralachse bzw. Längsachse der Statorwicklung auf Basis eines erzielten Betriebsverhaltens bzw. Schwingungsverhaltens zu realisieren, womit elektrische Asymmetrien korrigiert werden können. Das Bestimmen des Korrektur-Versatzes der Rotationsachse der Rotorwelle gegenüber der Zentralachse der Statorwicklung des Stators und das entsprechende Verändern der jeweiligen Vorstehmaße der Stützelemente erfolgen entweder durch Tests bzw. mehrere Montage-und-Mess-Iterationen oder rechnerisch auf Basis eines erzielten Betriebsverhaltens.

10

Die Erfindung erstreckt sich ausdrücklich auch auf solche Ausführungsformen, welche nicht durch Merkmalskombinationen aus expliziten Rückbezügen der Ansprüche gegeben sind, womit die offenbarten Merkmale der Erfindung - soweit dies technisch sinnvoll ist - beliebig miteinander kombiniert sein können.

15

Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine nach einem zweiten Aspekt der Erfindung ist in Anspruch 12 definiert. Hiernach sind die Stützelementen bzw. Shimming Pads nicht im Lagerschild sondern im Statorgehäuse und/oder im Anschlussgehäuse aufgenommen und liegen am Lagerschild an.

20

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren detaillierter beschrieben.

Fig.1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Stators einer elektrischen Maschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung nach dem ersten Aspekt der Erfindung.

25

Fig.2 zeigt eine perspektivische Explosionsansicht der elektrischen Maschine der Fig. 1.

Fig.3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Lagerschildes der elektrischen Maschine der Fig. 1.

30

- Fig.4 zeigt eine Ansicht in Axialrichtung des Lagerschildes von Fig.3.
- Fig.5 zeigt in einer oberen Hälfte eine perspektivische Ansicht eines zu einer Gruppe gehörenden Stützelements des Lagerschildes von Fig.3 sowie in einer unteren Hälfte eine entlang einer Linie A-A in Fig.4 gesehene Schnittansicht eines Teils des Lagerschildes.
- Fig.6 zeigt in einer oberen Hälfte eine perspektivische Ansicht eines zu einer weiteren Gruppe gehörenden Stützelements des Lagerschildes von Fig.3 sowie in einer unteren Hälfte eine entlang einer Linie B-B in Fig.4 gesehene Schnittansicht eines Teils des Lagerschildes.
- Fig.7 zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Bereichs C von Fig.4.
- Fig. 8 zeigt Alternativen zu den Stützelementen der Fig. 5 und 6.
- Fig. 9 zeigt schematisierte, ausschnittweise Querschnitte aus einer elektrischen Maschine nach dem zweiten Aspekt der Erfindung.
- Fig.1 und Fig.2 zeigen eine elektrische Maschine 1 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die elektrische Maschine 1 ist bevorzugt als Elektromotor oder als Elektrogenerator ausgebildet.
- Die elektrische Maschine 1 ist versehen mit einem ein Statorgehäuse 11 und ein Statorblechpaket 14 aufweisenden Stator 10, einem in einem Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11 angeordneten Rotor 20 mit einer Rotorwelle 21 und an jedem von zwei Enden in einer Axialrichtung AR der elektrischen Maschine 1 jeweils einem Lagerschild 30, wobei in Fig.2 ist nur ein Lagerschild 30 sichtbar ist.
- Wie zusätzlich aus den Figuren 3 bis 7 entnehmbar, weist jedes Lagerschild 30 eine Lageraufnahme 40 sowie eine radial auswärts weisende Umfangskontur 50 auf.

In der Lageraufnahme 40 des Lagerschildes 30 ist ein zur drehbaren Lagerung des Rotors 20 eingerichtetes Lager in Form eines Magnetlagers 80 aufgenommen. Bei Magnetlager 80 kann es sich um ein passives Magnetlager und um ein aktives Magnetlager handeln. Vorzugsweise findet ein aktives Magnetlager 80

5 Anwendung.

Fig.10 zeigt einen schematisierten Querschnitt durch eine elektrische Maschine 1 im Bereich eines aktiven Magnetlagers 80. Das aktive Magnetlager 80 verfügt neben dem aktiven, statorseitigen Teil 81 des Magnetlagers 80, welches mit
10 einem rotorseitigen Blechpaket 84 des Magnetlagers 80 zusammenwirkt, über ein statorseitiges Fanglager 82, um für den Fall eines Ausfalls des Magnetlagers den Rotor 20 auffangen. Das Fanglager 82 kann als Rollenlager oder Gleitlager ausgebildet sein.

15 Mit der Bezugsziffer 83 ist ein Spalt im Bereich des Fanglagers 82 gekennzeichnet, welcher das kleinste Radialspiel des Magnetlagers 80 bestimmt.

Das aktive Magnetlager 80 wird elektrisch durch eine bevorzugt elektronische Steuervorrichtung 90 angesteuert.

20

An der Umfangskontur 50 sind eine Anzahl von mindestens drei – in der gezeigten Ausführungsform zwei Gruppen von jeweils vier Stützelementen 60, 70 – vorgesehen, die jeweils um ein bestimmtes Vorstehmaß M (siehe Fig.7) radial über die Umfangskontur 50 hinaus vorstehen, so dass sie eine diskontinuierliche
25 Außenumfangskontur des Lagerschildes 30 definieren. Wie aus Fig.4 ersichtlich, sind die Stützelemente 60, 70 in der gezeigten Ausführungsform mit einem jeweiligen Winkelabstand von 45 Grad zueinander symmetrisch um die Umfangskontur 50 herum verteilt angeordnet.

Die jeweiligen Vorstehmaße M der Stützelemente 60, 70 sind so bemessen, dass die von ihnen gebildete Außenumfangskontur zur radialen Abstützung des Lagerschildes 30 unter Erzielung von Koinzidenz eines Zentrums des Magnetlagers 80 mit einer geometrischen Längsachse A2 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 und/oder einer magnetischen Längsachse A4 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 einpassbar bzw. eingepasst ist.

Das Fanglager eines aktiven Magnetlagers 80 weist einen Innenring auf, der die Rotorwelle 21 umschließt und der einen Innendurchmesser hat, welcher um ein vorbestimmtes Maß größer als ein Außendurchmesser der Rotorwelle 21 ist, so dass bei bestromtem Magnetlager 80 der Ringspalt 83 zwischen Rotorwelle 21 und Innenring gebildet ist und bei unbestromtem Magnetlager 80 die Rotorwelle 21 innen auf dem Innenring aufliegt.

Die Steuervorrichtung 90 steuert ein aktives Magnetlager 80 so an, dass bei bestromtem Magnetlager 80 eine Rotationsachse A3 der Rotorwelle 21 koinzident mit der Rotationsachse des Magnetlagers und indirekt des Fanglagers ist.

Die Stützelemente 60, 70 sind jeweils radial verstellbar an die Umfangskontur 50 montiert, so dass die jeweiligen Vorstehmaße M der Stützelemente 60, 70 zur Erzielung der Koinzidenz des Zentrums des Magnetlagers 80 mit der geometrischen Längsachse A2 und/oder der magnetischen Längsachse A4 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 veränderbar sind.

Wie aus Fig.5 und Fig.6 ersichtlich, weist zur Realisierung der Verstellbarkeit jedes Stützelement 60, 70 einen radial außenliegenden Anlagekörper 61, 71 zur Anlage am Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11 und eine individuelle Anzahl von dem Anlagekörper 61, 71 nach radial innen unterlegten plattenförmigen Beilagen 62, 72 auf, wobei Anlagekörper 61, 71 und Beilagen 62, 72 mittels Schrauben 63, 73 lösbar am Lagerschild 30 befestigt sind.

Die Stützelemente 60, 70 sind in jeweiligen Ausnehmungen 51 im Lagerschild 30 angeordnet, welche sich jeweils von der Umfangskontur 50 aus radial nach innen sowie umfänglich des Lagerschildes 30 erstrecken, so dass die Schraubenköpfe
5 der Schrauben 63, 73 nicht radial über die Umfangskontur 50 hinaus vorstehen.

