



(10) **DE 10 2017 218 815 A1** 2019.02.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 218 815.4**
 (22) Anmeldetag: **20.10.2017**
 (43) Offenlegungstag: **14.02.2019**

(51) Int Cl.: **H02K 21/24 (2006.01)**
H02K 1/27 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2017 214 167.0 14.08.2017

(72) Erfinder:
Böttcher, Olaf, 01917 Kamenz, DE

(71) Anmelder:
Green Fox e-solutions GmbH, 14195 Berlin, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

(74) Vertreter:
**Pfenning, Meinig & Partner mbB Patentanwälte,
 01067 Dresden, DE**

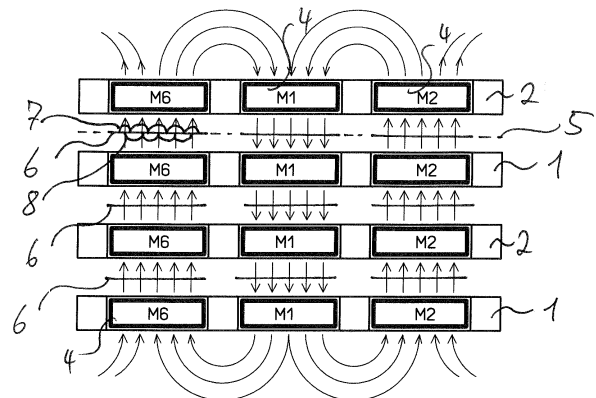
DE	100 20 860	A1
US	2005 / 0 029 899	A1
US	2016 / 0 308 411	A1
WO	2016/ 134 702	A1
WO	2017/ 006 522	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Magnetanordnung für eine elektrische Maschine**

(57) Zusammenfassung: Magnetanordnung für eine elektrische Maschine, mit mindestens einem ersten Magnetträger (1) und mindestens einem zweiten Magnetträger (2), die parallel und mit einem definierten Abstand (A) ihrer aufeinanderweisenden Außenflächen auf einer Welle (3) und mit der Welle (3) drehbar angeordnet sind. Auf dem mindestens einen ersten Magnetträger (1) und dem mindestens einen zweiten Magnetträger (2) sind jeweils mindestens zwei Magnete (4) derart angeordnet, dass die von den Magneten (4) generierten Magnetfelder in jeweils entgegengesetzte Richtungen weisen. Zwischen dem mindestens einen ersten Magnetträger (1) und dem mindestens einen zweiten Magnetträger (2) ist ein Spulenträger (5) mit mindestens zwei Helmholzspulen (6) angeordnet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Magnetanordnung für eine elektrische Maschine.

[0002] Elektromotoren, elektrische Drehantriebe und ähnliche Maschinen sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus WO 2016/134702 A1, bekannt, weisen allerdings oftmals den Nachteil auf, dass bedingt durch eine Anordnung der Magnete ein sich im Betrieb einstellendes Drehmoment bzw. ein resultierender Wirkungsgrad nicht ausreichend für alle angedachten Aufgaben ist.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Magnetanordnung für eine elektrische Maschine vorzuschlagen, mit der ein höherer Wirkungsgrad als bei aus dem Stand der Technik bekannten elektrischen Maschinen erreicht werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Magnetanordnung nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0005] Eine Magnetanordnung für eine elektrische Maschine weist mindestens einen ersten Magnetträger und mindestens einen zweiten Magnetträger auf, die parallel und mit einem definierten Abstand ihrer aufeinander weisenden Außenflächen auf einer Welle angeordnet und mit der Welle drehbar sind. Auf dem mindestens einen ersten Magnetträger und dem mindestens einen zweiten Magnetträger sind jeweils mindestens zwei Magnete derart angeordnet, dass die von den Magnetten generierten Magnetfelder in jeweils entgegengesetzte Richtungen weisen. Zwischen dem mindestens einen ersten Magnetträger und dem mindestens einen zweiten Magnetträger ist ein Spulenträger mit mindestens zwei Helmholtzspulen angeordnet.

