



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 222 468.9**

(22) Anmeldetag: **16.11.2016**

(43) Offenlegungstag: **17.05.2018**

(51) Int Cl.: **F16F 15/14 (2006.01)**

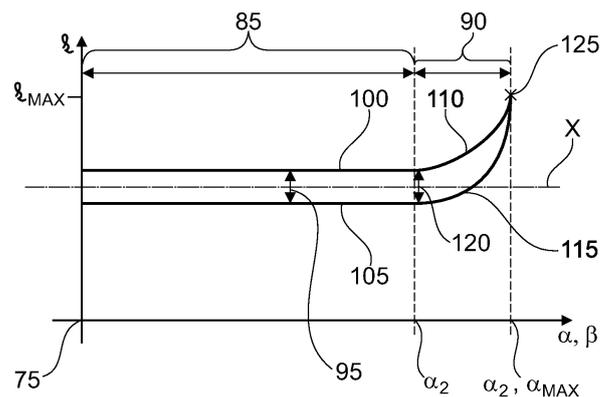
(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Vögtle, Benjamin, 76137 Karlsruhe, DE; Wahl,
Peter, 76744 Wörth, DE; Krause, Thorsten, 77815
Bühl, DE; Metz, Sean, Smithville, Ohio, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fliehkraftpendel und Antriebssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fliehkraftpendel und ein Antriebssystem mit solch einem Fliehkraftpendel, wobei das Fliehkraftpendel eine Fliehkraftpendeleinrichtung mit einem Pendelflansch, eine Koppeleinrichtung und eine Pendelmasse umfasst, wobei die Koppeleinrichtung die Pendelmasse mit dem Pendelflansch koppelt, wobei die Koppeleinrichtung ausgebildet ist, die Pendelmasse ausgehend von einer Ruhelage über einen Schwingwinkel relativ zum Pendelflansch entlang einer Pendelbahn zu einer Auslenkungsposition zu führen, wobei die Pendelbahn einen ersten Abschnitt und wenigstens einen zweiten Abschnitt aufweist, wobei der erste Abschnitt durch die Ruhelage und einen ersten Schwingwinkel begrenzt wird, wobei der zweite Abschnitt der Pendelbahn an den ersten Schwingwinkel angrenzt und durch einen zweiten Schwingwinkel begrenzt wird, wobei der zweite Schwingwinkel größer ist als der erste Schwingwinkel, wobei im ersten Abschnitt eine Abstimmungsordnung des Fliehkraftpendels über den Schwingwinkel im Wesentlichen konstant ist, wobei im zweiten Abschnitt die Abstimmungsordnung mit zunehmendem Schwingwinkel von der Abstimmungsordnung im ersten Abschnitt abweicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fliehkraftpendel gemäß Patentanspruch 1 und ein Antriebssystem gemäß Patentanspruch 9.

[0002] Aus der US 6,450,065 ist ein drehzahladaptiver Schwingungstilger für eine um eine Achse rotierbare Welle bekannt.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Fliehkraftpendel und ein verbessertes Antriebssystem bereitzustellen.

[0004] Diese Aufgabe wird mittels eines Fliehkraftpendels gemäß Patentanspruch 1 und eines Antriebssystems gemäß Patentanspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Es wurde erkannt, dass ein verbessertes Fliehkraftpendel dadurch bereitgestellt werden kann, dass das Fliehkraftpendel drehbar um eine Drehachse lagerbar ist, wobei das Fliehkraftpendel eine erste Fliehkraftpendeleinrichtung mit einem Pendelflansch, eine Koppereinrichtung und eine Pendelmasse umfasst, wobei die Koppereinrichtung die Pendelmasse mit dem Pendelflansch koppelt. Die Koppereinrichtung ist ausgebildet, die Pendelmasse ausgehend von einer Ruhelage über einen Schwingwinkel relativ zum Pendelflansch entlang einer Pendelbahn zu einer Auslenkungsposition zu führen. Die Pendelbahn weist einen ersten Abschnitt und wenigstens einen zweiten Abschnitt auf. Der erste Abschnitt ist durch die Ruhelage und einen ersten Schwingwinkel begrenzt. Der zweite Abschnitt der Pendelbahn grenzt an den ersten Schwingwinkel an und wird durch einen zweiten Schwingwinkel begrenzt. Der zweite Schwingwinkel ist größer als der erste Schwingwinkel. Im ersten Abschnitt ist eine Abstimmungsordnung des Fliehkraftpendels über den Schwingwinkel im Wesentlichen konstant. Im zweiten Abschnitt weicht die Abstimmungsordnung mit zunehmendem Schwingwinkel von der Abstimmungsordnung im ersten Abschnitt ab.