Jede Beilage 62, 72 weist eine bestimmte Dickenabmessung in einer Radialrichtung RR auf. In der gezeigten Ausführungsform der Erfindung sind als Nominalbestückung z.B. vier Beilagen 62, 72 mit einer radialen Dickenabmessung
10 von 0,15 mm und sieben Beilagen 62, 72 mit einer radialen Dickenabmessung von 0,20 mm zu einem Stapel mit einer radialen Gesamtdickenabmessung GD von 2 mm aufeinandergestapelt.

Dementsprechend betragen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung die
15 anfangs des Justierprozesses noch gleichen Vorstehmaße M jeweils z.B. 4 mm.

Zur Veränderung der jeweiligen Vorstehmaße M (z.B. analog zu den obigen beispielhaften Maßen in einem Bereich von 2 mm bis 6 mm) der Stützelemente 60, 70, so dass bei montiertem Lagerschild 30 das Zentrum des Magnetlagers 80
20 koinzident mit der geometrischen Längsachse A2 und/oder der magnetischen Längsachse A4 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 ist, sind in einem oder mehreren Justierschritten einfach nur entsprechend aufgenommener Messwerte eine oder mehrere Beilagen 62, 72 zu entfernen bzw. hinzuzufügen. Dabei wird geometrisch ein die Stützelemente 60, 70 umgebender Hüllkreis relativ zur
25 Rotationsachse bzw. des Zentrums des im Lagerschild 30 aufgenommenen Magnetlagers 80 verschoben, so dass bei in das Statorgehäuse 11 eingesetztem Lagerschild 30 die Rotationsachse des Magnetlagers 80 und damit das Zentrum des Magnetlagers 80 zur Erzielung von Koinzidenz relativ zur geometrischen Längsachse A2 und/oder zur magnetischen Längsachse A4 des Stators 10 der
30 elektrischen Maschine 1 verschoben wird.

Die Stützelemente 60, 70 sind in zwei Gruppen von Stützelementen um die Umfangskontur 50 herum verteilt angeordnet. Die Stützelemente einer ersten Gruppe dieser beiden Gruppen sind mit dem Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11 im Eingriff, um das Lagerschild 30 gegenüber dem Statorgehäuse 11 einzupassen. Die Stützelemente einer zweiten Gruppe dieser beiden Gruppen sind mit dem Innenumfang 101 eines Anschlussgehäuses 100 im Eingriff, um das Anschlussgehäuse 100 unabhängig vom Lagerschild 30 gegenüber dem Statorgehäuse 11 einzupassen.

10

Beim Anschlussgehäuse 100 kann es sich um ein Abschlussgehäuse der elektrischen Maschine 1 oder um ein Statorgehäuse einer weiteren Maschine handeln.

15 Es kann demnach die Längsachse des Anschlussgehäuses 100 bezüglich der Längsachse des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 ausgerichtet werden, ohne dass die Koinzidenz des Zentrums des Magnetlagers 80 mit der geometrischen Längsachse A2 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 und/oder der magnetischen Längsachse A4 des Stators 10 der elektrischen
20 Maschine 1 verändert werden muss.

Unter der Annahme, dass in Fig.5 und Fig.6 das Statorgehäuse 11 der elektrischen Maschine 1 rechts und das Anschlussgehäuse 101 links der Trennebene 102 zwischen Statorgehäuse 11 und Anschlussgehäuse 101
25 positioniert sind, dienen die Stützelemente 70 der Ausrichtung des Lagerschilds 30 zum Statorgehäuse 11 und die Stützelemente 60 der unabhängigen Ausrichtung des Innenumfangs des Anschlussgehäuses 101 zum Statorgehäuse 11.

Die Stützelemente 60, 70 weisen jeweils eine radial außenliegende Stützfläche 61a, 71a auf, die axial zum Lagerschild 30 gestuft ausgebildet ist, wobei die Stufung der ersten Gruppe mit mindestens drei Stützelementen 60 in eine erste Axialrichtung AR1 radial bis auf das jeweilige Vorstehmaß M ansteigt und die Stufung der zweiten Gruppe mit mindestens drei Stützelementen 70 in eine zweite Axialrichtung AR2 radial bis auf das jeweilige Vorstehmaß M ansteigt, und wobei innerhalb jeder der beiden Gruppen die Stützelemente 60, 70 mit einem definierten Winkelabstand voneinander um die Umfangskontur 50 herum verteilt angeordnet sind.

In jeder der beiden Gruppen sind die Stützelemente 60, 70 vorzugsweise symmetrisch um die Umfangskontur 50 des Lagerschilds 30 herum verteilt angeordnet.

15

Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst jede der beiden Gruppen jeweils vier Stützelemente 60, 70, wobei innerhalb jeder der beiden Vierergruppen die Stützelemente 60, 70 mit einem jeweiligen Winkelabstand von 90 Grad zueinander symmetrisch um die Umfangskontur 50 herum verteilt angeordnet sind.

20

Im Folgenden werden erfindungsgemäße Verfahrensschritte zum Zusammenbauen der elektrischen Maschine 1 beschrieben.

Zunächst wird in einem ersten erfindungsgemäßen Verfahren das Zentrum bzw. die Rotationsachse A1 jedes Magnetlagers und damit auch das Zentrum jedes Magnetlagers 80 über die Ausrichtung am Innenumfang bzw. Innendurchmesser 12 des Statorgehäuses 11 mit der magnetischen Zentralachse A4 einer Statorwicklung 13 des Stators 10 in erster Näherung adjustiert bzw. koinzident gemacht.

30

Dies wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mittels der folgenden nacheinander durchzuführenden Verfahrensschritte realisiert:

- Bestimmen der Lage der geometrischen Längsachse A2 des Innenumfangs 12 des Statorgehäuses 11 durch Vermessen (z.B. mittels einer 3D-Koordinatenmessmaschine) des Innenumfangs 12 des Statorgehäuses 11. Einpassen der Außenumfangskontur des Lagerschildes 30 in den Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11 im Sinne einer Grobjustierung. Hierzu: Bestimmen der Lage des Zentrums des Magnetlagers 80 relativ zur Lage der geometrischen Längsachse A2 des Innenumfangs 12 des Statorgehäuses 11 durch Vermessen der Lageraufnahme 40 des Lagerschildes 30. Nachfolgendes Bestimmen eines Versatzbetrags des Zentrums des Magnetlagers 80 gegenüber der geometrischen Längsachse A2 des Innenumfangs 12 des Statorgehäuses 11 aus beim Vermessen gewonnenen Messdaten. Demontieren des Lagerschildes 30 vom Statorgehäuse 11 und Verändern der jeweiligen Vorstehmaße M der Stützelemente 60, 70 um den Versatzbetrag.

- Optionales weiteres Einpassen der Außenumfangskontur des Lagerschildes 30 in den Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11 im Sinne einer Feinjustierung. Hierzu: Bestimmen der Lage des Zentrums des Magnetlagers 80 relativ zur Lage der geometrischen Längsachse A2 des Innenumfangs 12 des Statorgehäuses 11 durch Vermessen der Lageraufnahme 40 des Lagerschildes 30. Dies erfolgt bei aktiven Magnetlagern 80 vorzugsweise über eine Bestimmung des Zentrums des Innendurchmessers des Fanglagers 82. Nachfolgendes Bestimmen eines aktualisierten Versatzbetrags des Zentrums des Magnetlagers 80 gegenüber der geometrischen Längsachse A2 des Innenumfangs 12 des Statorgehäuses 11 aus beim Vermessen gewonnenen Messdaten. Sollte der aktualisierte Versatzbetrag größer als ein tolerierbarer Versatzbetrag sein, sind die Verfahrensschritte beginnend mit dem Demontieren des Lagerschildes 30 zu wiederholen.

