



(10) **DE 10 2012 211 969 A1** 2014.01.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 211 969.8**

(22) Anmeldetag: **10.07.2012**

(43) Offenlegungstag: **16.01.2014**

(51) Int Cl.: **H02K 7/02 (2012.01)**
B61C 15/02 (2012.01)

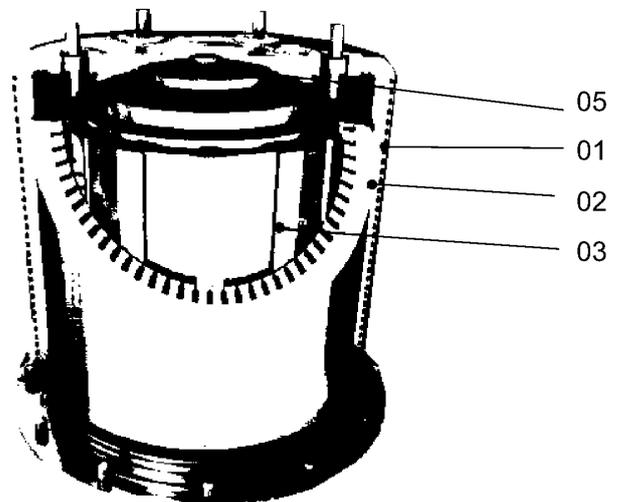
(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074,
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Duppe, Carsten, 97273, Kürnach, DE; Hecker,
Christian, 90768, Fürth, DE; Bandorf, Matthias,
97456, Dittelbrunn, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bahnvorrichtung mit einem Schwungmassenspeicher**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bahnvorrichtung mit einem Schwungmassenspeicher, welcher einen Reluktanzmotor mit einem Stator (02) und mit einem innerhalb des Stators (02) angeordnetem Rotor (03) umfasst. Der Rotor dient als Schwungmasse und ist aus einer Vielzahl von Blechscheiben zusammengesetzt. Weiterhin ist mindestens ein Wälzlager (05) zur Lagerung des Rotors (03) vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bahnvorrichtung mit einem Schwungmassenspeicher.

[0002] Zu den Anwendungsgebieten der Erfindung gehören fahrende Bahnvorrichtungen, wie Schienenfahrzeuge, als auch feststehende Bahnvorrichtungen, wie Netzkopplungsstellen. Bei Schienenfahrzeugen werden seit geraumer Zeit Energiespeicher eingesetzt. Hierdurch wird das fahrdrahtlose Fahren von Schienenfahrzeugen ermöglicht. Außerdem kann mittels Energiespeicher eine Erhöhung der Energieeffizienz durch Rückspeicherung von Energieüberschüssen, beispielsweise von Bremsenergie, in den Energiespeicher erreicht werden. Durch die hierbei eingesparte Einsatzenergie können die Betriebskosten reduziert werden. Als Energiespeicher werden Akkumulatoren, Kondensatoren oder kinetische Energiespeicher verwendet.

[0003] Die DE 10 2009 050 921 A1 zeigt ein spurgebundenes Fahrzeug mit mindestens einem Energiespeichermodul, welches unterhalb der Fußbodenoberkante des Fahrzeugs in einem Zwischenraum der Träger des Untergestells angeordnet ist. Als Energiespeichermodule können insbesondere Doppelschicht-Kondensatoren, Sekundärzellen oder Akkumulatoren zum Einsatz kommen.

[0004] Die DE 10 2009 035 263 A1 beinhaltet eine Einrichtung zur elektrischen Energieversorgung eines schienengebundenen Fahrzeuges mittels eines elektrischen Energieversorgungsnetzes mit einer Energierückgewinnungsvorrichtung. Die Energierückgewinnungsvorrichtung umfasst mindestens einen Energiespeicher zur Speicherung überschüssiger elektrischer Energie. Der Energiespeicher kann zur Speicherung von kinetischer (Schwungmassen), chemischer (Akkumulatoren) bzw. thermischer Energie (Wärmespeicher) dienen. Die elektrische Energie kann aber auch direkt in Kondensatoren abgespeichert werden.

[0005] Die gespeicherte Energie kann zur kurzfristigen Energieversorgung z.B. bei einem Beschleunigungsvorgang des Fahrzeugs eingesetzt werden.

