

(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
12. Februar 2015 (12.02.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/018573 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 21/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/064341

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Juli 2014 (04.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 215 610.3
7. August 2013 (07.08.2013) DE

(71) Anmelder: **MAHLE INTERNATIONAL GMBH**
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **ELSÄSSER, Alfred**; Schönblickstraße 5, 75210
Keltern (DE). **KRAPPEL, Michael**; Daimlerstrasse 58,
70372 Stuttgart (DE). **RIEMAY, Thomas**; Haydnweg 3,
71404 Korb (DE). **NEUBAUER, Andreas**; Tulpenstraße
35, 71554 Weissach i.T. (DE).

(74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**
RECHTSANWÄLTE **PATENTANWÄLTE**

STEUERBERATER; Königstraße 28, 70173 Stuttgart
(DE).

(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, IR, 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, SA, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC MOTOR, IN PARTICULAR FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : ELEKTROMOTOR, INSBESONDERE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

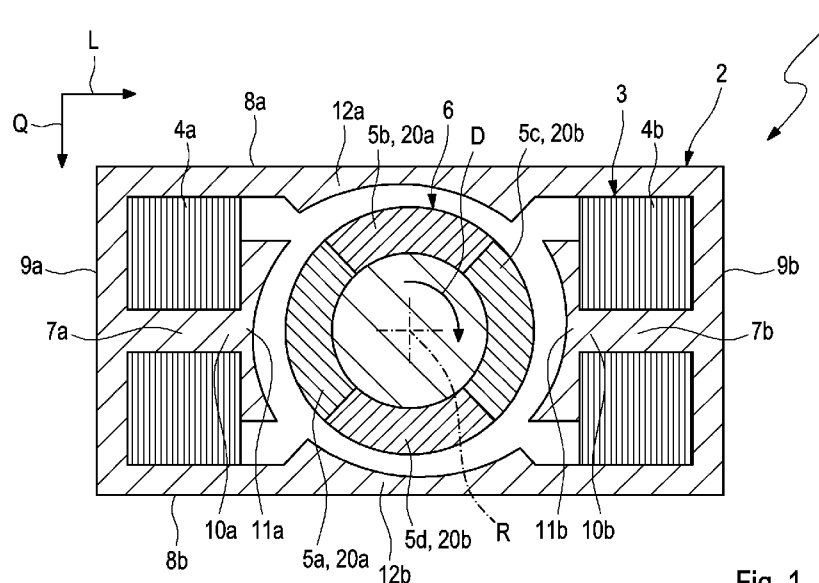


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to an electric motor (1), in particular for a motor vehicle, comprising a single-phase outer stator (3), which has at least one coil element (4a, 4b) having a stator winding, and comprising a ring-like inner rotor (6; 6'), which has at least one permanent magnet (20a, 20b) having two magnetic poles (5a, 5b, 5c, 5d) and which is rotatably supported on the housing (2) and can be rotated in relation to the outer stator (3) about an axis of rotation (R).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/018573 A2

**Veröffentlicht:**

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

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, -mit einem einphasig ausgebildeten Außenstator(3), der wenigstens ein Spulenelement (4a, 4b) mit einer Statorwicklung aufweist, -mit einem ringartig ausgebildeten Innenrotor(6; 6'), welcher wenigstens einen Permanentmagneten (20a, 20b) mit zwei magnetischen Polen(5a, 5b, 5c, 5d) aufweist, undwelcher drehbar am Gehäuse (2) gelagertundrelativ zum Außenstator (3) um eine Rotationsachse (R) drehverstellbar ist.

Elektromotor, insbesondere für ein Kraftfahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Elektromotor, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, sowie ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Elektromotor.

Aus der DE 10 2006 004 313 A1 ist ein Elektromotor mit Rotor und Stator bekannt, der ein Außenteil und ein Innenteil aufweist, die konzentrisch zu einer Rotationsachse angeordnet sind und relativ zueinander um diese Rotationsachse drehverstellbar sind. Der bekannte Elektromotor ist als Außenläufer ausgestaltet, so dass das Außenteil einen Außenrotor und das Innenteil einen Innenrotor bildet. Aus dem Stand der Technik sind auch zahlreiche Elektromotoren bekannt, die als Innenläufer ausgestaltet sind, d.h. das Innenteil weist einen Innenrotor und das Außenteil einen Außenstator auf. Herkömmliche Elektromotoren sind häufig als Zwei- oder Mehrphasenmotoren ausgebildet, d.h. die in diesem Elektromotor eingesetzten Spulenelemente sind jeweils separat bestrombar.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Elektromotor der vorangehend genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen Elektromotor als Innenläufer mit einem einphasig ausgebildeten Außenstator bereitzustellen.

Der erfindungsgemäße Elektromotor weist einen einphasig ausgebildeter Außenstator auf, an welchem eine Spulengruppe mit wenigstens einem Spulenelement angebracht ist. Das Spulenelement wiederum umfasst die Statorwicklung des Außenstators. Dies bedeutet, dass die Statorwicklung entweder direkt auf dem Außenstator gewickelt sein kann – in diesem Fall sind Statorwicklung und Spulenelement identisch - oder dass, alternativ dazu, die Statorwicklung auf das Spulenelement gewickelt ist und das Spulenelement als separates Bauteil auf dem Außenstator angebracht werden kann.

Der Innenrotor des erfindungsgemäßen Elektromotors ist ringartig ausgebildet und weist einen Innenrotor auf, der relativ zum Außenstator um eine Rotationsachse drehverstellbar ist. Der erfindungsgemäße Elektromotor ist räumlich besonders kompakt aufgebaut, da alle relevanten Bauteile wie Außenstator und Innenrotor direkt an einem Gehäuse des Elektromotors befestigt bzw. drehbar an diesem gelagert werden können. Der Verdrahtungsaufwand des Elektromotors ist aufgrund des einphasig ausgebildeten Außenstators mit im einfachsten Fall nur einem Spulenelement im Vergleich zu mehrphasigen Elektromotoren mit mehreren Spulenelementen gering. Auch für den Fall, dass im erfindungsgemäßen Elektromotor zwei oder mehr Spulenelemente verwendet werden, können diese auf einfache Weise in Form einer elektrischen Parallel- oder Reihenschaltung verdrahtet werden, so dass nach außen nur zwei elektrische Anschlusselemente weggeführt werden müssen.

Vorzugsweise umfasst der Elektromotor ein Gehäuse, wobei der Außenstator Teil dieses Gehäuses ist. Auf diese Weise kann der vom Elektromotor benötigte Bau- raum weiter reduziert werden. Das Gehäuse kann ein Kunststoff- oder Blechteil sein, welches gleichzeitig wesentliche Funktionen des Außenstators übernimmt. Insbesondere kann der Außenstator besonders zweckmäßig integral am Gehäuse

ausgeformt ist sein, d.h. wesentliche Teile des Außenstators wie beispielsweise Polzähne o.ä. sind bei dieser Ausführungsform direkt am Gehäuse ausgeformt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist am Gehäuse wenigstens ein stiftartig ausgebildeter Statorzahn vorgesehen, auf welchen das wenigstens ein Spulenelement aufsteckbar oder aufgesteckt ist. Dies ermöglicht eine besonders einfache Montage bzw. einen besonders einfachen Zusammenbau des Elektromotors, bei dem vorgefertigte Spulenelemente mit einer auf dem Spulenelement angeordneten Statorwicklung zur Montage als Einheit auf den Statorzahn aufgesteckt werden und im Bedarfsfall, beispielsweise zu Austausch- oder Reparaturzwecken, auf einfache Weise wieder von dem Statorzahn entfernt werden können. Im Vergleich zu Elektromotoren mit direkter Bewicklung weist die hier vorgestellte Ausführungsform mit einem aufsteckbaren Spulenelement zudem einen höheren Kupfer-Füllfaktor auf. Aufgrund des hohen Kupfer-Füllfaktors können die Kupferverluste im Elektromotor gering gehalten werden. Somit kann eine hohe Leistungsdichte erzielt werden. Ein weiterer Vorteil der Verwendung von Aufsteckspulen besteht darin, dass deren Fertigungs- und Wicklungsaufwand relativ gering ist.