[0006] Durch den mindestens einen ersten Magnetträger und den mindestens einen zweiten Magnetträger wird eine Grundkonfiguration einer elektrischen Maschine bereitgestellt, die eine Rotation und ein entsprechendes Drehmoment ermöglicht. Unter dem Begriff „parallel“ soll im Rahmen dieser Schrift ein Winkelversatz von zwischen 0° und 10° , vorzugsweise zwischen 0° und 5° , einer in Richtung einer Drehachse bzw. Rotationsachse weisenden Oberflächennormalen des ersten Magnetträgers und des zweiten Magnetträgers verstanden werden. Dadurch, dass die beiden Magnetträger mit einem räumlichen Abstand zueinander auf der Welle angeordnet sind, ergibt sich die Möglichkeit, den für einen effizienten Betrieb der elektrischen Maschine nötigen Spulenträger zwischen den Magnetträgern anzuordnen. Da, die Magnete mit unterschiedlicher Polarität auf den Magnetträger angeordnet sind, also einer der Ma-

gnete auf dem ersten Magnetträger mit seinem Südpol dem zweiten Magnetträger zugewandt ist und der zweite Magnet entsprechend mit seinem Nordpol dem zweiten Magnetträger zugewandt ist, kann ein gewünschter Magnetfluss durch die beiden Magnetträger generiert werden. Die Ausgestaltung mit einem auf dem Spulenträger angeordneten Helmholtzspulenpaar, also zwei Helmholtzspulen, erlaubt einen besonders effizienten Betrieb der elektrischen Maschine. Unter dem Begriff „Helmholtzspule“ soll hierbei eine für ein Helmholtzspulenpaar verwendete Helmholtzspule verstanden werden, wobei unter dem Helmholtzspulenpaar insbesondere ein Spulenpaar verstanden werden soll, bei dem zwei Helmholtzspulen mit identischem Radius im einem Abstand auf einer gemeinsamen Achse zueinander angeordnet sind, der gerade dem Radius entspricht. Mittelpunkte der beiden Helmholtzspulen liegen hierbei auf der gemeinsamen Achse.

[0007] Neben einer runden Ausführungsform der Helmholtzspule soll im Rahmen dieser Schrift auch eine elliptisch geformte Spule, eine trapezförmig geformte Spule oder eine rechteckig geformte Spule unter dem Begriff „Helmholtzspule“ verstanden werden, wobei ein Abstand bei einem Helmholtzspulenpaar bei einer elliptischen Ausführung gerade einer Länge der Hauptachse oder einer Länge der Nebenachse entspricht. Bei einer rechteckigen oder trapezförmigen Ausführung soll der Abstand zwischen den Helmholtzspulen gerade einer Länge oder einer Breite der einzelnen Helmholtzspule entsprechen. Typischerweise sind bei dem Helmholtzspulenpaar die beiden Helmholtzspulen in ihrer Form identisch.

[0008] Mindestens eine der Helmholtzspulen kann zwei Wicklungen aufweisen, die auf zwei einander gegenüberliegend angeordneten Seiten des Spulenträgers aufgebracht sind, so dass eine einfach herzustellende Konfiguration des Spulenträgers samt Spulen gegeben ist.

[0009] Die Wicklungen können versetzt zueinander beidseitig auf dem Spulenträger aufgebracht sein, so dass sich zwar in Draufsicht immer noch eine einzelne Helmholtzspule ergibt, aber eine generierte Flussdichte erhöht wird.

[0010] Die Magneten des mindestens einen ersten Magnetträgers und des mindestens einen zweiten Magnetträgers können fluchtend zueinander angeordnet sein, um einen Magnetfluss bzw. magnetischen Fluss mit definiertem Verlauf einfach auszubilden.

[0011] Ein Verhältnis des Abstands der Magnetträger zu einer Ausdehnung der Magnete in Richtung der Rotationsachse kann zwischen 1 und 2 betragen, vorzugsweise 1,5, da bei derartigen Verhältnissen ein Drehmoment und ein Wirkungsgrad erhöht werden.

[0012] Um eine magnetische Abschirmwirkung zu erhalten, kann an äußeren Enden der Welle jeweils eine Scheibe aus einem μ -Metall, beispielsweise einer Nickel-Eisen-Legierung, angebracht sein, zwischen denen die Magnetträger und der Spulenträger angeordnet sind.

[0013] Der Spulenträger, die Magnetträger und, sofern vorgesehen, die Scheiben aus μ -Metall sind typischerweise rund, um eine Rotation nicht zu behindern und den Aufbau zu vereinfachen.

