



(10) **DE 10 2011 105 427 A1** 2012.12.20

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 105 427.1**

(22) Anmeldetag: **20.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **20.12.2012**

(51) Int Cl.: **H02K 11/00 (2011.01)**  
**H02K 15/16 (2011.01)**

(71) Anmelder:

**Voith Patent GmbH, 89522, Heidenheim, DE**

(74) Vertreter:

**Dr. Weitzel & Partner, 89522, Heidenheim, DE**

(72) Erfinder:

**Graf, Bernd, Dr., 89257, Illertissen, Tiefenbach, DE; Hildinger, Thomas, 89522, Heidenheim, DE; Ködding, Ludger, 89518, Heidenheim, DE;**

**Eilebrecht, Philipp, 89522, Heidenheim, DE; Rieg, Michael, 73529, Schwäbisch Gmünd, DE; Kopf, Eberhard, Dr., 89522, Heidenheim, DE; Hesse, Oliver, 89537, Giengen, DE**

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

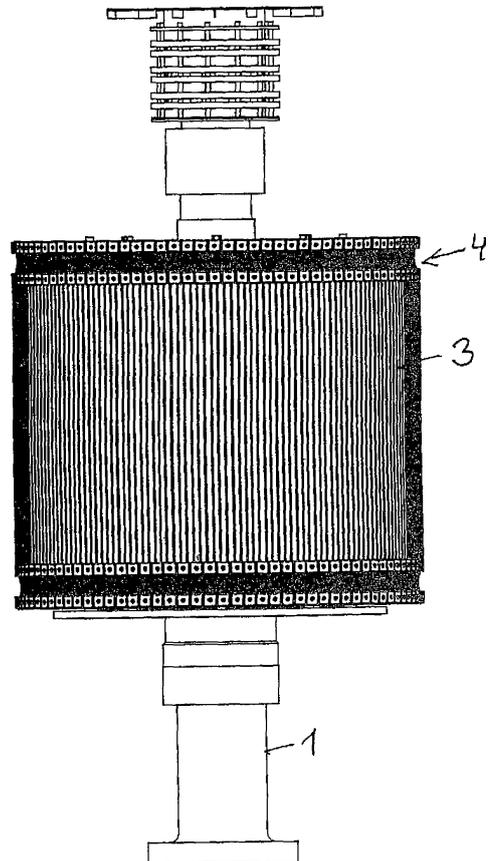
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine mit einer Einrichtung zum Überwachen der Rotorgeometrie**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, umfassend

- einen Rotor mit einem Wickelkopf;
- ein Statorblechpaket;
- einen Luftspalt zwischen Rotor und Stator beziehungsweise Wickelkopf und Stator;
- eine Überwachungseinrichtung zum Erfassen des Zustandes der den Luftspalt begrenzenden Flächen;
- die Überwachungseinrichtung umfasst einen auf den Rotor aufgebrachtten Leiter, eine an den Leiter angeschlossene Energiequelle sowie einen Detektor zum Erfassen des Energieflusses im Leiter.



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

<b>DE</b>	<b>10 2009 037 990</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2010 036 492</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2001 / 0 008 352</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2007 / 0 278 870</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>59- 123 444</b>	<b>A</b>

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft das Gebiet der elektrischen Maschinen. Sie betrifft insbesondere Elektromotoren oder Generatoren.

**[0002]** Derartige Maschinen werden zum Beispiel in Kraftwerksanlagen eingesetzt und von Turbinen angetrieben. Hier kommen doppeltgespeiste Asynchronmaschinen im Leistungsbereich von 20 MVA zur drehzahlvariablen Energieerzeugung in Betracht. Die Maschinen können eine Dreiphasenwicklung auf dem Rotor aufweisen. Die Rotorwicklung besteht aus einzelnen Stäben, welche im Rotorblechpaket in Nuten eingebettet sind. In einem Wickelkopf sind die Stäbe zu einer Wicklung verschaltet.

**[0003]** Insbesondere die Wickelköpfe sind bei Rotation des Rotors Zentrifugalkräften ausgesetzt. Diese sind durch Wickelkopf-Haltesysteme mechanisch gesichert. Die Haltesysteme können beispielsweise Stahlkappen sein, Stahlkabel, Drähte oder Kunststofffolien. Auch Bolzen, Schrauben oder U-förmige Bügel kommen in Betracht.

**[0004]** Die Zentrifugalkräfte können bei entsprechend hohen Drehzahlen außerordentlich groß sein. Sie können zu Schäden führen, beispielsweise in Form eines Lösens oder Bruches der Haltemittel des Wickelkopfes.