Alternativ dazu kann in einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform das Gehäuse eine den Innenrotor umhüllende Gehäusewand umfassen, wobei das Spulenelement wenigstens teilweise durch einen Wicklungs-Wandabschnitt in dieser Gehäusewand gebildet ist. Gemäß dieser Ausführungsform ist die Wicklung des wenigstens einen Spulenelements direkt auf den Wicklungs-Wandabschnitt aufgewickelt, was einen besonders kompakten Aufbau des Elektromotors erlaubt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung kann das Gehäuse zwei Längsseiten und zwei Querseiten umfassen, wobei entweder die beiden Querseiten jeweils zwei der vorangehend vorgestellten Wicklungs-Wandabschnitte aufweisen, welche

sich jeweils in einem Bereich zwischen dem Statorzahn und den Längsseiten erstrecken, oder - alternativ dazu - die beiden Längsseiten jeweils zwei solche Wicklungs-Wandabschnitte aufweisen, die sich dann jeweils von einer der beiden Querwände weg erstrecken. In beiden Fällen kann ein Statorzahn analog zur vorangehend erläuterten bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sein, der stiftartig ausgebildet ist. In diesem Fall ist jedoch das Spulenelement nicht auf dem Statorzahn angeordnet, dient jedoch auch in dieser Ausführungsform zur Leitung des magnetischen Flusses.

Zur Optimierung des Feldlinienverlaufs der magnetischen Feldlinien des vom Stator erzeugten Magnetfeldes kann an einem vom Gehäuse abgewandten Endabschnitt des Statorzahns ein konkav und komplementär zum ringartigen Innenrotor ausgebildeter Zahn-Polschuh vorgesehen sein.

Bei einer technisch besonders einfach herzustellenden und somit kostengünstigen, alternativen Ausführungsform kann im Gehäuse anstelle eines Zahn-Polschuhs ein Blechteil, insbesondere in der Art eines Blechstreifens, vorgesehen sein, welcher einenends am vom Gehäuse abgewandten Endabschnitt des Statorzahns und anderenends am Gehäuse selbst befestigt ist. Dies ermöglicht eine optimierte Polüberdeckung, was zu einem erhöhten Drehmoment im Rotor des Elektromotors führt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung kann das Blechteil mittels Verstemmen in am Gehäuse und am Statorzahn vorgesehene Ausnehmungen befestigt sein. Alternativ dazu kann aber auch daran gedacht sein, das Blechteil mittels einer Einrasteinrichtung o.ä. am Gehäuse bzw. am Statorzahn zu befestigen.

Bei einer ebenfalls vorteilhaften Weiterbildung kann der Polschuh radial außen jeweils mittels eines Klemmstiftes an einem Gehäusewandabschnitt befestigt wer-

den. Auf diese Weise können insbesondere Bauteiltoleranzen im Gehäuse bzw. am Polschuh selbst ausgeglichen werden. Das Verklemmen erlaubt dabei eine besonders einfache, aber dennoch mechanisch stabile Befestigung des Polschuhs am Gehäuse, was die mechanische Stabilität des gesamten Elektromotors, insbesondere bei rotierendem Innenrotor, begünstigt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung kann der Statorzahn, insbesondere mittels einer Steckverbindung, lösbar am Gehäuse befestigt sein. Dies ermöglicht einen einfachen Austausch eines Statorzahns, beispielsweise zu Reparaturzwecken.

Besonders bevorzugt können am Elektromotor zwei Statorzähne vorgesehen sein, welche bezüglich einer Drehrichtung des Innenrotors gegenüberliegend am Gehäuse angebracht sind. Auf den beiden Statorzähnen können jeweils aufsteckbare Spulenelemente angeordnet sein. Aufgrund der einphasigen Ausbildung des Außenstators mit zwei Aufsteckspulen ist der erforderliche Verdrahtungsaufwand im Vergleich zu herkömmlichen Elektromotoren gering, was sich günstig auf die Herstellungskosten des Elektromotors auswirkt.

Zur weiteren Optimierung der Feldlinien des magnetischen Erregerfelds können im Gehäuse genau zwei Steg-Polschuhe vorgesehen sein, zwischen welchen in Drehrichtung des Innenrotors der wenigstens eine Statorzahn mit dem Zahn-Polschuh vorgesehen ist. Dies führt zu einer weiteren Verbesserung des Feldlinienverlaufs des magnetischen Erregerfeldes.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind im Gehäuse in Drehrichtung des Innenrotors jeweils zwischen den beiden an den Statorzähnen vorgesehenen Zahn-Polschuhen zwei Steg-Polschuhe vorgesehen, welche die beiden Zahn-Polschuhen zu einer Polschuhanordnung ergänzen. Die beiden Zahn-Polschuhe und die beiden Steg-Polschuhe sind bezüglich der Drehrichtung des

Innenrotors abwechselnd und benachbart zueinander im Gehäuse angeordnet. Sowohl die Steg-Polschuhe als auch die Zahn-Polschuhe können integral am Gehäuse ausgeformt sein.

Um ein Anfahren des Innenrotors aus einem Ruhezustand zu vereinfachen, kann der Außenstator des Elektromotors asymmetrisch ausgebildet sein. Eine solche Asymmetrie kann beispielsweise durch an einem Polschuh vorgesehenen Fortsatz realisiert sein, welcher vom Polschuh radial nach innen zum Innenrotor hin absteht. Mittels einer derartigen asymmetrischen Ausgestaltung des Außenstators kann ausgehend von einer beliebigen Relativposition zwischen Außenstator und Innenrotor bei unbestromtem Elektromotor durch ein Bestromen der Statorwicklung ein Magnetfeld aufgebaut werden, welches den Innenrotor in einer definierten, vorbestimmten Rotationsrichtung antreibt. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der Innenrotor des Elektromotors stets mit der gewünschten vorbestimmten Drehrichtung anfährt, sobald eine entsprechende Bestromung auf der Statorwicklung erzeugt wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Elektromotor mit einem oder mehreren der vorangehend genannten Merkmale.

