

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **713 941 B1**

(51) Int. Cl.: **F16C** **32/04** (2006.01)
H02K **7/02** (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00973/18

(22) Anmeldedatum: 28.08.2017

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.01.2019

(30) Priorität: 27.07.2017
CN 201710623197.8

(24) Patent erteilt: 30.04.2019

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.04.2019

(73) Inhaber:
JIANGSU UNIVERSITY, NO. 301, Xuefu Road
Zhenjiang, Jiangsu 212013 (CN)

(72) Erfinder:
Weiyu Zhang, Zhenjiang, Jiangsu 212013 (CN)
Hengkun Yang, Zhenjiang, Jiangsu 212013 (CN)
Huangqiu Zhu, Zhenjiang, Jiangsu 212013 (CN)

(74) Vertreter:
Abrema agence brevet et marques, Ganguillet,
Avenue du Théâtre 16, P.O. Box 5027
1002 Lausanne (CH)

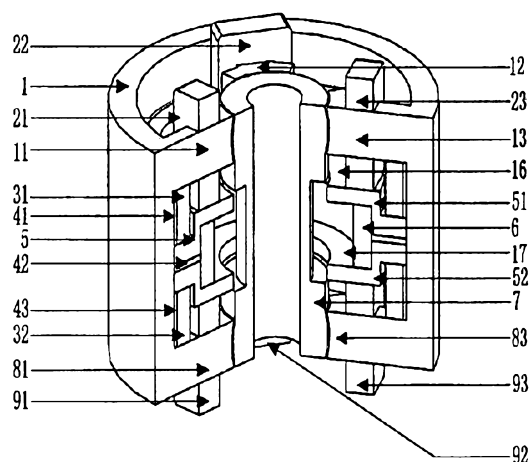
(86) Internationale Anmeldung:
PCT/CN 2017/099222

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2019/019243

(54) AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugsschwungradbatterie.

(57) Die vorliegende Erfindung offenbart ein AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugsschwungradbatterie, wobei der radiale Stator (1, 8) dadurch ausgebildet ist, dass ein oberer radialer Stator (1) und ein unterer radialer Stator (8), deren Jochabschnitte einteilig miteinander verbunden sind, koaxial angeordnet sind, und wobei an dem oberen Ende des Jochabschnitts des oberen radialen Stators (1) und dem unteren Ende des Jochabschnitts des unteren radialen Stators (8) jeweils drei radiale Statorpole (11, 12, 13, 81, 82, 83) entlang der Umfangsrichtung gleichmässig angeordnet sind, und wobei die Oberfläche des inneren Endes von jedem radialem Statorpol (11, 12, 13, 81, 82, 83) jeweils eine konkave Kugelfläche (211, 811) ist, und wobei am oberen und unteren Ende des mittleren Zylinders (73) jeweils ein mit dem Zylinder des oberen Endes (71) verbundener oberer Verbindungskörper (72) und ein mit dem Zylinder des unteren Endes (75) verbundener unterer Verbindungskörper (74) vorgesehen sind, und wobei die Seitenwände des Zylinders des oberen und unteren Endes (71, 75) jeweils eine konvexe Kugelfläche (711, 751) sind; und wobei jede konkave Kugelfläche (211, 811) längsverlaufend entsprechend genau der konvexen Kugelfläche (711, 751) zugewandt ist, und wobei ausserhalb des mittleren Zylinders (73) der axiale Stator (5) verschachtelt ist, und wobei an der Oberseite des oberen axialen Stators (51) und der Unterseite des unteren axialen Stators (52) jeweils ein oberer, bzw. unterer ringförmiger

Permanentmagnet (31, 32) installiert ist. Für die gegenüberliegenden Flächen des Stators (1, 8) und des Rotors (7) wird jeweils eine Kugelflächenstruktur verwendet. Dadurch kann das Auftreten eines gyroskopischen Effekts beseitigt werden. Bei einer Ablenkung oder Verschiebung des Rotors (7) des Magnetlagers wird die elektromagnetische Kraft zu dem Kugelmittelpunkt des Rotors (7) gerichtet, um ein durch den Statormagnetpol auf den Rotor (7) generiertes Störungs Drehmoment zu reduzieren.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein magnetisches Aufhängungslager ohne nichtmechanischen Kontakt, insbesondere ein AC-/DC-Fünffreiheitsgrad-Mischmagnetlager, welche sich zur magnetischen Aufhängungsstützung einer Fahrzeugschwungradbatterie für Elektrofahrzeuge eignet.

Stand der Technik

[0002] Zurzeit stellt die Leistung der Fahrzeugbatterie ein Hauptproblem dar, welches die Entwicklung der Elektrofahrzeuge einschränkt. Unter Verwendung der magnetischen Aufhängungsstützung und der Rotationsträgheit des Schwungrades realisiert die Fahrzeugschwungradbatterie die Energiespeicherung, und sie verfügt über eine gute Ladeeffizienz, eine hohe spezifische Leistung, eine kleine Masse, keine Verschmutzung und eine lange Lebensdauer und andere Vorteile. Die derzeit bestehenden Schwungradbatterien verwenden in der Regel ein Elektromagnet-Permanentmagnet-Mischmagnetlager als Stützung für den Schwungradrotor, um eine Fünffreiheitsgrad-Aufhängung in der radialen und axialen Richtung zu realisieren. Der Stator des Mischmagnetlagers ist als eine zylindrische Struktur ausgebildet, und der zugeordnete Rotor ist auch zylindrisch ausgebildet. Obwohl mit dem Magnetlager mit der Struktur ein stabiler Aufhängungsbetrieb der Schwungradbatterie sichergestellt werden kann, wird ein gyroskopischer Effekt unvermeidbar bewirkt, wenn die Schwungradbatterie durch die Aussenumgebung gestört wird. Beim Starten, plötzlichen Stoppen und Abbiegen usw. eines Fahrzeugs wird bei der Fahrzeugschwungradbatterie bewirkt, dass in der Beschränkungsrichtung ein sehr hohes gyroskopisches Moment auf die Schwungradwelle ausgeübt wird, sodass ein sehr grosser zusätzlicher Druck auf die Schwungradwelle oder das Magnetlager ausgeübt wird, aufgrund dessen kann die derzeit bestehende Magnetlagerstruktur das Auftreten eines gyroskopischen Effekts sehr schwer vermeiden. Darüber hinaus wird bei den derzeit bestehenden Magnetlagern die Gestaltung der axialen Ansteuerung üblicherweise dadurch realisiert, dass an dem Rotor eine Schubscheibe zusätzlich installiert ist, mit der Gestaltung wird nicht nur die Masse des Rotors erhöht, sondern beim Laufen der Schwungradbatterie bei einer Hochgeschwindigkeit wird auch der Reibungs- und Luftwiderstandsverlust der Drehachse erhöht; darüber hinaus wird die Schubscheibe die lineare Umfangsgeschwindigkeit des Rotors erhöhen, dadurch wird die maximale Drehzahl des Rotors beschränkt.

Inhalt der vorliegenden Erfindung

[0003] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, hinsichtlich der Probleme der derzeit bestehenden Schwungradbatterien mit einer erhöhten Masse des Rotors und einer Anfälligkeit für das Auftreten eines gyroskopischen Effekts ein AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie mit einer kompakten Struktur, einem kleinen Volumen, einer kleinen Masse und einer Fähigkeit zum Hemmen des gyroskopischen Effekts zur Verfügung zu stellen.