Danach kann sich bei Nutzung von aktiven Magnetlagern ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren anschließen, mit dem zusätzlich die Möglichkeit genutzt wird, Justierungen des Rotors 20 zur magnetischen Zentralachse A4 der Statorwicklung 13 des Stators 10 auf Basis eines erzielten Betriebsverhaltens bzw. Schwingungsverhaltens zu realisieren, womit elektrische Asymmetrien korrigiert werden können. Dies wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zum Beispiel mittels der folgenden Verfahrensschritte realisiert:

Einsetzen des Rotors 20 in das Statorgehäuse 11; Einpassen der
10 Außenumfangskontur des Lagerschildes 30 in den Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11, wobei das Magnetlager 80 und der Innenring des Fanglagers 82 die Rotorwelle 21 jeweils umschließen; Betreiben der elektrischen Maschine 1, so dass deren Rotor 20 bei bestromtem Magnetlager 80 rotiert; Bestimmen eines Schwingungsverhaltens des Rotors 20; Bestimmen eines Korrektur-Versatzes
15 gegenüber dem Stator 10 aus dem Schwingungsverhaltens; Demontieren des Lagerschildes 30 vom Statorgehäuse 11; Verändern der jeweiligen Vorstehmaße M der Stützelemente 60, 70 um den Korrektur-Versatz; Einpassen der Außenumfangskontur des Lagerschildes 30 in den Innenumfang 12 des Statorgehäuses 11; Betreiben der elektrischen Maschine 1, so dass deren Rotor
20 20 bei bestromtem Magnetlager 80 rotiert; Bestimmen eines aktualisierten Schwingungsverhaltens des Rotors 20. Bei noch unzureichendem Schwingungsverhalten Bestimmen eines aktualisierten Korrektur-Versatzes gegenüber dem Stator 10 aus dem aktualisierten Schwingungsverhalten. Sollte der aktualisierte Korrektur-Versatz größer als ein tolerierbarer Korrektur-Versatz
25 sein, sind die Verfahrensschritte beginnend mit dem Demontieren des Lagerschildes 30 zu wiederholen. Das Bestimmen des Korrektur-Versatzes und das entsprechende Verändern der jeweiligen Vorstehmaße M der Stützelemente 60, 70 um den Korrektur-Versatz erfolgen bevorzugt durch Tests bzw. mehrere Montage-und-Mess-Iterationen, bis das gewünschte Schwingungsverhalten
30 erreicht ist. Das Bestimmen des Schwingungsverhaltens erfolgt z.B. mittels einer ähnlich einer Auswuchtbank mit elektronischer Auswerte-und-Anzeigeeinrichtung konfigurierten Prüfeinrichtung.

Wie Fig. 8 entnommen werden kann, müssen die Stützelemente 60, 70 im Unterschied zu Fig.5 und Fig.6 keine abgestuften Stützflächen 61a, 71a aufweisen. Es ist ausreichend, dass die Stützelemente 60, 70 der beiden Gruppen
5 so ausgeführt sind, dass dieselben jeweils mit einem der Gehäuse, also Statorgehäuse 11 oder Anschlussgehäuse 100, in Eingriff sind. Auch so kann die Längsachse des Anschlussgehäuses 100 bezüglich der Längsachse des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 unabhängig ausgerichtet werden, ohne dass die Koinzidenz des Zentrums des Magnetlagers 80 mit der geometrischen
10 Längsachse A2 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 und/oder der magnetischen Längsachse A4 des Stators 10 der elektrischen Maschine 1 verändert werden muss.

In Fig.1 bis Fig. 8 sind die Stützelemente 60, 70 im Lagerschild 30 aufgenommen.
15 Im Unterscheid hierzu zeigt Fig.9 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 1 nach einem zweiten Aspekt der Erfindung, bei welcher die Stützelementen 60, 70 im Statorgehäuse 11 bzw. im Anschlussgehäuse 100 aufgenommen sind und am Lagerschild 30 anliegen, um das Lagerschild 30 unter Erzielung von Koinzidenz des Zentrums des Magnetlagers 80 mit der
20 geometrischen Längsachse A2 der elektrischen Maschine 1 und/oder der magnetischen Längsachse A4 der elektrischen Maschine 1 einzupassen. In der Variante der Fig. 9 sind an einer radial inneren Umfangskontur des Statorgehäuses 11 der elektrischen Maschine 1 und des Anschlussgehäuses 100 eine Anzahl von mindestens drei Stützelementen 60, 70 vorgesehen, die jeweils
25 um ein bestimmtes Vorstehmaß M gegenüber der jeweiligen Umfangskontur nach radial innen vorstehen, so dass sie eine diskontinuierliche Innenumfangskontur des Statorgehäuses 11 und/oder des Anschlussgehäuses 100 definieren. Die jeweiligen Vorstehmaße sind so bemessen, dass das Lagerschild 30 unter Erzielung von Koinzidenz eines Zentrums des Magnetlagers 80 mit einer
30 geometrischen Längsachse A2 der elektrischen Maschine 1 und/oder einer magnetischen Längsachse A4 der elektrischen Maschine 1 einpassbar ist.

Die Stützelemente 60, 70 sind jeweils radial verstellbar an die jeweilige Umfangskontur montiert, so dass die jeweiligen Vorstehmaße M der Stützelemente 60, 70 einstellbar sind. Jedes Stützelement 60, 70 weist vorzugsweise einen radial innenliegenden Anlagekörper 61, 71 zur Anlage an
5 einem Außenumfang des Lagerschilds 30 und eine individuelle Anzahl von dem Anlagekörper 61, 71 radial nach außen unterlegten Beilagen 62, 72 auf, wobei jede Beilage 62, 72 eine bestimmte radiale Dickenabmessung aufweist. Die Stützelemente 60, 70 sind in jeweiligen Ausnehmungen des Statorgehäuses 11 und/oder des Anschlussgehäuses 100 angeordnet, welche sich jeweils von der
10 jeweiligen Umfangskontur aus radial nach außen sowie umfänglich des Statorgehäuses 11 und/oder des Anschlussgehäuses 100 erstrecken.

Die Stützelemente 60, 70 sind vorzugsweise in zwei Gruppen von Stützelementen um die Umfangskontur des Statorgehäuses 11 und/oder des Anschlussgehäuses
15 100 herum verteilt angeordnet, wobei die Stützelemente einer ersten Gruppe dieser beiden Gruppen das Lagerschild 30 gegenüber dem Statorgehäuse 11 einpassen, und wobei die Stützelemente einer zweiten Gruppe dieser beiden Gruppen das Anschlussgehäuse 100 unabhängig vom Lagerschild 30 gegenüber dem Statorgehäuse 11 einpassen.

20

Die oben beschriebenen Verfahren sind analog auf die elektrische Maschine der Fig.9 anwendbar. Zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen wird bezüglich der Verfahren sowie der Details von passiven oder aktiven Magnetlagern auf die Ausführungen zur elektrische Maschine der Fig. 1 bis Fig. 7, 8 verwiesen.

25

Bezugszeichenliste

	1	elektrische Maschine
5	10	Stator
	11	Statorgehäuse
	12	Innenumfang
	13	Statorwicklung
	14	Statorbelchpaket
10	20	Rotor
	21	Rotorwelle
	30	Lagerschild
	40	Lageraufnahme
	50	Umfangskontur
15	51	Ausnehmung
	60	Stützelement
	61	Anlagekörper
	61a	Stützfläche
	62	Beilagen
20	63	Schrauben
	70	Stützelement
	71	Anlagekörper
	71a	Stützfläche
	72	Beilagen
25	73	Schrauben
	80	Magnetlager
	81	aktiver Teil des Magnetlagers
	82	Fanglager
	83	Spalt
30	84	Blechpaket des Magnetlagers
	90	Steuervorrichtung
	100	Anschlussgehäuse
	101	Innenumfang
	102	Trennebene Statorgehäuse zu Anschlussgehäuse
35	M	Vorstehmaß
	GD	Gesamtdickenabmessung
	A2	geometrische Zentralachse/Längsachse
	A3	Rotationsachse

	A4	magnetische Zentralachse/Längsachse
	AR	Axialrichtung
	AR1	erste Axialrichtung
	AR2	zweite Axialrichtung
5	RR	Radialrichtung