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

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

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

Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Elektromotors in einer grobschematischen Ansicht,
- Fig. 2 eine vereinfachte Variante des Elektromotors durch Fig. 1, bei welcher anstelle von Polschuhen Blechteile vorgesehen sind,
- Fig. 3 eine weitere Variante des Elektromotors der Fig. 1, bei welcher anstelle von Polschuhen Klemmstifte vorgesehen sind,
- Fig. 4 eine vereinfachte Variante des Elektromotors der Fig. 1 mit nur einem anstelle von zwei Spulenelementen,
- Fig. 5 eine vereinfachte Variante des Beispiels der Fig. 4, bei welchem das Gehäuse teilweise offen ausgebildet ist,
- Fig. 6 eine Variante des Elektromotors der Fig. 1, bei welchem die Spulenelemente als Wicklungen ausgebildet sind, die direkt auf Gehäusewandabschnitten des Gehäuses aufgewickelt sind,

- Fig. 7 eine Variante des Elektromotors der Fig. 6, mit einer anderen geometrischen Anordnung der Wandabschnitte, auf welchen die Wicklungen direkt aufgewickelt sind,
- Fig. 8 einen die Herstellung des Elektromotors der Figur 1 illustrierende Darstellung,
- Fig. 9 einen die Herstellung des Elektromotors der Figur 4 illustrierende Darstellung.

In der Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Elektromotors grobschematisch dargestellt und mit 1 bezeichnet. Der Elektromotor 1 kann ein Gehäuse 2 umfassen. Der Elektromotor 1 umfasst weiterhin einen Außenstator 3, der einphasig ausgebildet ist. Im Beispiel der Fig. 1 weist der Elektromotor 1 genau zwei Spulenelemente 4a, 4b auf, welche zur Ausbildung eines einphasigen Außenstators 3 elektrisch zueinander in Reihe geschaltet sind. Der Außenstator 3 benötigt folglich nur zwei elektrische Anschlusselemente zum elektrischen Bestromen der beiden Spulenelemente 4a, 4b.

Der Außenstator 3 ist wie in der Figur 1 gezeigt Teil des Gehäuses 2. Auf diese Weise kann der vom Elektromotor 1 benötigte Bauraum klein gehalten werden. So kann das Gehäuse 2 des Elektromotors ein Kunststoff- oder Blechteil sein, welches gleichzeitig wesentliche Funktionen des Außenstators 3 übernimmt. Der Außenstator 3 kann besonders zweckmäßig integral am Gehäuse 2 ausgeformt sein, d.h. wesentliche Teile des Außenstators wie beispielsweise Polzähne o.ä. sind integral, also direkt am Gehäuse 2 ausgeformt.

Der Elektromotor 1 umfasst des Weiteren einen zwei Permanentmagnete 20a, 20b mit vier magnetischen Polen 5a, 5b, 5c, 5d aufweisenden und ringartig aus-

gebildeten Innenrotor 6, der drehbar am Gehäuse 2 gelagert ist. Der erste Permanentmagnet 20a umfasst also die beiden magnetischen Pole 5a, 5b, und der zweite Permanentmagnet 20b umfasst die beiden magnetischen Pole 5c, 5d. Der Innenrotor 6 ist dabei relativ zum Außenstator 3 um eine Rotationsachse R drehverstellbar. In dem in der Fig. 1 gezeigten Beispiel weist der Innenrotor 6 genau zwei Permanentmagnete 20a, 20b auf; es ist klar, dass in Varianten aber auch eine andere Anzahl an Permanentmagneten vorgesehen sein kann. Die magnetischen Pole 5a, 5b, 5c, 5d der Permanentmagnete 20a, 20b sind entlang der Drehrichtung D des Innenrotors 6 mit jeweils abwechselnder Polarität (Nord, Süd) angeordnet. Dies bedeutet, dass sich zwei Südpole diametral gegenüberliegen, und sich entsprechend um 90° versetzt zwei Nordpole diametral gegenüberliegen.

Die beiden Spulenelemente 4a, 4b sind auf jeweils zwei am Gehäuse 2 vorgesehene bzw. befestigte und stiftartig ausgebildete Statorzähne 7a, 7b aufgesteckt. Das Gehäuse 2 kann zwei sich entlang einer Längsrichtung L erstreckende Längsseiten 8a, 8b und zwei sich entlang einer Querrichtung Q erstreckende Querseiten 9a, 9b aufweisen. Die beiden Statorzähne 7a, 7b können sich entlang der Längsrichtung L parallel zu den Längsseiten 8a, 8b erstrecken und in einem Mittenbereich der Querseiten 9a, 9b am Gehäuse 2 befestigt sein. Selbstverständlich sind in Varianten auch andere Anordnungsgeometrien vorstellbar. An einem vom Gehäuse 2 abgewandten Endabschnitt 10a, 10b des jeweiligen Statorzahns 7a, 7b ist ein konkav und komplementär zum ringartigen Innenrotor 6 ausgebildeter Zahn-Polschuh 11a, 11b am jeweiligen Statorzahn 7a, 7b befestigt. Mittels der Statorzahn-Pohlschuhe 11a, 11b kann der Feldlinienverlauf des vom Außenstator 3 erzeugten magnetischen Feldes optimiert werden.

Die beiden Statorzähne 7a, 7b können lösbar, insbesondere mittels einer Steckverbindung, am Gehäuse 2 befestigt sein. In dem in der Fig. 1 gezeigten Beispiel sind die beiden Statorzähne 7a, 7b bezüglich der Drehrichtung D des Innenrotors

6 gegenüberliegend am Gehäuse 2 angebracht. Es ist klar, dass in Varianten auch abweichende Anordnungsgeometrien möglich sind.

In dem in der Fig. 1 gezeigten Beispiel sind am Gehäuse 2 genau zwei Steg-Polschuhe 12a, 12b vorgesehen, zwischen welchen in Drehrichtung D des Innenrotors 6 die beiden Zahn-Polschuhe 11a, 11b angeordnet sind. Die beiden Zahn-Polschuhe 11a, 11b werden also durch die beiden Steg-Polschuhe 12a, 12b zu einer Polschuhanordnung ergänzt. Die beiden Zahn-Polschuhe 11a, 11b und die beiden Steg-Polschuhe 12a, 12b sind hierfür in der Drehrichtung D des Innenrotors 6 abwechselnd und benachbart zueinander am Gehäuse 2 angeordnet. Sowohl die Steg-Polschuhe 12a, 12b als auch die Zahn-Polschuhe 11a, 11b können integral am Gehäuse 2 ausgeformt sein. Dies ermöglicht einen optimierten Feldlinienverlauf des von den beiden Spulenelementen 4a, 4b erzeugten magnetischen Erregerfelds.

In einer in der Figur 2 gezeigten Variante des Ausführungsbeispiels der Fig. 1 sind an den beiden Statorzähnen 7a, 7b keine Zahn-Polschuhe 11a, 11b befestigt. Stattdessen sind am Gehäuse 2 jeweils vier Blechteile 13a, 13b, 13c, 13d vorgesehen, die in der Art eines jeweiligen Blechstreifens ausgebildet sind und einerseits am vom Gehäuse 2 abgewandten Endabschnitt 10a bzw. 10b des Statorzahns 7a bzw. 7b und andererseits an der Längsseite 8a bzw. 8b des Gehäuses 2 befestigt sind. Die Blechteile 13a, 13b, 13c, 13d übernehmen jeweils die Funktion eines Polschuhs. Hierzu können am Gehäuse 2 an den Längsseiten 8a, 8b sowie an den Endabschnitten 10a, 10b der beiden Statorzähne 7a, 7b jeweils Ausnehmungen 14a, 14b in der Art von Einkerbungen vorgesehen sein, in welchen die Blechteile 13a-13d verstemmt sind. Der Übersichtlichkeit halber ist in der Fig. 2 nur für das Blechteil 13a eine am Gehäuse 2 im Bereich der Längsseite 8a vorgesehene erste Ausnehmung 14b und eine am Endabschnitt 10a des Statorzahns 7a vorgesehene zweite Ausnehmung 14b gezeigt. In einer Variante kann

auch daran gedacht sein, die Blechteile 13a-13d mittels einer Einrasteinrichtung am Gehäuse 2 bzw. am Statorzahn 7a, 7b zu befestigen.