[0014] Es kann vorgesehen sein, dass Magnetpole mit jeweils gleicher Polarität der auf den Magnetträgern angeordneten Magneten einander zugewandt ausgerichtet sind. Dies kann insbesondere vorgesehen sein, wenn mindestens zwei erste Magnetträger und mindestens zwei zweite Magnetträger auf der Welle angeordnet sind, wobei sich erste Magnetträger und zweite Magnetträger abwechseln. Vorzugsweise sind die auf den Magnetträgern angeordneten Magnete in diesem Fall versetzt zueinander auf den verschiedenen Magnetträgern angeordnet. Hierbei kann auch vorgesehen sein, dass ein Magnet auf dem ersten Magnetträger mit einer Aussparung auf dem zweiten Magnetträger korrespondiert und umgekehrt, so dass nur auf den ersten Magnetträgern angeordnete Magnete fluchtend zueinander ausgerichtet sind. Alternativ können auch Magnetpole mit verschiedener Polarität der auf den Magnetträgern angeordneten Magnete einander zugewandt sein.

[0015] Typischerweise sind mindestens zwei erste Magnetträger und mindestens zwei zweite Magnetträger abwechselnd auf der Welle angeordnet, wobei die Magnete auf den jeweils außen angeordneten Magnetträgern dicker als die Magnete auf den dazwischen angeordneten Magnetträgern ausgebildet sind. Dies kommt einer Konfiguration mit Eisenrückschluss näher und erhöht den Wirkungsgrad.

[0016] Die Magneten auf den Magnetträgern sind vorzugsweise als Permanentmagneten ausgeführt und können in Form von zylinderförmigen Stabmagneten auf die Magnetträger aufgebracht und bzw. oder in die Magnetträger eingebracht sein. Eine Dicke der Magnete entspricht dann gerade einer Zylinderhöhe. Die Magneten können derart in den Magnetträger eingebracht sein, dass ihre Oberfläche bündig mit der Oberfläche des Magnetträgers abschließt, es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Magneten um bis zu 5 Prozent ihrer Höhe aus dem Magnetträger herausragen.

[0017] Die Magnetträger und die Spulenträger können aus Kunststoff oder einem nicht-ferromagnetischen Metall ausgebildet sein. Die Magnete auf einem der Magnetträger sind vorzugsweise äquidistant angeordnet, wobei ein Mittelpunkt der Magnete auf

einer konzentrisch um den Mittelpunkt des jeweiligen Magnetträgers verlaufenden Kreislinie liegt.

[0018] Typischerweise sind auf einem der Magnetträger eine geradzahlige Anzahl von Magneten angeordnet, vorzugsweise sechs.

[0019] Eine elektrische Maschine weist die beschriebene Magnetanordnung auf, bei die Magnetträger als Rotoren und die Spulenträger mit den Helmholtzspulen als Statoren ausgebildet sind. Die elektrische Maschine ist somit typischerweise in Axialflussbauweise ausgeführt. Vorzugsweise ist eine Anzahl der Statoren in der elektrischen Maschine stets um eins geringer als eine Anzahl der Rotoren. Die elektrische Maschine weist typischerweise eine elektrische Energieversorgungseinheit auf, die einen elektrischen Strom und bzw. oder eine elektrische Spannung bereitstellt, von der die Helmholtzspulen durchflossen werden.

[0020] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend anhand der **Fig. 1** bis **Fig. 4** erläutert.

[0021] Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Magnetträger;

Fig. 2 eine seitliche Ansicht einer Welle mit Rotoren und Statoren;

Fig. 3 eine Draufsicht auf Magnetträger mit fluchtend zueinander angeordneten Magneten und

Fig. 4 eine Draufsicht auf Magnetträger mit fluchtend auf jedem zweiten Magnetträger angeordneten Magneten.

[0022] **Fig. 1** zeigt in einer Draufsicht einen Magnetträger **1**, der als runde Scheibe aus einem nicht-ferromagnetischen Werkstoff ausgebildet ist. Auf dem Magnetträger **1** sind äquidistant um seinen Umfang verteilt sechs Permanentmagnete **4** angeordnet, von denen abwechselnd Nord- und Südpol einem Betrachter zugewandt sind, also eine wechselseitige Anordnung vorliegt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind insgesamt sechs Magnete **4** in den Magnetträger **1** eingelassen, in weiteren Ausführungsbeispielen können es aber auch mehr oder weniger Magnete **4** sein. Wechselseitig heißt, dass von einem der Magnete **4** zum nächsten Magnet die Magnetfeldrichtung aufgrund einer abwechselnden Anordnung von Nordpol und Südpol wechselt. In dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt ein Durchmesser des Magnetträgers 1117 mm.

