



(11) **EP 1 124 058 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.08.2001 Patentblatt 2001/33

(51) Int Cl.7: **F02N 11/00, F02N 5/04**

(21) Anmeldenummer: **01101446.1**

(22) Anmeldetag: **23.01.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Masberg, Ulrich, Dr.**
51503 Rösrath (DE)

(74) Vertreter: **Niederkofler, Oswald A. Dipl.-Phys. et al**
Samson & Partner
Widenmayerstrasse 5
D-80538 München (DE)

(30) Priorität: **09.02.2000 DE 10005582**

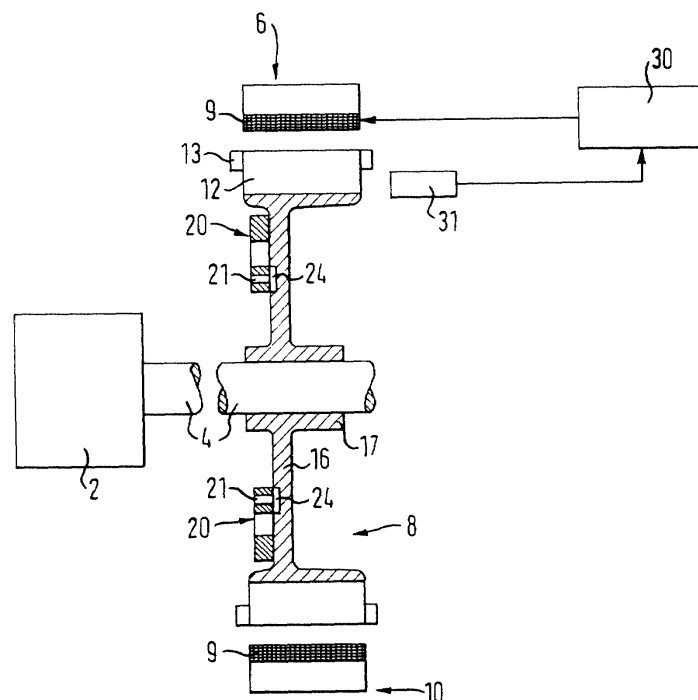
(71) Anmelder: **Continental ISAD Electronic Systems
GmbH & Co. oHG**
86899 Landsberg (DE)

(54) **Antriebsanordnung mit einem Antriebsstrang und einer elektrischen Maschine, z.B. in einem Kraftfahrzeug**

(57) Die Erfindung schafft eine Antriebsanordnung mit einem von einem Verbrennungsmotor (2) betriebenen Antriebsstrang (4) und einer dazu funktionell parallel angeordneten elektrischen Maschine (6), welche ei-

nen Stator (10) und einen am Antriebsstrang (4) festgelegten Rotor (8) aufweist, wobei eine oder mehrere pendelartig aufgehängte Tilgermasse(n) (20) am Rotor (8) der elektrischen Maschine (6) angeordnet oder mit dem Rotor (8) koppelbar sind.

FIG. 2



EP 1 124 058 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebsanordnung mit einem von einem Antriebsaggregat betriebenen Antriebsstrang und einer dazu funktionell parallel angeordneten elektrischen Maschine. Im Rotor der elektrischen Maschine ist ein Drehschwingungstilger integriert, um etwaige Drehungleichförmigkeiten im Antriebsstrang zu kompensieren.