In einer in der Figur 3 gezeigten Variante des Elektromotors 1 der Fig. 1 sind zwischen dem Gehäuse 2 und den radial äußeren Endabschnitten 15a, 15b, 15c, 15d der beiden Zahn-Polschuhe 11a, 11b jeweils Klemmstifte 16a, 16b, 16c, 16d vorgesehen, mittels welcher sich die beiden Zahn-Polschuhe 11a, 11b am Gehäuse 2 abstützen. Selbstverständlich kann in einer Variante auch eine andere als die in der Fig. 3 gezeigte Anzahl an solchen Klemmstiften vorgesehen sein. Die radialen Endabschnitte 15a-15d können in der Form von radialen Fortsätzen, die radial nach außen von den Polschuhen 11a, 11b abstehen, ausgebildet sein. Entsprechend können solche komplementäre Fortsätze 17a-17d auch am Gehäuse 2 vorgesehen sein.

Gemäß einer in der Figur 4 dargestellten, vereinfachten Variante des Elektromotors 1 der Fig. 1 kann der Elektromotor 1 nur genau ein Spulenelement 4a aufweisen, welches in einem zentralen Bereich einer ersten Querseite 9a des Gehäuses 2 in einer Richtung parallel zu den beiden Längsseiten 8a, 8b des Gehäuses nach innen vom Gehäuse 2 absteht. Im Gegensatz zu den in der Fig. 1 gezeigten Beispiel mit zwei Spulenelementen bzw. Statorzähnen ist im Bereich der ersten Querseite 9a gegenüberliegenden zweiten Querseite 9b weder ein Statorzahn noch ein Spulenelement angeordnet. Entsprechend kann das Gehäuse 2 bezüglich der Längsseiten 8a, 8b im Vergleich zum Beispiel der Fig. 1 verkürzt ausgelegt werden, so dass der Elektromotor 1 gemäß der Fig. 4 im Vergleich zum Elektromotor 1 gemäß der Fig. 1 weniger Bauraum beansprucht.

Gemäß einer noch stärker vereinfachten Variante, die in der Figur 5 gezeigt ist, kann am Gehäuse 2 auf die zweite Querseite verzichtet sein, so dass dieser Bereich offen ausgebildet ist, d.h. der Innenrotor 6 steht in einem der ersten Quer-

seite 9a gegenüberliegenden Bereich nach außen vom Gehäuse 2 vor. Somit kann der für den Elektromotor 1 benötigte Bauraum nochmals reduziert werden.

Die im Folgenden vorgestellten Varianten gemäß der Figuren 6 und 7 zeigen Elektromotoren 1', bei welchen die Spulenelemente durch Wicklungs-Wandabschnitte des Gehäuses des Elektromotors ausgebildet werden, wobei auf diesen Wicklungs-Wandabschnitten die jeweiligen Statorwicklungen direkt aufgewickelt sind.

Gemäß der in der Figur 6 gezeigten Variante des Elektromotors 1' umfasst das Gehäuse 2' eine den Innenrotor 6' umhüllende Gehäusewand 17'. Der Außenstator 3' umfasst vier Wicklungs-Wandabschnitte 18'a, 18'b, 18'c, 18'd, welche das jeweilige Spulenelement 4'a, 4'b, 4'c, 4'd bilden. Auf diese Wicklungs-Wandabschnitte 18'a-18'd sind die Wicklungen 19'a, 19'b, 19'c, 19'd der Spulenelemente 4'a, 4'b, 4'c, 4'd in Form von Kupferdrähten direkt aufgewickelt. In dem in der Fig. 6 gezeigten Beispiel weisen die beiden Längsseiten 8'a, 8'b jeweils zwei Wicklungs-Wandabschnitte 18'a, 18'b, 18'c, 18'd auf, welche sich jeweils von einer der beiden Querwände 9'a, 9'b weg erstrecken.

In der Fig. 7 ist schließlich eine Variante des Elektromotors 1' der Fig. 6 gezeigt, welche sich von dem Elektromotor 1' der Fig. 6 dadurch unterscheidet, dass die Querseiten 9'a, 9'b jeweils zwei Wicklungs-Wandabschnitte 18'a, 18'd, 18'b, 18'c aufweisen, welche sich in einem Bereich zwischen an der jeweiligen Querseite 9'a bzw. 9'b befestigten Statorzahn 7'a, 7'b erstrecken. In analoger Weise zum Beispiel der Fig. 6 sind die Wicklungen 19'a-19'd auf diesen Wicklungs-Wandabschnitten 18'a-18'd angeordnet, d.h. diese Wicklungs-Wandabschnitte 18'a-18'd der Querwände 9'a, 9'b bilden die Spulenelemente 4'a-4'd aus.

In den Figuren 8 und 9 ist grobschematisch dargestellt, wie die Elektromotoren 1 der Figuren 1 bzw. 4 gefertigt werden können. Zum Zusammenbau des Elektromotors 1 der Figuren 1 bzw. 4 wird das Gehäuse 2 einschließlich der Statorzähne 7a, 7b, der Zahn-Polschuhe 11a, 11b und der Steg-Polschuhe 12a, 12b wie in den Figuren 8 bzw. 9 gezeigt zunächst als einstückiges, langgestrecktes Bauteil gefertigt. Anschließend werden die Spulenelemente 4a, 4b auf die Statorzähne 7a, 7b aufgesteckt bzw. die Stator-Wicklungen direkt auf die Statorzähne 7a, 7b aufgebracht. In einem abschließenden Fügeschritt wird die endgültige, in den Figuren 1 bzw. 4 gezeigte Geometrie des Elektromotors 1 durch Biegen des in den Figuren 8 bzw. 9 gezeigten langgestreckten Bauteils erzeugt.

Ansprüche

1. Elektromotor (1; 1'), insbesondere für ein Kraftfahrzeug,
 - mit einem einphasig ausgebildeten Außenstator (3; 3'), der wenigstens ein Spulenelement (4a, 4b; 4'a, 4'b) mit einer Statorwicklung aufweist,
 - mit einem ringartig ausgebildeten Innenrotor (6; 6'), welcher wenigstens einen Permanentmagneten (20a, 20b) mit zwei magnetischen Polen (5a, 5b, 5c, 5d; 5'a, 5'b, 5'c, 5'd) aufweist, und welcher drehbar am Gehäuse (2; 2') gelagert und relativ zum Außenstator (3; 3') um eine Rotationsachse (R) drehverstellbar ist.
2. Elektromotor (1; 1') nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Elektromotor (1; 1') ein Gehäuse (2; 2') umfasst,
 - der Außenstator (3; 3') Teil des Gehäuses (2; 2') ist.
3. Elektromotor (1; 1') nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Außenstator (3; 3') integral am Gehäuse (2; 2') ausgeformt ist.
4. Elektromotor (1; 1') nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
am Gehäuse (2; 2') wenigstens ein stiftartig ausgebildeter Statorzahn (7a, 7b; 7'a, 7'b) vorgesehen ist, auf welchen das wenigstens eine Spulenelement (4a, 4b; 4'a, 4'b) aufsteckbar oder aufgesteckt ist.