[0004] Ein AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie gemäss der vorliegenden Erfindung wird durch die technische Lösung gemäss Anspruch 1 realisiert: ausserhalb eines Rotors sind ein axialer Stator und ein radialer Stator koaxial aufgesetzt, wobei der radiale Stator einen oberen radialen Stator mit einem oberen Jochabschnitt und einen unteren radialen Stator mit einem unteren Jochabschnitt umfasst und dadurch ausgebildet ist, dass der obere radiale Stator und der untere radiale Stator, deren obere und untere Jochabschnitte einteilig miteinander verbunden sind, koaxial angeordnet sind, wobei der obere und untere Jochabschnitt eine erste Kammer ausbilden, und wobei an dem oberen Ende des oberen Jochabschnitts des oberen radialen Stators und dem unteren Ende des unteren Jochabschnitts des unteren radialen Stators jeweils drei radiale Statorpole entlang der Umfangsrichtung gleichmässig angeordnet sind, wobei die Oberfläche des inneren Endes von jedem radialen Statorpol jeweils eine konkave Kugelfläche ist, wobei an jedem radialen Statorpol eine radiale Steuerspule gewickelt ist, wobei in der Mitte des Rotors ein mittlerer Zylinder vorgesehen ist, wobei am oberen und unteren Ende des mittleren Zylinders jeweils ein gleicher Zylinder des oberen Endes und Zylinder des unteren Endes vorgesehen sind, wobei am oberen und unteren Ende des mittleren Zylinders jeweils ein mit dem Zylinder des oberen Endes verbundener oberer Verbindungskörper und ein mit dem Zylinder des unteren Endes verbundener unterer Verbindungskörper vorgesehen sind, wobei die Seitenwände des Zylinders des oberen und unteren Endes jeweils eine konvexe Kugelfläche sind, wobei jede konkave Kugelfläche am inneren Ende des oberen und unteren radialen Statorpols längsverlaufend entsprechend genau der konvexen Kugelfläche des Zylinders des oberen und unteren Endes zugewandt ist, wobei zwischen der konkaven Kugelfläche und der konvexen Kugelfläche ein Luftspalt besteht, wobei die Kugelmittelpunkte der genau einander zugewandten konkaven Kugelfläche und konvexen Kugelfläche sich überlappen, wobei ausserhalb des mittleren Zylinders der axiale Stator fest verschachtelt ist, wobei der axiale Stator durch einen koaxial angeordneten scheibenförmigen oberen axialen Stator und unteren axialen Stator mit gleicher mechanischer Struktur ausgebildet ist, wobei zwischen dem oberen axialen Stator und dem unteren axialen Stator ein scheibenförmiger Magnetisolialuminiumring überlappend gepresst ist, wobei eine Innenhohlräume des oberen axialen Stators und unteren axialen Stators und des scheibenförmigen Magnetisolialuminiumrings eine zweite Kammer ausbilden, und wobei in der zweiten Kammer eine ihre Innenwand berührende axiale Steuerspule angeordnet ist, wobei an der Oberseite des oberen axialen Stators und der Unterseite des unteren axialen Stators jeweils ein zwischen dem axialen Stator und dem radialen Statorpol überlappend gepresster oberer, bzw. unterer ringförmiger Permanentma-

gnet installiert ist, wobei der obere und untere ringförmige Permanentmagnet eine gleiche mechanische Struktur haben und jeweils axial magnetisiert sind, und wobei die Magnetisierungsrichtungen entgegengesetzt sind.

[0005] Im Vergleich zum Stand der Technik hat die vorliegende Erfindung folgende Vorteile:

1. Für die gegenüberliegenden Flächen des Stators und des Rotors des Doppelkugelflächen-Mischmagnetlagers gemäss der vorliegenden Erfindung wird jeweils eine Kugelflächenstruktur verwendet, dadurch kann die axiale Grösse des Magnetlagers wirksam verringert werden; bei einer Ablenkung oder Verschiebung des Rotors des Magnetlagers wird die elektromagnetische Kraft zu dem Kugelmittelpunkt des Rotors gerichtet, um ein durch den Statormagnetpol auf den Rotor generiertes Störungs-drehmoment zu reduzieren und die Steuergenauigkeit des Magnetlagers zu verbessern. Die Kugelflächenstruktur des Stators und des Rotors kann weiterhin ein Auftreten des gyroskopischen Effekts beseitigen, und die Kugelflächenstruktur ist förderlich für die mehrdimensionale Bewegung und für ein Durchführen einer räumlichen Positionierung und Arbeit, darüber hinaus wird die Verteilung des Magnetfelds des Luftspalts mittels der Kugelflächenstruktur gleichmässiger und symmetrischer gemacht, was förderlich für die Steuerung und Analyse des Rotors ist.
2. Bei der vorliegenden Erfindung wird der Raum des radialen Stators des Magnetlagers vollständig verwendet, und die Permanentmagneten werden jeweils in der oberen Kammer des radialen Stators und der unteren Kammer des radialen Stators installiert, dadurch wird die axiale Grösse des Magnetlagers verringert und der gyroskopische Effekt des Rotors zur Grenze unterdrückt, darüber hinaus wird die Struktur kompakter.
3. In Hinsicht auf die axiale Steuerung verwendet die vorliegende Erfindung eine Rotorstruktur ohne Schubscheibe, dadurch wird die Masse des Rotors verringert, darüber hinaus wird der Reibungs- und Luftwiderstandsverlust der Drehachse verringert, was förderlich ist für einen Hochdrehzahlbetrieb des Rotors, und die axiale Steuergenauigkeit wird verbessert.
4. Die axiale Spule gemäss der vorliegenden Erfindung hat einen grossen Raum, aufgrund dessen kann eine hohe axiale Tragfähigkeit realisiert werden.
5. Die vorliegende Erfindung verwendet eine integrierte Struktur mit fünf Freiheitsgraden, dabei besteht ein hoher Integrationsgrad, um die Länge der Achse zu verkürzen, das Volumen der Schwungradbatterie zu verringern und das Material zu sparen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0006]

- Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht der inneren Struktur der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 zeigt eine Draufsicht der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 zeigt eine Ansicht der Teilstruktur eines radialen Stators gemäss Fig. 1;
- Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Rotorstruktur gemäss Fig. 1;
- Fig. 5 zeigt eine Ansicht der Montagestruktur eines radialen Stators gemäss Fig. 3 und eines Rotors gemäss Fig. 4;
- Fig. 6 zeigt eine perspektivische Strukturansicht eines axialen Stators gemäss Fig. 1;
- Fig. 7 zeigt eine Ansicht der Montagestruktur eines axialen Stators gemäss Fig. 6 und eines Rotors gemäss Fig. 4;
- Fig. 8 zeigt eine Vorderansicht der Montagestruktur eines radialen Stators, einer radialen Steuerspule, eines axialen Stators und eines ringförmigen Permanentmagneten gemäss Fig. 1;
- Fig. 9 zeigt ein Prinzipdiagramm der statischen passiven Aufhängung der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 10 zeigt ein Prinzipdiagramm der radialen Zwei-Freiheitsgrad-Ausgleichssteuerung der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 11 zeigt ein Prinzipdiagramm der radialen rotierenden Zwei-Freiheitsgrad-Ausgleichssteuerung der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 12 zeigt ein Prinzipdiagramm der axialen Einzelfreiheitsgrad-Ausgleichssteuerung der vorliegenden Erfindung.

Ausführliche Beschreibung

[0007] Siehe Fig. 1 und 2, ist in der Mitte der vorliegenden Erfindung ein Rotor 7 angeordnet, wobei ausserhalb des Rotors 7 ein axialer Stator 5 und ein radialer Stator koaxial aufgesetzt sind.

[0008] Der radiale Stator ist durch einen oberen radialen Stator 1 und einen unteren radialen Stator 8 ausgebildet, wobei der obere radiale Stator 1 und der untere radiale Stator 8 entlang der axialen Richtung des Rotors 7 koaxial angeordnet sind. Die Jochabschnitte des oberen radialen Stators 1 und des unteren radialen Stators 8 sind entlang der axialen Richtung des Rotors 7 koaxial an einer oberen und unteren Position angeordnet, wobei der obere und untere Jochabschnitt einteilig miteinander verbunden sind und einen Hohlzylinder ausbilden, und wobei es sich bei dem Innenhohlraum des Hohlzylinders um eine erste Kammer 16 handelt.

[0009] Die obere Endfläche des oberen radialen Stators 1 und die obere Endfläche des Rotors 7 sind bündig miteinander ausgerichtet, während die untere Endfläche des unteren radialen Stators 8 und die untere Endfläche des Rotors 7 bündig miteinander ausgerichtet sind.

[0010] In der ersten Kammer 16 sind am oberen Ende des Jochabschnitts des oberen radialen Stators 1 und unteren Ende des Jochabschnitts des unteren radialen Stators 8 drei radiale Statorpole jeweils entlang der Umfangsrichtung gleichmässig angeordnet, welche jeweils drei obere radiale Statorpole 11, 12, 13 und drei untere radiale Statorpole 81, 82, 83 sind, die Formen von den 3 oberen radialen Statorpolen 11, 12, 13 und den drei unteren radialen Statorpolen 81, 82, 83 sind völlig miteinander identisch, wobei die oberen und unteren Projektionen sich überlappen. Die obere Endfläche der drei oberen radialen Statorpole 11, 12, 13 ist bündig mit der oberen Endfläche des Jochabschnitts des oberen radialen Stators 1 ausgerichtet, wobei die untere Endfläche der drei unteren radialen Statorpole 81, 82, 83 bündig mit der unteren Endfläche des Jochabschnitts des unteren radialen Stators 8 ausgerichtet ist. An jedem radialen Statorpol sind jeweils radiale Steuerspulen gewickelt, welche jeweils der oberen radialen Steuerspule 21, 22, 23 und der unteren radialen Spule 91, 92, 93 entsprechen, wobei die sechs völlig miteinander identischen radialen Steuerspulen einander entsprechend an den oberen radialen Statorpolen 11, 12, 13 und den unteren radialen Statorpolen 81, 82, 83 gewickelt sind.