[0006] Aus der DE 10 2008 050 553 A1 ist ein Arbeitsgerät, wie zum Beispiel ein Lader oder Bagger, mit einem Hybridantrieb bekannt. Das Arbeitsgerät umfasst einen Antriebsmotor, einen von dem Antriebsmotor über eine Wirkverbindung antreibbaren Arbeitsmechanismus zum Bewirken einer Arbeitsbewegung sowie einen mit der Wirkverbindung gekoppelten Energiespeicher zum Aufnehmen von Energie in einer Speicherphase, in der die von dem Antriebsmotor abgegebene Leistung größer als die von dem Arbeitsmechanismus aktuell benötigte Leistung ist, und zum Abgeben von Energie in einer Entlade-

phase, in der die von dem Antriebsmotor abgegebene Leistung kleiner als die von dem Arbeitsmechanismus aktuell benötigte Leistung ist. Als Kopplung zwischen der Wirkverbindung und dem Energiespeicher dient ein in der Speicherphase generatorisch und in der Entladephase motorisch betreibbare elektrische Maschine. Der Energiespeicher dient dabei zum Ausgleich von Leistungsspitzen und -tälern.

[0007] Die bislang bekannten Realisierungsvarianten der bei Bahnvorrichtungen eingesetzten Energiespeicher weisen zahlreiche Nachteile auf. Durch Kondensatoren realisierte elektrische Energiespeicher bringen Nachteile hinsichtlich hochzyklischer Lade- und Entladevorgänge sowie beim thermischen Management der Speicher mit sich. Nachteilig sind auch die geringe Temperaturbeständigkeit und Anzahl der benötigten Kondensatoren, die Umweltverträglichkeit und die Sicherung im entladenen Zustand der Kondensatoren. Das notwendige Energiemanagement ist sehr aufwendig, da jeder Kondensator über eine separate Diagnosetechnik verfügen muss.

[0008] Akkumulatoren sind Langzeitspeicher, die in der Anwendung als Kurzzeitspeicher, d. h. bei kurzen Lade- und Entladevorgängen (Zeitdauer < 1 Minute), nicht den Ansprüchen der üblichen Anwendungsfälle entsprechen. Hohe Leistungsspitzen können nur bedingt oder nicht aufgenommen und abgegeben werden. Akkumulatoren sind bei der Herstellung und der Entsorgung auch nicht besonders umweltverträglich.

[0009] Kinetische Energiespeicher in Form von Schwungmassenspeicher haben nachfolgend beschriebene Nachteile. Für einen definierten Energieinhalt muss die Schwungmasse entweder eine hohe Masse und eine geringe Drehzahl bzw. eine geringe Masse und eine hohe Drehzahl aufweisen. Eine hohe Drehzahl bedingt hohe Anforderungen an die Festigkeit und Ausführung der Schwungmasse und deren Lagerung. Bei hohen Drehzahlen werden üblicherweise magnetische Lagerungen und kardanische Aufhängungen verwendet. Konventionell über Wälzlager und Gleitlager gelagerte Schwungmassen weisen eine hohe Reibung auf. Aufgrund der Luftreibungsverluste an der Schwungmasse ist es bei hohen Drehzahlen erforderlich, die Schwungmasse im Vakuum laufen zu lassen. Dies bringt hohe Anforderungen an Dichtheit des Gehäuses und Langzeitstabilität des Vakuums mit sich. Je nach Ausführung des kinetischen Energiespeichers wird ein entsprechend großer Bauraum benötigt. Bei hohen Drehzahlen muss genügend Bauraum für magnetische Lagerung, kardanische Aufhängung, Regelungselektronik für Magnetlager, Klimaanlage usw. zur Verfügung stehen. Bei geringen Drehzahlen wird ein verhältnismäßig großer Bauraum für die vergleichsweise große Schwungmasse benötigt. Weiterhin nachteilig ist die Rotordynamik, aufgrund der stets auftretenden Eigenfrequenzen des kinetischen Energiespeichers.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Bahnvorrichtung mit einem verbesserten kinetischen Energiespeicher zur Verfügung zu stellen, der zur Abgabe und Aufnahme von Energie hoher oder mittlerer Leistung innerhalb weniger Sekunden geeignet ist und sich insbesondere durch eine kompakte und einfache Bauweise auszeichnet.