**[0005]** DE 10 2009 037 989 A1 beschreibt ein Sicherungssystem, bei welchem Schäden am Rotorwickelkopf infolge der Zentrifugalkräfte vermieden oder begrenzt werden können.

**[0006]** DE 10 2009 037 990 A1 beschreibt Mittel zum Überwachen des Luftspaltes. Hiermit soll eine Veränderung der Rotorgeometrie oder das Eindringen von Fremdkörpern in den Luftspalt erfasst werden.

**[0007]** Die bekannten Lösungen haben Nachteile. Diese betreffen vor allem die mangelnde Zuverlässigkeit als auch den baulichen Aufwand.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Überwachungseinrichtung zum Erfassen des Zustandes der den Luftspalt begrenzenden Flächen des Rotors oder auch nur des Wickelkopfes zu erfassen, und dabei die genannten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

**[0010]** Der Kerngedanke der Erfindung besteht somit im Aufbringen eines Leiters zum Leiten von Energie, eingelassen oder aufgelegt auf den Rotor oder den Wickelkopf, ferner in einem Detektor zum Erfassen des Energieflusses im Leiter.

**[0011]** Dabei ist der Ausdruck „Leiter“ im weitesten Sinne zu verstehen. So kommen metallische Leiter oder Lichtwellenleiter in Betracht.

**[0012]** Handelt es sich um einen metallischen Leiter, und kommt es zu einer Veränderung der Außenfläche von Rotor und/oder Wickelkopf, so führt dies zu einer Dehnung des metallischen, stromdurchflossenen Leiters, und damit zu einer Änderung des elektrischen Widerstandes des Leiters. Diese Widerstandsänderung wird durch einen Sensor erfasst.

**[0013]** Handelt es sich um einen Lichtwellenleiter, so kann ein Verändern der Außenfläche von Rotor und/oder Wickelkopf zu einem Bruch des Lichtwellenleiters kommen, und somit zu einer Unterbrechung des Lichtstrahles. Es werden Änderungen der Wellenlänge des reflektierten Lichtes erfasst.

**[0014]** Als Leiter kann ein sogenanntes Faser-Bragg-Gitter verwendet werden. Hierbei handelt es sich um spezielle faseroptische Sensoren beziehungsweise Lichtwellenleiter, welche Zonen mit optischen Interferenzfiltern enthalten. Bei Dehnung oder Stauchung ändert sich die Wellenlänge des filterreflektierten Lichtes. Die dann gemessene spektrale Bandbreite ist proportional zur Dehnung. Es lässt sich somit statt eines einzigen Leiters ein ganzes Netz von Leitern verwenden, das den Rotor komplett oder teilweise umhüllt. Auch kommt ein Leiter mit Verzweigungen in Frage, oder mehrere Leiter, die ein Netz miteinander bilden.

**[0015]** Das Aufbringen des Leiters kann auf verschiedene Weise erfolgen. Ein einfaches Auflegen ohne weiteres Fixieren, lediglich durch mechanisches Aufspannen des Leiters ist denkbar, vor allem bei metallischen Leitern. Auch ist ein Einlegen des Leiters in einen Kanal von Rotor und/oder Wickelkopf denkbar. Das Fixieren kann mittels Ankleben vorgenommen werden.

**[0016]** Gestalt und Anordnung des Leiters können vielfältig sein. So kann sich eine Windung eines Leiters um den Umfang des Rotors und/oder des Wickelkopfes herumschlingen. Auch sind mehrere Windungen denkbar.

**[0017]** Die Windungen können in Umfangsrichtung verlaufen und sie können sich aber auch über einen größeren axialen Abschnitt des Rotors und/oder des Wickelkopfes erstrecken, oder über die komplette Axiallänge dieser beiden.

**[0018]** Ganz allgemein kommen elektrische Maschinen mit einer Leistung zwischen 100 MVA bis 500 MVA in Betracht. Abweichungen nach oben oder unten sind möglich.

**[0019]** Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin ist im Einzelnen folgendes dargestellt:

**[0020]** **Fig. 1** zeigt in perspektivischer Darstellung einen Rotor mit Welle in Seitenansicht.

**[0021]** **Fig. 2** zeigt den Gegenstand von **Fig. 1** in perspektivischer Darstellung.

**[0022]** **Fig. 3** zeigt den Rotor von **Fig. 1** in einem Axialschnittpunkt.

**[0023]** **Fig. 4** zeigt einen Großschnitt des Rotors in perspektivischer Darstellung und in vergrößertem Maßstab.

**[0024]** **Fig. 5** zeigt den Gegenstand von **Fig. 4**, nochmals vergrößert.

**[0025]** **Fig. 6** zeigt in starker Vergrößerung ein Zugbolzen mit Anker und Fixierplättchen.

**[0026]** Der in **Fig. 1** gezeigte Rotor ist Bestandteil einer Asynchronmaschine. Diese kann sowohl als Motor als auch als Generator betrieben werden. Sie ist drehzahlvariabel.