[0011] Am inneren Ende der drei oberen radialen Statorpole 11, 12, 13 und der drei unteren radialen Statorpole 81, 82, 83 ist jeweils ein Polschuh angeordnet, wobei die Oberfläche des Polschuhs als eine konkave Kugelfläche ausgebildet ist. Wie in Fig. 3 dargestellt, werden nur der obere radiale Statorpol 11 und der untere radiale Statorpol 81 beispielhaft erläutert:

[0012] Die Oberfläche des Polschuhs des oberen radialen Statorpols 11 wird als eine obere konkave Kugelfläche 111 verarbeitet, während die Oberfläche des Polschuhs des unteren radialen Statorpols 81 als eine untere konkave Kugelfläche 811 verarbeitet wird.

[0013] Wie in Fig. 4 dargestellt, ist der Rotor 7 eine in der axialen Richtung längsverlaufend symmetrische Struktur, wobei in der Mitte ein mittlerer Zylinder 73 vorgesehen ist, und wobei am oberen und unteren Ende jeweils ein gleicher hohler Zylinder vorgesehen ist, die jeweils einen Zylinder des oberen Endes 71 und einen Zylinder des unteren Endes 75 darstellen. Am oberen und unteren Ende des mittleren Zylinders 73 sind jeweils ein mit dem Zylinder des oberen Endes 71 verbundener oberer Verbindungskörper 72 und ein mit dem Zylinder des unteren Endes 75 verbundener unterer Verbindungskörper 74 angeordnet. Die Seitenwände des Zylinders des oberen Endes 71 und des Zylinders des unteren Endes 75 sind in einer Struktur der konvexen Kugelfläche ausgebildet, wobei es sich bei der Seitenwand des Zylinders des oberen Endes 71 um eine obere konvexe Kugelfläche 711 und bei der Seitenwand des Zylinders des unteren Endes 75 um eine untere konvexe Kugelfläche 751 handelt. In der axialen Richtung vergrössert sich der Aussendurchmesser des gesamten Rotors 7 allmählich von der Mitte zu beiden Enden, wobei der Aussendurchmesser des mittleren Zylinders 73 kleiner als der Aussendurchmesser des oberen Verbindungskörpers 72 und des unteren Verbindungskörpers 74 ist, und wobei der Aussendurchmesser des oberen Verbindungskörpers 72 und des unteren Verbindungskörpers 74 gleich wie der Aussendurchmesser der oberen und unteren Endfläche des Zylinders des oberen Endes 71 und des Zylinders des unteren Endes 75 ist.

[0014] Wie in Fig. 1 dargestellt, ist jede konkave Kugelfläche am inneren Ende der drei oberen radialen Statorpole 11, 12, 13 und der drei unteren radialen Statorpole 81, 82, 83 längsverlaufend in der radialen Richtung entsprechend genau der konvexen Kugelfläche des Zylinders des oberen Endes 71 und des Zylinders des unteren Endes 75 des Rotors 7 zugewandt, zwischen der konkaven Kugelfläche und der konvexen Kugelfläche ist ein radialer Luftspalt von 0,5 mm gehalten, und die konkave Kugelfläche und die konvexe Kugelfläche haben eine gleiche axiale Länge in der axialen Richtung. Wenn der Rotor 7 sich an einer Gleichgewichtsposition befindet, überlappen sich die Kugelmittelpunkte der oberen konvexen Kugelfläche des Rotors 7 und der konkaven Kugelfläche der oberen radialen Statorpole 11, 12, 13, während die Kugelmittelpunkte der unteren konvexen Kugelfläche 75 des Rotors 7 und der unteren radialen Statorpole 81, 82, 83 sich überlappen. In Fig. 5 erfolgt lediglich eine Erläuterung mit der Anordnungsstruktur des oberen radialen Statorpols 11 und des unteren radialen Statorpols 81 und des Rotors 7 als Beispiel: die obere konkave Kugelfläche 211 des oberen radialen Statorpols 11 passt in der radialen Richtung auf die obere konvexe Kugelfläche 711 des Rotors 7, und zwischen den beiden ist ein radialer Spalt von 0,5 mm gehalten; die untere konkave Kugelfläche 811 des unteren radialen Statorpols 81 passt in der radialen Richtung auf die untere konvexe Kugelfläche 751 des Rotors 7, und zwischen den beiden ist ein radialer Spalt von 0,5 mm gehalten.

[0015] Wie in Fig. 1 dargestellt, ist ausserhalb des mittleren Zylinders 73 des Rotors 7 ein scheibenförmiger axialer Stator 5 in einer in der ersten Kammer 16 befindlichen Mitte befestigt, wobei der axiale Stator 5 in der axialen Richtung sich zwischen den oberen radialen Steuerspulen 21, 22, 23 und den unteren radialen Spulen 91, 92, 93 befindet und mit den radialen Steuerspulen nicht in Berührung kommt. Der axiale Stator 5 ist durch einen oberen axialen Stator 51 und einen unteren axialen Stator 52 ausgebildet, wobei der obere axiale Stator 51 und der untere axiale Stator 52 eine gleiche Struktur haben, beide scheibenförmig ausgebildet sind und entlang der axialen Richtung des mittleren Zylinders 73 längsverlaufend koaxial angeordnet sind. Zwischen dem oberen axialen Stator 51 und dem unteren axialen Stator 52 ist ein scheibenförmiger Magnetisolialuminiumring 42 fest überlappend gepresst, wobei ein Aussendurchmesser des oberen axialen Stators 51, des unteren axialen Stators 52 und des Magnetisolialuminiumrings 42 jeweils gleich wie der Innendurchmesser der ersten Kammer 16 und jeweils an der Innenwand der ersten Kammer 16 fest angeschlossen ist. Die Innenhohlräume des oberen axialen Stators 51, des unteren axialen Stators 52 und des Magnetisolialuminiumrings 42 bilden eine zweite Kammer 17 aus, wobei in der zweiten Kammer 17 eine axiale Steuerspule 6 durch einen Spulenhalter koaxial befestigt ist, und wobei die axiale Steuerspule 6 die Innenwand der zweiten Kammer 17 eng berührt und sie gemeinsam ausserhalb des mittleren Zylinders 73 aufgesetzt sind, und wobei zwischen ihnen und dem mittleren Zylinder 73 ein Spalt gehalten ist.

[0016] Wie in Fig. 6 und 1 dargestellt, sind der obere axiale Stator 51 und der untere axiale Stator 52 des axialen Stators 5 jeweils dadurch ausgebildet, dass eine grosse Scheibe 53, ein mittlerer Ringkörper 54 und eine kleine Scheibe 55 in der axialen Richtung hintereinander verbunden sind. Der Magnetisolialuminiumring 42 ist zwischen der gleichen oberen und unteren grossen Scheibe 53 überlappend gepresst, wobei der Innendurchmesser und der Aussendurchmesser des Magnetisolialuminiumrings 42 zugeordnet gleich wie der Innendurchmesser und der Aussendurchmesser der grossen Scheibe 53 sind. Eine Endfläche der grossen Scheibe 53 ist durch den mittleren Ringkörper 54 mit der kleinen Scheibe 55 verbunden, wobei der Innendurchmesser des mittleren Ringkörpers 54 gleich wie der Innendurchmesser der grossen Scheibe 53 ist, und wobei der Aussendurchmesser des mittleren Ringkörpers 54 gleich wie der Aussendurchmesser der kleinen Scheibe 55, aber viel kleiner als der Aussendurchmesser der grossen Scheibe 53 ist, und wobei der Innendurchmesser der kleinen Scheibe 55 kleiner als der Innendurchmesser der grossen Scheibe 53 ist, dadurch ist eine Treppenstufe zwischen der Aussenwand der kleinen Scheibe 55 und der Aussenwand der grossen Scheibe 53 ausgebildet, sodass ein axialer Spalt besteht. Der axiale Abstand der oberen Endfläche der kleinen Scheibe 55 des oberen axialen Stators 51 zu den oberen radialen Statorpolen 11, 12, 13 ist gleich wie der axiale Abstand der unteren Endfläche der kleinen Scheibe 55 des unteren axialen Stators 52 zu den unteren radialen Statorpolen. Die axiale Steuerspule 6 berührt eng die Innenwände der beiden mittleren Ringkörper 54 und der beiden grossen Scheiben 53, wobei im Inneren des Ringkörpers 54 ein axiales Steuermagnetfeld generiert werden kann, wenn die axiale Steuerspule 6 angeschaltet ist.