[0011] Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe dient eine Bahnvorrichtung gemäß dem beigefügten Anspruch 1.

[0012] Die erfindungsgemäße Bahnvorrichtung umfasst einen Schwungmassenspeicher mit einem Reluktanzmotor. Der Reluktanzmotor umfasst einen Stator und einen innerhalb des Stators angeordneten Rotor, welcher als Schwungmasse dient, sowie mindestens ein Wälzlager zur Lagerung des Rotors. Der Rotor ist aus einer Vielzahl von Blechscheiben zusammengesetzt.

[0013] Bei der erfindungsgemäßen Bahnvorrichtung handelt es sich um eine mobile oder stationäre Komponente des Schienenverkehrs, in welcher eine Wandlung, Verteilung oder Speicherung von elektrischer Energie erfolgt, welche zum Antrieb von Schienenfahrzeugen genutzt wird. Die Bahnvorrichtung ist bevorzugt durch ein Schienenfahrzeug oder durch eine Netzkopplungsstelle gebildet. Das Schienenfahrzeug kann beispielsweise durch eine Straßenbahn, durch eine S-Bahn, durch eine U-Bahn oder durch ein Servicefahrzeug für Schienen gebildet sein.

[0014] Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Bahnvorrichtung ist darin zu sehen, dass sich der verwendete Schwungmassenspeicher aufgrund seiner kompakten und einfachen Bauweise aufwandsarm in verschiedenen Bahnvorrichtungen realisieren lässt. Der Schwungmassenspeicher bietet durch sein Funktionsprinzip die Möglichkeit einer einfachen Erweiterbarkeit eines Grundsystems mit beliebig vielen anderen Grundsystemen. Die Verwendung eines Reluktanzmotors mit einer als Schwungmasse dienendem Rotor ermöglicht eine Integration einer einfachen Schnittstelle über die Leistungselektronik des Reluktanzmotors. So ist eine problemlose Anpassung des Schwungmassenspeichers an die vielfältigen Anforderungen von verschiedenen Anwendungen möglich. Der verwendete Reluktanzmotor erzeugt im unbestromten Zustand vernachlässigbare Verluste, die zum Abbremsen des Rotors führen. Dies ist erforderlich, da aufgrund der Betriebsbedingungen der Energiespeicher auch zwischen den Lade- und Entladezyklen frei und ohne nennenswerte Verluste drehen sollte.

[0015] Die Blechscheiben des Rotors besitzen im Wesentlichen eine kreisförmige Gestalt mit einem definierten Durchmesser, der im bewegten und unbewegten Zustand unterschiedlichen dynamischen

Spannungsverläufen ausgesetzt ist. Die Spannungsverläufe in den Blechscheiben im bewegten Zustand entsprechen den zugelassenen statischen und dynamischen Werten hinsichtlich einer dauerfesten Auslegung. Die statischen und dynamischen Sicherheitsfaktoren sind ≥ 2 . Die einzelnen Blechscheiben des Rotors sind vorzugsweise so ausgeführt, dass Spannungsspitzen in kritischen Zonen, wie Bohrungen, Kanten, Nuten, minimiert werden können. Sie sind bevorzugt als ebene Blechscheiben ausgeführt und besitzen koaxiale Ausformungen und koaxiale Entlastungselemente innerhalb der Blechscheibe zur Minimierung und Homogenisierung der Spannungsverläufe. Die Blechscheiben sind aus hochfesten Standard-Bandmaterialien hergestellt, die u. a. die zur Funktionsfähigkeit erforderlichen elektromagnetischen Eigenschaften aufweisen. Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Blechscheiben zur elektrischen Isolation und zur besseren Haftung untereinander mit einer entsprechenden galvanischen, physikalischen oder chemischen Beschichtung zu versehen. Durch die Blechscheibengeometrie kann eine konstruktive Lösung unter minimalem Bauraumbedarf realisiert werden. Die Blechscheiben besitzen an ihrem Außendurchmesser eine regelmäßige abgestufte Zahnstruktur. Die Ausformung der Zahnstruktur erfolgt hinsichtlich der Luftreibungsverluste in Abhängigkeit der elektromagnetischen Berechnung. Der Aufbau des Rotors aus einzelnen Blechscheiben ist nicht zuletzt auch beim Bersten vorteilhaft, da sich der Rotor in diesem Fall durch Lösen einzelner Blechsegmente selbst zerstört. Es erfolgt somit ein sicheres Bersten.