**[0027]** Eine Welle **1** trägt einen Tragkern **2**. Der Tragkern **2** ist bestückt mit einem Rotorblechkörper **3**. In diesem verläuft eine Rotorwicklung.

**[0028]** Ein wichtiger Bestandteil ist ein Wickelkopf **4**. Dieser ist von einem Wickelkopfträger **5** getragen.

**[0029]** Die **Fig. 2** und **Fig. 3** lassen den Wickelkopf **4** sowie dessen Umfeld im Einzelnen erkennen.

**[0030]** Zum Sichern des Wickelkopfes **4** dient ein Sicherungssystem. Siehe die **Fig. 4** bis **Fig. 6**. Dieses umfasst eine Vielzahl von Fixierplättchen **6**, Zugbolzen **7** und Anker **8**. Jeder Zugbolzen **7** stellt eine zugfeste Verbindung zwischen einem Plättchen **6** und einem Anker **8** her.

**[0031]** Gemäß einer hier nicht gezeigten Ausführungsform umschlingt ein Lichtwellenleiter den Wickelkopf **4**.

**[0032]** Der Lichtwellenleiter kann auf der Höhe der oberen Reihe von Fixierplättchen **6** aufgebracht sein, oder der unteren Reihe, oder zwischen diesen beiden. Bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 5** umschlingt er die obere Reihe der Fixierplättchen **6**.

**[0033]** Er kann in Nuten eingelegt sein, die in die Fixierplättchen **6** eingearbeitet sind, sodass der Lichtwellenleiter bündig mit der Außenfläche der Fixierplättchen ist.

**[0034]** Sobald eine Veränderung der Geometrie der Außenflächen des Wickelkopfes auftritt, insbesondere ein „Aufblähen“ zufolge übermäßiger Zentrifugalkräfte oder einer übermäßigen Erwärmung, kann dies zum Bruch des Lichtwellenleiters führen. Ein durch den Lichtwellenleiter hindurch geschickter Lichtstrahl wird hierbei unterbrochen. Damit entsteht ein binäres Signal, das eine Unregelmäßigkeit anzeigt und zu einer Abhilfe Anlass gibt.

**[0035]** Statt des Lichtwellenleiters kann auch ein metallischer Leiter vorgesehen werden. An diesen ist ständig eine Spannung angelegt. Bei Auftreten einer Unregelmäßigkeit kann es zu einer Dehnung des metallischen Leiters und damit zu einer Veränderung von dessen elektrischem Widerstand kommen. Eine solche Veränderung stellt ein Signal dar, das eine Unregelmäßigkeit anzeigt.

**[0036]** Ganz allgemein wird somit gemäß der Erfindung ein Leiter vorgesehen, an den eine Energiequelle angeschlossen wird. Ferner wird ein hier nicht gezeigter Detektor zum Erfassen des Energieflusses vorgesehen, beziehungsweise einer Änderung des Energieflusses. So wie oben erwähnt.

**[0037]** Der Leiter kann in Umfangsrichtung verlaufen, so wie in **Fig. 5** gezeigt. Er kann aber auch nach Art einer Spirale den Wickelkopf umschlingen, und somit mehrere Windungen umfassen.

**[0038]** Nicht nur der Wickelkopf kann auf diese Weise überwacht werden, sondern auch der übrige Rotor. Dabei kann der genannte Leiter relativ zur Achse der Maschinenwelle **1** eine erhebliche Steigung aufweisen.

**[0039]** Statt eines einzigen Leiters kann auch ein Gitter vorgesehen werden (Faser-Bragg-Gitter).

#### Bezugszeichenliste

- 1** Welle
- 2** Tragkern
- 3** Rotorblechkörper
- 4** Wickelkopf
- 5** Wickelkopfträger
- 6** Fixierplättchen
- 7** Zugbolzen
- 8** Anker

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102009037989 A1 [\[0005\]](#)
- DE 102009037990 A1 [\[0006\]](#)

### Patentansprüche

1. Elektrische Maschine, umfassend
  - 1.1 einen Rotor mit einem Wickelkopf (4);
  - 1.2 ein Statorblechpaket;
  - 1.3 einen Luftspalt zwischen Rotor und Stator beziehungsweise Wickelkopf (4) und Stator;
  - 1.4 eine Überwachungseinrichtung zum Erfassen des Zustandes der den Luftspalt begrenzenden Flächen;
  - 1.5 die Überwachungseinrichtung umfasst einen auf den Rotor aufgebrachtten Leiter, eine an den Leiter angeschlossene Energiequelle sowie einen Detektor zum Erfassen des Energieflusses im Leiter.
  