[0017] Wie in Fig. 7 dargestellt, ist in der axialen Richtung ein axialer Luftspalt von 0,5 mm zwischen der oberen Endfläche der kleinen Scheibe 55 des oberen axialen Stators 51 und der unteren Endfläche des oberen Verbindungskörpers 72 des Rotors 7 gehalten, wenn der Rotor 7 sich an einer Gleichgewichtsposition befindet. Ein Innendurchmesser der kleinen Scheibe 55 des oberen axialen Stators 51 ist gleich wie ein Aussendurchmesser des oberen Verbindungskörpers 72 des Rotors 7. Ebenfalls ist in der axialen Richtung ein axialer Luftspalt von 0,5 mm zwischen der unteren Endfläche der kleinen Scheibe 55 des unteren axialen Stators 52 und der oberen Endfläche des unteren Verbindungskörpers 74 des Rotors 7 gehalten, wobei ein Innendurchmesser der kleinen Scheibe 55 des unteren axialen Stators 52 gleich wie ein Aussendurchmesser des unteren Verbindungskörpers 74 des Rotors 7 ist.

[0018] Wie in Fig. 8 und 1 dargestellt, ist an der Oberseite der grossen Scheibe 53 des oberen axialen Stators 51 und der Unterseite der grossen Scheibe 53 des unteren axialen Stators 52 jeweils ein ringförmiger Permanentmagnet installiert, nämlich jeweils ein oberer ringförmiger Permanentmagnet 31 und ein unterer ringförmiger Permanentmagnet 32, wobei der obere ringförmige Permanentmagnet 31 und der untere ringförmige Permanentmagnet 32 eine gleiche Struktur haben, und wobei sie jeweils aus einem Hochleistungs-Seltenerdmaterial – Neodym-Eisen-Bor – hergestellt sowie axial magnetisiert sind, und wobei der obere ringförmige Permanentmagnet 31 und der untere ringförmige Permanentmagnet 32 eine entgegengesetzte Magnetisierungsrichtung haben, und wobei die S-Pole des ringförmigen Permanentmagneten einander gegenüberliegen. Der ringförmige Permanentmagnet ist eng zwischen dem axialen Stator 5 und dem radialen Statorpol überlappend gepresst, wobei der obere ringförmige Permanentmagnet 31 überlappend zwischen der grossen Scheibe 53 des oberen axialen Stators 51 und den oberen radialen Statorpolen 11, 12, 13 gepresst ist, und wobei der untere ringförmige Permanentmagnet 32 überlappend zwischen dem unteren axialen Stator 52 und den unteren radialen Statorpolen 81, 82, 83 gepresst ist. Ein Innendurchmesser des oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 und des unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 ist grösser als ein Aussendurchmesser der kleinen Scheibe 55, dadurch wird es sichergestellt, dass ein bestimmter radialer Spalt zwischen dem ringförmigen Permanentmagneten und dem mittleren Ringkörper 54 bzw. der kleinen Scheibe 55 des axialen Stators 5 gehalten wird, um zu gewährleisten, dass der axiale Magnetkreis in dem axialen Stator 5 nicht durch den ringförmigen Permanentmagneten beeinflusst wird.

[0019] Ausserhalb eines ringförmigen Permanentmagneten ist ein Magnetisolialuminiumring aufgesetzt, welcher gleichzeitig an der Aussenwand des ringförmigen Permanentmagneten und der Innenwand einer Welle der ersten Kammer 16 fest verschachtelt ist. Ausserhalb des oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 ist ein oberer Magnetisolialuminiumring 41 aufgesetzt, während ausserhalb des unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 ein unterer Magnetisolialuminiumring 43 aufgesetzt ist, wobei der obere Magnetisolialuminiumring 41 und der untere Magnetisolialuminiumring 43 eine völlig gleiche Struktur haben, und wobei deren axiale Höhe gleich wie die des oberen ringförmigen Permanent-

magneten 31 und des unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 ist. Der obere Magnetisolierraluminiumring 41 und der untere Magnetisolierraluminiumring 43 sind zuerst durch eine Presspassung jeweils an der Aussenwand des oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 und des unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 aufgesetzt und dann durch Kaltpressschweissen mit der Innenwand der Welle der ersten Kammer 16 eng verbunden. Zwischen dem ringförmigen Permanentmagneten sowie dem Magnetisolierraluminiumring und den oberen radialen Steuerspulen 21, 22, 23 sowie den unteren radialen Spulen 91, 92, 93 besteht keine Berührung bzw. keine Interferenz.

[0020] In Betrieb der vorliegenden Erfindung können eine statische passive Aufhängung, ein radiales Zweifreiheitsgrad-Gleichgewicht, ein radiales Torsions-Zweifreiheitsgrad-Gleichgewicht und ein axiales Einzelfreiheitsgrad-Gleichgewicht realisiert werden. Bezüglich der axialen Steuerung wird die axiale Steuerspule mit Gleichstrom angeschaltet, sodass sie mit dem axialen Stator einen Elektromagneten ausbilden, durch die Variierung und die Steuerung der Grösse und Richtung des Gleichstroms werden die Grösse und Richtung der Kraftwirkung auf den Rotor in der axialen Richtung geändert, um eine axiale Einzelfreiheitsgrad-Steuerung zu realisieren. Bezüglich der radialen Steuerung wird die an einer oberen und unteren Gruppe von Dreimagnetpol-Radialkugelflächenstatoren angeordnete radiale Steuerspule mit Dreiphasenwechselstrom angeschaltet, durch eine Variierung der Grösse des Stroms der radialen Steuerspule wird eine genaue Vierfreiheitsgrad-Steuerung in der radialen Richtung realisiert. Details sind wie folgt:

[0021] Realisierung einer statischen passiven Aufhängung: siehe Fig. 9, ein durch den oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 und den unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 generierter Vorspannungsmagnetfluss sind wie punktierte Linie und Pfeil in Fig. 10 dargestellt, von dem N-Pol des oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 geht der durch den oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 generierte Vorspannungsmagnetfluss an dem oberen radialen Statorpol 11 und dann nacheinander an dem radialen Luftspalt, der oberen konvexen Kugelfläche 711 des Rotors 7, dem oberen Verbindungskörper 72 des Rotors 7, dem axialen Luftspalt und dem oberen axialen Stator 51 des axialen Stators 5 vorbei und geht am Ende zu dem S-Pol des oberen Permanentmagneten 31 zurück. Analog dazu geht der durch den unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 generierte Vorspannungsmagnetfluss von dem N-Pol des unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 an dem unteren radialen Statorpol 81 und dann nacheinander an dem radialen Luftspalt, der unteren konvexen Kugelfläche 751 des Rotors 7, dem unteren Verbindungskörper 74 des Rotors 7, dem axialen Luftspalt und dem unteren axialen Stator 52 des axialen Stators 5 vorbei und geht am Ende zu dem S-Pol des unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 zurück. Wenn der Rotor 7 sich an einer mittleren Gleichgewichtsposition befindet, überlappen sich die Mittelachse des Rotors 7 und die axiale Mittelachse des Magnetlagers, in der radialen Richtung sind die Luftspaltmagnetflüsse zwischen den konvexen Kugelflächen des Zylinders des oberen Endes 71 und des Zylinders des unteren Endes 75 des Rotors 7 und den konkaven Kugelflächen des oberen radialen Statorpols 11 und des unteren radialen Statorpols 81 völlig miteinander identisch, aufgrund dessen ist eine in der radialen Richtung auf den Rotor 7 ausgeübte elektromagnetische Kraft balanciert, um eine radiale stabile Aufhängung des Rotors 7 zu realisieren. In der axialen Richtung ist der axiale Luftspaltmagnetfluss zwischen dem oberen axialen Stator 51 und dem Rotor 7 völlig identisch mit dem axialen Luftspaltmagnetfluss zwischen dem unteren axialen Stator 52 und dem Rotor 7, und eine in der axialen Richtung auf den Rotor 7 ausgeübte elektromagnetische Kraft ist balanciert, aufgrund dessen wird eine axiale stabile Aufhängung des Rotors 7 realisiert.