[0006] Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass mit zunehmendem Schwingwinkel im zweiten Abschnitt die Pendelmasse in ihrer Bewegung abgebremst wird und ein Anschlagen der Pendelmasse an einem Ende der Pendelbahn vermieden wird. Alternativ wird durch das Abbremsen eine Anschlagenergie beim Anschlagen der Pendelmasse am Ende der Pendelbahn reduziert. Dadurch ist das Fliehkraftpendel besonders geräuscharm. Ferner wird eine Zerstörung der Koppereinrichtung über die Lebenszeit des Fliehkraftpendels vermieden.

[0007] In einer weiteren Ausführungsform ist im zweiten Abschnitt die Abweichung der Abstimmungs-

ordnung der Pendelbahn zu der Abstimmungsordnung im ersten Abschnitt derart gewählt, dass mit zunehmendem Schwingwinkel die Pendelmasse entlang der Pendelbahn in ihrer Bewegung abgebremst wird.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform steigt die Abstimmungsordnung mit zunehmendem Schwingwinkel im zweiten Abschnitt an. Ferner weist im zweiten Schwingwinkel die Abstimmungsordnung ein globales Abstimmungsordnungsmaximum auf.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform weist im ersten Abschnitt die Abstimmungsordnung ein weiteres Abstimmungsordnungsmaximum auf. Ein erstes Verhältnis des weiteren Abstimmungsordnungsmaximums im ersten Abschnitt zu dem Abstimmungsordnungsmaximum im zweiten Abschnitt weist einen ersten Wert auf. Der erste Wert liegt in einem Bereich von 0,5 bis 1,1, vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,55 bis 0,9, insbesondere vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,6 bis 0,7.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform weist das Fliehkraftpendel eine weitere Fliehkraftpendeleinrichtung mit einer weiteren Koppereinrichtung und einer weiteren Pendelmasse auf. Die weitere Koppereinrichtung koppelt die weitere Pendelmasse mit dem Pendelflansch. Die weitere Koppereinrichtung führt die weitere Pendelmasse ausgehend von einer weiteren Ruhelage über einen weiteren Schwingwinkel relativ zum Pendelflansch entlang einer weiteren Pendelbahn zu einer Auslenkungsposition. Die weitere Pendelbahn ist vorzugsweise identisch zu der Pendelbahn ausgebildet. Zwischen der Pendelmasse und der weiteren Pendelmasse ist eine Federeinrichtung angeordnet. Die Federeinrichtung koppelt die Pendelmasse mit der weiteren Pendelmasse.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform ist der zweite Abschnitt der Pendelbahn derart ausgestaltet, dass mit zunehmendem Schwingwinkel die Pendelmasse entlang der Pendelbahn in ihrer Bewegung abgebremst wird und eine Überlastung der Federeinrichtung vermieden wird.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform weist die Koppereinrichtung ein Koppelmittel, eine erste Führungsbahn und eine zweite Führungsbahn auf, wobei das Koppelmittel an der ersten Führungsbahn und an der zweiten Führungsbahn anliegt, wobei die erste Führungsbahn und die zweite Führungsbahn die Pendelbahn festlegen, wobei bei Erreichen des zweiten Schwingwinkels das Koppelmittel an einem Ende der ersten Führungsbahn und/oder der zweiten Führungsbahn anschlägt oder wobei bei Erreichen des zweiten Schwingwinkels das Koppelmittel beabstandet zu einem Ende der ersten Führungsbahn und/oder der zweiten Führungsbahn angeordnet ist.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform weist ein zweites Verhältnis des ersten Schwingwinkels zu dem zweiten Schwingwinkel einen zweiten Wert auf, wobei der zweite Wert in einem Bereich von 0,45 bis 0,95, vorzugsweise in einem Bereich von 0,55 bis 0,85, insbesondere in einem Bereich von 0,65 bis 0,75, liegt.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform weist das Antriebssystem einen Antriebsmotor, vorzugsweise eine Brennkraftmaschine, und ein oben beschriebenes Fliehkraftpendel auf, wobei der Antriebsmotor eine Anordnungsordnung aufweist, wobei im ersten Abschnitt der Pendelbahn die Abstimmungsordnung im Wesentlichen der Anordnungsordnung entspricht, wobei im zweiten Abschnitt die Abstimmungsordnung zunehmend über den Schwingwinkel von der Anordnungsordnung abweicht.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform liegt im ersten Abschnitt die Abstimmungsordnung in einem Toleranzband bezogen auf die Anordnungsordnung, wobei das Toleranzband eine maximale Abweichung von ± 10 Prozent der Anordnungsordnung, insbesondere ± 5 Prozent der Anordnungsordnung, aufweist.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform ist der Antriebsmotor als Brennkraftmaschine ausgebildet, wobei die Brennkraftmaschine eine vordefinierte Anzahl von aktivierten Zylindern aufweist, wobei die Anzahl zwei aktivierte Zylinder oder drei aktivierte Zylinder oder vier aktivierte Zylinder ist. Dabei wird unter einem aktivierten Zylinder ein Zylinder der Brennkraftmaschine verstanden, bei dem ein Brennstoffluftgemisch in regelmäßigen Abständen gezündet wird.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems;

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Fliehkraftpendel; und

Fig. 3 ein Diagramm einer Abstimmungsordnung aufgetragen über dem Schwingwinkel.