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter coaxial zur Rotorachse (1) verläuft.
  
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter die Rotorachse (1) umschlingt.
  
4. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter nur einem Teil des Rotors zugeordnet ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

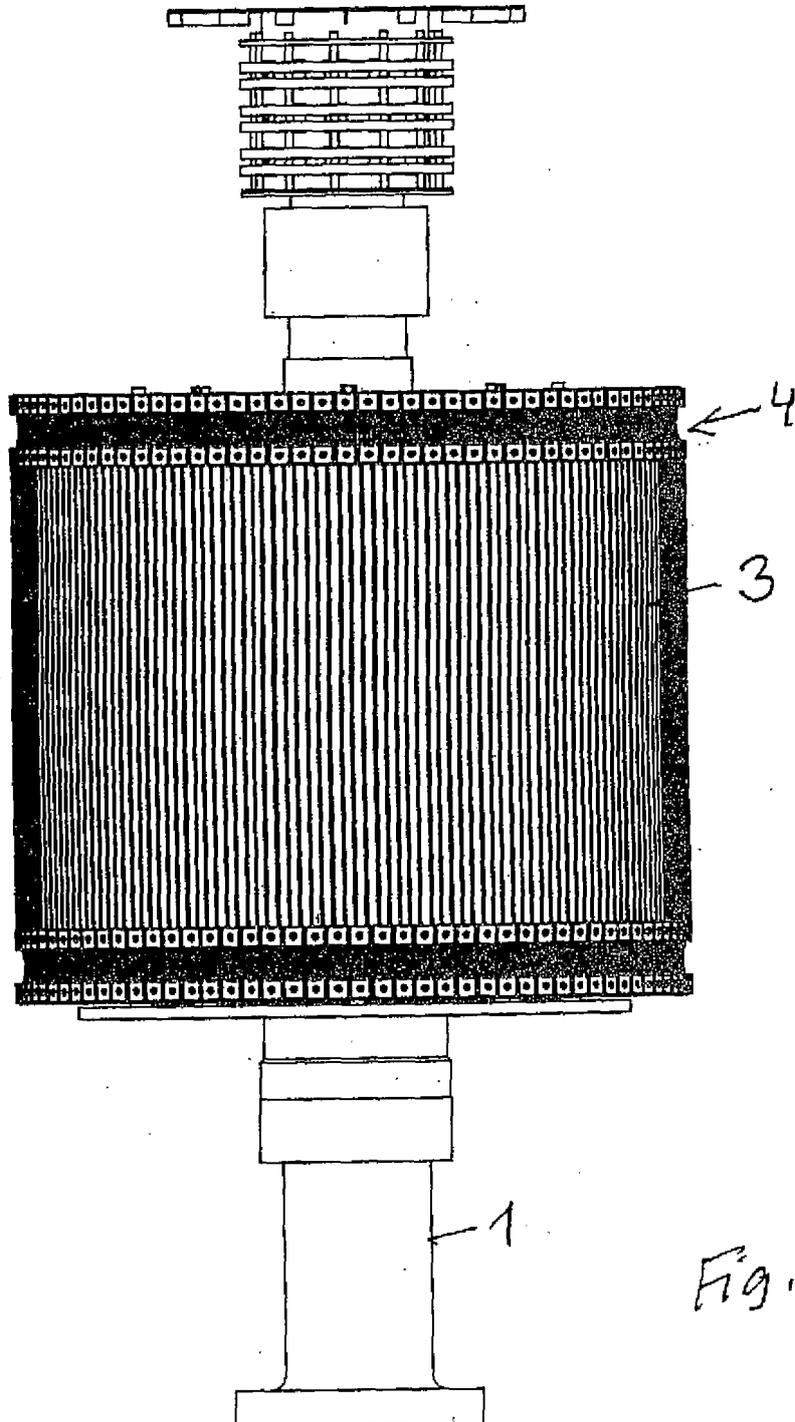