[0002] Bekanntlich treten z.B. bei Verbrennungskolbenmotoren aufgrund der diskontinuierlichen Arbeitsweise eine Vielzahl unterschiedlicher Schwingungserscheinungen auf. Besonders bemerkbar machen sich die durch Drehmomentschwankungen des Verbrennungsmotors verursachten Drehschwingungen im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges. Diese pflanzen sich über die übrigen Fahrzeugkomponenten fort und führen zu einem für die Fahrzeuginsassen störenden Geräusch- und Vibrationspegel. Zur Minderung derartiger Drehschwingungen hat die Anmelderin bereits in der DE 44 47 537 A1 ein aktives Schwingungsdämpfungssystem für den Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges beschrieben. Dieses umfaßt eine mit ihrem Rotor unmittelbar auf der Kurbelwelle des Verbindungsmotors festgelegte elektrische Maschine, welche je nach Art und Größe der auftretenden Drehungleichförmigkeit die Kurbelwelle mit entsprechenden gegenphasigen Momenten zur Kompensation der Drehungleichförmigkeit belastet. Die hierfür aufgewendete elektrische Energie wird letztlich aus dem Kraftstoff des Kraftfahrzeuges gespeist. Dieser zusätzliche Kraftstoffverbrauch ist bei modernen Fahrzeugen jedoch unerwünscht. Um den Verbrauch zu begrenzen, wird das aktive Dämpfungssystem beispielsweise nur im Bereich großer Schwingungsamplituden und geringer Drehzahlen eingesetzt, etwa im Bereich von der Leerlaufdrehzahl bis zu ca. 2500 min⁻¹. In der DE 44 47 537 A1 ist auch vorgeschlagen worden, das aktive Schwingungsdämpfungssystem mit einem passiv arbeitenden Drehschwingungstilger zu kombinieren, nämlich einem sog. Gummi- bzw. Elastomer-Tilger, bei welchem die die Drehungleichförmigkeiten kompensierende Tilgermasse über ein oder mehrere Gummielemente mit der Kurbelwelle elastisch gekoppelt ist. Hierfür besteht der Rotor der funktionell parallel geschalteten elektrischen Maschine aus einer ringartigen - über eine radial innen liegende kreisförmige Gummischicht angekoppelte - Tilgermasse, die gegenüber der Kurbelwelle im Rahmen der elastischen Ankopplung drehelastisch ist. Zwar ist die Kombination mit dem passiven Gummi-Tilger günstiger im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch, jedoch hat sie auch Nachteile: der im Rotor der elektrischen Maschine eingebaute Gummi-Tilger unterbricht gewissermaßen den Drehmomentübertragungsweg der elektrischen Maschine auf die Kurbelwelle. Der radial außen liegende Teil des Gummi-Tilgers bildet gleichzeitig den elektrisch aktiven Teil des Rotors, wobei das Moment der elektrischen Maschine dann über die zwischengeschaltete Gummi-

schicht auf die Kurbelwelle des Kraftfahrzeuges übertragen wird, was im Laufe der Zeit zur Ermüdung des Gummimaterials und gegebenenfalls zu einer Beschädigung des Gummi-Tilgers führen kann. Dazu kommt auch, daß die im Bereich des Verbrennungsmotors herrschenden erhöhten Temperaturen zu einer unerwünschten Beeinflussung des Gummimaterials und damit der Dämpfungseigenschaften des Gummi-Tilgers führen können.

[0003] Im Stand der Technik klassischer Drehschwingungstilger sind auch sogenannte Pendeltilger, d.h. Drehschwingungstilger mit pendelartig aufgehängten Tilgermassen, bekannt. Ein Beispiel hierfür ist in der DE 43 40 293 A1 beschrieben. Danach weist ein derartiger Pendeltilger ein mit einer rotierenden Welle verbundenes Nabenteil auf, an dessen Peripheriebereich zumindest zwei eine Trägheitsmasse aufweisende Pendelelemente schwenkbar verbunden sind. Etwaige Drehungleichförmigkeiten, welche der Drehbewegung der rotierenden Welle überlagert sind, bewirken eine Pendelbewegung der Trägheitsmassen in entgegengesetzter Richtung, die geeignet ist, dämpfend auf die Störschwingungen zu wirken. Wie üblich wird der in der DE 43 40 293 A1 offenbarte Drehschwingungspendeltilger direkt an der Kurbelwelle einer Verbrennungskraftmaschine befestigt. Eine anderweitige Anwendung, insbesondere in Verbindung mit anderen Bauteilen, wird weder erwähnt noch angeregt.

[0004] Desweiteren wird zum Stand der Technik noch die DE 196 31 384 A1 der Anmelderin genannt. Dort ist die Kombination eines aktiven Schwingungsdämpfungssystems mit einer Schwingungsisolierungseinrichtung, insbesondere einem Zweimassenschwungrad, offenbart. Dabei ist die Schwingungsisolierungseinrichtung platzsparend im Rotor der elektrischen Maschine eingebaut. Da sich jedoch die Wirkung der Schwingungsisolierung grundsätzlich von derjenigen eines Schwingungstilgers unterscheidet, ist diese Anordnung noch weiter von der hier vorgeschlagenen entfernt.