[0023] In **Fig. 2** ist in einer seitlichen Draufsicht eine Welle **3** dargestellt, auf der zwei erste Magnetträger **1** und zwei zweite Magnetträger **2** angeordnet sind. Wiederkehrende Merkmale sind in dieser Figur wie auch in den folgenden Figuren mit identischen

Bezugszeichen versehen. Die Magnetträger **1** und **2** sind abwechselnd entlang einer Längsachse der Welle **3** auf dieser angeordnet, d. h. nach dem ersten Magnetträger **1** folgt der zweite Magnetträger **2** gefolgt von einem weiteren Magnetträger **1**. Die Anzahl der ersten Magnetträger **1** und der zweiten Magnetträger **2** ist hierbei identisch.

[0024] Die ersten Magnetträger **1** und die zweiten Magnetträger **2** zeigen den in **Fig. 1** dargestellten Aufbau, jedoch ist bei den zweiten Magnetträgern **2** die Polung der in **Fig. 1** gezeigten Magnete **4** gerade umgekehrt zu der dargestellten Anordnung, d. h. jedem Südpol eines der Magnete **4** des ersten Magnetträgers **1** liegt ein Nordpol, eines der Magnete **4** des zweiten Magnetträgers **2** fluchtend gegenüber.

[0025] Die ersten Magnetträger **1** und die zweiten Magnetträger **2** sind parallel und mit einem definierten räumlichen Abstand **A** zueinander auf der Welle **3** angeordnet. Die Welle **3** kann sich gemeinsam mit den Magnetträgern **1, 2** um ihre Längsachse drehen. Zwischen einem der ersten Magnetträger **1** und einem der zweiten Magnetträger **2** ist jeweils ein Spulenträger **5** aus Kunststoff angeordnet. Jeder der Spulenträger **5** weist in gleicher Höhe wie die Magnete **4** angeordnet, zwei Helmholtzspulen **6** auf. Die Magnete **4** sind, wie aus der seitlichen Darstellung ersichtlich, in ihrer Oberfläche bündig abschließend mit der Oberfläche des jeweiligen Magnetträgers **1, 2**. Ein Verhältnis des Abstands **A** der Magnetträger **1, 2** zueinander zu einer Ausdehnung der Magnete **4** in Richtung der Rotationsachse bzw. in dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel einer Dicke **D** des ersten Magnetträgers **1** oder des zweiten Magnetträgers **2** entspricht im dargestellten Ausführungsbeispiel gerade 1,5.

[0026] Zusätzlich ist an äußeren Enden der Welle **3** jeweils eine mindestens 0,1 mm dicke Scheibe **MU** aus einem Mu-Metall angebracht. Wird die Scheibe **MU** durch einen üblichen Eisenrückschluss ersetzt, so wird ein Magnetfeld zwischen den Magnetträgern **1, 2** geringfügig verstärkt. Ersetzt man jedoch den Eisenrückschluss durch einen zusätzlichen Magnetträger mit einer entsprechenden Wicklung, wird der Effekt erhöht. Die Anzahl der auf einem der Spulenträger **5** angeordneten Helmholtzspulen **6** zwischen zwei der Magnetträger **1, 2** entspricht im dargestellten Ausführungsbeispiel gerade der Anzahl der auf einem der Magnetträger **1, 2** angeordneten Magnete **4**. Der durch eine elektrische Energieversorgungseinheit bereitgestellte elektrische Strom, der durch die Helmholtzspulen **6** fließt, sorgt für ein Ausbilden der Lorentz-Kraft und entsprechende Wechselwirkung der Magnetfelder, die in einer Rotation der Welle **3** resultiert. Für die Helmholtzspulen **6** kann Aluminium oder Kupfer als Werkstoff verwendet werden, wobei ohmsche Verluste bei Aluminium und einer Betriebsspannung von 120 V 3 Prozent betragen.

Bei Kupferdraht und einer Betriebsspannung von 44 V betragen die ohmschen Verluste ebenfalls 3 Prozent.