Fig. 1

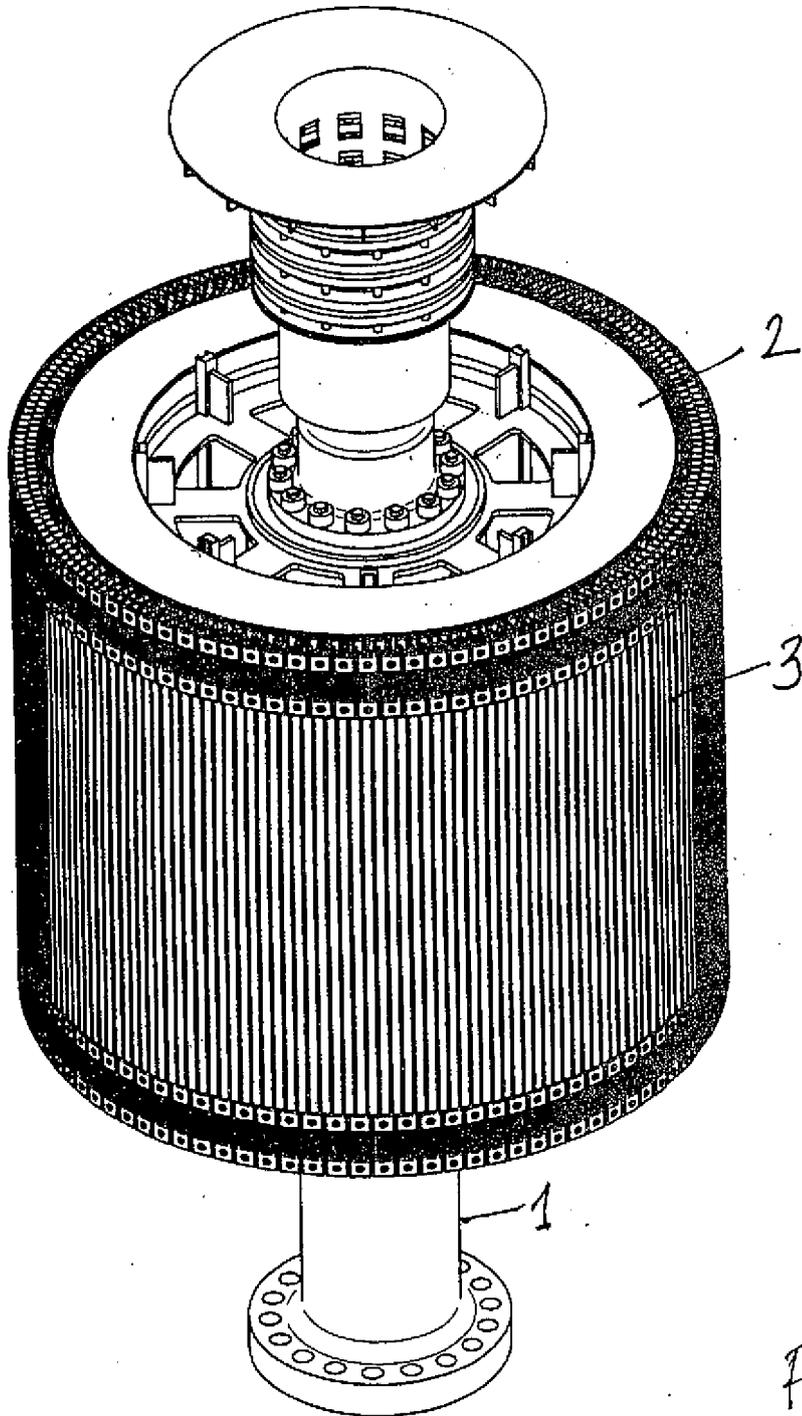


Fig. 2

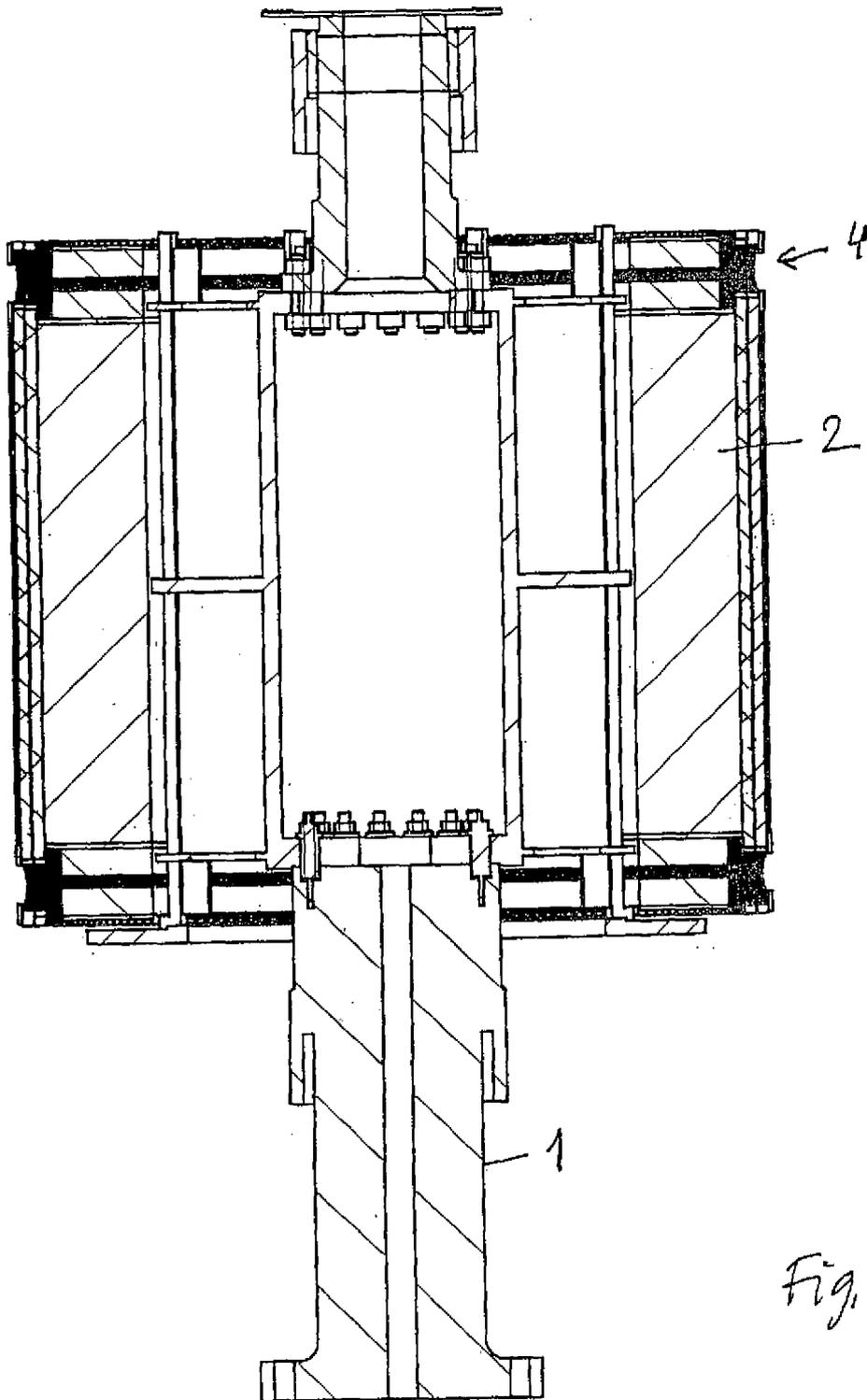


Fig. 3

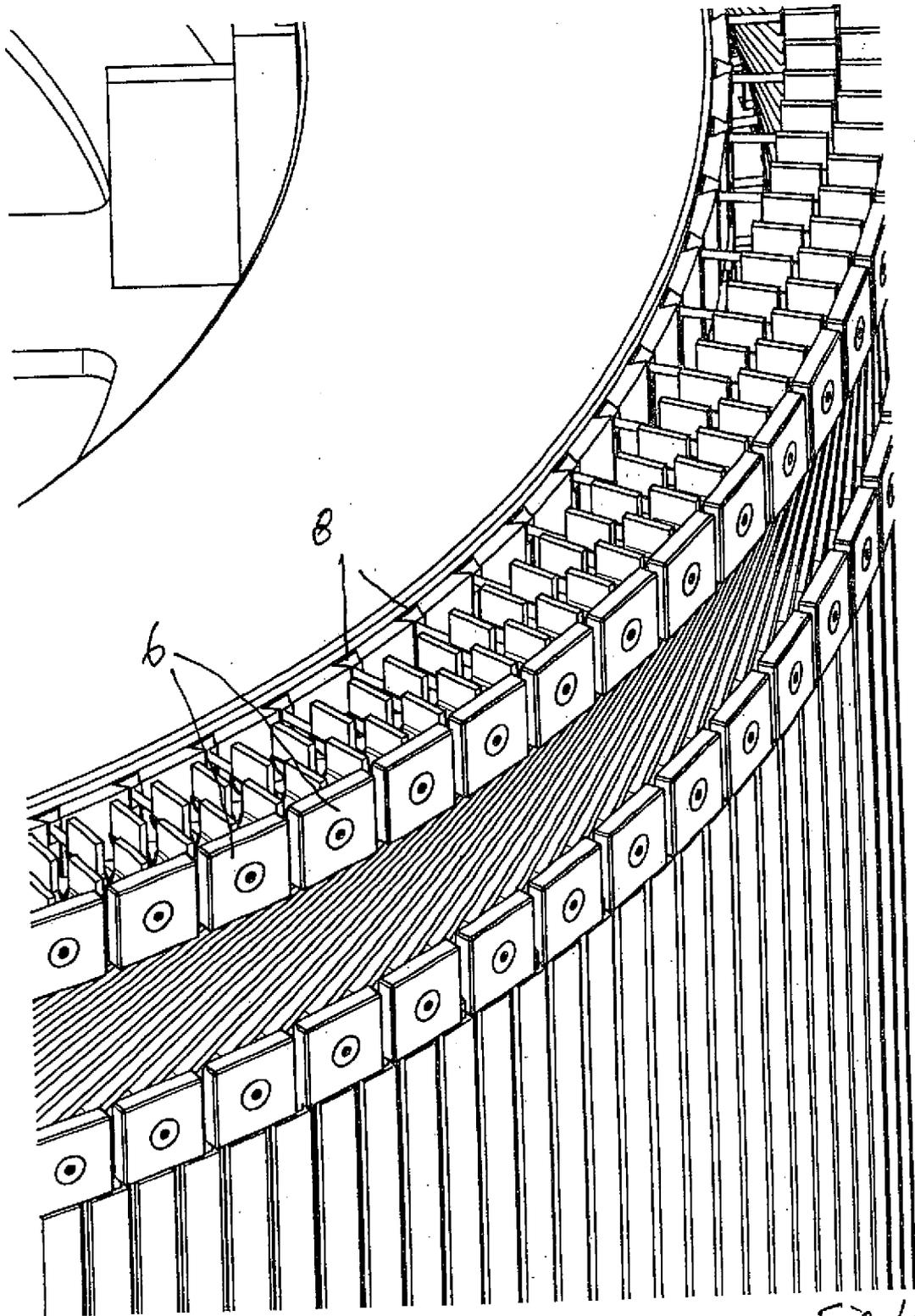


