



(10) **DE 10 2009 042 765 A1** 2011.03.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 042 765.1**

(22) Anmeldetag: **25.09.2009**

(43) Offenlegungstag: **31.03.2011**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02K 3/20 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Krebs & Aulich GmbH, 38895 Derenburg, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Quermann, Sturm, Weilnau, 65195  
Wiesbaden**

(72) Erfinder:

**Büttgenbach, Philipp, 38895 Derenburg, DE;  
Bunzel, Eckehard, Dr., 01217 Dresden, DE; Krebs,  
Jörg-H., 38895 Derenburg, DE**

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

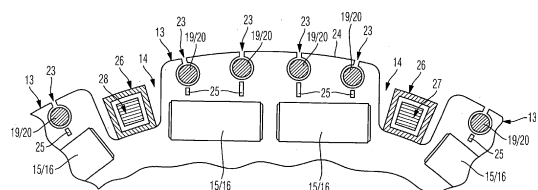
<b>DE</b>	<b>22 52 922</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>15 13 756</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>77 26 439</b>	<b>U1</b>
<b>US</b>	<b>34 45 700</b>	<b>A</b>
<b>WO</b>	<b>2007/0 48 211</b>	<b>A2</b>

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

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

(54) Bezeichnung: **Permanenterregte Synchronmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine permanenterregte Synchronmaschine, mit einem Stator und einem Rotor (12), wobei der Rotor (12) über den Umfang verteilt mehrere Polschuhe (13) mit Ausnehmungen (15) zur Aufnahme von Permanentmagneten (16) aufweist und wobei die Polschuhe (13) weiterhin Ausnehmungen (19) zur Aufnahme von Dämpferstäben (20) eines Dampferkäfigs (21) aufweisen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine permanenterregte Synchronmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei elektrischen Drehfeldmaschinen unterscheidet man prinzipiell zwischen Synchronmaschinen und Asynchronmaschinen. Zu den Synchronmaschinen gehören elektrisch erregte Synchronmaschinen sowie permanentmagnetisch erregte Synchronmaschinen. Die hier vorliegende Erfindung betrifft eine permanentmagnetisch erregte Synchronmaschine, die auch als permanenterregte Synchronmaschine bezeichnet wird.

**[0003]** Der grundsätzliche Aufbau sowie die grundsätzliche Wirkungsweise permanenterregter Synchronmaschinen sind dem hier angesprochenen Fachmann geläufig. So zeigt **Fig. 1** den prinzipiellen Aufbau einer permanenterregten Synchronmaschine **10**, die über einen Stator **11** und einen Rotor **12** verfügt.

**[0004]** Der Rotor **12** verfügt über den Umfang desselben verteilte Polschuhe **13**, die der Aufnahme von Permanentmagneten dienen. Die von Polschuhen **13** aufgenommenen Permanentmagnete bilden zu einem Luftspalt hin abwechselnd Nordpole N und Südpole S aus. Zwischen benachbarten Polschuhen **13** sind Pollücken **14** ausgebildet.

**[0005]** In **Fig. 1** sind über den Umfang des Rotors **12** vier Polschuhe **13** verteilt. Die Anzahl der über den Umfang des Rotors **12** verteilten Polschuhe **13** kann hiervon abweichen.

**[0006]** Permanenterregte Synchronmaschinen können abhängig vom Leistungsfluss motorisch sowie generatorisch betrieben werden.

**[0007]** Nach der Praxis werden permanenterregte Synchronmaschinen über einen Zwischenkreis-Umrichter indirekt an ein elektrisches Netz angeschlossen, da sich aus der Praxis bekannte, permanenterregte Synchronmaschinen für einen direkten Netzbetrieb nicht eignen, insbesondere dann, wenn die permanenterregte Synchronmaschine generatorisch betrieben werden soll.