[0016] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform bestehen Rotor und Stator aus unterschiedlichen Werkstoffen, wobei der Rotor vorzugsweise aus einem Material mit höherer Festigkeit und der Stator aus einem Material niedriger Festigkeit, welches hinsichtlich seiner magnetischen und thermischen Eigenschaften optimiert ist, besteht.

[0017] Von Vorteil ist es, wenn der Stator ebenfalls aus Blechscheiben aufgebaut ist. Die Blechscheibendicke des Stators ist vorzugsweise kleiner oder gleich der Blechscheibendicke des Rotors. Die einzelnen Blechscheiben des Stators sind an ihrem Außendurchmesser stoffschlüssig miteinander verbunden, so dass zwischen allen Blechscheiben des Stators eine mechanisch feste Verbindung besteht. Der aus einzelnen Blechscheiben aufgebaute Stator weist annähernd die gleiche Festigkeit eines vergleichbaren massiven Vollmaterials auf. Der Berstschutz wird im Wesentlichen vom Stator gewährleistet. Der den Rotor umgebende Stator sorgt dafür, dass keine frei werdenden Teile, wie beispielsweise Bestandteile des Rotors, den Schwungmassenspeicher verlassen. Im Fall des Berstens werden aus Sicherheitsgründen die Motorwicklungen automatisch durchtrennt.

[0018] Der Schwungmassenspeicher umfasst bevorzugt weiterhin ein Gehäuse zur Aufnahme des Stators und des Rotors. Das Gehäuse ist zylinderförmig ausgeführt und weist auf beiden Seiten gleichartige Anschlussdeckel auf. Die Anschlussdeckel sind vorzugsweise mit einem Gewinde und einer Dichtung mit dem zylinderförmigen Gehäuse verbunden. Gehäuse und Anschlussdeckel bestehen in der Regel aus gleichen Materialien. Das Gehäuse beinhaltet ein Vakuum, welches bevorzugt einen Innendruck von kleiner 1 bar aufweist. Die Schwungmasse, d. h. der Rotor dreht sich somit in einem vakuumierten Raum, wodurch der Einfluss der Luftreibung minimiert wird und damit ein noch verlustarmerer Betrieb möglich ist. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn am Umfang des Gehäuses sogenannte Rutschkupplungen zur Aufnahme von im Schadensfall frei werdender Rotationsenergie angeordnet sind. Durch diese Maßnahme erhöht sich die Sicherheit des Gesamtsystems.

[0019] Zur Lagerung des Rotors dienen konventionelle Wälzlager, welche den Rotor zum Gehäuse drehbar abstützen. Die Lagerung kann entsprechende Elastizitäten in axialer und radialer Richtung gewährleisten. Sie ermöglicht eine Einstellbarkeit der Elastizitäten in Abhängigkeit der Rotordynamik. Die Lagerung ist für eine sehr lange Lebensdauer ausgelegt.

[0020] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Blechscheiben des Rotors axial mittels Zuganker verspannt. Dieses Verspannen dient zur mechanischen Stabilität des Blechscheibenpakets. Die Bohrungen für die Zuganker liegen in Abhängigkeit der Zugspannung auf einem definierten Teilkreis über den Umfang gleichmäßig verteilt. Die Zuganker erzeugen unter einer definierten Kraft eine axiale Vorspannung auf das Blechscheibenpaket des Rotors. Die mittels Zuganker realisierte axiale Vorspannung gewährleistet den flächigen Kontakt der einzelnen Blechscheiben untereinander über den gesamten Drehzahl-, Temperatur- und Durchmesserbereich. Die Zuganker stützen sich vorzugsweise mit Hilfe von Endplatten auf dem Blechscheibenpaket ab. Zuganker und Endplatten sind miteinander verschraubt oder auf andere geeignete Art miteinander verbunden. Die Endplatten werden in ihrer Geometrie und Oberflächenstruktur an die Lagerbedingungen angepasst. Weiterhin können die Endplatten als Kühlkörper zur Wärmeableitung von den Lagerstellen und vom Rotor dienen. Hierzu sind sie mit geeigneten Oberflächenstrukturen zu versehen. Über die Endplatten wird auch eine magnetische Entlastung realisiert. Die Endplatten sollten aus ferromagnetischen Stählen oder Ähnlichem bestehen. Hierdurch können zusätzliche Permanentmagnete auf den Endplatten entfallen.