5. Elektromotor (1') einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Gehäuse (2') eine den Innenrotor (6') umhüllende Gehäusewand (17') umfasst,
 - das wenigstens eine Spulenelement (4'a, 4'b, 4'c, 4'd) wenigstens teilweise durch einen Wicklungs-Wandabschnitt (18'a, 18'b, 18'c, 18'd) der Gehäusewand (17') gebildet ist,
 - die Wicklung (19'a, 19'b, 19'c, 19'd) des Spulenelements (4'a, 4'b, 4'c, 4'd) direkt auf diesen Wicklungs-Wandabschnitt (18'a, 18'b, 18'c, 18'd) aufgewickelt ist.
6. Elektromotor (1') nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Gehäuse (2') zwei Längsseiten (8'a, 8'b) und zwei Querseiten (9'a, 9'b) umfasst,
 - entweder die beiden Querseiten (8'a, 8'b) jeweils zwei Wicklungs-Wandabschnitte (18'a, 18'b, 18'c, 18'd) aufweisen, welche sich jeweils in einem Bereich zwischen dem Statorzahn (7'a, 7'b) und einer Längsseite (8'a, 8'b) erstrecken, oder die beiden Längsseiten (8'a, 8'b) jeweils zwei Wicklungs-Wandabschnitte (18'a, 18'b, 18'c, 18'd) aufweisen, welcher sich jeweils von einer der beiden Querwände (9'a, 9'b) weg erstrecken.
7. Elektromotor (1') nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 - an einem vom Gehäuse (2; 2') abgewandten Endabschnitt (10a, 10b; 10'a, 10'b) des Statorzahns (7a, 7b; 7'a, 7'b) ein konkav und komplementär zum ringartigen Innenrotor (6; 6') ausgebildeter Zahn-Polschuh (11a, 11b; 11'a, 11'b) vorgesehen ist.

8. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
im Gehäuse (2) ein Blechteil (13a, 13b, 13c, 13d), insbesondere in der Art eines Blechstreifens, vorgesehen ist, welches einenends am vom Gehäuse (2) abgewandten Endabschnitt (10a, 10b) des Statorzahn (7a, 7b) und anderenends am Gehäuse (2) befestigt ist.
9. Elektromotor (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Blechteil (13a, 13b, 13c, 13d) mittels Verstemmen am Gehäuse (2) und an am Statorzahn (7a, 7b) vorgesehenen Ausnehmungen (14a, 14b) befestigt ist, oder
 - mittels einer Einrasteinrichtung am Gehäuse (2) und am Statorzahn (7a, 7b) befestigt ist.
10. Elektromotor (1; 1') nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass
der Statorzahn (7a, 7b; 7'a, 7'b) lösbar, insbesondere mittels einer Steckverbindung, am Gehäuse (2; 2') befestigt ist.
11. Elektromotor (1; 1') nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass
genau zwei Statorzähne (7a, 7b; 7'a, 7'b) vorgesehen sind, welche bezüglich einer Drehrichtung (D) des Innenrotors (6; 6') gegenüberliegend am Gehäuse (2; 2') angebracht sind.
12. Elektromotor (1; 1') nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass

im Gehäuse (2; 2') zwei Steg-Polschuhe (12a, 12b; 12'a, 12'b) vorgesehen sind, zwischen welchen in Drehrichtung (D) des Innenrotors (6; 6') der wenigstens eine Statorzahn (7a, 7b; 7'a, 7'b) mit dem Zahn-Polschuh (11a, 11b; 11'a, 11'b) vorgesehen ist.

13. Elektromotor nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass

- im Gehäuse (2; 2') in Drehrichtung (D) des Innenrotor (6; 6') jeweils zwischen den beiden an den Statorzähnen (7a, 7b; 7'a, 7'b) vorgesehenen Zahn-Polschuhen (11a, 11b; 11'a, 11'b) zwei Steg-Polschuhe (12a, 12b; 12'a, 12'b) vorgesehen sind, welche die beiden Zahn-Polschuhe (11a, 11b; 11'a, 11'b) zu einer Polschuhanordnung ergänzen,
- die beiden Zahn-Polschuhe (11a, 11b; 11'a, 11'b) und die beiden Steg-Polschuhe (12a, 12b; 12'a, 12'b) in der Drehrichtung (D) abwechselnd und benachbart zueinander im Gehäuse (2; 2') angeordnet sind.

14. Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Elektromotor (1; 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