[0018] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines Antriebssystems **1** eines Kraftfahrzeugs. Das Antriebssystem **1** umfasst einen Antriebsstrang **2** eines Kraftfahrzeugs.

[0019] Der Antriebsstrang **2** weist einen Antriebsmotor **3** und vorzugsweise eine Übersetzungseinrichtung **4** auf. Der Antriebsmotor **3** ist in der Ausführungsform beispielhaft als Brennkraftmaschine ausgebildet. Zwischen der Übersetzungseinrichtung **4** und dem Antriebsmotor **3** kann der Antriebsstrang **2** weitere Komponenten aufweisen. So weist beispielsweise der Antriebsstrang **2** eine Kupplungseinrichtung

5 und ein Fliehkraftpendel **10** auf. Das Fliehkraftpendel **10** kann abtriebsseitig mit der Kupplungseinrichtung **5** verbunden sein. Die Kupplungseinrichtung **5** dient dazu, einen Drehmomentfluss zwischen dem Antriebsmotor **3** und der Übersetzungseinrichtung **4** schaltbar zu unterbrechen oder der Übersetzungseinrichtung **4** bereitzustellen.

[0020] Der Antriebsmotor **3** ist in der Ausführungsform als periodisch arbeitende Antriebsmaschine, beispielsweise als Brennkraftmaschine, ausgebildet. Im Betrieb des Antriebssystems **1** stellt der Antriebsmotor **3** eine Antriebsleistung mit einem Drehmoment und einer Drehzahl n bereit. Dabei tritt bei dem Antriebsmotor **3** eine die Rotationsbewegung überlagernde Drehschwingung auf, deren Frequenz f_{AN} sich mit der Drehzahl n ändert. Zur Verringerung der Drehschwingung weist das Antriebssystem **1** das Fliehkraftpendel **10** auf. Vorzugsweise ist die Brennkraftmaschine **3** als kleinzyklindrische Brennkraftmaschine **3** ausgebildet und weist eine vordefinierte Anzahl von Zylindern auf, wobei die Anzahl zwei aktivierte Zylinder oder drei aktivierte Zylinder oder vier aktivierte Zylinder ist. Auch kann der Antriebsmotor **3** eine Zylinderabschaltung aufweisen, bei der ein Teil der vorhandenen Zylinder deaktiviert wird und die Antriebsleistung nur von den aktivierten Zylindern bereitgestellt wird.

[0021] **Fig. 2** zeigt eine schematische Draufsicht auf das in **Fig. 1** gezeigte Fliehkraftpendel **10**. Das Fliehkraftpendel **10** ist drehbar um eine Drehachse **15** gelagert. Das Fliehkraftpendel **10** weist in der Ausführungsform beispielhaft eine Fliehkraftpendeleinrichtung **20** und wenigstens eine in Umfangsrichtung zu der Fliehkraftpendeleinrichtung **20** versetzt angeordnete weitere Fliehkraftpendeleinrichtung **25** auf. In der Ausführungsform sind beispielhaft vier Fliehkraftpendeleinrichtungen **20**, **25** vorgesehen. Selbstverständlich kann die Anzahl der Fliehkraftpendeleinrichtungen **20**, **25** auch andersartig als in **Fig. 1** gezeigt gewählt sein.

[0022] Die Fliehkraftpendeleinrichtung **20**, **25** umfasst einen Pendelflansch **30**, eine Pendelmasse **35** und eine Koppelinrichtung **40**. In der Ausführungsform teilen sich die Fliehkraftpendeleinrichtung **20** und die weitere Fliehkraftpendeleinrichtung **25** den Pendelflansch **30**. Auch ist denkbar, dass die Fliehkraftpendeleinrichtung **20** und die weitere Fliehkraftpendeleinrichtung **25** unterschiedliche Pendelflansche **30** aufweisen.