[0027] Wicklungen **7, 8** der Helmholtzspulen **6** können hierbei knickfrei, d. h. ohne Torsion, innerhalb eines Wickelraums erstellt werden, so dass diese knickfrei auf dem Spulenträger **5** vorliegen. Dies ermöglicht einen hohen Füllfaktor von 93 Prozent im dargestellten Ausführungsbeispiel. Die Magneten **4** sind im diskutierten Ausführungsbeispiel als Neodym-Magneten (genauer Neodym-Eisen-Bor-Magnete) der Güteklassen **N45** bis **N52** ausgeführt.

[0028] In **Fig. 3** ist eine Anordnung von ersten Magnetträgers **1** und zweiten Magnetträgers **2** wiedergegeben, bei der auf jedem der Magnetträger **1, 2** Magnete **4** zueinander korrespondierend angeordnet sind. Durch diese Anordnung ergeben sich die in **Fig. 3** gezeigten Magnetfeldlinien, die zu einem geschlossenen magnetischen Fluss durch alle Magnetträger **1, 2** führen. Hierbei bilden sich innerhalb des Abstands der Magnetträger **1, 2** jeweils Magnetpaare mit homogenem Magnetfeld zwischen auf verschiedenen Magnetträgern **1, 2** angeordneten Magneten **4**, bei denen der Südpol des einen Magneten **4** dem Nordpol des anderen Magneten **4** gegenüberliegt. Durch die wechselseitige Anordnung der Magnete **4** wechselt auch die Magnetfeldrichtung von Magnetpaar zu Magnetpaar. Dies entspricht dem Magnetfeld innerhalb eines Helmholtzspulenpaars, bei dem das homogene Magnetfeld durch einen elektrischen Strom hervorgerufen wird.

[0029] In dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel werden drei Spulenträger **5** verwendet, wobei jeder der Spulenträger **5** zueinander um 120° (hinsichtlich der elektrischen Phase) versetzt ausgebildet sein kann, um eine übliche Drehstromansteuerung bürstenloser Motoren zu realisieren. Alternativ ist es aber auch möglich, die Spulenträger **5** ohne Phasenverschiebung auszubilden. Der Unterschied zwischen einer einphasigen Anordnung und einer dreiphasigen Anordnung liegt in einer unterschiedlichen Laufruhe und kleinen Unterschieden im Drehmoment und im Wirkungsgrad. Möglich ist in weiteren Ausführungsbeispielen auch eine Kombination aus zwei gleichphasig angeordneten Spulenträgern **5** und einem beispielsweise um 90° hierzu phasenverschobenen Spulenträger **5**. Dies ermöglicht ein besseres Anlaufverhalten und bedingt durch eine parallele Anordnung der beiden gleichphasigen Spulenträger **5** einen besseren Wirkungsgrad und eine günstigere Feldverteilung. Bei Verwenden einer kleinen Anzahl von Magneten in Verbindung mit einer gleichphasigen Spulenansteuerung verringert sich eine Laufruhe der elektrischen Maschine.

[0030] Die Helmholtzspulen **6** weisen nun jeweils zwei Wicklungen **7, 8** auf, die auf einander gegen-

überliegenden Seiten des Spulenträgers **5** aufgebracht sind. Eine der Wicklungen **8** ist somit dem ersten Magnetträger **1** zugewandt, die zweite Wicklung **7** dem Magnetträger **2**. Die Wicklungen **7, 8** können auch versetzt zueinander beidseitig auf dem Spulenträger **5** aufgebracht sein. Die Magnetträger **1, 2** bilden in diesem Ausführungsbeispiel die Rotoren einer elektrischen Maschine, die Spulenträger **5** die Statoren. Bei dieser Anordnung können auch die auf den äußeren Magnetträgern **1** und **2** angeordneten Magnete **4** dicker sein als die auf den inneren Magnetträgern **1** und **2** angeordneten Magnete **4**.