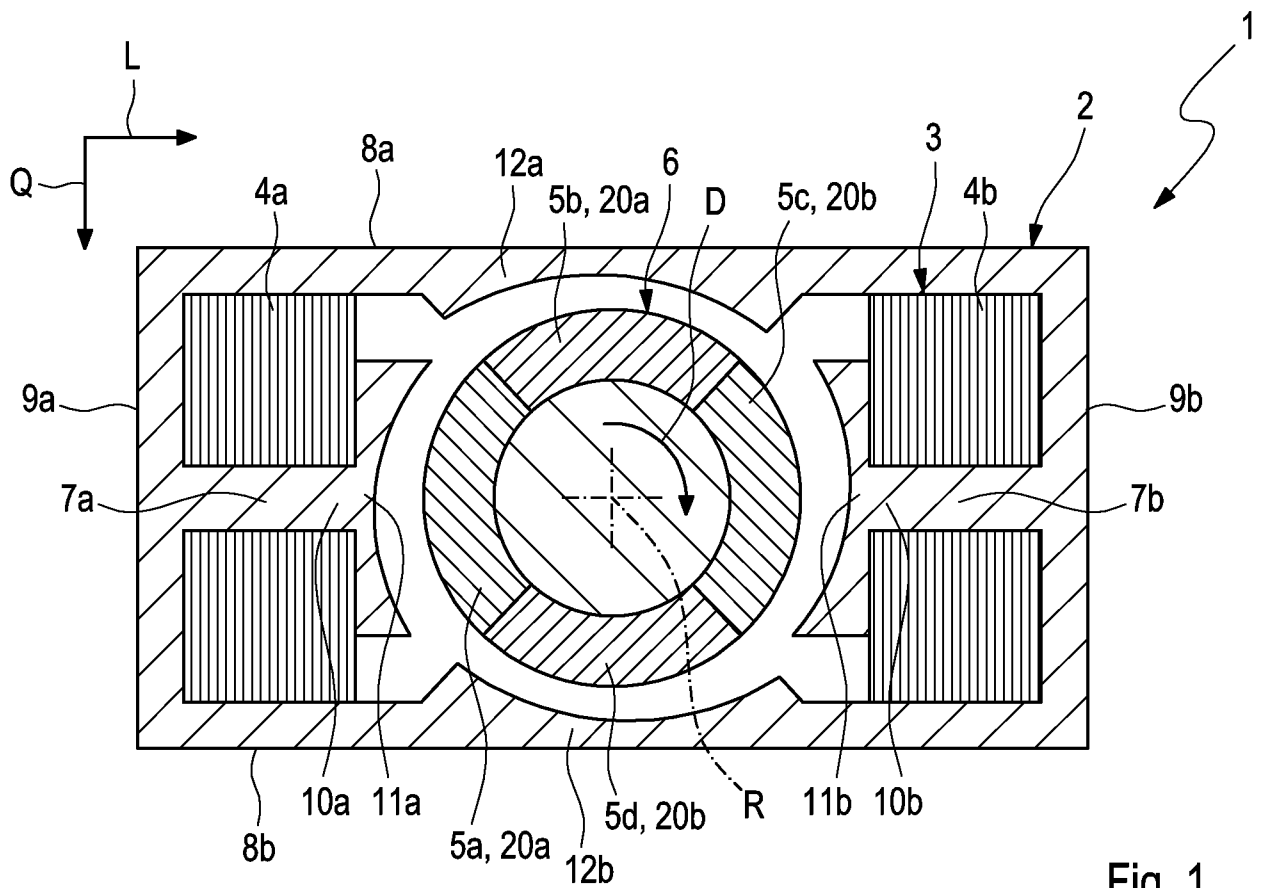


Fig. 1

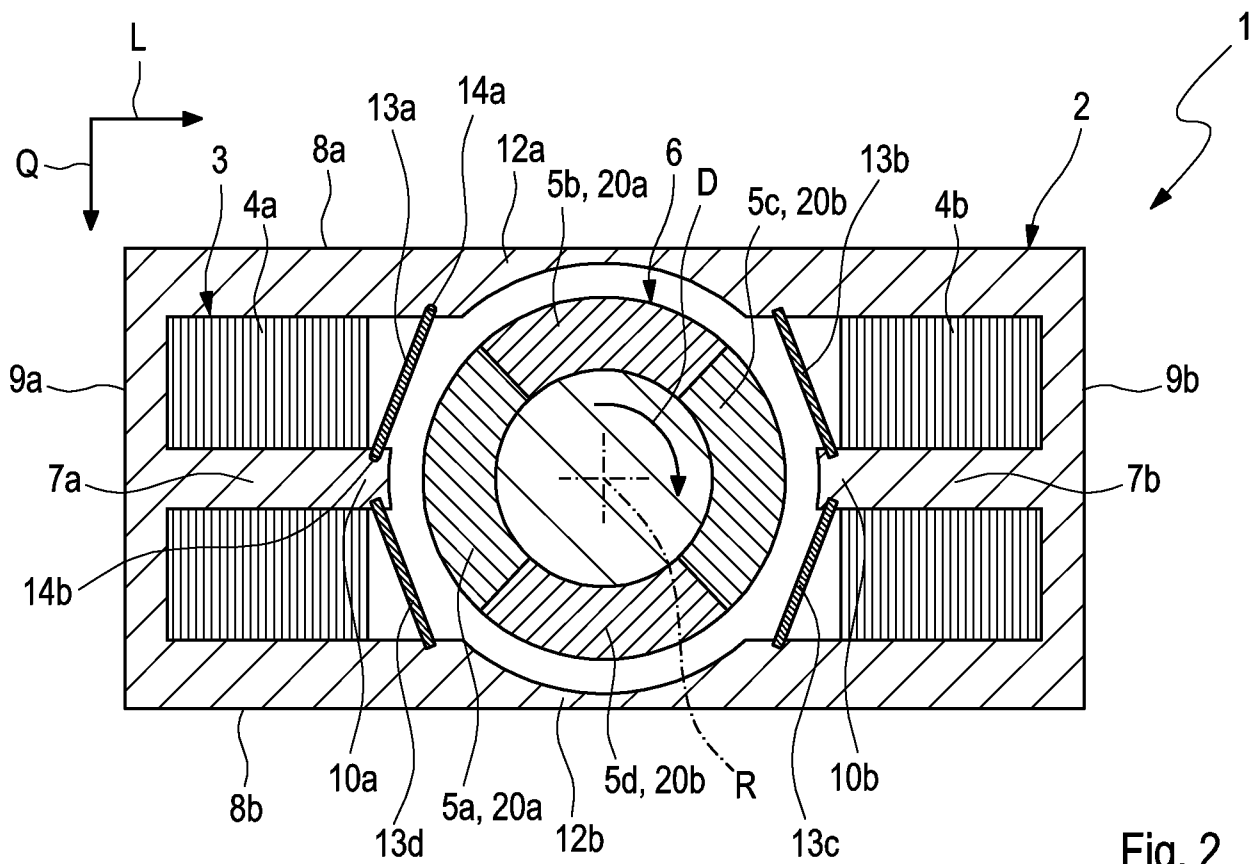


Fig. 2