[0022] Realisierung eines radialen Zweifreiheitsgrad-Gleichgewichts: siehe Fig. 10, wenn der Rotor 7 beim radialen Zweifreiheitsgrad X, Y gestört wird und von der Gleichgewichtsposition abweicht, werden die oberen radialen Steuerspulen 21, 22, 23 und die unteren radialen Steuerspulen 91, 92, 93 angeschaltet, und der generierte Einzelmagnetfluss richtet sich in eine der Positionsabweichung abgewandte Richtung, dadurch wird eine entsprechende magnetische Aufhängungskraft der radialen Steuerung generiert, sodass der Rotor 7 zurück zur radialen Gleichgewichtsposition kehrt. Es wird angenommen, dass der Rotor 7 in der Vorwärtsrichtung der radialen Y-Achse gestört wird und von der Gleichgewichtsposition abweicht, werden die oberen radialen Steuerspulen 21, 22, 23 und die unteren radialen Steuerspulen 91, 92, 93 jeweils angeschaltet, der generierte Steuermagnetfluss durch fette durchgezogene Linien sowie Pfeile gemäss Fig. 10 dargestellt wird, der durch den oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 und den unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 generierte Vorspannungsmagnetfluss durch gestrichelte Linien sowie Pfeile gemäss Fig. 10 dargestellt wird, der durch das Innere der oberen radialen Statorpole 11, 13 und der unteren radialen Statorpole 81, 83 hindurchgehende Vorspannungsmagnetfluss und der Steuermagnetfluss einander abgewandte Richtungen haben, und der gesamte Magnetfluss wird geschwächt. Der Vorspannungsmagnetfluss und der Steuermagnetfluss in dem oberen radialen Statorpol 22 und dem unteren radialen Statorpol 82 haben eine gleiche Richtung, sodass der gesamte Magnetfluss verstärkt wird, somit wird der radiale Einzelmagnetfluss in der Rückwärtsrichtung der Y-Achse verstärkt, und die magnetischen Zugkräfte F1 und F2 in der Rückwärtsrichtung der Y-Achse wirken auf den Rotor 7, sodass er zur Gleichgewichtsposition zurückkehrt.

[0023] Realisierung eines radialen Torsions-Zweifreiheitsgrad-Gleichgewichts: siehe Fig. 11, wenn der Rotor 7 beim radialen Torsions-Zweifreiheitsgrad (θ_x , θ_y) gestört wird und von der Gleichgewichtsposition abweicht, werden die oberen radialen Steuerspulen 21, 22, 23 und die unteren radialen Steuerspulen 91, 92, 93 angeschaltet, und der generierte Einzelmagnetfluss richtet sich in eine der Positionsabweichung abgewandte Richtung, dadurch wird ein Drehmoment generiert, sodass der Rotor 7 zurück zur radialen Gleichgewichtsposition kehrt. Es wird angenommen, dass der Rotor 7 unter Störung eine Torsion in der Vorwärtsrichtung der Y-Achse hat, der Torsionswinkel θ_x ist, der nach der Anschaltung der oberen radialen Steuerspulen 21, 22, 23 generierte Steuermagnetfluss durch fette durchgezogene Linien sowie Pfeile gemäss Fig. 11 dargestellt wird und der durch den oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 und den unteren ring-

förmigen Permanentmagneten 32 generierte Vorspannungsmagnetfluss durch gestrichelte Linien sowie Pfeile gemäss Fig. 11 dargestellt wird. Es kann herausgefunden werden, dass der Vorspannungsmagnetfluss und der Steuermagnetfluss in den oberen radialen Statorpolen 21, 23 einander abgewandte Richtungen haben und der gesamte Magnetfluss in den oberen radialen Statorpolen 21, 23 geschwächt wird, während der Vorspannungsmagnetfluss und der Steuermagnetfluss im radialen Statorpol des Oberteils 22 eine gleiche Richtung haben und der gesamte Magnetfluss verstärkt wird, und eine magnetische Zugkraft F_1 in der Rückwärtsrichtung der Y-Achse wirkt auf den Rotor 7. Nach der Anschaltung der unteren radialen Steuerspulen 91, 92, 93 haben der durch das Innere der unteren radialen Statorpole 81, 83 hindurchgehende Vorspannungsmagnetfluss und Steuermagnetfluss eine identische Richtung, und der durch die unteren radialen Statorpole 81, 83 hindurchgehende gesamte Magnetfluss wird verstärkt, während der durch den unteren radialen Statorpol 82 hindurchgehende Vorspannungsmagnetfluss und Steuermagnetfluss einander abgewandte Richtungen haben, und der gesamte Magnetfluss wird geschwächt. Die magnetischen Zugkräfte F_3 , F_4 der unteren radialen Statorpole 81, 83 wirken auf den Rotor 7 und setzen eine magnetische Zugkraft F_2 zusammen, welche sich in eine Vorwärtsrichtung der Y-Achse richtet, aufgrund dessen wird ein Wiederherstellungstorsionsmoment auf den Rotor 7 ausgeübt, sodass er zur Gleichgewichtslage zurückkehrt.

[0024] Realisierung einer axialen Einzelfreiheitsgrad-Aktivsteuerung: siehe Fig. 12, wird die axiale Steuerspule 6 mit Gleichstrom angeschaltet, wenn der Rotor 7 in der axialen Richtung eine Positionsabweichung hat, werden die Grösse und die Richtung des Stroms durch eine Variierung des Gleichstroms geändert, durch eine Variierung der Grösse des axialen Luftspaltmagnetflusses zwischen dem oberen axialen Stator 51 und dem Rotor 7 und des axialen Luftspaltmagnetflusses zwischen dem unteren axialen Stator 52 und dem Rotor 7 wird eine magnetische Zugkraft an dem axialen Luftspalt generiert, sodass der Rotor 7 zur axialen Bezugsgleichgewichtslage zurückkehrt. Wenn der Rotor 7 z.B. nach oben abweicht, ist der axiale Steuermagnetfluss, der durch eine Ladung eines axialen Steuerstroms durch die axiale Steuerspule 6 generiert wird, durch fette durchgezogene Linien und Pfeile gemäss Fig. 12 dargestellt, der durch den oberen ringförmigen Permanentmagneten 31 und den unteren ringförmigen Permanentmagneten 32 generierte Vorspannungsmagnetfluss ist durch punktierte Linien und Pfeile gemäss Fig. 12 dargestellt. Dabei kann herausgefunden werden, dass die zwischen den oberen axialen Stator 51 und den Rotor 7 gehenden axialen Luftspaltmagnetflüsse einander abgewandte Richtungen haben, die zwischen den unteren axialen Stator 52 und den Rotor 7 gehenden axialen Luftspaltmagnetflüsse eine gleiche Richtung haben und der zusammengesetzte Luftspaltmagnetfluss zwischen dem oberen axialen Stator 51 und dem Rotor 7 kleiner als der zusammengesetzte Luftspaltmagnetfluss zwischen dem unteren axialen Stator 52 und dem Rotor 7 ist. Somit richtet sich die auf den Rotor 7 ausgeübte zusammengesetzte elektromagnetische Kraft F_Z nach unten, um den Rotor 7 an die axiale Gleichgewichtslage zu ziehen, aufgrund dessen wird ein Freiheitsgrad in der axialen Richtung gesteuert.

Bezugszeichenliste

[0025]

1	Oberer radialer Stator
5	Axialer Stator
6	Axiale Steuerspule
7	Rotor
8	Unterer radialer Stator
11, 12, 13	Oberer radialer Statorpol
16	Kammer der radialen Statorpole
17	Kammer des axialen Stators
21, 22, 23	Obere radiale Steuerspule
31	Oberer ringförmiger Permanentmagnet
32	Unterer ringförmiger Permanentmagnet
41	Oberer Magnetisolialuminiumring
42	Magnetisolialuminiumring
43	Unterer Magnetisolialuminiumring
51	Oberer axialer Stator