Patentansprüche

1. Lagerschild (30) für eine elektrische Maschine (1), aufweisend:
eine Lageraufnahme (40), in der ein zur drehbaren Lagerung eines Rotors
5 (20) der elektrischen Maschine (1) eingerichtetes Magnetlager (80) aufnehmbar
ist; und
eine radial äußere Umfangskontur (50), an der eine Anzahl von mindestens
drei Stützelementen (60, 70) vorgesehen sind, die jeweils um ein bestimmtes
Vorstehmaß (M) gegenüber der Umfangskontur (50) nach radial außen vorstehen,
10 so dass sie eine diskontinuierliche Außenumfangskontur des Lagerschildes (30)
definieren;
wobei die jeweiligen Vorstehmaße (M) der Stützelemente (60, 70) so
bemessen sind, dass das Lagerschild (30) unter Erzielung von Koinzidenz eines
Zentrums des Magnetlagers (80) mit einer geometrischen Längsachse (A2) der
15 elektrischen Maschine (1) und/oder einer magnetischen Längsachse (A4) der
elektrischen Maschine (1) einpassbar ist.
2. Lagerschild (30) gemäß Anspruch 1, wobei die Stützelemente (60, 70)
jeweils radial verstellbar an die Umfangskontur (50) montiert sind, so dass die
20 jeweiligen Vorstehmaße (M) der Stützelemente (60, 70) veränderbar bzw.
einstellbar sind.
3. Lagerschild (30) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei jedes Stützelement (60,
70) einen radial außenliegenden Anlagekörper (61, 71) zur Anlage an einem
25 Innenumfang (12) des Statorgehäuses (11) und eine individuelle Anzahl von dem
Anlagekörper (61, 71) radial nach innen unterlegten Beilagen (62, 72) aufweist,
wobei jede Beilage (62, 72) eine bestimmte radiale Dickenabmessung aufweist.

4. Lagerschild (30) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Stützelemente (60, 70) in jeweiligen Ausnehmungen (51) angeordnet sind, welche sich jeweils von der Umfangskontur (50) aus radial nach innen sowie umfänglich des Lagerschildes (30) erstrecken.

5

5. Lagerschild (30) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Stützelemente (60, 70) in zwei Gruppen von Stützelementen um die Umfangskontur (50) herum verteilt angeordnet sind, wobei die Stützelemente einer ersten Gruppe dieser beiden Gruppen mit dem Innenumfang (12) des Statorgehäuses (11) im Eingriff sind, um das Lagerschild (30) gegenüber dem Statorgehäuse (11) einzupassen, und wobei die Stützelemente einer zweiten Gruppe dieser beiden Gruppen mit dem Innenumfang (101) eines Anschlussgehäuses (100) im Eingriff sind, um das Anschlussgehäuse (100) unabhängig vom Lagerschild (30) gegenüber dem Statorgehäuse (11) einzupassen.

6. Lagerschild (30) gemäß Anspruch 5, wobei die Stützelemente (60, 70) jeweils eine radial außenliegende Stützfläche (61a, 71a) aufweisen, die axial des Lagerschildes (30) gestuft ausgebildet ist, wobei die Stufung der ersten Gruppe mit mindestens drei Stützelementen (60) in eine erste Axialrichtung (AR1) radial bis auf das jeweilige Vorstehmaß (M) ansteigt und die Stufung der zweiten Gruppe mit mindestens drei Stützelementen (70) in eine zweite Axialrichtung (AR2) radial bis auf das jeweilige Vorstehmaß (M) ansteigt, und wobei innerhalb jeder der beiden Gruppen die Stützelemente (60, 70) mit einem definierten Winkelabstand voneinander um die Umfangskontur (50) herum verteilt angeordnet sind.

7. Lagerschild (30) gemäß Anspruch 6, wobei innerhalb jeder der beiden Gruppen die Stützelemente (60, 70) symmetrisch um die Umfangskontur (50) herum verteilt angeordnet sind.

8. Elektrische Maschine (1) mit:
einem ein Statorgehäuse (11) aufweisenden Stator (10);
einem in einem Innenumfang (12) des Statorgehäuses (11) angeordneten
5 Rotor (20); und
einem Lagerschild (30) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das
Magnetlager (80) zur drehbaren Lagerung des Rotors (20) in der Lageraufnahme
(40) des Lagerschildes (30) aufgenommen ist, und wobei zur radialen Abstützung
des Lagerschildes (30) dessen Außenumfangskontur in den Innenumfang (12) des
10 Statorgehäuses (11) derart eingepasst ist, dass das Zentrum des Magnetlagers
(80) mit einer geometrischen Längsachse (A2) der elektrischen Maschine (1)
und/oder einer magnetischen Längsachse (A4) der elektrischen Maschine (1)
einpassbar ist.
- 15 9. Elektrische Maschine (1) gemäß Anspruch 8, wobei das Magnetlager (80)
als aktives Magnetlager mit einem Fanglager ausgebildet ist, welches einen
Innenring aufweist, der die Rotorwelle (21) umschließt und der einen
Innendurchmesser hat, welcher um ein vorbestimmtes Maß größer als ein
Außendurchmesser der Rotorwelle (21) ist, so dass bei bestromtem Magnetlager
20 (80) ein Ringspalt zwischen Rotorwelle (21) und Innenring des Fanglagers
gebildet ist und bei unbestromtem Magnetlager (80) die Rotorwelle (21) innen auf
dem Innenring aufliegt.
10. Elektrische Maschine (1) gemäß Anspruch 9, ferner mit einer
25 Steuervorrichtung (90) zum elektrischen Ansteuern des Magnetlagers (80), so
dass bei bestromtem Magnetlager (80) eine Rotationsachse der Rotorwelle (21)
koinzident mit dem Zentrum (A1) des Magnetlagers ist.
11. Verfahren zum Zusammenbauen einer elektrischen Maschine (1),
30 aufweisend:

- Einsetzen des Rotors (20) in das Statorgehäuse (11);
Einpassen der Außenumfangskontur des Lagerschildes (30) in den
Innenumfang (12) des Statorgehäuses (11), so dass das Magnetlager (80) und der
Innenring des Fanglagers die Rotorwelle (21) umschließen;
- 5 Betreiben der elektrischen Maschine (1), so dass deren Rotor (20) bei
bestromtem Magnetlager (80) rotiert;
Bestimmen eines Schwingungsverhaltens des Rotors (20);
Bestimmen eines Korrektur-Versatzes aus dem Schwingungsverhalten;
Verändern der jeweiligen Vorstehmaße (M) der Stützelemente (60, 70) auf
- 10 Basis des Korrektur-Versatzes.
12. Elektrische Maschine (1) mit:
einem ein Statorgehäuse (11) aufweisenden Stator (10);
einem in einem Innenumfang (12) des Statorgehäuses (11) angeordneten
- 15 Rotor (20);
einem Lagerschild (30) mit einer Lageraufnahme (40), in der ein zur
drehbaren Lagerung eines Rotors (20) der elektrischen Maschine (1)
eingerichtetes Magnetlager (80) aufnehmbar ist;
wobei an einer radial inneren Umfangskontur des Statorgehäuses (11)
- 20 und/oder eines Anschlussgehäuses (100) eine Anzahl von mindestens drei
Stützelementen (60, 70) vorgesehen sind, die jeweils um ein bestimmtes
Vorstehmaß (M) gegenüber der jeweiligen Umfangskontur nach radial innen
vorstehen, so dass sie eine diskontinuierliche Innenumfangskontur des
Statorgehäuses (11) und/oder des Anschlussgehäuses (100) definieren;
- 25 wobei die jeweiligen Vorstehmaße (M) der Stützelemente (60, 70) so
bemessen sind, dass das Lagerschild (30) unter Erzielung von Koinzidenz eines
Zentrums des Magnetlagers (80) mit einer geometrischen Längsachse (A2) der
elektrischen Maschine (1) und/oder einer magnetischen Längsachse (A4) der
elektrischen Maschine (1) einpassbar ist.