[0031] Fig. 4 zeigt in einer Fig. 3 entsprechenden Ansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel der Magnetanordnung, bei dem nun allerdings einem der Magnete **4** (beispielsweise dem Magneten **M6**) des ersten Magnetträgers **1** kein korrespondierender Magnet **4** auf dem zweiten Magnetträger **2** zugeordnet ist, sondern erst wieder ein weiterer Magnet **4** auf dem nachfolgenden ersten Magnetträger **1**. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind Flächen der Magnete **4**, deren Abstände zueinander und Wicklungsdimensionen der Helmholzspulen **6** so ausgelegt, dass im Generatorbetrieb Oberwellen einer Ausgangsspannung minimiert sind. Durch eine Vielzahl der Helmholzspulen **6** in Verbindung mit der offenbarten Magnetanordnung von Permanentmagneten werden eine Vielzahl von homogenen Magnetfeldern erzeugt, die gegenseitig in Wechselwirkung stehen. In Verbindung mit der gewählten Kommutierung lassen sich entsprechend aufgebaute Motoren sehr genau und effizient ansteuern. Wie insbesondere in den Fig. 3 und Fig. 4 gezeigt, sind hierbei die Magnete **4** in radialer Richtung wechselseitig, in axialer Richtung aber gleichseitig angeordnet, um das Magnetfeld bzw. die Magnetfelder zwischen den Magnetträgern **1, 2** zu bündeln und gegenseitig zu verstärken. Dieser Effekt ist bereits mit einem ersten Magnetträger **1** und einem zweiten Magnetträger **2** erzielbar, ab insgesamt vier Magnetträgern **1, 2**, also zwei ersten Magnetträgern **1** und zwei zweiten Magnetträgern **2** werden jedoch sehr gute Wirkungsgrade erreicht. Mit zylindrischen Magneten **4** wurden beispielsweise bereits Wirkungsgrade von bis zu 97 Prozent gemessen.

[0032] Lediglich in den Ausführungsbeispielen offenbarte Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert und einzeln beansprucht werden.

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

- WO 2016/134702 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Magnetanordnung für eine elektrische Maschine, mit mindestens einem ersten Magnetträger (1) und mindestens einem zweiten Magnetträger (2), die parallel und mit einem definierten Abstand (A) ihrer aufeinander weisenden Außenflächen auf einer Welle (3) und mit der Welle (3) drehbar angeordnet sind, wobei auf dem mindestens einen ersten Magnetträger (1) und dem mindestens einen zweiten Magnetträger (2) jeweils mindestens zwei Magnete (4) derart angeordnet sind, dass die von den Magneten (4) generierten Magnetfelder in jeweils entgegengesetzte Richtungen weisen, und zwischen dem mindestens einen ersten Magnetträger (1) und dem mindestens einen zweiten Magnetträger (2) ein Spulenträger (5) mit mindestens zwei Helmholtzspulen (6) angeordnet ist.

2. Magnetanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine der Helmholtzspulen (6) zwei Wicklungen (7, 8) aufweist, die auf zwei einander gegenüberliegend angeordneten Seiten des Spulenträgers (5) aufgebracht sind.

3. Magnetanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wicklungen (7, 8) versetzt zueinander beidseitig auf dem Spulenträger (5) aufgebracht sind.

4. Magnetanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magneten (4) des mindestens einen ersten Magnetträgers (1) und des mindestens einen zweiten Magnetträgers (2) fluchtend zueinander angeordnet sind.

5. Magnetanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Verhältnis des Abstands (A) der Magnetträger (1, 2) zu einer Ausdehnung der Magnete (4) in Richtung der Rotationsachse zwischen 1 und 2 beträgt.

6. Magnetanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an äußeren Enden der Welle (3) jeweils eine Scheibe (MU) aus einem Mu-Metall angeordnet ist, zwischen denen die Magnetträger (1, 2) und der Spulenträger (5) angeordnet sind.

7. Magnetanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Magnetpole mit jeweils gleicher Polarität der auf den Magnetträgern (1, 2) angeordneten Magneten (4) einander zugewandt ausgerichtet sind.

8. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass Magnetpo-

le verschiedener Polarität der auf den Magnetträgern (1, 2) angeordneten Magneten (4) einander zugewandt sind.

9. Magnetanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei erste Magnetträger (1) und mindestens zwei zweite Magnetträger (2) abwechselnd auf der Welle (3) angeordnet sind, wobei die Magnete auf den jeweils außen angeordneten Magnetträgern (1, 2) dicker als die Magnete auf den dazwischen angeordneten Magnetträgern (1, 2) ausgebildet sind.