**[0008]** Dies liegt unter anderem daran, dass bei aus der Praxis bekannten permanenterregten Synchronmaschinen im Betrieb auftretende Polradpendelungen nur unzureichend unterdrückt werden können. Ferner verfügen aus der Praxis bekannte, permanenterregte Synchronmaschinen über den Nachteil, dass dieselben eine große Last- und Spannungsabhängigkeit des Leistungsfaktors sowie des Wirkungsgrads der Synchronmaschine aufweisen. Weiterhin weist der Leistungsfaktor von aus der Praxis bekannt-

ten, permanenterregten Synchronmaschinen ein große Abhängigkeit von fertigungsbedingten und/oder materialbedingten Streuungen der Maschinenparameter, insbesondere der Polradspannung, auf. Ferner sind aus der Praxis bekannte, permanenterregte Synchronmaschinen mit relativ hohen Verlusten belastet. Dies führt dazu, dass aus der Praxis bekannte, permanenterregte Synchronmaschinen sich nicht für einen direkten Netzbetrieb eignen.

**[0009]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde eine neuartige permanenterregte Synchronmaschine zu schaffen, welche für einen direkten Netzbetrieb geeignet ist.

**[0010]** Dieses Problem wird durch eine permanenterregte Synchronmaschine gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß weisen die Polschuhe Ausnehmungen zur Aufnahme von Dämpferstäben eines Dämpferkäfigs aufweisen.

**[0011]** Die erfindungsgemäße, permanenterregte Synchronmaschine verfügt über einen dem Rotor zugeordneten Dämpferkäfig, wobei sich die Dämpferstäbe des Dämpferkäfigs in Ausnehmungen der Polschuhe erstrecken bzw. in denselben positioniert sind.

**[0012]** Über den Dämpferkäfig können sich im Betrieb der Synchronmaschine ausbildende Polradpendelungen sicher und zuverlässig unterdrückt werden. Dies ist eine Voraussetzung für die Eignung der permanenterregten Synchronmaschine zum direkten Netzbetrieb.

**[0013]** Vorzugsweise sind die Polschuhe Bestandteil eines geblechten Grundkörpers und damit als geblechte Polschuhe bzw. aus mehreren Einzelblechen aufgebaute Polschuhe ausgebildet. Hierdurch können Pulsationsverluste reduziert werden, wodurch die Eignung der permanenterregten Synchronmaschine zum direkten Netzbetrieb weiter verbessert werden kann.

**[0014]** Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weisen die Polschuhe Schlitze auf, die für ein magnetisches Querfeld des Stators wirksame, magnetische Isthmen bilden, wobei die Schlitze, welche die magnetischen Isthmen ausbilden, in Radialrichtung zwischen den Ausnehmungen zur Aufnahme der Permanentmagneten und den Ausnehmungen zur Aufnahme der Dämpferstäbe oder in Umfangsrichtung zwischen den Ausnehmungen zur Aufnahme der Dämpferstäbe positioniert sind. Die Ausnehmungen zur Aufnahme der Dämpferstäbe sind radial außerhalb der Ausnehmungen zur Aufnahme der Permanentmagneten positioniert, wobei die Ausnehmungen zur Aufnahme der Permanentmagneten die Permanentmagnete radial außen abdecken. Die Ausnehmungen zur Aufnahme der Dämpferstäbe sind ra-

dial außen über Schlitze, die insbesondere eine Außenkontur der Polschuhe durchdringen, geöffnet.

[0015] Durch diese Maßnahmen können magnetische Leitwerte der erfindungsgemäßen, permanenten Synchronmaschine beeinflusst werden. Hierdurch können kleine Recktanzen realisiert werden, wodurch letztendlich die Last- und Spannungsabhängigkeit des Leistungsfaktors sowie des Wirkungsgrads reduziert werden kann. Die Eignung der permanenten Synchronmaschine zum direkten Netzbetrieb kann nochmals gesteigert werden.

[0016] Vorzugsweise sind in Pollücken, die zwischen benachbarten Polschuhen positioniert sind, Zusatzmagnete oder Streustege angeordnet. Über die Zusatzmagnete oder Streustege können fertigungsbedingte und/oder materialbedingte Streuungen der Maschinenparameter, insbesondere der Polradspannung, ausgeglichen werden.