13. Elektrische Maschine (1) gemäß Anspruch 12, wobei die Stützelemente (60, 70) jeweils radial verstellbar an die jeweilige Umfangskontur montiert sind, so dass die jeweiligen Vorstehmaße (M) der Stützelemente (60, 70) einstellbar sind.
- 5 14. Elektrische Maschine (1) gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei jedes Stützelement (60, 70) einen radial innenliegenden Anlagekörper (61, 71) zur Anlage an einem Außenumfang des Lagerschilds (30) und eine individuelle Anzahl von dem Anlagekörper (61, 71) radial nach außen unterlegten Beilagen (62, 72) aufweist, wobei jede Beilage (62, 72) eine bestimmte radiale Dickenabmessung
- 10 aufweist.
- 15 15. Elektrische Maschine (1) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Stützelemente (60, 70) in jeweiligen Ausnehmungen angeordnet sind, welche sich jeweils von der jeweiligen Umfangskontur aus radial nach außen sowie umfänglich des Statorgehäuses (11) und/oder des Anschlussgehäuses (100) erstrecken.
- 20 16. Elektrische Maschine (1) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei die Stützelemente (60, 70) in zwei Gruppen von Stützelementen um die Umfangskontur des Statorgehäuses (11) und/oder des Anschlussgehäuses (100) herum verteilt angeordnet sind, wobei die Stützelemente einer ersten Gruppe dieser beiden Gruppen das Lagerschild (30) gegenüber dem Statorgehäuse (11) einpassen, und wobei die Stützelemente einer zweiten Gruppe dieser beiden Gruppen das Anschlussgehäuse (100) unabhängig vom Lagerschild (30) gegenüber dem Statorgehäuse (11) einpassen.