[0005] Die Erfindung zielt demgegenüber darauf ab, eine in puncto Schwingungsdämpfungsverhalten und Lebensdauer verbesserte Antriebsanordnung der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen.

[0006] Dieses Ziel erreicht die Erfindung durch den Gegenstand nach Anspruch 1. Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0007] Danach schafft die Erfindung eine Antriebsanordnung mit einem von einem Antriebsaggregat betriebenen Antriebsstrang, z.B. der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors, und einer dazu funktionell parallel angeordneten elektrischen Maschine, welche einen Stator und einen am Antriebsstrang, z.B. auf der Kurbelwelle oder einer damit gekoppelten Welle, festgelegten Rotor aufweist, mit einem im Rotor der elektrischen Maschine integrierten Drehschwingungstilger, wobei eine oder mehrere pendelartig aufgehängte Tilgermasse (n) am Rotor angeordnet oder mit dem Rotor koppelbar

ist/sind. Bevorzugt ist jeder Pendeltilger ein nach dem Prinzip des Sarazin-Pendels arbeitender Drehschwingungstilger.

[0008] Jeder auf diese Weise integrierte Drehschwingungstilger arbeitet aufgrund der Pendelaufhängung drehzahladaptiv, d.h. es läßt sich damit praktisch unabhängig von der jeweiligen Drehzahl des Antriebsstranges eine gute Tilgerwirkung erzielen. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Drehschwingungstilger hat gegenüber der einleitend geschilderten bekannten Ausgestaltung mit Gummi-Tilger den Vorteil, daß die Grundstruktur des Rotors der elektrischen Maschine im Prinzip unverändert bleibt, d.h. der Rotor in sich starr ist und die Momente der elektrischen Maschine direkt auf die rotierende Welle des Antriebsstranges überträgt. Ein Gummielement, wie beim dem bekannten integrierten Gummi-Tilger, ist dabei nicht zwischengeschaltet. Auf diese Weise bleibt der integrierte Drehschwingungstilger auch im Langzeitbetrieb vollständig intakt, selbst wenn z.B. bei vielen Startvorgängen eines Kraftfahrzeuges hohe Startmomente über den Rotor der elektrischen Maschine auf die Kurbelwelle übertragen worden sind. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn wie in der Automobilindustrie jede Verbesserung der Zuverlässigkeit und die Verringerung der Reparaturkosten von großer Bedeutung sind. Daneben schafft die Erfindung ein neuartiges Bauteil, nämlich eine elektrische Maschine mit im Rotor integriertem/n Pendeltilger(n), welches sich durch einen großen Drehzahltilgungsbereich, geringes Gewicht und eine platzsparende Bauweise auszeichnet.

[0009] Ein weiterer wichtiger Vorteil der Vermeidung der elastischen Gummikupplung bekannter Gummi-Tilger ist auch, daß das Dämpfungsverhalten des erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgers weitgehend temperaturunabhängig ist, was bei den im Bereich z.B. eines Verbrennungsmotors herrschenden Temperaturen wichtig ist.

[0010] Bevorzugt ist der Rotor der elektrischen Maschine bezüglich seiner elektrischen und magnetischen Funktionen innen hohl ausgebildet und die Tilgermasse (n) im Hohlraum des Rotors untergebracht. Der elektrisch bzw. magnetisch wirksame Teil des Rotors bildet dabei z.B. einen Hohlzylinder, wobei kein elektrischer und/oder magnetischer Rückfluß in die Rotorachse stattfindet. Der im Innern des Rotors verbleibende Hohlraum dient der Aufnahme des/der erfindungsgemäßen Pendeltilger. Durch diese Art der Integration des/der Pendeltilger im Rotor werden nicht nur Gewicht sondern auch Abmessungen der Antriebsanordnung insgesamt entscheidend verringert. Diese Art der Integration bringt ferner den Vorteil einer günstigen Platzausnutzung mit sich, nämlich in Richtung einer radialen Verschiebung der Tilgermassen weg von der Rotationsachse. Dies ist dann besonders zweckmäßig, wenn durch Erhöhung des Trägheitsmoments die Schwingungseigenschaften des Antriebsstranges variiert werden sollen. Bei gleichen Massen erzielt man bei einer radialen Anordnung

in Folge der innen hohlen Rotorbauweise ein höheres Trägheitsmoment, das günstig für das Fahrzeuggewicht und damit für einen reduzierten Kraftstoffverbrauch ist.