10. Elektrische Maschine mit einer Magnetanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Magnetträger (1, 2) als Rotoren und die Spulenträger (5) mit den Helmholtzspulen (6) als Statoren ausgebildet sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

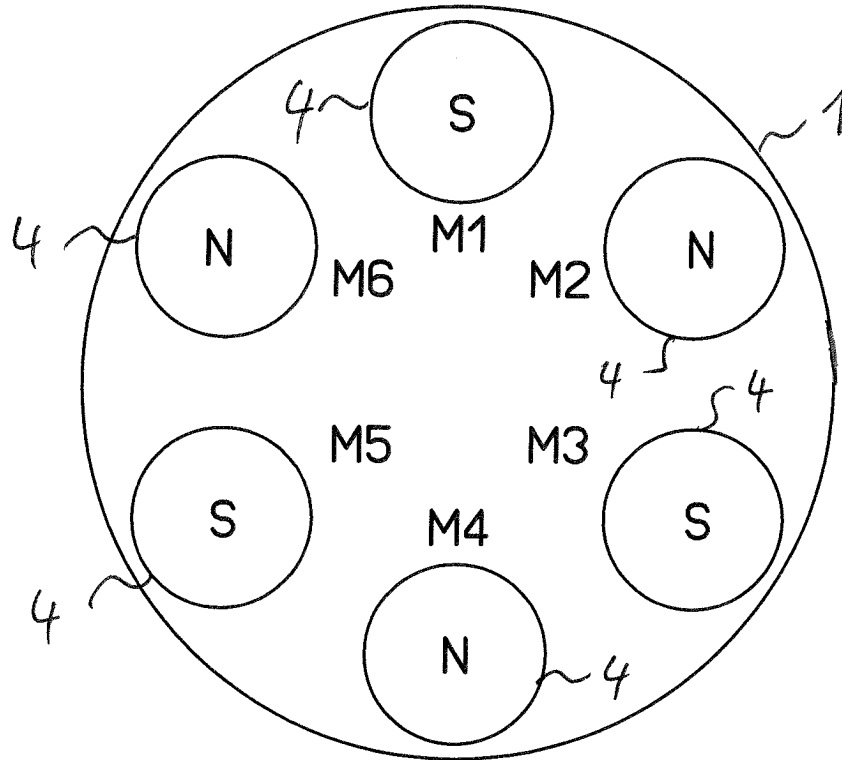


Fig. 1

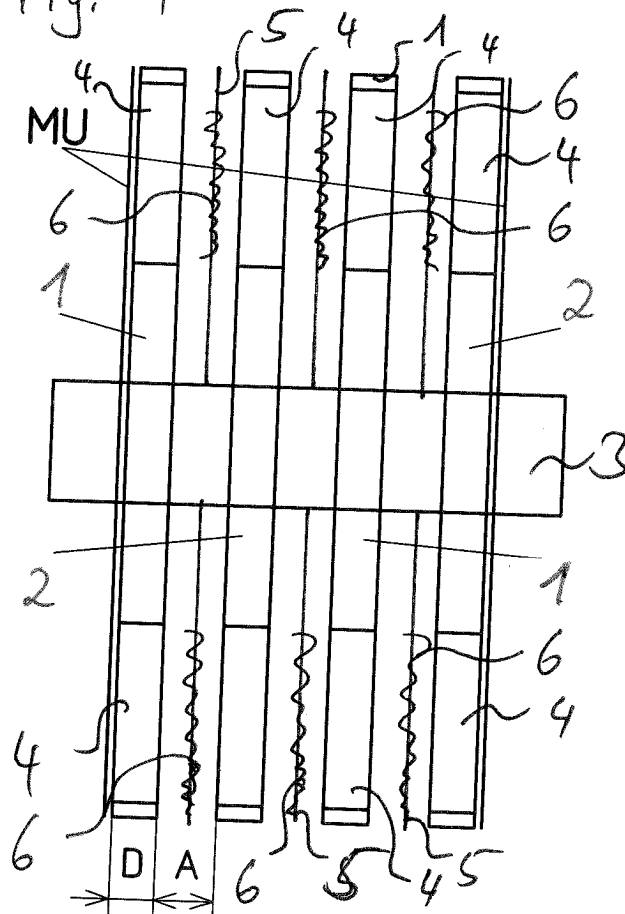


Fig. 2

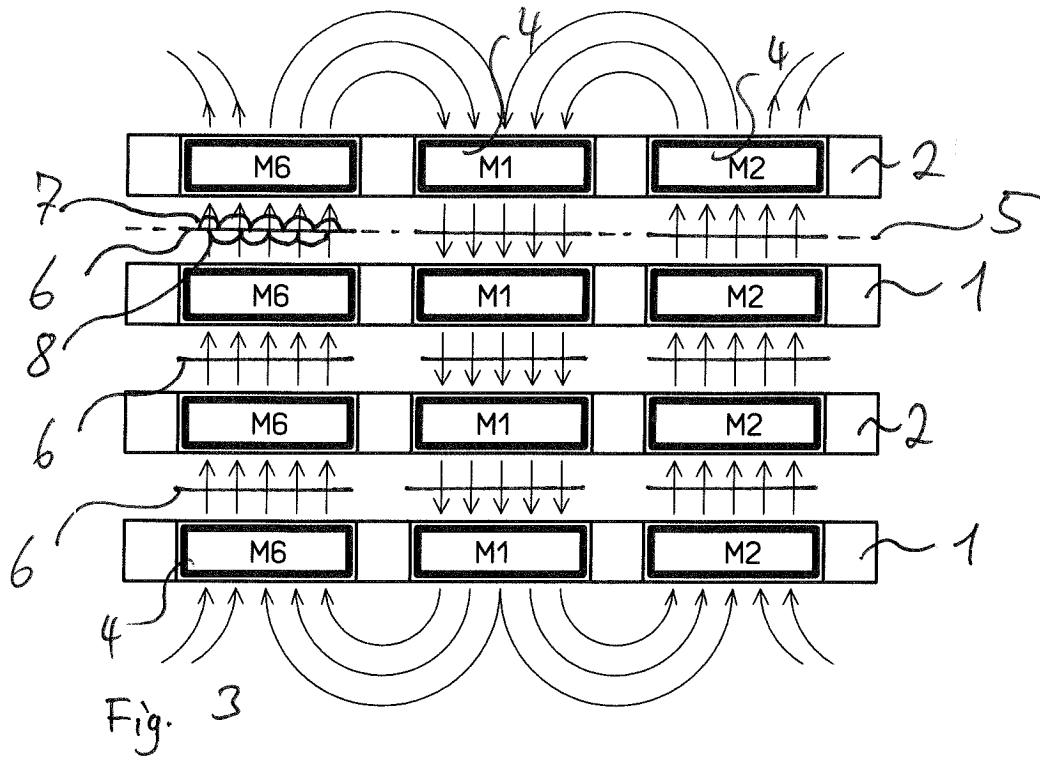


Fig. 3

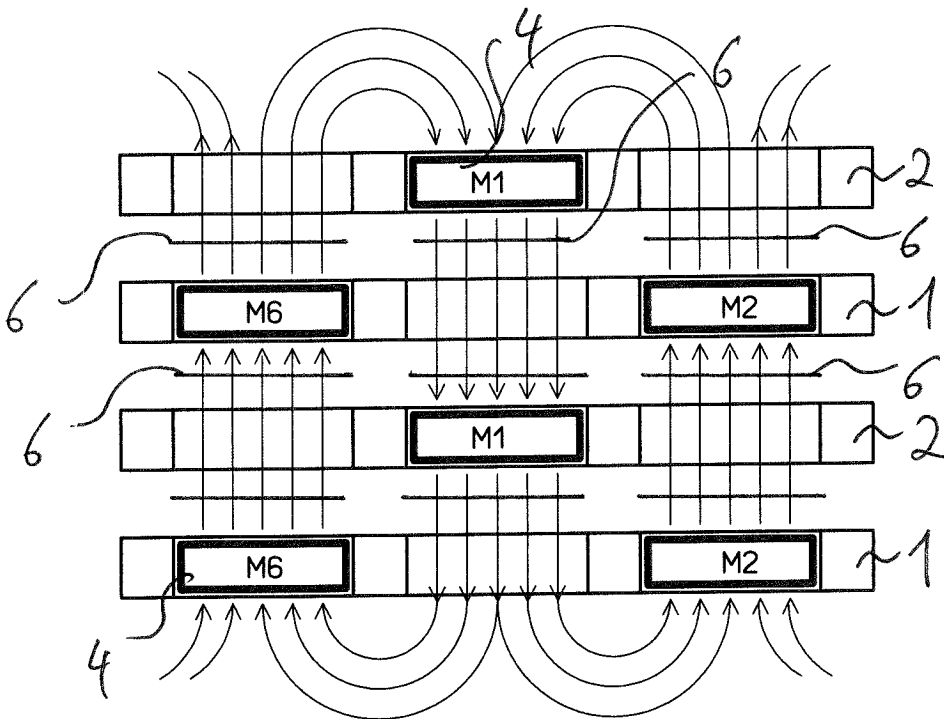


Fig. 4