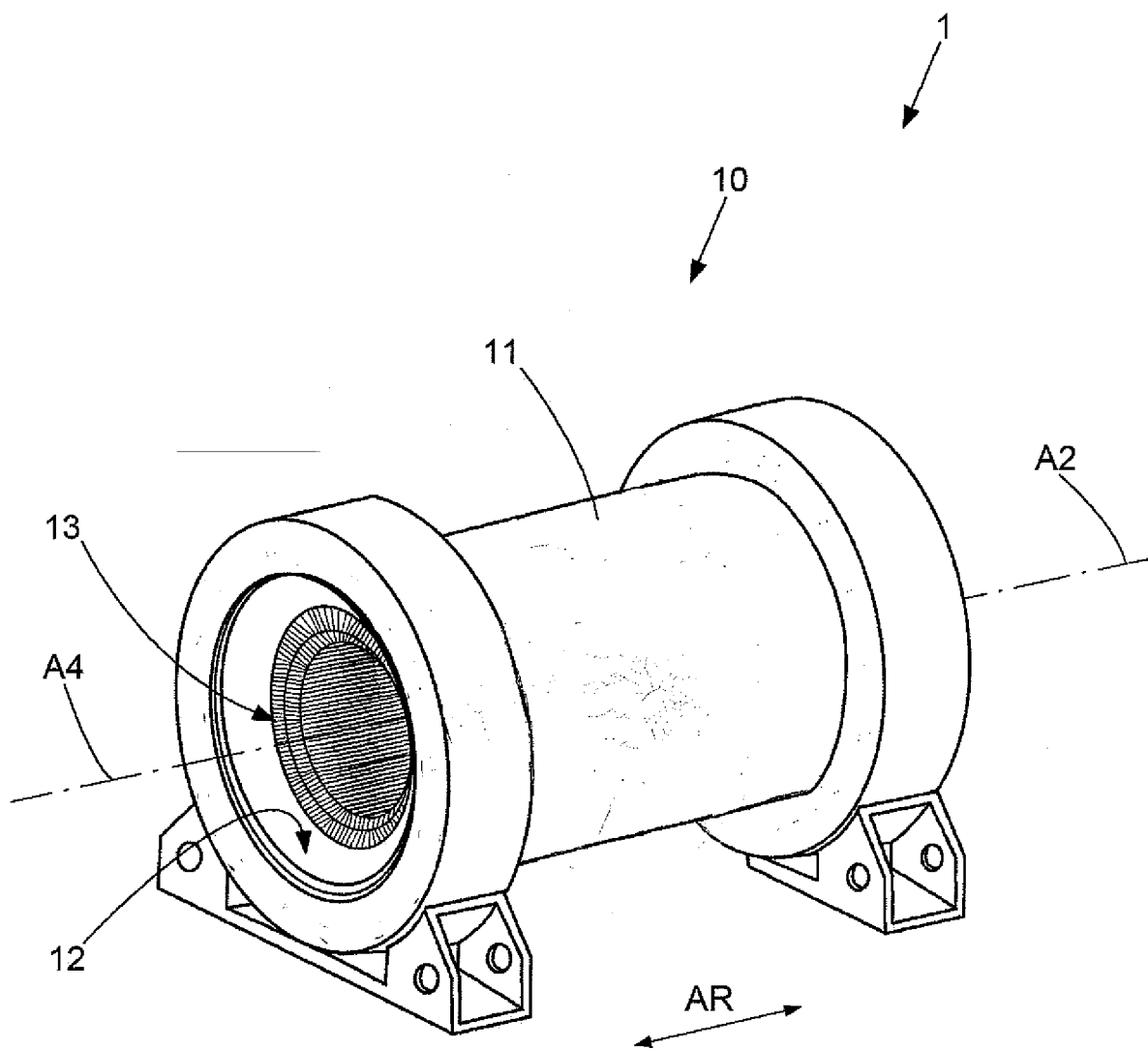


Fig. 1

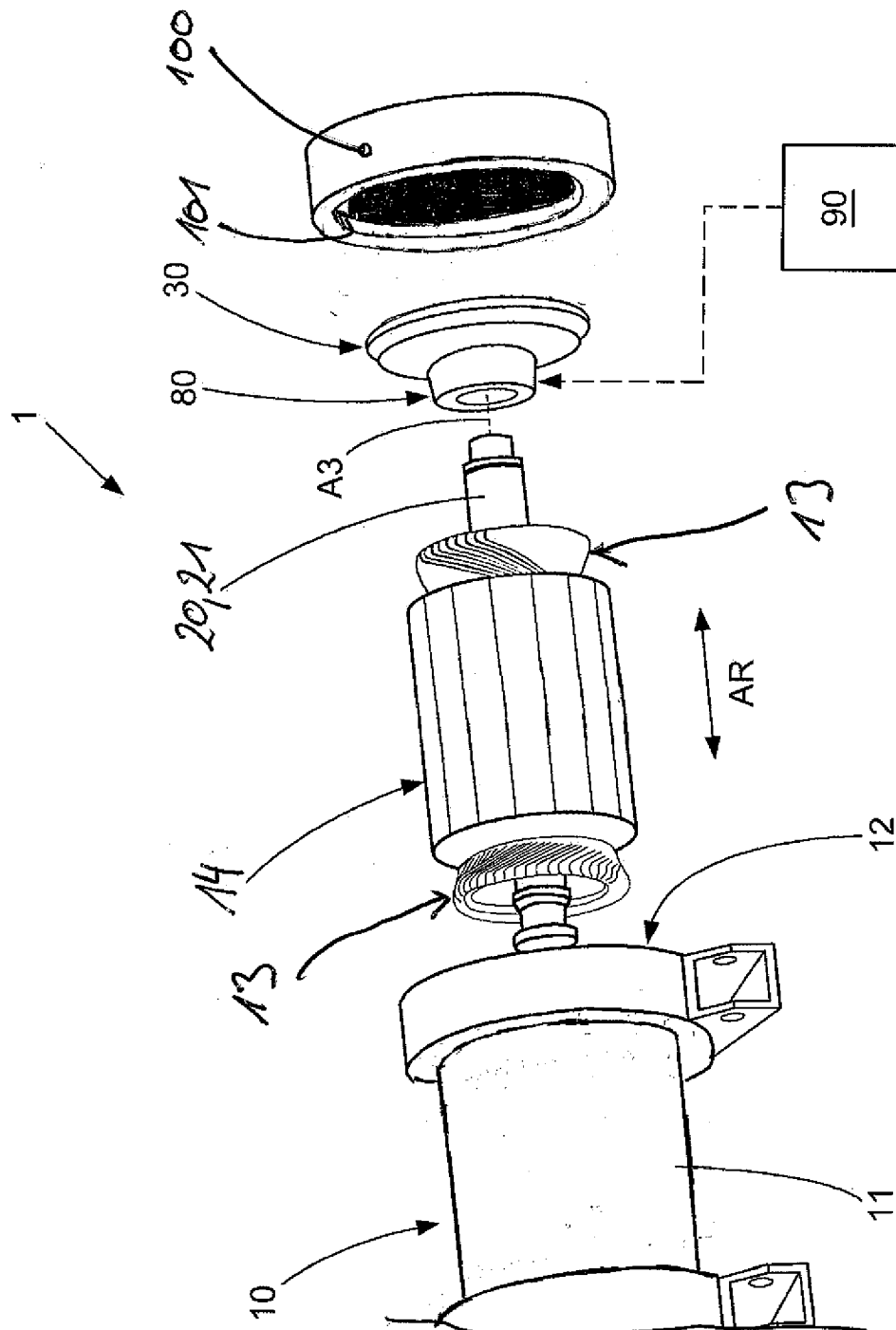


Fig. 2

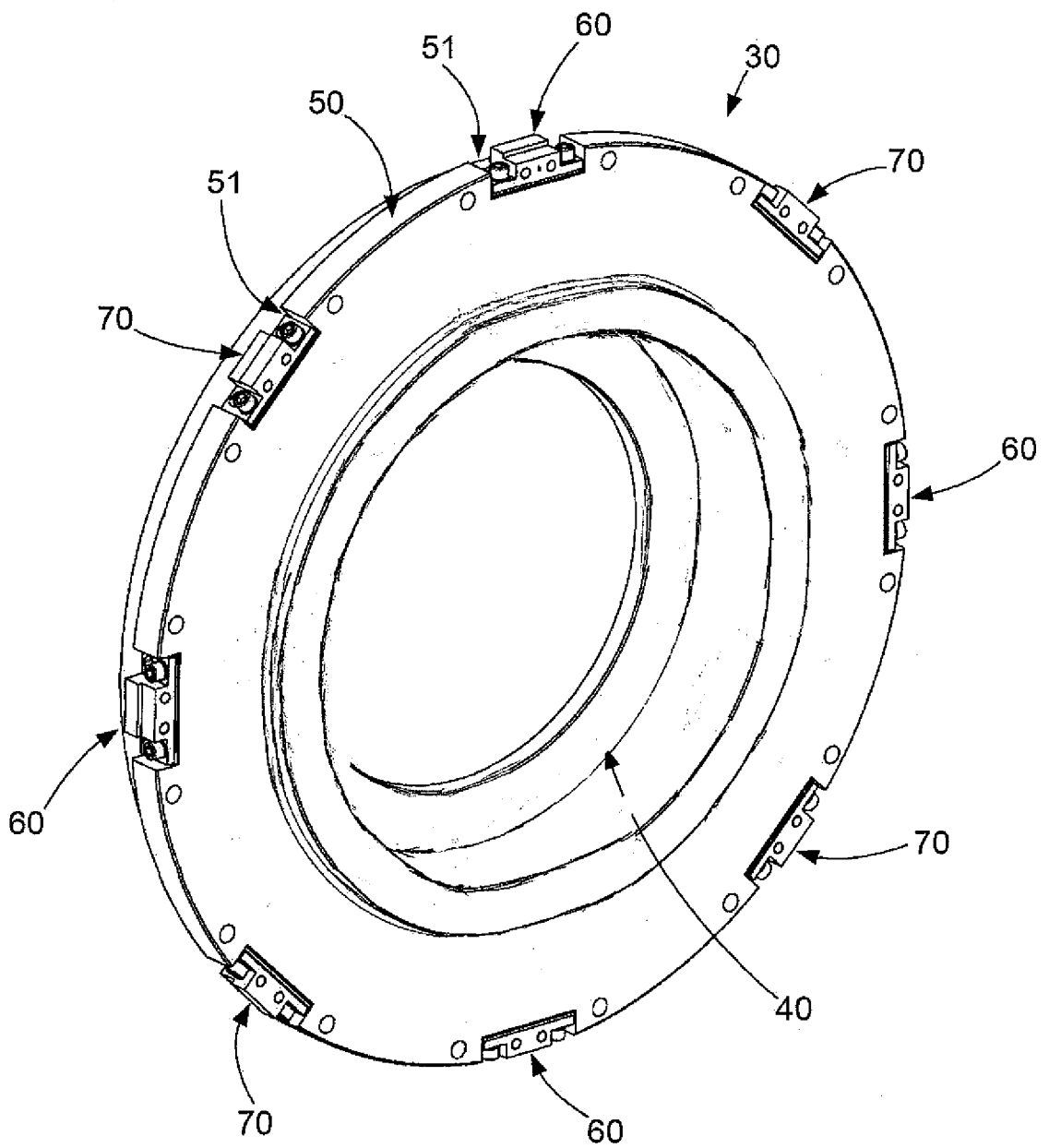


Fig. 3

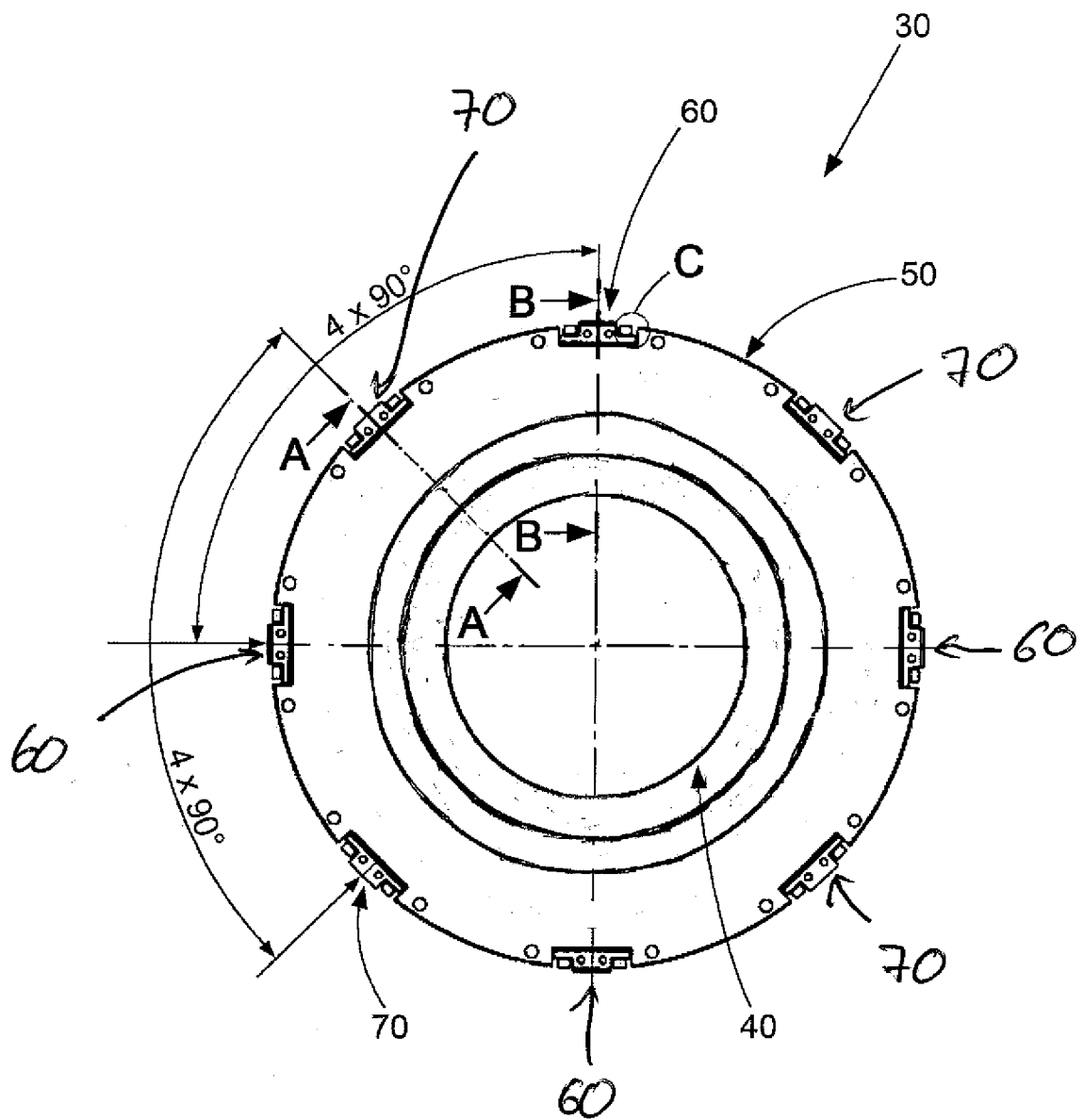