[0011] Bei einer besonders bevorzugten Rotorbauweise hat dieser ein radial außen liegendes, elektrisch aktives Teil und ein demgegenüber innen liegendes z. B. zylinderartiges Trägerteil (Flanschteil), welches das elektrisch aktive Teil mit dem Antriebsstrang verbindet, wobei am Trägerteil seitlich - ein- oder beidseitig - eine oder mehrere Tilgermasse(n) um von der Rotationsachse beabstandete Schwenkachsen schwenkbar festgelegt ist/sind. Bevorzugt ist dabei jede Tilgermasse über einen sich parallel zur Rotationsachse erstreckenden Bolzen, der seitlich am Rotorträgerteil befestigt ist, schwenkbar gelagert. Dabei kann das Lager ein 360°-Drehkugellager sein; oder der Bereich des Lagers ist auf einen Schwenkbereich um eine Stellung der Tilgermassen herum festgelegt, in welcher die Tilgermassen von der Rotationsachse aus radial nach außen gerichtet sind. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Tilgermassen jeweils durch ein Rückstellmittel, z.B. eine dem Schwenklager zugeordnete mechanische Rückstellfeder, im nicht drehenden Zustand des Rotors in eine Ruheposition bringbar sind, in welcher die Pendeltilger von der Achse des Antriebsstranges aus radial nach außen gerichtet sind. Hierdurch werden etwaige Geräusche und/oder Unwuchten bei der An- und Auslaufphase der elektrischen Maschine verhindert. Außerdem läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Drehschwingungstilger unabhängig von der jeweiligen Drehzahl sofort bei Auftreten einer Drehungleichförmigkeit eine Tilgerwirkung erreichen.

[0012] Bevorzugt ist jede Tilgermasse derart am Rotor gelagert, daß sie um ein oder mehrere Pendelfußpunkte schwenkbar ist. Hiermit kann man vorteilhaft das Dämpfungsverhalten des erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgers gezielt festlegen und ggf. den maximalen Tilgungsbereich zu in einem Kraftfahrzeug kritischen Frequenzen hin verschieben und damit die Tilgungseffektivität verbessern.

[0013] Grundsätzlich sind verschiedene Formen und Bauweisen für die pendelartig aufgehängten Tilgermassen denkbar. Bevorzugt sind sie einstückig aus einer Pendelmasse und einem daran anschließenden Pendelarm aufgebaut, der z.B. an einem seitlichen Vorsprung des Rotorträgerteils schwenkbar gelagert ist. Diese Bauweise ist einfach und kompakt, daher für eine Großserienproduktion geeignet, und im übrigen wenig stör anfällig. Denkbar sind aber auch Anwendungen, bei welchen eine Pendelmasse nicht starr mit der jeweiligen Schwenkachse verbunden sondern über eine elastisch biegsame Verbindung, z.B. einem Drahtseil oder einem Blechstreifen, aufgehängt ist. Eine solche biegsame Verbindung kann vorzugsweise auch elastisch dehnbar ausgebildet sein. All diese Varianten bieten geeignete Möglichkeiten, um das Tilgungsverhalten des erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgers gezielt festzulegen. Bevorzugt ist die Tilgermasse mit einem elasti-

schen Material, z.B. Gummi oder einem Polymermaterial, ummantelt. Dies hat vor allem den Vorteil, daß etwaige Klappergeräusche durch ein Anstoßen der Tilgermassen am Trägerteil des Rotors der elektrischen Maschine weitgehend vermieden werden. Außerdem ist eine derartige Ummantelung der Tilgermassen aus Gründen der Toleranz sinnvoll. Bei einer weiteren bevorzugten Variante ist die Tilgermasse aus einer mit Metallteilen, z.B. Bleipulver, gefüllte Gummi- oder Elastomermischung ummantelt. Eine solche Ausgestaltung hat den Vorteil, daß sie einfach durch einen geeigneten Formgebungsprozeß in die für eine bestimmte Tilgungsfunktion gewünschte Form bringbar ist.

[0014] Die in der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung eingebaute elektrische Maschine kann grundsätzlich von jeglicher Art sein. Für die Integration der Pendeltilger besonders günstig ist eine Drehfeldmaschine in Asynchron- oder Synchronbauweise, deren Rotor ein Kurzschlußläufer ist.