[0017] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

[0018] Fig. 1 einen schematisierten Darstellung zur Verdeutlichung des aus der Stand der Technik bekannten, prinzipiellen Aufbaus einer permanenten Synchronmaschine;

[0019] Fig. 2 einen Ausschnitt aus einem Rotor einer erfindungsgemäßen, permanenten Synchronmaschine, jedoch ohne Dämpferkäfig, in Seitenansicht in axialer Blickrichtung;

[0020] Fig. 3 einen Ausschnitt aus einem Rotor einer erfindungsgemäßen, permanenten Synchronmaschine mit Dämpferkäfig in Seitenansicht in axialer Blickrichtung; und

[0021] Fig. 4 die Anordnung der Fig. 1 in Draufsicht in radialer Blickrichtung.

[0022] Die hier vorliegende Erfindung betrifft eine permanenten Synchronmaschine für den direkten Netzbetrieb, insbesondere für den generatorischen, direkten Netzbetrieb.

[0023] Wie bereits unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben wurde, verfügt eine permanenten Synchronmaschine über einen Stator 11 und einen Rotor 12, wobei über den Umfang des Rotors 12 verteilt mehrere Polschuhe 13 positioniert sind, die der Aufnahme von Permanentmagneten dienen.

[0024] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Rotor 12 einer erfindungsgemäßen, permanenten

ten Synchronmaschine im Bereich eines solchen Polschuhs 13.

[0025] Gemäß Fig. 2 verfügt der Polschuh 13 über Ausnehmungen 15 für die Aufnahme von Magneten 16, wobei, wie Fig. 2 entnommen werden kann, die Ausnehmungen 15 die von denselben aufgenommenen Magneten 16 radial außen abdecken, sodass dieselben nicht unmittelbar bzw. direkt in einem Spalt zwischen dem Rotor 12 und dem Stator 11 der erfindungsgemäßen, permanenten Synchronmaschine positioniert sind. In Umfangsrichtung neben den Ausnehmungen 15 bzw. neben den von den Ausnehmungen 15 aufgenommenen Magneten 16 sind innere Streustege 17 und äußere Streustege 18 ausgebildet.

[0026] Die in den Ausnehmungen 15 aufgenommenen Magnete 16 liegen in der Längsachse des Rotors 12 und sind als Permanentmagnete ausgeführt.

[0027] Neben den Ausnehmungen 15 zur Aufnahme der Magneten 16 weisen die Polschuhe 13 des Rotors 12 der erfindungsgemäßen, permanenten Synchronmaschine Ausnehmungen 19 zur Aufnahme von Dämpferstäben 20 eines Dämpferkäfigs 21 (siehe Fig. 3 und Fig. 4) auf.

[0028] Die Dämpferstäbe 20 des Dämpferkäfigs 21 erstrecken sich in etwa parallel zur Drehachse des Rotors 12 und damit in Richtung der Längsachse des Rotors 12. Die Dämpferstäbe 20 des Dämpferkäfigs 21 stehen an beiden axialen Enden der Polschuhe 13 gegenüber denselben vor, wobei die Dämpferstäbe 20 des Dämpferkäfigs 21 an jedem axialen Ende der Polschuhe 13, an welchem dieselben gegenüber den Polschuhen 13 vorstehen, über Kurzschlussringe 22 miteinander verbunden sind.

[0029] Der Dämpferkäfig 21 kann in der Längsachse und in der Querachse des Rotors 12 gleichermaßen Polradpendelungen effektiv dämpfen.

[0030] Die Ausnehmungen 19, die der Aufnahme der Dämpferstäbe 20 des Dämpferkäfigs 21 dienen, sind radial außerhalb der Ausnehmungen 15 positioniert, die der Aufnahme der Magnete 16 dienen.

[0031] Gemäß Fig. 2 und Fig. 3 sind die Ausnehmungen 19, die der Aufnahme der Dämpferstäbe 20 des Dämpferkäfigs 21 dienen, radial außen über Schlitze 23 geöffnet, wobei die Schlitze 23 eine radial äußere Außenkontur 24 der Polschuhe 13 durchdringen können.

[0032] Wie ebenfalls Fig. 2 und Fig. 3 entnommen werden kann, verfügen die Polschuhe 13 weiterhin über Schlitze 25, wobei die Schlitze 25 für ein magnetisches Querfeld des Stators 11 der erfindungsgemä-

ßen, permanenterregten Synchronmaschine wirksame, magnetische Isthmen bzw. Engstellen bilden.