Fig. 4

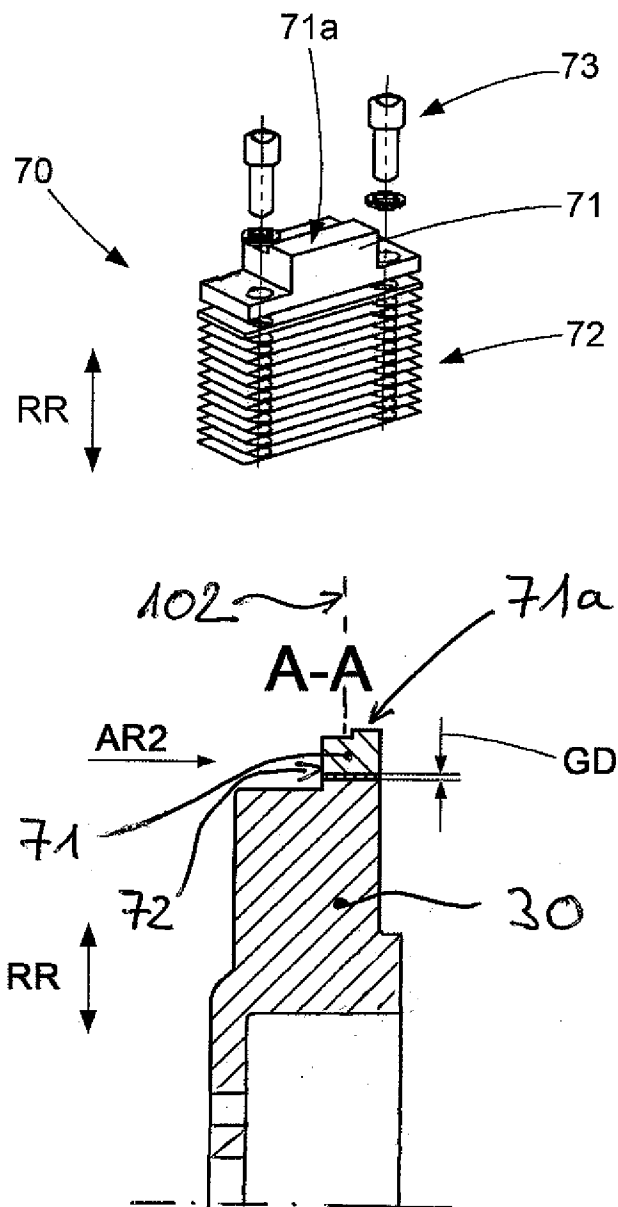


Fig. 5

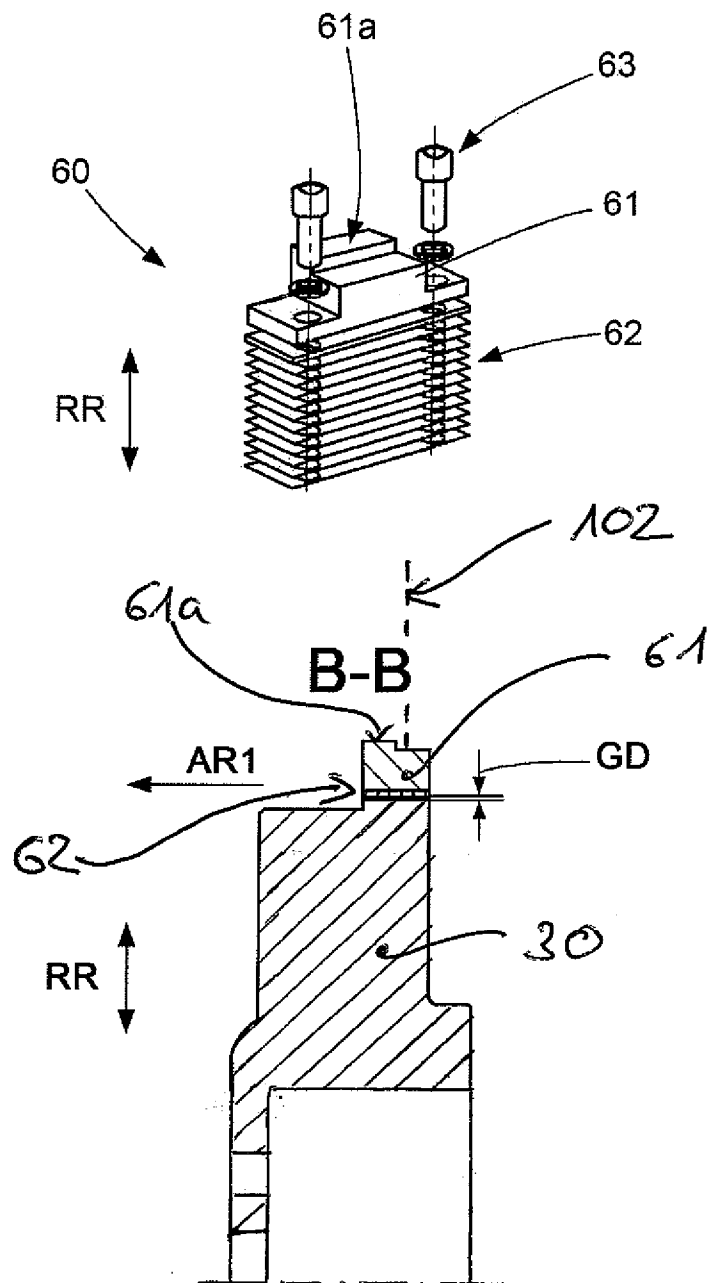


Fig. 6

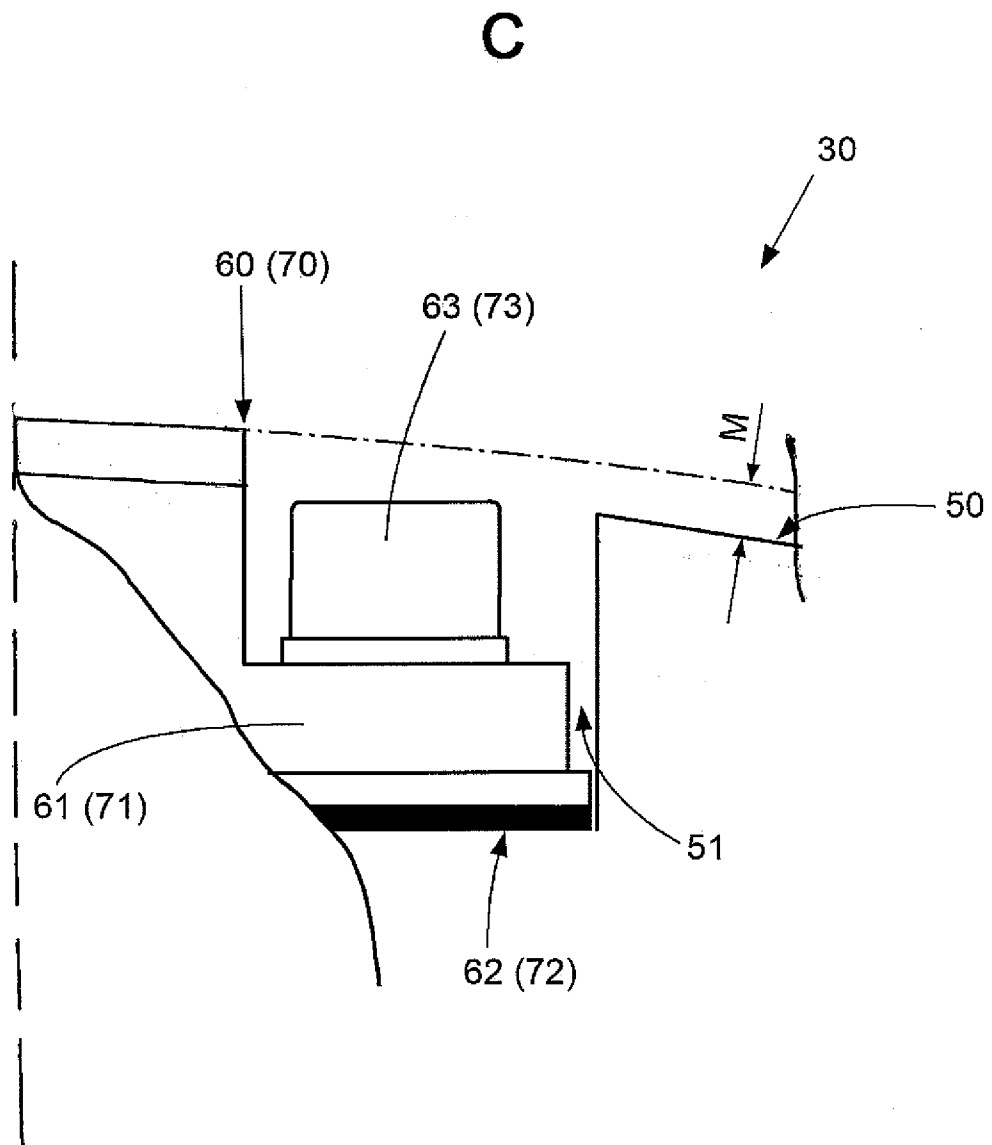


Fig. 7

8/10