[0015] Die erfindungsgemäß zum Antriebsstrang funktionell parallel geschaltete elektrische Maschine ist vielseitig einsetzbar. Besonders vorteilhaft ist die Kombination der drehzahladaptiven Schwingungstilgung mit einer aktiven Schwingungsdämpfung. Dabei dient die erfindungsgemäße elektrische Maschine zusätzlich als aktiver Drehschwingungsdämpfer, der über den Rotor gegenphasig zu Drehungleichförmigkeiten im Antriebsstrang Wechseldrehmomente zur Kompensation der Drehungleichförmigkeiten erzeugt. Die aktiv dämpfende elektrische Maschine hat dann die Funktion, die von den drehzahlabhängig arbeitenden integrierten Pendeltilger nicht erfaßten, noch verbleibenden Ungleichförmigkeiten zu kompensieren. Auf diese Weise wird die von der elektrischen Maschine benötigte Energie und damit z.B. der Kraftstoffverbrauch in einem Kraftfahrzeug deutlich reduziert.

[0016] Zusätzlich übernimmt die elektrische Maschine der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung z.B. in einem Kraftfahrzeug bevorzugt noch folgende Aufgaben: Starter zum Starten des Verbrennungsmotors; Generator zur Versorgung elektrischer Verbraucher und/oder mindestens einer Fahrzeugbatterie; generatorische Fahrzeugbremse, wobei die erzeugte Energie zur Wiedergewinnung gespeichert wird; und/oder Antrieb des Fahrzeuges, insbesondere als Antriebshilfe, bevorzugt als Beschleunigungsunterstützung, des Fahrzeuges neben dem Verbrennungsmotor. Auf diese Weise schafft die Erfindung ein multifunktionelles Bauteil, das aufgrund seiner Bauweise besonders einfach, verschleißfrei, schnell und geräuscharm ist und die üblicherweise hierfür benötigten verschiedenen Aggregate erspart.

[0017] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele. In der Beschreibung wird auf die beigelegte schematische Zeichnung Bezug genommen. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Sarazin-Pendels;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Antriebsanordnung mit einem Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine mit integrierten Pendeltilgern; und

Fig. 3 eine schematische Detailansicht eines beispielhaften Pendeltilgers.

[0018] Zur Drehschwingungskompensation in rotierenden Wellen, z.B. der Kurbelwelle im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, schlägt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung die Kombination einer aktiven Schwingungsdämpfung mit einer adaptiv arbeitenden Schwingungstilgung vor. Konstruktiv ist/sind hierbei im Rotor einer z.B. auf der Kurbelwelle sitzenden elektrischen Maschine (vgl. Fig. 2), mit welcher aktiv Drehungleichförmigkeiten kompensierende Gegenmomente auf die Kurbelwelle aufgebracht werden können, einer oder mehrere Pendeltilger integriert.

[0019] Bevorzugt ist ein solcher Pendeltilger ein auf der Basis des Sarazin-Pendels arbeitender Drehschwingungstilger. Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, wird ein Sarazin-Pendel durch eine rotierende Scheibe *s* gebildet, an dessen äußerer Peripherie ein einfaches Pendel, z.B. ein Fadenpendel oder ein starres Pendel, mit der Pendellänge *l* aufgehängt ist. Die Theorie des Sarazin-Pendels (Fliehkraftpendels) und dessen Anwendung als Drehschwingungstilger z.B. an einer Kurbelwelle eines Kraftfahrzeuges ist an sich bekannt (vgl. die einleitend genannte DE 43 40 293 A1). Bei Rotation der Scheibe wird die Pendelmasse fliehkraftbedingt im größtmöglichen Abstand zur Drehachse mitgenommen. Eine die Rotationsbewegung überlagernde Drehungleichförmigkeit oder Drehschwingung hat zur Folge, daß die Pendelmasse *m* eine von der Drehzahl abhängige, der Drehungleichförmigkeit entgegengesetzt gerichtete Pendelbewegung ausführt, das heißt eine beschleunigende Drehungleichförmigkeit abbremst und eine verzögernde Drehungleichförmigkeit beschleunigt. Diese Pendelbewegung führt gleichzeitig zu einer Relativverlagerung der Trägheitsmasse bezogen auf die Rotationsachse der Scheibe und ist daher geeignet, drehzahladaptiv in hohem Maß dämpfend auf Drehungleichförmigkeiten und Drehschwingungen der rotierenden Scheibe zu wirken.