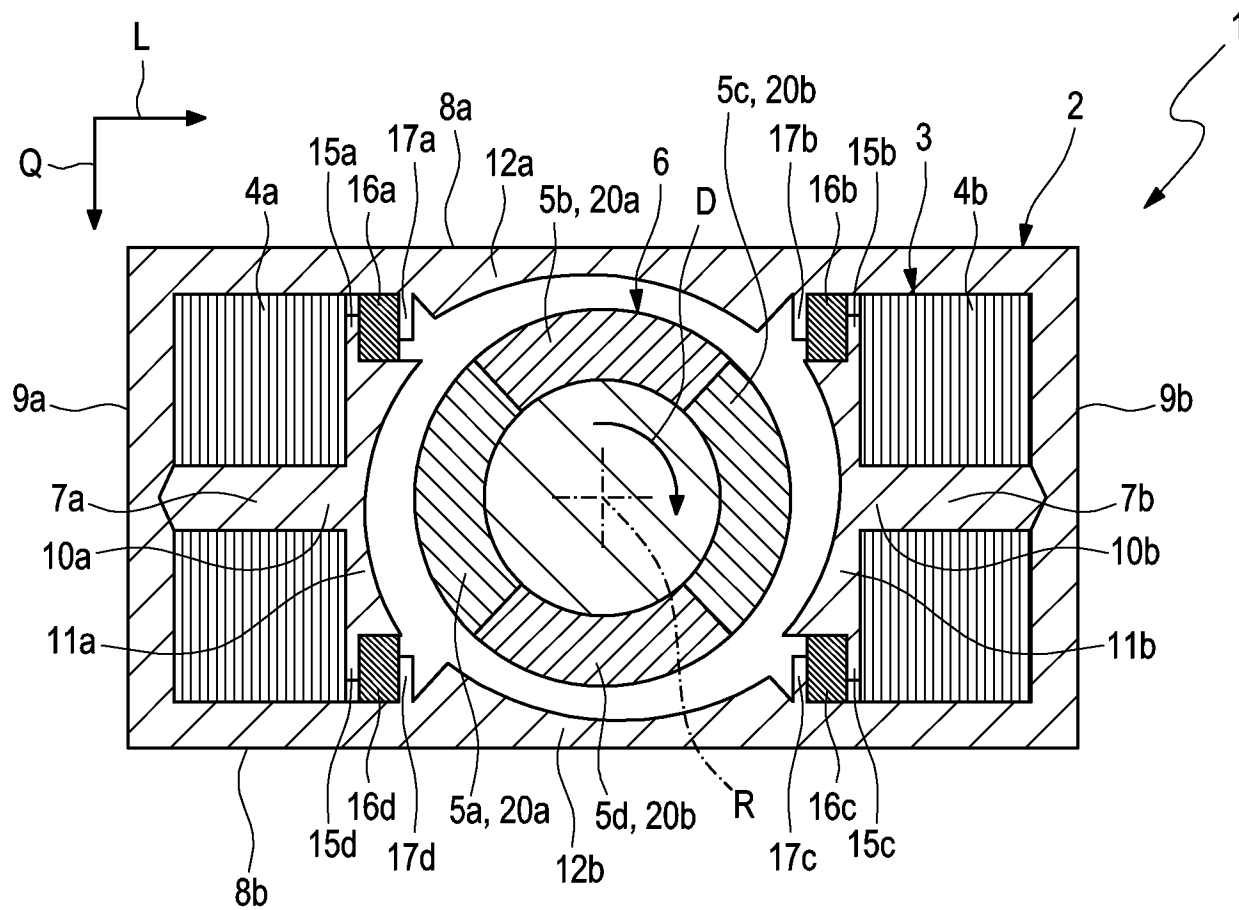


Fig. 3

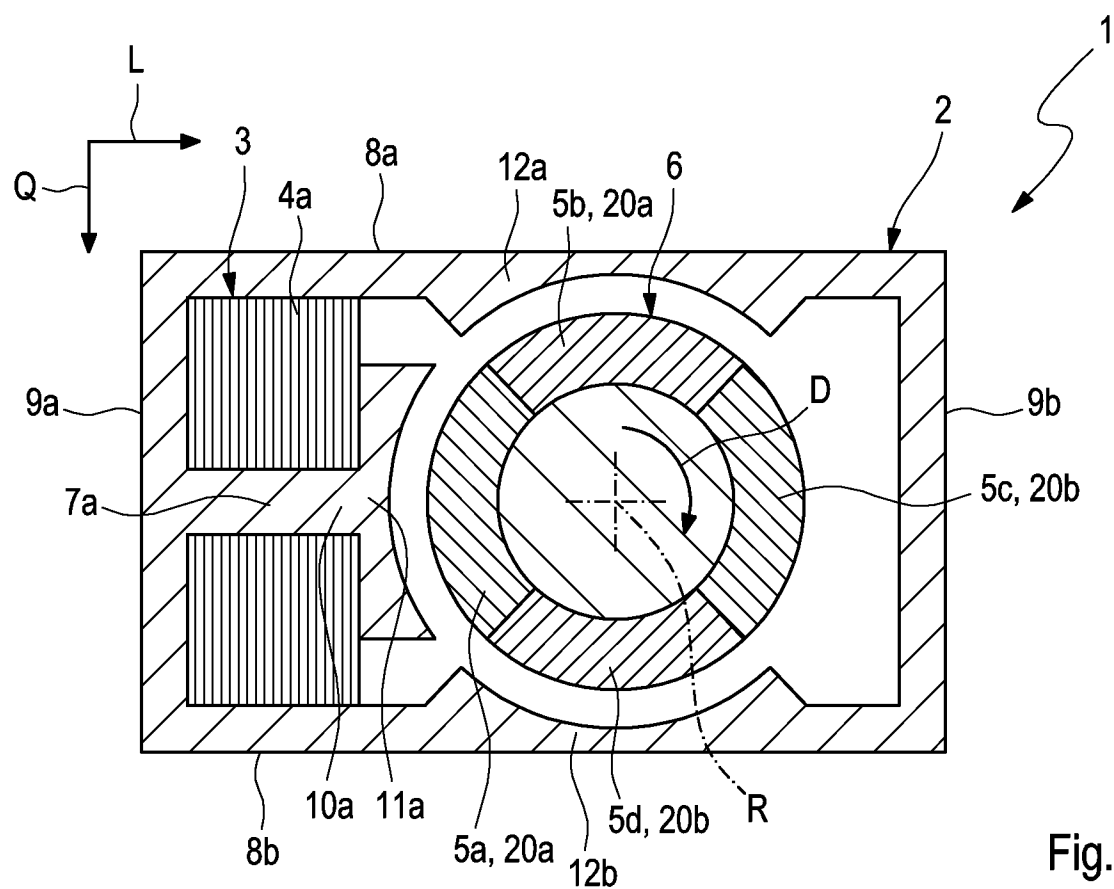


Fig. 4

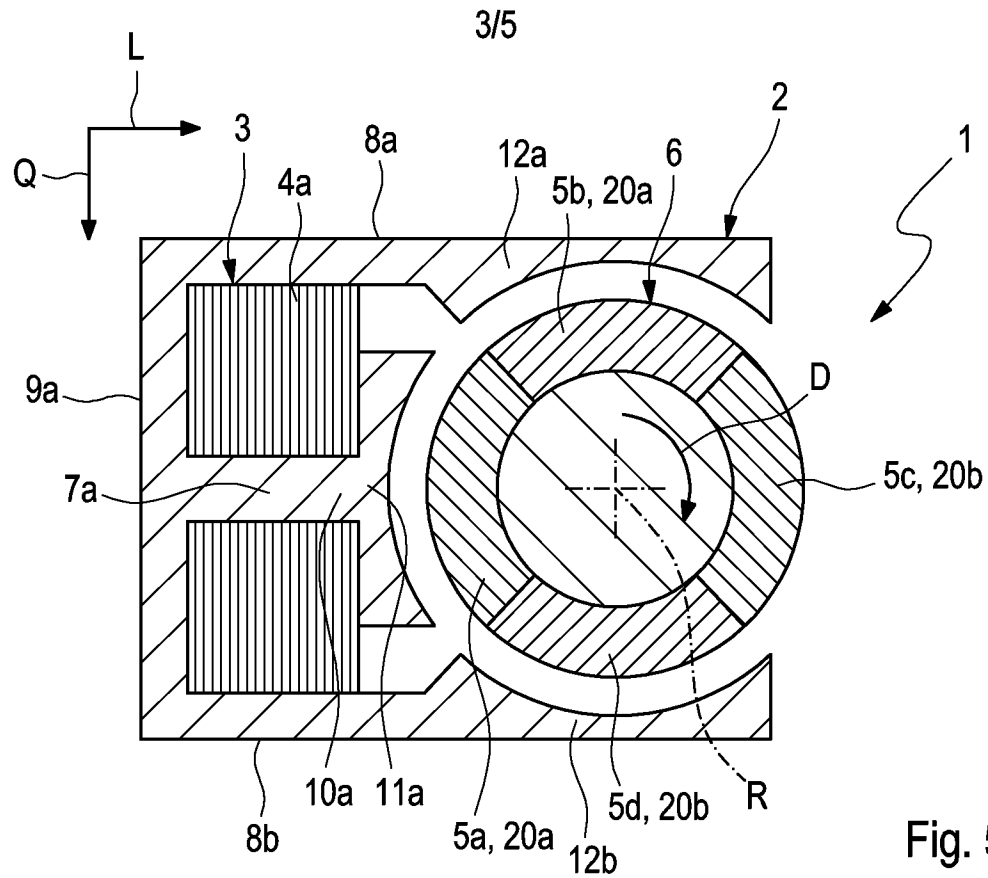