**[0033]** Diese Schlitze **25**, welche die magnetischen Isthmen bzw. Engstellen ausbilden, sind in Radialrichtung zwischen den Ausnehmungen **15** zur Aufnahme der Magnete **16** und den Ausnehmungen **19** zur Aufnahme der Dämpferstäbe **20** positioniert.

**[0034]** Es ist auch möglich, dass die Schlitze **25**, welche die magnetischen Isthmen bzw. Engstellen ausbilden, in Umfangsrichtung zwischen den Ausnehmungen **19** zur Aufnahme der Dämpferstäbe **20** positioniert sind.

**[0035]** Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der hier vorliegenden Erfindung sind in den Pollücken **14**, die zwischen benachbarten Polschuhen **13** ausgebildet sind, entweder Zusatzmagnete oder Streustege positioniert.

**[0036]** Gemäß **Fig. 3** sind dabei in den Lücken **14** relativ dünnwandige Kanäle **26** aus einem elektrisch leitenden Werkstoff gebildet, wobei in diesen Kanälen **26** entweder Zusatzmagnete **27** oder alternativ Streustege **28** positioniert sind.

**[0037]** Bei den Zusatzmagneten **27** handelt es sich um axial, tangential aufmagnetisierte Zusatzmagnete. Die Streustege **28** sind als magnetische Streustege ausgeführt. Mit Zusatzmagneten **27** kann eine Spannungserhöhung und mit Streustegen **28** eine Spannungsreduzierung realisiert werden.

**[0038]** Über die Zusatzmagnete **27** oder Streustege **28** können auch fertigungsbedingte und/oder materialbedingte Streuungen der Maschinenparameter, insbesondere der Polradspannung, ausgeglichen werden. Die Zusatzmagnete **27** oder die Streustege **28** und gegebenenfalls die Kanäle **26** können bei einer im Feld installierten, permanenterregten Synchronmaschine ausgetauscht werden, um dieselbe an neue Betriebsbedingungen anzupassen.

**[0039]** Wie der Darstellung der **Fig. 4** entnommen werden kann, stehen die Kanäle **26**, die in den Pollücken **14** der Polschuhe **13** positioniert sind, ebenso wie die Dämpferstäbe **20** des Dämpferkäfigs **21** an beiden axialen Enden der Polschuhe **13** gegenüber denselben vor, wobei an dem jeweiligen axialen Ende die Kanäle über die Kurzschlussringe **22** mit den Dämpferstäben **20** des Dämpferkäfigs gekoppelt sind.

**[0040]** Es sei darauf hingewiesen, dass auf die Kanäle **26** auch verzichtet werden kann und die Zusatzmagnete **27** oder Streustege **28** auch direkt in den Pollücken **14** positioniert sein können. In diesem Fall stehen dieselben vorzugsweise nicht an den axialen Enden der Polschuhe **13** gegenüber denselben vor,

weiterhin erfolgt in diesem Fall keine Kopplung derselben mit den Kurzschlussringen **22**.

**[0041]** Die Außenkontur **24** der Polschuhe **13** ist derart konturiert, dass eine sogenannte Luftspaltfeldkurve der von den Ausnehmungen **15** aufgenommenen Magnete **16** im Wesentlichen sinusförmig ist.

**[0042]** Die Polschuhe **13** des Rotors **12** der erfindungsgemäßen, permanenterregten Synchronmaschine sind Bestandteil eines geblechten Grundkörpers **29**, der auf einem massiven Tragkörper **30** positioniert ist. Der geblechte Grundkörper **29** ist vorzugsweise auf den massiven Tragkörper **30** aufgeschumpft. Bedingt dadurch, dass der Grundkörper **29** geblecht ausgeführt ist, sind auch die Polschuhe **13**, die Bestandteil des Grundkörpers **29** sind, als geblechte Polschuhe **13** ausgeführt. Die geblechten Polschuhe **13** bildende Einzelbleche sind aus einem weichmagnetischen Werkstoff gebildet.