[0020] Gemäß Fig. 2 wird eine erfindungsgemäße Antriebsanordnung z.B. in einem Kraftfahrzeug angewendet. Diese umfaßt einen Verbrennungsmotor 2 mit einer Kurbelwelle 4, auf welcher direkt eine elektrische Maschine 6 festgelegt ist, d.h. funktionell parallel zum Verbrennungsmotor 2 und damit zum Antriebsstrang des Kraftfahrzeuges geschaltet ist. In der Kurbelwelle können weitere Bauelemente zwischengeschaltet sein und es schließen sich die üblichen hier nicht dargestellten Elemente an, wie etwa eine Kupplung und eine Getriebeeingangswelle, welche zu einem Getriebe führt,

das die Räder des Kraftfahrzeuges auf bekannte Art und Weise antreibt. Die elektrische Maschine 6 hat einen drehfest mit der Kurbelwelle 4 verbundenen, in sich starren Rotor 8, welcher die Momente der elektrischen Maschine 6 direkt auf die Kurbelwelle 4 überträgt. Der Rotor 8 ist aus einem radial außenliegenden elektrisch aktiven Teil, bestehend aus einem Blechpaket 12 und einem Kurzschluß-Käfigläufer 13 mit in Axialrichtung verlaufenden Käfigstäben, die an ihren Enden durch einen längs des Umfangs verlaufenden Leiter elektrisch und mechanisch verbunden sind, aufgebaut. Das elektrisch aktive Rotorteil ist über ein zylinderartig ausgebildetes Trägerteil 16 mit der Kurbelwelle 4 starr verbunden. Das Trägerteil 16 geht in Kurbelachsennähe in eine Nabe 17 über, die fest auf der Kurbelwelle 4 sitzt. Insgesamt ist der Rotor 6 innen weitgehend hohl und bietet somit Platz für die Aufnahme eines Drehschwingungstilgers, so daß eine axial kompakte Bauweise mit radial außen angeordnetem elektrischen/magnetischen Rückfluß und hierzu radial innen angeordneter Drehschwingungstilger vorliegt.

[0021] Ferner ist ein ortsfester, mit Spulen 9 bestückter Stator 10 der elektrischen Maschine 6 am Motorgehäuse oder am Getriebegehäuse befestigt. Bevorzugt ist die elektrische Maschine eine Asynchronmaschine, deren Statorspulen 9 als Drehstromwicklung ausgebildet sind, die z.B. von einem Pulswechselrichter zur Erzeugung von Drehfeldern mit Strom frei einstellbarer Frequenz, Phase und/oder Amplitude gespeist werden.

[0022] Als drehzahladaptive Drehschwingungstiger sind in dem Hohlraum des Rotors 8 der elektrischen Maschine 6 an einer Seite des Rotorträgers 16, ggf. auch beidseitig, in einem radial außen liegenden Umfangsbereich zwei, ggf. auch vier, gleichmäßig in Umfangsrichtung verteilte Pendeltilger 20 angeordnet. Diese sind jeweils um einen Pendelfußpunkt 21 in Umfangsrichtung schwenkbar gelagert. Hierzu weist das Rotorträgerteil 16 am Ort der Pendelfußpunkte 21 eine entsprechende Schwenk- oder Drehlageraufhängung auf, die - gemäß Fig. 3 - im einfachsten Fall aus einem vom Rotorträger 16 seitlich vorstehenden Zylinderbolzen 23 besteht, auf welchem der jeweilige Pendeltilger 20 drehbar festgelegt ist. Bevorzugt sind die Schwenklager mit einem schematisch eingezeichneten Rückstellmittel 24, z.B. mechanischen Rückstellfedern, ausgestattet, solcherart, daß die Pendeltilger 20 im Ruhezustand des Rotors 6 eine radial nach außen gerichtete Position einnehmen. Hierdurch werden etwaige Klappergeräusche und/oder Unwuchten bei einer einsetzenden Drehbewegung verhindert. Die Wirkung der auf diese Weise im Rotor 6 integrierten Pendelmassen 20 entsprechen jeweils derjenigen des im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Sarazin-Pendels und führen zu einer drehzahladaptiven Tilgung von Drehungleichförmigkeiten der Kurbelwelle 4, und zwar im gesamten Drehzahlbereich.