[0021] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform, unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0022] Die einzige Figur zeigt einen Schwungmassenspeicher, welcher Bestandteil der erfindungsgemäßen Bahnvorrichtung ist.

[0023] Der Schwungmassenspeicher umfasst eine elektrische Maschine, welche als Reluktanzmotor ausgeführt ist und vorzugsweise nach dem Prinzip einer geschalteten Reluktanzmaschine arbeitet.

[0024] Der Reluktanzmotor beinhaltet ein Gehäuse **01**, in welchem ein Stator **02** angeordnet ist. Der Stator **01** weist mindestens eine Statorspule auf und ist vorzugsweise aus einer Vielzahl von Blechscheiben aufgebaut. Die einzelnen Blechscheiben des Stators **02** sind zur Realisierung einer mechanisch festen Verbindung an ihrem Außendurchmesser stoffschlüssig miteinander verbunden.

[0025] Innerhalb des Stators **02** befindet sich ein Rotor **03**. Stator **02** und Rotor **03** sind durch einen Luftspalt voneinander beabstandet. Der Rotor **03** stellt die Schwungmasse des Schwungmassenspeichers dar. Er setzt sich aus einer Vielzahl von kreisförmigen, dünnen Blechscheiben zusammen. Die Blechscheiben des Rotors **03** besitzen an ihrem Außendurchmesser eine regelmäßige abgestufte Zahnstruktur. Zur elektrischen Isolation und zur besseren Haftung untereinander sind die Blechscheiben mit einer galvanischen, physikalischen oder chemischen Beschichtung versehen.

[0026] Das Blechscheibenpaket des Rotors **03** ist mit Hilfe von Zugankern axial verspannt. Die Zuganker stützen sich mit Endplatten auf dem Blechscheibenpaket des Rotors **03** ab. Der Rotor **03** ist mittels Wälzlager **05** drehbar gelagert.

[0027] Innerhalb des Gehäuses **01** ist ein Vakuum ausgebildet. Dadurch, dass sich der Rotor **03** somit im Vakuum dreht, können auch bei hohen Drehzahlen die Luftreibungsverluste am Rotor **03** gering gehalten werden. Das Vakuum sollte unter Einhaltung von elektrischen Parametern in einem definierten Bereich oberhalb oder unterhalb eines Punktes auf der Paschenkurve liegen. Das Vakuum wird entweder durch geeignete Gehäuseabdichtung auf Lebensdauer des Schwungmassenspeichers oder mittels einer Vakuumpumpe aufrechterhalten.

[0028] Die Kühlung des Gehäuses **01** erfolgt vorzugsweise mittels aktiver Luft- oder Wasserkühlung am Umfang des Gehäuses **01**. Den Wälzlagerinnenringen wird über die Endplatten Wärme entzogen. Die Wälzlageraußenringe werden aktiv über die Gehäusekühlung gekühlt. Ein Wellenkühler hat vorrangig

die Aufgabe, den Wärmestrom aus dem Rotor **03** hin zum Wälzlager **05** zu minimieren, um eine entsprechende Temperaturdifferenz zwischen Wälzlagerinnenring und Welle zu generieren.

[0029] Zur Orientierung werden nachfolgend einige technische Daten des Schwungmassenspeichers angegeben. Hierbei handelt es sich jedoch lediglich um bevorzugte Ausführungsformen, andere Ausführungen sind durchaus möglich.

[0030] Der Speicherinhalt des Schwungmassenspeichers liegt vorzugsweise im Bereich einer halben Kilowattstunde. Die Maximalleistung des Schwungmassenspeichers beträgt bevorzugt etwa 100 kW. Bei einer solchen Maximalleistung liegt die mittlere Leistung zwischen 30 kW und 80 kW. Die Nennspannung am Umrichter des Schwungmassenspeichers liegt vorzugsweise zwischen 500 V und 750 V. Das Gesamtgewicht des Schwungmassenspeichers mit zugehöriger Leistungselektronik beträgt weniger als 200 kg. Die Lebensdauer des Schwungmassenspeichers beträgt mindestens 20.000 Stunden. Die Zyklenzahl ≥ 10 liegt im Bereich ≥ 10 Zyklen.