**[0043]** Bedingt dadurch, dass der Grundkörper **29** und damit die Polschuhe **13** geblecht ausgeführt sind, ergeben sich geringe Pulsationsverluste. Die im Wesentlichen sinusförmige Feldkurve bzw. Luftspaltfeldkurve der von den Ausnehmungen **15** aufgenommenen Magnete **16**, die über die entsprechende Konturierung der Außenkontur **24** der Polschuhe **13** gewährleistet wird, induziert in nicht gezeigten Ständerwicklungen des Stators **11** der erfindungsgemäßen, permanenterregten Synchronmaschine eine Spannung mit geringem Oberschwingungsgehalt und verursacht im Ständerblechpaket im Wesentlichen nur Grundwellen-Ummagnetisierungsverluste.

**[0044]** Die von den Ausnehmungen **15** aufgenommenen Magnete **16** liegen in der Längsachse des Rotors der Synchronmaschine, wodurch dieselbe in der Längsachse eine geringe Reaktanz aufweist. Da die von den Ausnehmungen **15** aufgenommenen Magnete **16** nicht direkt im Luftspalt zwischen Stator **11** und Rotor **12** positioniert sind, liegt in der Querachse eine größere Reaktanz vor, insbesondere dann, wenn die Polschuhe **13** aus einem weichmagnetischen Werkstoff gebildet sind. Dies ist auf die Feldkomponente des sogenannten Anker-Querfelds zurückzuführen, die sich über die vorzugsweise aus einem weichmagnetischen Werkstoff gefertigten Polschuhe **13** schließt.

**[0045]** Der in der Längsachse sowie Querachse wirkende Dämpferkäfig **21** bewirkt eine wirkungsvolle Dämpfung von sich im Betrieb ausbildenden Polradpendelungen.

**[0046]** Die erfindungsgemäße, permanenterregte Synchronmaschine eignet sich vorzugsweise für einen generatorischen, direkten Netzbetrieb. So können sich im Betrieb ausbildenden Polradpendelungen effektive unterdrückt werden. Magnetische Leit-

werte in der Längsachse sowie Querachse sind minimiert. Dies führt zu kleinen Recktanzen und damit zu einer geringen Last- und Spannungsabhängigkeit des Leitungsfaktors sowie Wirkungsgrads der erfindungsgemäßen, permanenterregten Synchronmaschine.

**[0047]** Im Blechpaket des Stators sowie im Rotor verfügt die erfindungsgemäße, permanenterregte Synchronmaschine über geringe Verluste.

#### Bezugszeichenliste

10	Synchronmaschine
11	Stator
12	Rotor
13	Polshuh
14	Pollücke
15	Ausnehmung
16	Magnet
17	innerer Streusteg
18	äußerer Streusteg
19	Ausnehmung
20	Dämpferstab
21	Dämpferkäfig
22	Kurschlussring
23	Schlitz
24	Außenkontur
25	Schlitz
26	Kanal
27	Zusatzmagnet
28	Streusteg
29	Grundkörper
30	Tragkörper

#### Patentansprüche

1. Permanenterregte Synchronmaschine, mit einem Stator und einem Rotor, wobei der Rotor über den Umfang verteilt mehrere Polschuhe mit Ausnehmungen zur Aufnahme von Permanentmagneten aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Polschuhe (13) weiterhin Ausnehmungen (19) zur Aufnahme von Dämpferstäben (20) eines Dämpferkäfigs (21) aufweisen.

2. Permanenterregte Synchronmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Dämpferstäbe (20) des Dämpferkäfigs (21) parallel zur Drehachse des Rotors (12) erstrecken, an beiden axialen Enden der Polschuhe (13) gegenüber denselben vorstehen und an jedem axialen Ende über Kurzschlussringe (22) miteinander gekoppelt sind.

3. Permanenterregte Synchronmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (19) zur Aufnahme der Dämpferstäbe (20) radial außerhalb der Ausnehmungen (15) zur Aufnahme der Permanentmagneten (16) positioniert sind, sodass die Permanentmagnete (16) radial au-

ßen gegenüber einem Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor abgedeckt sind.

4. Permanenterregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (19) zur Aufnahme der Dämpferstäbe (20) radial außen Schlitze (23) aufweisen, die insbesondere eine Außenkontur (24) der Polschuhe (13) durchdringen.

5. Permanenterregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (15) zur Aufnahme der Permanentmagneten (16) die Permanentmagnete (16) radial außen abdecken.

6. Permanenterregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhe (13) weiterhin Schlitze (25) aufweisen, die für ein magnetisches Querfeld des Stators (11) wirksame, magnetische Isthmen bilden, wobei die Schlitze (25), welche die magnetischen Isthmen ausbilden, in Radialrichtung zwischen den Ausnehmungen (15) zur Aufnahme der Permanentmagneten (16) und den Ausnehmungen (19) zur Aufnahme der Dämpferstäbe (20) positioniert sind.

7. Permanenterregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhe (13) weiterhin Schlitze (25) aufweisen, die für ein magnetisches Querfeld des Stators (11) wirksame, magnetische Isthmen bilden, wobei die Schlitze (25), welche die magnetischen Isthmen ausbilden, in Umfangrichtung zwischen den Ausnehmungen (19) zur Aufnahme der Dämpferstäbe (20) positioniert sind.

8. Permanenterregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhe (13) Bestandteil eines geblechten Grundkörpers (29) sind, der auf einen massiven Tragkörper (30) des Rotors (12) aufgebracht ist.

9. Permanenterregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Pollücken (14), die zwischen benachbarten Polschuhen (13) positioniert sind, Zusatzmagnete (27) oder Streustege (28) angeordnet sind.

10. Permanenterregte Synchronmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in den Pollücken (14) Kanäle (26) und in den Kanälen (26) axial, tangential aufmagnetisierte Zusatzmagnete (27) angeordnet sind.

11. Permanenterregte Synchronmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in den Pollücken (14) Kanäle (26) und in den Kanälen (26) magnetische Streustege (28) angeordnet sind.

12. Permanenterrregte Synchronmaschine Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (26) an beiden axialen Enden der Polschuhe (13) gegenüber denselben vorstehen und an jedem axialen Ende über Kurzschlussringe (22) mit den Dämpferstäben (20) des Dampferkäfigs (21) gekoppelt sind.

13. Permanenterrregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (26) aus einem elektrisch leitenden Werkstoff gebildet sind.

14. Permanenterrregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzmagnete (27) oder die Streustege (28) und gegebenenfalls die Kanäle (26) im Feld austauschbar sind.

15. Permanenterrregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Außenkontur (24) der Polschuhe (13) derart konturiert ist, dass eine Luftspaltfeldkurve eine im Wesentlichen sinusförmige Form aufweist.

16. Permanenterrregte Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhe (13) aus einem weichmagnetischen Werkstoff gebildet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