[0023] In Fig. 3 ist ein Beispiel für die Ausbildung eines der oben beschriebenen Pendeltilger 20 dargestellt.

Dieser umfaßt eine im wesentlichen scheibenförmige Tilgermasse 25, welche einstückig mit einem Schwenkarm 26 verbunden ist. Der Schwenkarm 26 ist am Pendelfußpunkt 23 mit dem Rotor 6 (siehe Fig. 2) drehbar verbunden, indem er z.B. um einen am Rotorträger 16 seitlich vorstehenden Zylinderbolzen 23 herum geführt und z.B. über ein Kugellager 27 festgelegt ist. Theoretisch kann der Pendeltilger 20 auch um 360° drehbar sein. Durch geeignete Ausgestaltung des Schwenklagers oder die Anordnung von Rückstellmitteln wird ein eingeschränkter Schwenkbereich α in Umfangsrichtung aus den oben genannten Gründen jedoch bevorzugt. Der Pendeltilger 20 ist einstückig aus Metall, vorzugsweise Eisen, gefertigt. Aus Gründen der Toleranzen und Geräuscentwicklung ist er mit Gummi oder einem gleichartigen Polymer ummantelt.

[0024] Die im Rotor der elektrischen Maschine 4 eingebauten drehzahlabhängig arbeitenden Pendeltilger 20 können in einem Kraftfahrzeug bewirken, daß die Drehungleichförmigkeiten z.B. bis auf 20% und mehr reduziert werden. Darüber hinaus wird die elektrische Maschine 4 auch als aktiver Drehschwingungsdämpfer betrieben, um die noch verbleibenden Ungleichförmigkeiten, insbesondere diejenigen höherer Ordnung, die vom Tilgersystem nicht beeinflusst werden können, bis auf Null zu reduzieren. Hierfür werden die Erregerströme der Statorspulen 9 von einer Steuerungsvorrichtung 30 derart gesteuert, daß die von der elektrischen Maschine 6 übertragenen Momente den verbleibenden Drehmomentschwankungen gegenphasig entgegenwirken. Die Information über die aktuelle Drehzahl der Kurbelwelle 4 erhält die Steuerung 30 über einen dem Rotor 8 der elektrischen Maschine 6 zugeordneten Drehzahlsensor 31.

[0025] Daneben kann die elektrische Maschine 6 auch die Funktion eines Anlassers zum Starten des Verbrennungsmotors 2 und/oder einer Lichtmaschine zur Energieversorgung des Fahrzeuges übernehmen. Hierfür werden die Erregerströme der Statorspulen 9 von der Steuerungsvorrichtung 30 derart beeinflusst, daß beim Betätigen des Anlasserschlüssels die elektrische Maschine 6 als Motor (Anlasser) arbeitet und danach in einen Generatorbetrieb umgeschaltet wird.

[0026] Daneben kann die elektrische Maschine 6 auch als generatorische Bremse zur verschleißfreien Fahrzeugbremsung mit Rekuperation der Bremsenergie (sogenannte Retarderfunktion) sowie zur Antriebs- und Beschleunigungsunterstützung des Verbrennungsmotors (sogenannte Boosterfunktion) dienen.

Patentansprüche

1. Antriebsanordnung mit einem von einem Antriebsaggregat (2) betriebenen Antriebsstrang (4) und einer dazu funktionell parallel angeordneten elektrischen Maschine (6), welche einen Stator (10) und einen am Antriebsstrang (4) festgelegten Rotor (8)