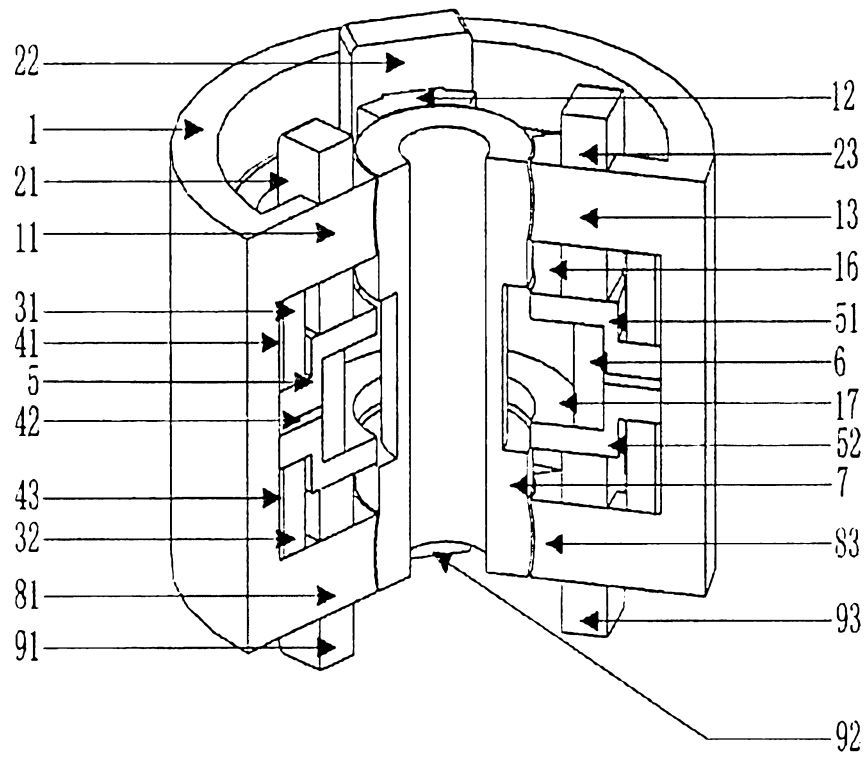
52	Unterer axialer Stator
53	Grosse Scheibe
54	Mittlerer Ringkörper
55	Kleine Scheibe
71	Zylinder des oberen Endes
72	Oberer Verbindungskörper
73	Mittlerer Zylinder
74	Unterer Verbindungskörper
75.	Zylinder des unteren Endes
81, 82, 83	Unterer radialer Statorpol
91, 92, 93	Untere radiale Spule
211	Obere konkave Kugelfläche
711	Obere konvexe Kugelfläche
751	Untere konvexe Kugelfläche
811	Untere konkave Kugelfläche

Patentansprüche

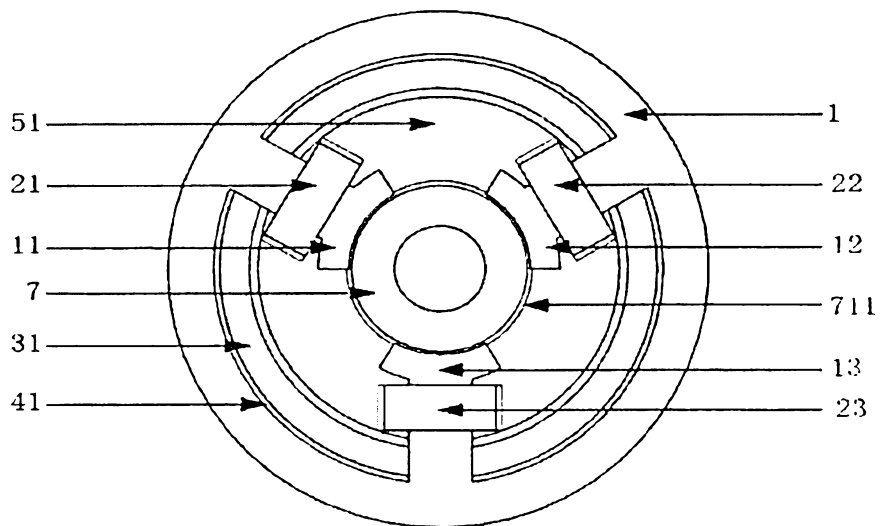
1. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie, umfassend:
 - einen Rotor (7)
 - einen axialen Stator (5); und
 - einen radialen Stator (1, 8),
 wobei ausserhalb des Rotors (7) der axiale Stator (5) und der radiale Stator (1, 8) koaxial aufgesetzt sind, dadurch gekennzeichnet, dass der radiale Stator (1, 8) einen oberen radialen Stator (1) mit einem oberen Jochabschnitt und einen unteren radialen Stator (8) mit einem unteren Jochabschnitt umfasst und dadurch ausgebildet ist, dass der obere radiale Stator (1) und der untere radiale Stator (8), deren obere und untere Jochabschnitte einteilig miteinander verbunden sind, koaxial angeordnet sind, wobei der obere und untere Jochabschnitt eine erste Kammer (16) ausbilden, wobei an dem oberen Ende des oberen Jochabschnitts des oberen radialen Stators (1) und dem unteren Ende des unteren Jochabschnitts des unteren radialen Stators (8) jeweils drei radiale Statorpole (11, 12, 13, 81, 82, 83) entlang der Umfangsrichtung gleichmässig angeordnet sind, wobei die Oberfläche des inneren Endes von jedem radialen Statorpol (11, 12, 13, 81, 82, 83) jeweils eine konkave Kugelfläche (211, 811) ist, wobei an jedem radialen Statorpol (11, 12, 13, 81, 82, 83) eine radiale Steuerspule (21, 22, 23, 91, 92, 93) gewickelt ist, wobei in der Mitte des Rotors (7) ein mittlerer Zylinder (73) vorgesehen ist, wobei am oberen und unteren Ende des mittleren Zylinders (73) jeweils ein gleicher Zylinder des oberen Endes (71) und Zylinder des unteren Endes (75) vorgesehen sind, wobei am oberen und unteren Ende des mittleren Zylinders (73) jeweils ein mit dem Zylinder des oberen Endes (71) verbundener oberer Verbindungskörper (72) und ein mit dem Zylinder des unteren Endes (75) verbundener unterer Verbindungskörper (74) vorgesehen sind, wobei die Seitenwände des Zylinders des oberen und unteren Endes (71, 75) jeweils eine konvexe Kugelfläche (711, 751) sind, wobei jede konkave Kugelfläche (211, 811) am inneren Ende des oberen und unteren radialen Statorpols (11, 12, 13, 81, 82, 83) längsverlaufend entsprechend genau der konvexen Kugelfläche (711, 751) des Zylinders des oberen und unteren Endes (71, 75) ist, wobei zwischen der konkaven Kugelfläche (211, 811) und der konvexen Kugelfläche (711, 751) ein Luftspalt besteht, wobei die Kugelmittelpunkte der genau einander zugewandten konkaven Kugelfläche (211, 811) und konvexen Kugelfläche (711, 751) sich überlappen, wobei ausserhalb des mittleren Zylinders (73) der axiale Stator (5) fest verschachtelt ist,

wobei der axiale Stator (5) durch einen koaxial angeordneten scheibenförmigen oberen axialen Stator und unteren axialen Stator (51, 52) mit gleicher mechanischer Struktur ausgebildet ist, wobei zwischen dem oberen axialen Stator und dem unteren axialen Stator (51, 52) ein scheibenförmiger Magnetisolialuminiumring (42) überlappend gepresst ist, wobei die Innenhölräume des oberen axialen Stators und unteren axialen Stators (51, 52) und des scheibenförmigen Magnetisolialuminiumrings (42) eine zweite Kammer (17) ausbilden, wobei in der zweiten Kammer (17) eine ihre Innenwand berührende axiale Steuerspule (6) angeordnet ist, wobei an der Oberseite des oberen axialen Stators (51) und der Unterseite des unteren axialen Stators (52) jeweils ein zwischen dem axialen Stator (5) und dem radialen Statorpol (11, 12, 13, 81, 82, 83) überlappend gepresster oberer, bzw. unterer ringförmiger Permanentmagnet (31, 32) installiert ist, wobei der obere und untere ringförmige Permanentmagnet (31, 32) eine gleiche mechanische Struktur haben und jeweils axial magnetisiert sind, und wobei die Magnetisierungsrichtungen entgegengesetzt sind.