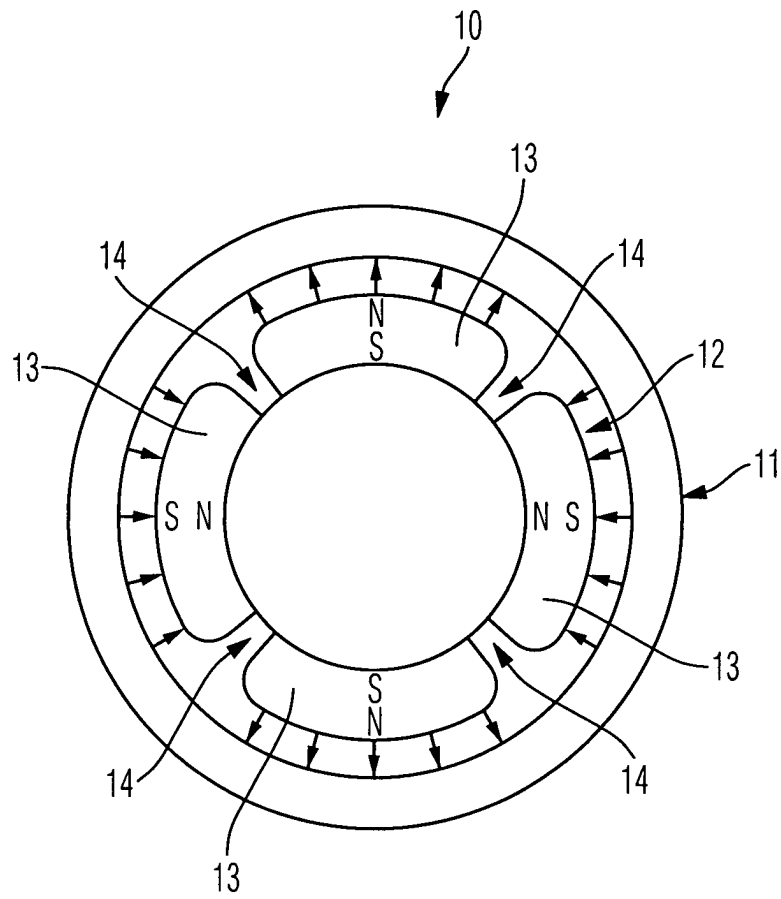


Fig. 1  
Stand der Technik

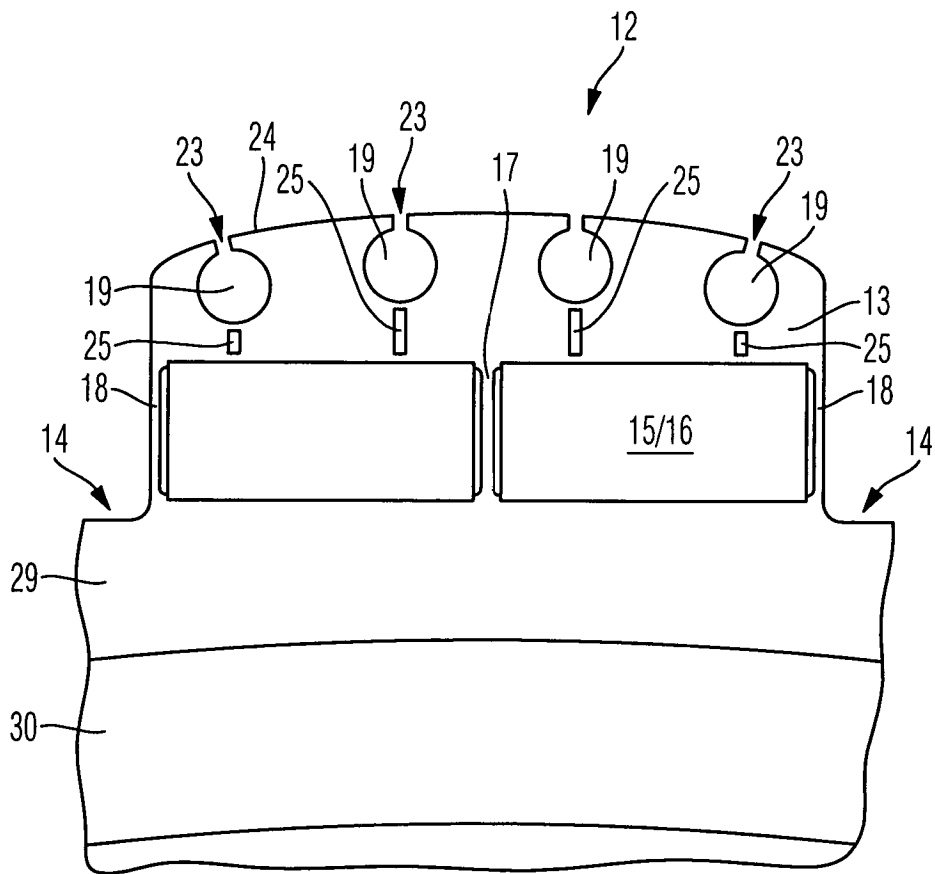