- aufweist, wobei im Rotor (8) der elektrischen Maschine (6) ein Drehschwingungstilger integriert ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere pendelartig aufgehängte Tilgermasse(n) (20) am Rotor (8) angeordnet oder mit dem Rotor (8) koppelbar ist/sind. 5
2. Antriebsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (8) der elektrischen Maschine (6) bezüglich seiner elektrischen und magnetischen Funktionen innen hohl ausgebildet und die Tilgermasse(n) im Hohlraum des Rotors (8) untergebracht ist/sind. 10
3. Antriebsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (8) ein radial außen liegendes, elektrisch aktives Teil (12, 13) und ein demgegenüber innen liegendes Trägerteil (16) aufweist, welches das elektrisch aktive Teil (12, 13) mit dem Antriebsstrang (4) verbindet, wobei am Trägerteil (16) seitlich - ein- oder beidseitig - eine oder mehrere Tilgermasse(n) (20) schwenkbar festgelegt ist/sind. 15 20
4. Antriebsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die am Trägerteil (16) schwenkbar gelagerte(n) Trägermasse(n) (20) in einem radial außen liegenden Bereich angeordnet ist/sind. 25
5. Antriebsanordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Tilgermasse (20) durch zumindest ein mechanisches Rückstellmittel (24) im nicht-drehenden Zustand des Rotors (8) in eine vorgegebene Ruheposition bringbar ist. 30 35
6. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Tilgermasse (20) derart gelagert ist, daß sie um ein oder mehrere Pendelfußpunkte schwenkbar ist. 40
7. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Tilgermasse (20) einstückig aus einer Pendelmasse (25) und einem daran anschließenden Pendelarm (26) aufgebaut ist. 45
8. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Tilgermasse (20) mit einem elastischen Material, z.B. Gummi oder einem anderen Polymermaterial, ummantelt ist. 50
9. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Tilgermasse (20) aus einer mit Metallteilen gefüllte Gummi- oder Elastomermischung gefertigt ist. 55
10. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (6) zusätzlich als aktiver Drehschwingungsdämpfer ausgebildet ist, der über den Rotor (8) Drehungleichförmigkeiten kompensierende Momente erzeugt.
11. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (6) als Starter zum starten eines Verbrennungsmotors ausgebildet ist.
12. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (6) auch als Generator zur Versorgung elektrischer Verbraucher und/oder mindestens einer Fahrzeugbatterie ausgebildet ist.
13. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (6) auch als generatorische Fahrzeugbremse ausgebildet ist, wobei die erzeugte Energie zur Wiedergewinnung gespeichert wird.
14. Antriebsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (6) als Antrieb eines Fahrzeuges, insbesondere als Antriebshilfe, bevorzugt als Beschleunigungsunterstützung, des Fahrzeuges neben dem Verbrennungsmotor dient.

FIG. 1

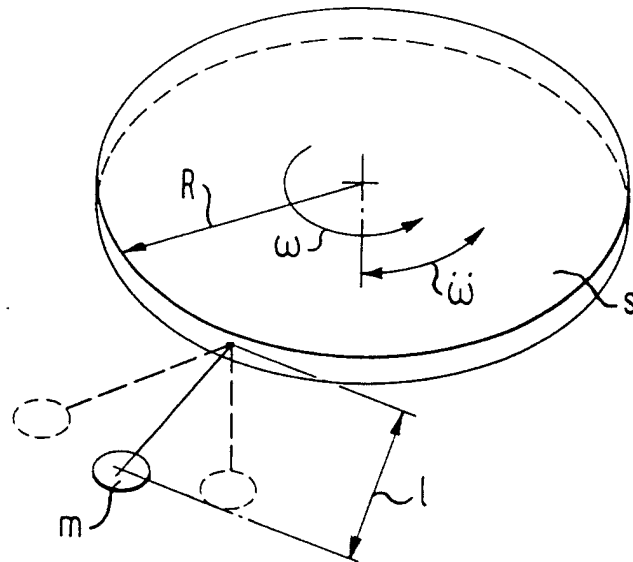


FIG. 3

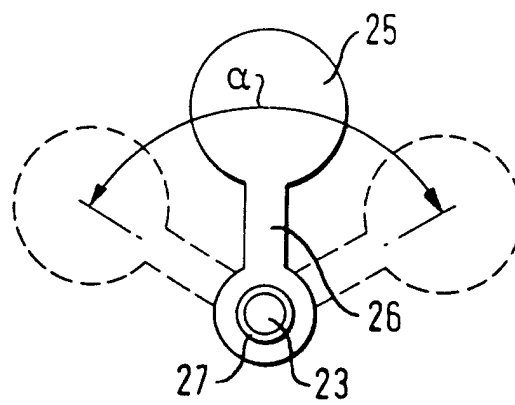


FIG. 2