Fig. 5

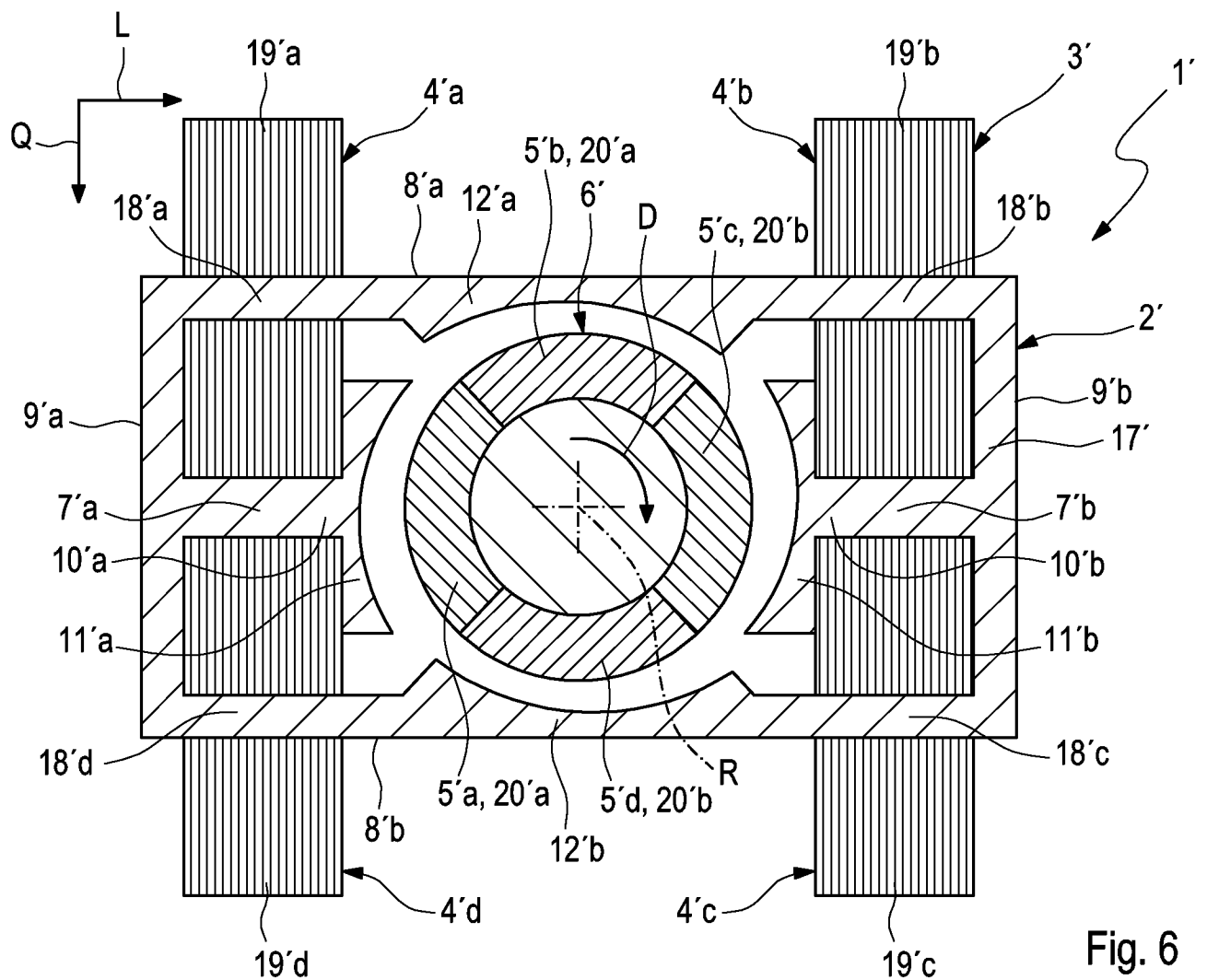


Fig. 6

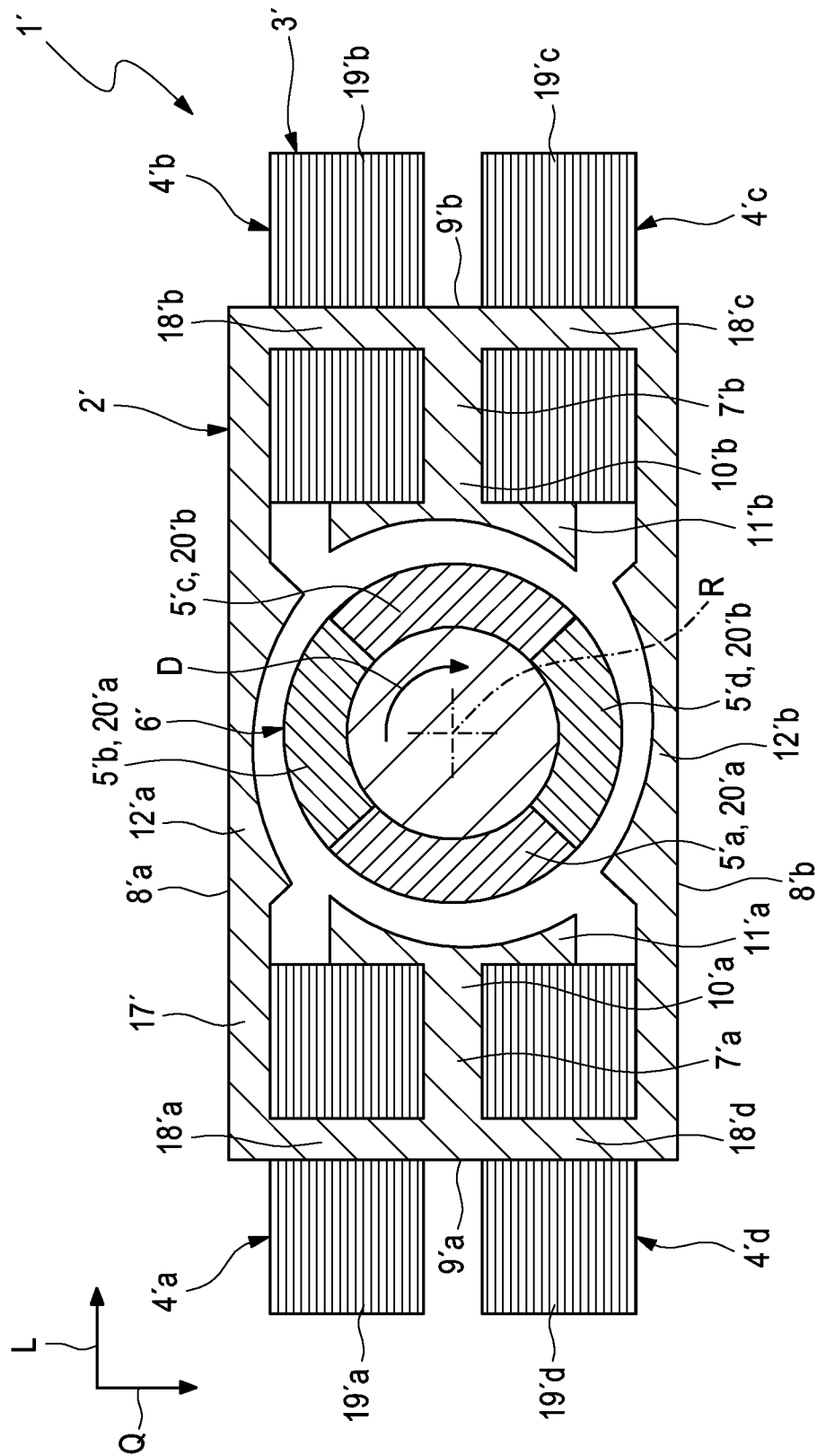


Fig. 7