Fig. 2



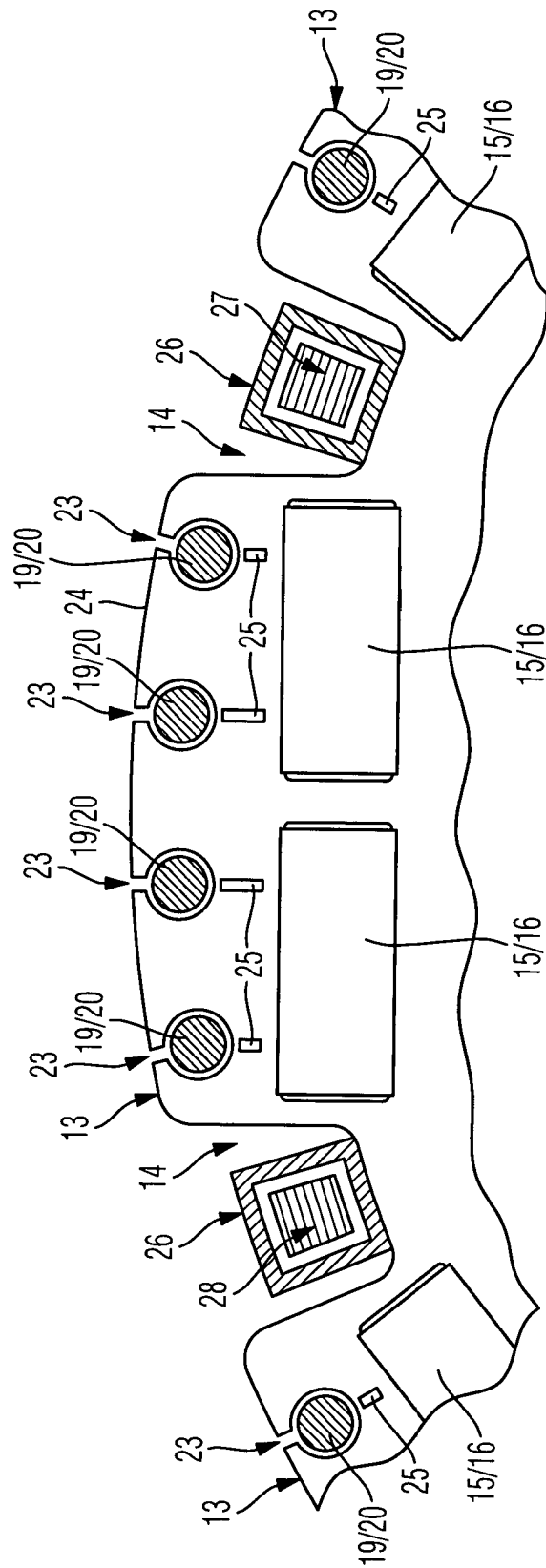


Fig. 3

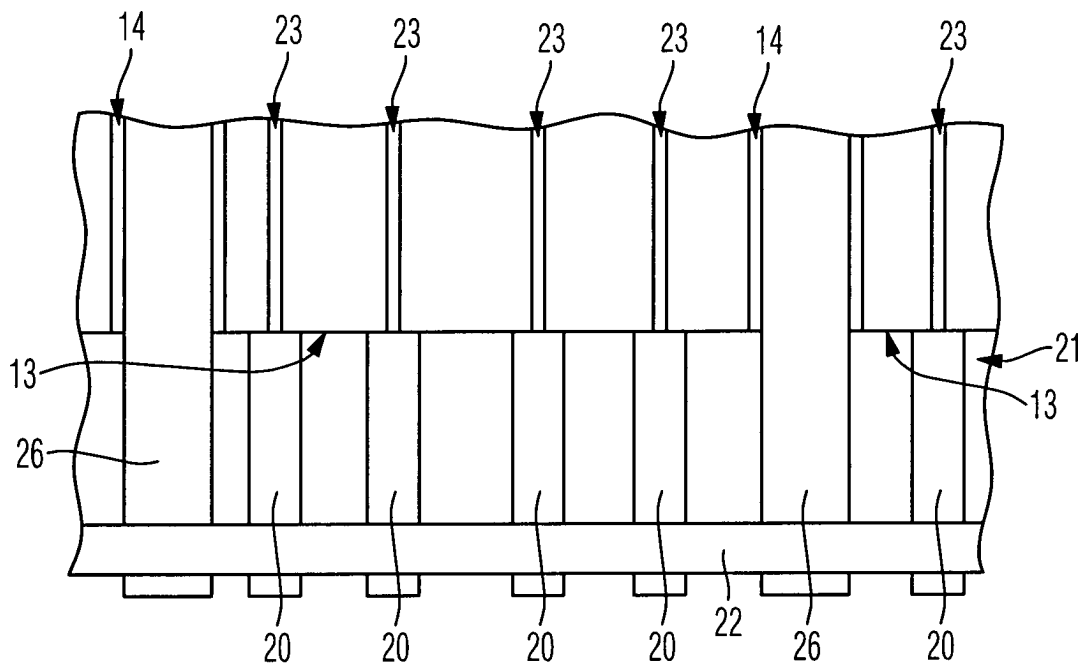


Fig. 4