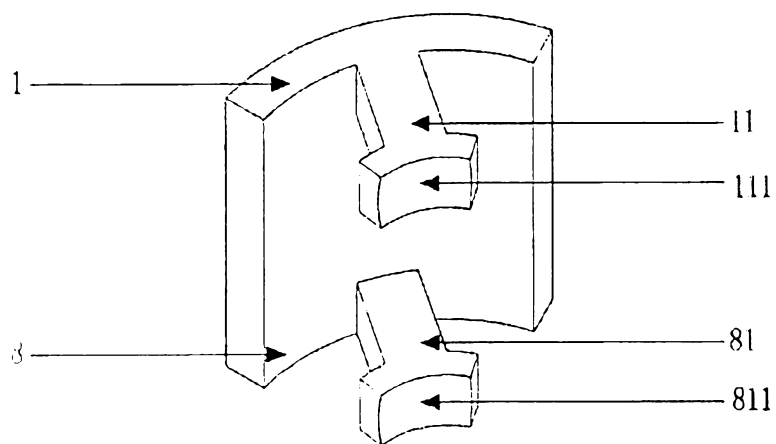
2. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der obere, bzw. untere ringförmige Permanentmagnet (31, 32) einen Vorspannungsmagnetfluss generiert, um den Rotor (7) zur statischen passiven Aufhängung zu steuern; wobei die axiale Steuerspule (6) mit Gleichstrom anschaltbar ist, um einen axialen Freiheitsgrad des Rotors (7) zu steuern; und wobei die radiale Steuerspule (21, 22, 23, 91, 92, 93) mit Wechselstrom anschaltbar ist, um vier radiale Freiheitsgrade des Rotors (7) zu steuern.
3. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Aussendurchmesser des oberen axialen Stators (51), des unteren axialen Stators (52) und des scheibenförmigen Magnetisolialuminiumrings (42) jeweils gleich wie der Innendurchmesser der ersten Kammer (16) ist und wobei der obere axiale Stator (51), der untere axiale Stator (52) und der scheibenförmige Magnetisolialuminiumring (42) jeweils an der Innenwand der ersten Kammer (16) fest angeschlossen sind.
4. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der obere und untere axiale Stator (51, 52) jeweils dadurch ausgebildet sind, dass eine erste Scheibe (53), ein mittlerer Ringkörper (54) und eine zweite Scheibe (55), die kleiner als die erste Scheibe (53) ist, in der axialen Richtung hintereinander verbunden sind, wobei der scheibenförmige Magnetisolialuminiumring (42) zwischen der gleichen oberen und unteren ersten Scheibe (53) überlappend gepresst ist, und wobei der Innendurchmesser und der Aussendurchmesser des scheibenförmigen Magnetisolialuminiumrings (42) gleich wie der Innendurchmesser und bzw. der Aussendurchmesser der ersten Scheibe (53) sind.
5. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser des mittleren Ringkörpers (54) gleich wie der Innendurchmesser der ersten Scheibe (53) ist, wobei der Aussendurchmesser des mittleren Ringkörpers (54) gleich wie der Aussendurchmesser der zweiten Scheibe (55), aber viel kleiner als der Aussendurchmesser der ersten Scheibe (53) ist, und wobei der Innendurchmesser der zweiten Scheibe (55) kleiner als der Innendurchmesser der ersten Scheibe (53) ist.
6. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des mittleren Zylinders (73) kleiner als der Aussendurchmesser des oberen Verbindungskörpers (72) und des unteren Verbindungskörpers (74) ist, wobei der Aussendurchmesser des oberen Verbindungskörpers (72) und des unteren Verbindungskörpers (74) gleich wie der Aussendurchmesser der oberen und unteren Endfläche des Zylinders des oberen Endes (71) und des Zylinders des unteren Endes (75) ist.
7. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die konkave Kugelfläche (211, 811) und die konvexe Kugelfläche (711, 751) in der axialen Richtung eine gleiche axiale Länge haben, wobei die obere Endfläche von den drei oberen radialen Statorpolen (11, 12, 13) bündig mit der oberen Endfläche des oberen Jochabschnitts des oberen radialen Stators (1) ausgerichtet ist, und wobei die untere Endfläche von den drei unteren radialen (81, 82, 83) Statorpolen bündig mit der unteren Endfläche des unteren Jochabschnitts des unteren radialen Stators (8) ausgerichtet ist.
8. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Endfläche des oberen radialen Stators (1) und die obere Endfläche des Rotors (7) bündig miteinander ausgerichtet sind, während die untere Endfläche des unteren radialen Stators (8) und die untere Endfläche des Rotors (7) bündig miteinander ausgerichtet sind.
9. AC-/DC-Doppelkugelflächen-Mischmagnetlager mit fünf Freiheitsgraden für eine Fahrzeugschwungradbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausserhalb des oberen, bzw. unteren ringförmigen Permanentmagneten (31, 32) ein oberer, bzw. unterer Magnetisolialuminiumring (41, 43) aufgesetzt ist, welcher gleichzeitig an der Ausenwand des oberen, bzw. unteren ringförmigen Permanentmagneten (31, 32) und der Innenwand einer Welle der ersten Kammer (16) fest verschachtelt ist.