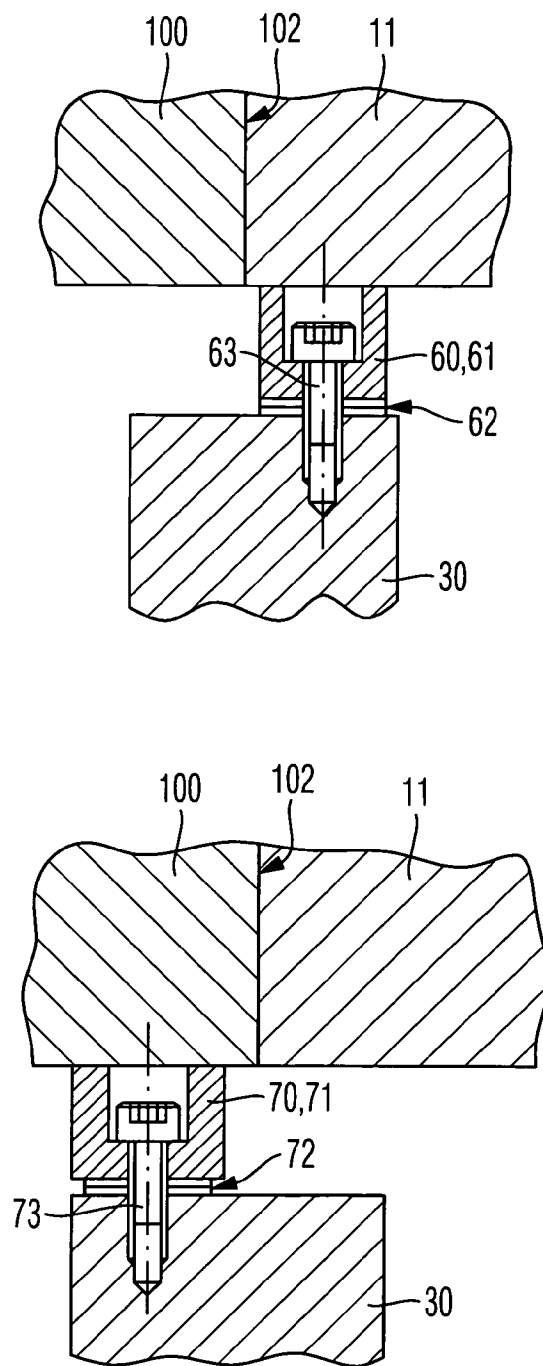


Fig. 8

9/10

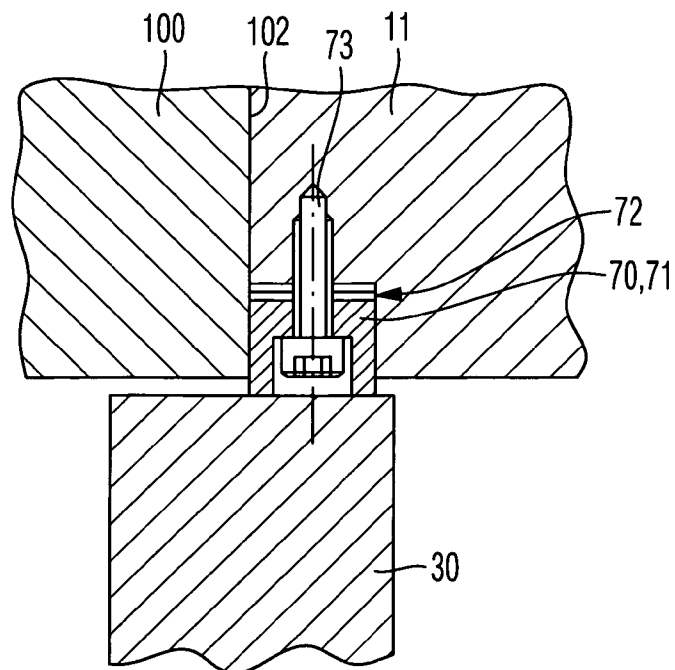
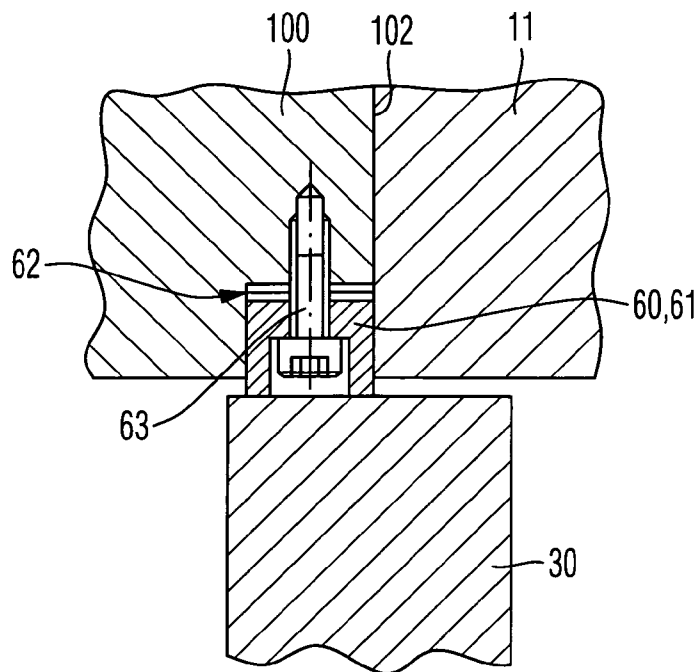


Fig. 9

10/10

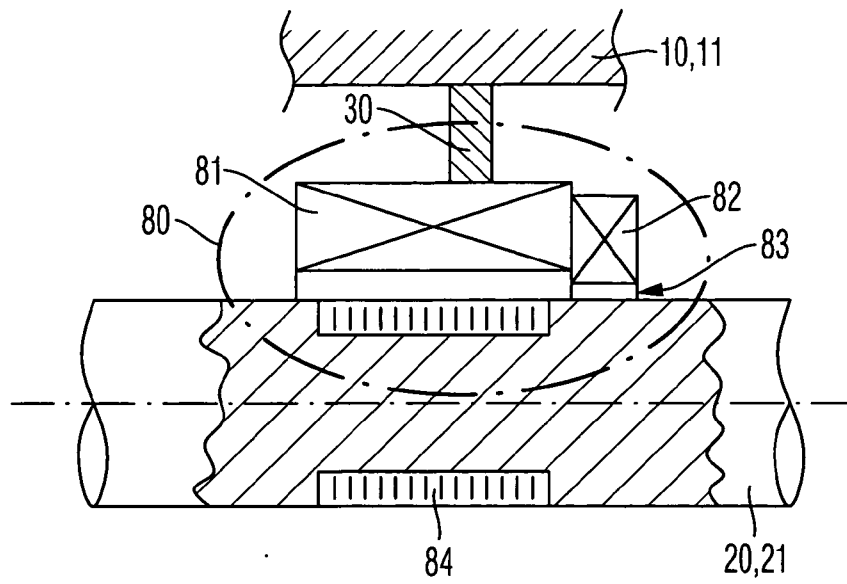


Fig. 10