[0031] Aufgrund der ausschließlichen Verwendung von kinetischen Mechanismen zur Energiespeicherung weist der Schwungmassenspeicher der erfindungsgemäßen Bahnvorrichtung eine sehr hohe Zyklenfestigkeit auf. Die Komponenten die die Zyklenfestigkeit des Schwungmassenspeichers bestimmen, sind die mechanischen Bauelemente. Im Vergleich zu chemischen Mechanismen in kapazitiven oder akkumulatorischen Energiespeichern ist die Zyklenfestigkeit beim Schwungmassenspeicher mindestens um den Faktor 50 größer. Ein weiterer Vorteil der rein kinetischen Speicherung von Energie ist darin zu sehen, dass es hier nicht wie bei chemischen Energiespeichern oder Akkumulatoren im Laufe der Zeit zu einem Abfall der speicherbaren und abgebbaren Energie kommt.

Bezugszeichenliste

01	Gehäuse
02	Stator
03	Rotor
04	-
05	Wälzlager

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009050921 A1 [0003]
- DE 102009035263 A1 [0004]
- DE 102008050553 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Bahnvorrichtung, umfassend einen Schwungmassenspeicher mit einem Reluktanzmotor, wobei der Reluktanzmotor einen Stator (02) und einen innerhalb des Stators (02) angeordneten Rotor (03) umfasst, wobei der Rotor (03) als Schwungmasse dient, aus einer Vielzahl von Blechscheiben zusammengesetzt ist und in mindestens einem Wälzlager (05) gelagert ist.

2. Bahnvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Blechscheiben des Rotors (03) an ihrem Außendurchmesser eine regelmäßige abgestufte Zahnstruktur aufweisen.

3. Bahnvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Blechscheiben des Rotors (03) eben ausgeführt sind sowie koaxiale Ausformungen und koaxiale Entlastungselemente zur Minimierung und Homogenisierung mechanischer Spannungsverläufe aufweisen.

4. Bahnvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Blechscheiben des Rotors (03) mit einer galvanischen und/oder physikalischen und/oder chemischen Beschichtung versehen sind.

5. Bahnvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (02) ebenfalls aus Blechscheiben zusammengesetzt ist.

6. Bahnvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Blechscheiben des Stators (02) stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

7. Bahnvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (03) und der Stator (02) aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, wobei der Werkstoff des Rotors (03) eine höhere Festigkeit aufweist.

8. Bahnvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Blechscheiben des Rotors (03) axial mittels Zuganker verspannt sind.

9. Bahnvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Zuganker mittels Endplatten auf die Blechscheiben des Rotors (03) abstützen.

10. Bahnvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass er ein evakuierbares Gehäuse (01) zur Aufnahme des Rotors (03) und des Stators (02) umfasst.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

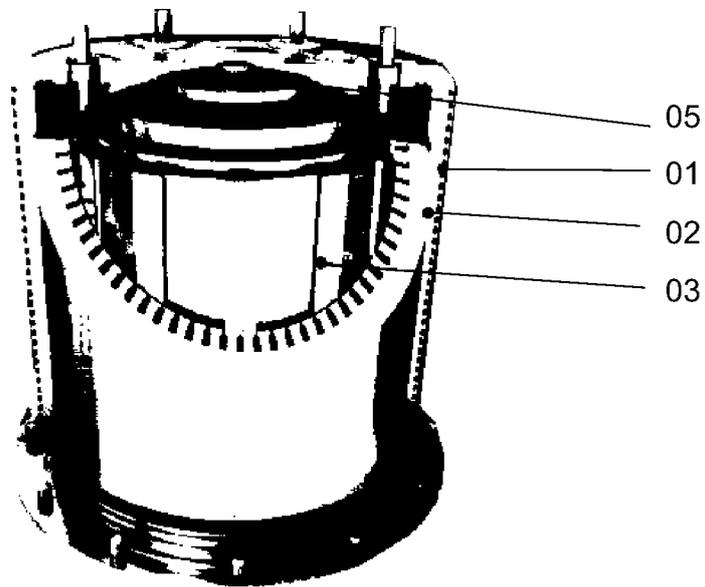


Fig.