Fig. 4

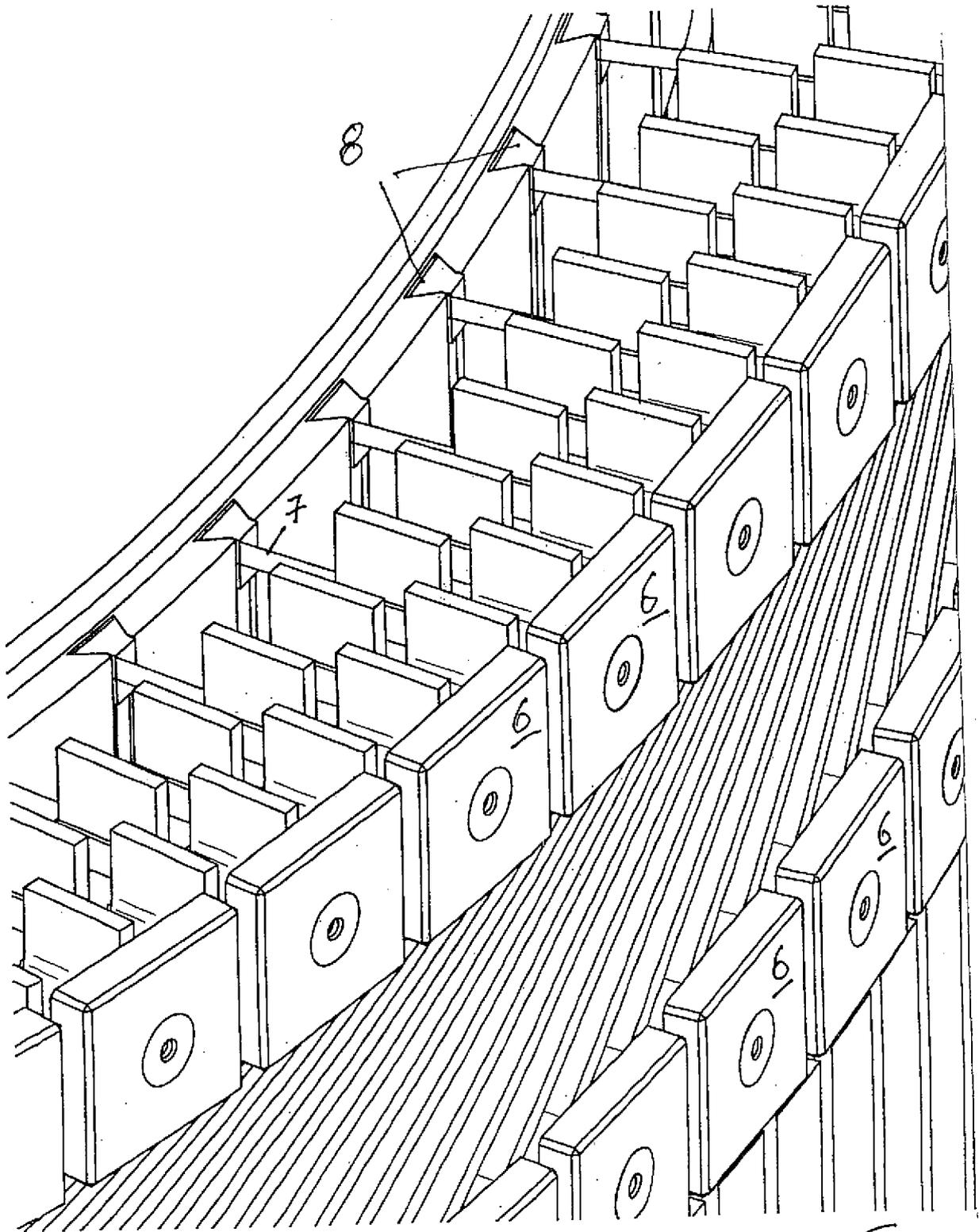


Fig.5

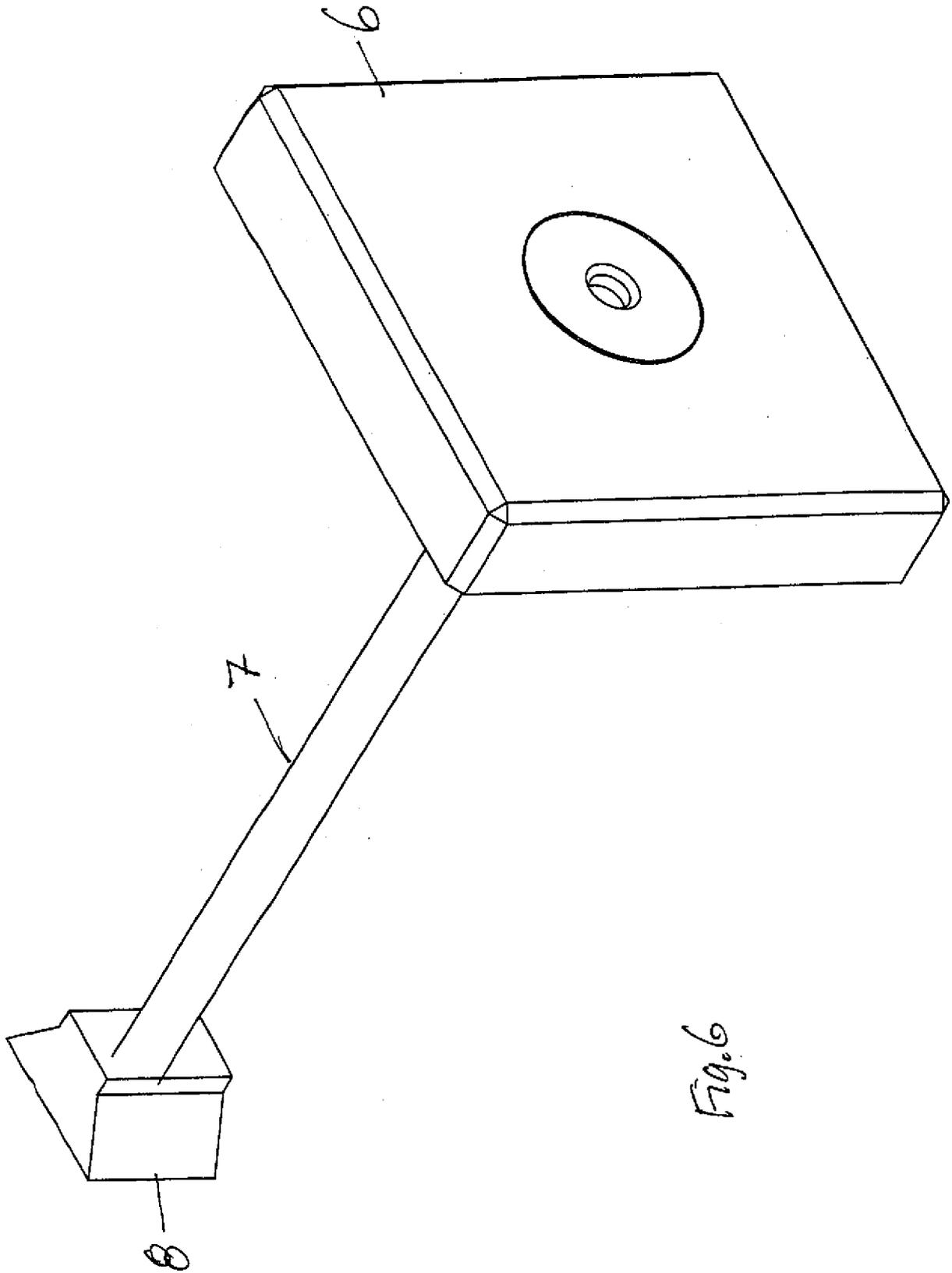


Fig. 6