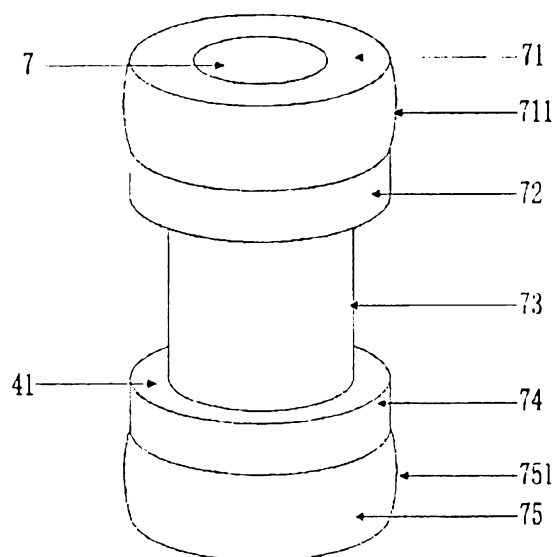
Figur 1



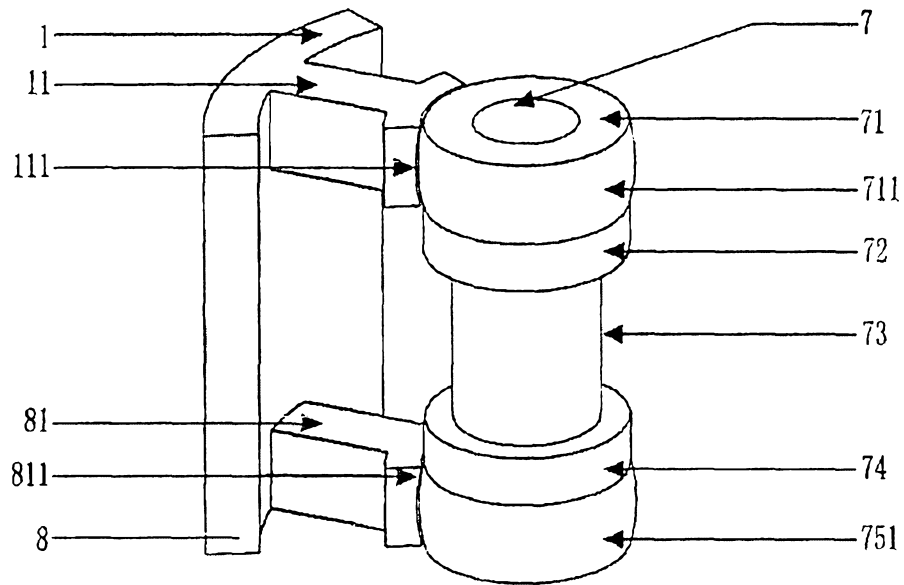
Figur 2



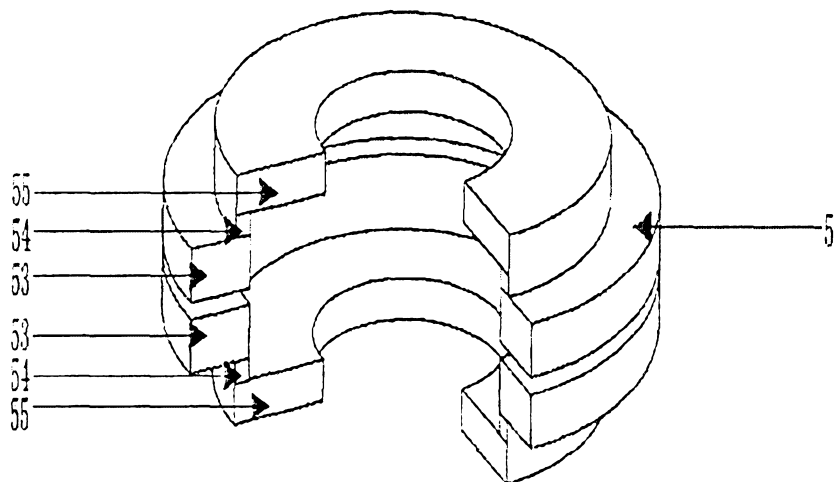
Figur 3



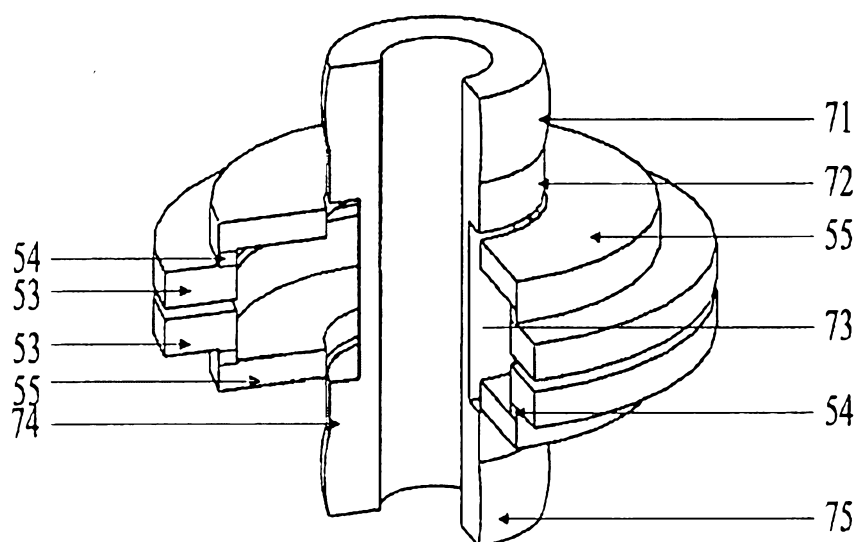
Figur 4



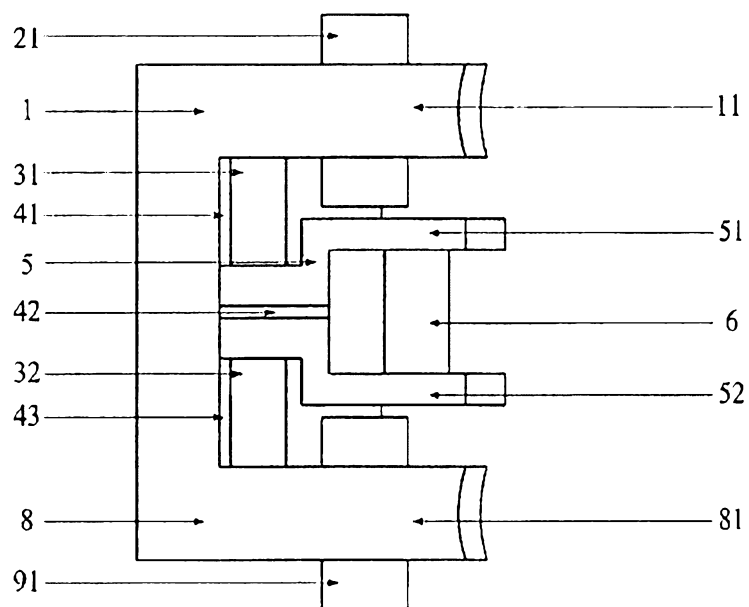
Figur 5



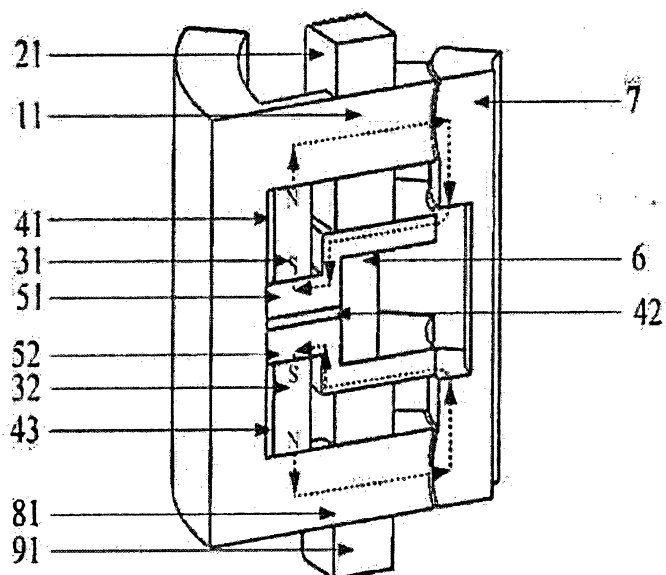
Figur 6



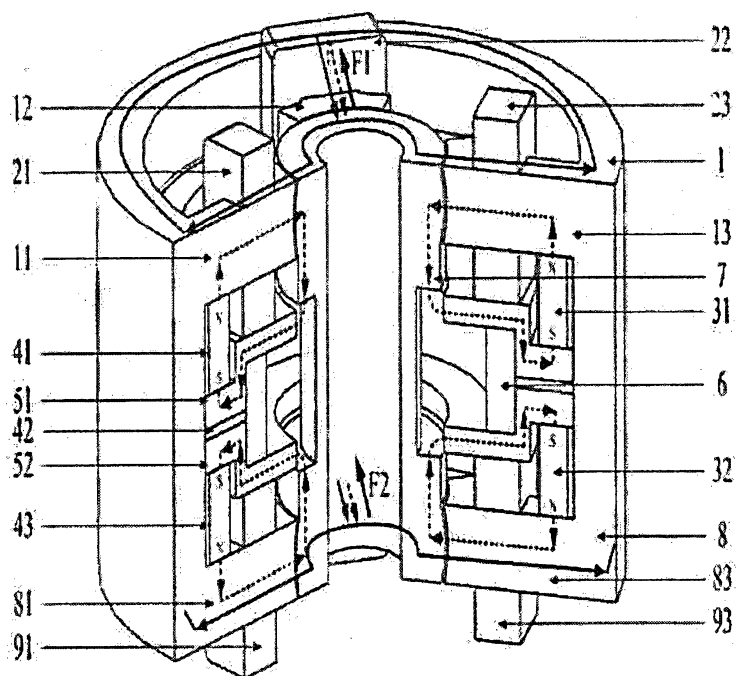
Figur 7



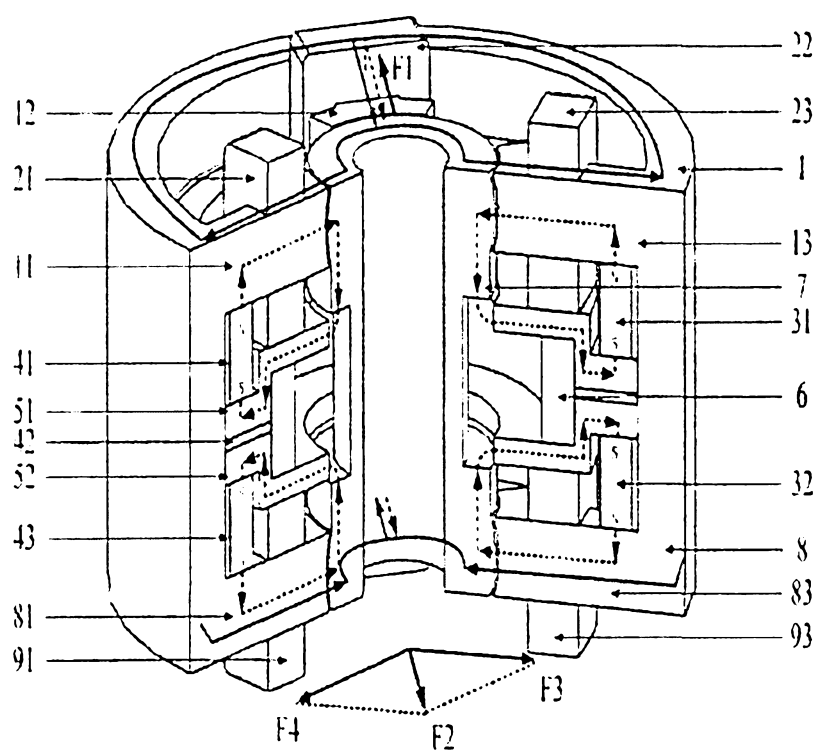
Figur 8



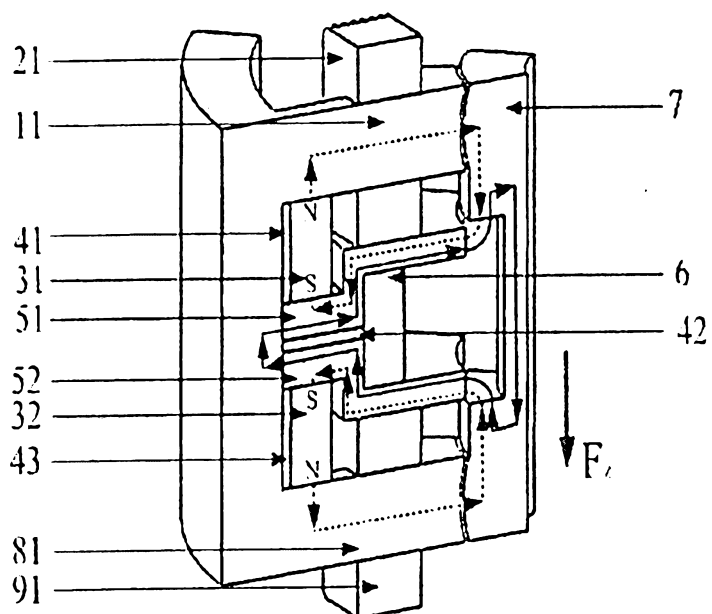
Figur 9



Figur 10



Figur 11



Figur 12