[0023] Die Koppelinrichtung **40** ist in der Ausführungsform als Kulissenführung ausgebildet und koppelt die Pendelmasse **35** mit dem Pendelflansch **30**. Dabei weist beispielhaft die Koppelinrichtung **40** eine erste Aussparung **45** mit einer als erste Führungsbahn ausgebildeten ersten Aussparungskontur **50** und eine zweite Aussparung **55** mit einer als zweite

Führungsbahn ausgebildeten zweiten Aussparungskontur **60** sowie ein Koppelmittel **65** auf. In der Ausführungsform ist beispielhaft die erste Aussparung **45** in der Pendelmasse **35** und die zweite Aussparung **55** im Pendelflansch **30** angeordnet. Die erste Aussparung **45** und die zweite Aussparung **55** sind beispielhaft nierenförmig ausgebildet. Dabei ist beispielhaft die erste Aussparung **45** radial nach außen hin gerichtet, sodass Enden der ersten Aussparung **45** radial außenseitig und ein mittlerer Bereich der ersten Aussparung **45** radial innenseitig zu den Enden der ersten Aussparung **45** angeordnet sind. Die zweite Aussparung **55** ist in umgekehrter Richtung zu der ersten Aussparung **45** radial nach innen hin gerichtet, wobei Enden der zweiten Aussparung **55** radial innenseitig und ein mittlerer Bereich der zweiten Aussparung **55** radial außenseitig zu den Enden der zweiten Aussparung **55** angeordnet sind.

[0024] Die erste Aussparung **45** und die zweite Aussparung **55** überlappen sich in axialer Richtung abschnittsweise und werden durch das Koppelmittel **65** durchgriffen. Das Koppelmittel **65** ist in der Ausführungsform beispielhaft als Pendelrolle ausgebildet.

[0025] Die weitere Fliehkraftpendeleinrichtung **25** ist in der Ausführungsform identisch zu der Fliehkraftpendeleinrichtung **20** ausgebildet und weist eine weitere Pendelmasse **135** und eine weitere Koppelinrichtung **140** auf. Die weitere Koppelinrichtung **140** koppelt die weitere Pendelmasse **135** mit dem Pendelflansch **30**. Die weitere Koppelinrichtung **140** ist vorzugsweise identisch zu der Koppelinrichtung **40** ausgebildet.

[0026] Von besonderem Vorteil ist, wenn zwischen der Pendelmasse **35** der Fliehkraftpendeleinrichtung **20** und der weiteren Pendelmasse **135** eine Federeinrichtung **180** vorgesehen ist. Die Federeinrichtung **180** koppelt die Pendelmasse **35** mit der weiteren Pendelmasse **135**. Dabei erstreckt sich die Federeinrichtung **180** in Umfangsrichtung und ist vorzugsweise auf einer Kreisbahn um die Drehachse **15** angeordnet. Dabei kann die Federeinrichtung **180** beispielsweise als Bogenfeder ausgebildet sein. Auch kann die Federeinrichtung **180** eine zylindrische Ausgestaltung aufweisen, wobei sich die Federeinrichtung **180** auf einer Tangente zu einer Kreisbahn um die Drehachse **15** erstreckt.

[0027] Im Betrieb des Fliehkraftpendels **10** rotiert das Fliehkraftpendel **10** um die Drehachse **15**. Dabei wird die Pendelmasse **35** durch die auf die Pendelmasse **35** wirkende Fliehkraft radial nach außen gezogen, sodass das Koppelmittel **65** sowohl an der ersten Aussparungskontur **50** als auch an der zweiten Aussparungskontur **60** anliegt. Die erste Aussparungskontur **50** und die zweite Aussparungskontur **60** legen zusammen mit der geometrischen Ausgestal-

tung des Koppelmittels **65** eine Pendelbahn **70** der Pendelmasse **35** geometrisch fest.

[0028] Die Pendelbahn **70** weist eine Ruhelage **75** auf. In der Ruhelage **75** weist die Pendelmasse **35** den größtmöglichen Abstand zur Drehachse **15** auf. Die Ruhelage **75** nimmt die Pendelmasse **35** dann ein, wenn die Pendelmasse **35** während der Rotation nicht zum Pendeln angeregt wird. Das Fliehkraftpendel **10** wird als drehzahladaptiv bezeichnet, da das Fliehkraftpendel **10** Drehschwingungen über einen größeren Drehzahlbereich, idealerweise den gesamten Drehzahlbereich des Antriebsmotors **3** tilgen kann. Dem Fliehkraftpendel **10** liegt das Prinzip zugrunde, dass die Pendelmasse **35** fliehkraftbedingt bestrebt ist, die Drehachse **15** im größtmöglichen Abstand zu der Drehachse **15** zu umkreisen.

[0029] Wird die Drehschwingung in das Fliehkraftpendel **10** eingeleitet, so wird die Pendelmasse **35** aus der Ruhelage **75** in eine Auslenkungsposition **80** ausgelenkt und pendelt dabei entlang der Pendelbahn **70**. In der Auslenkungsposition **80** weist die Pendelmasse **35** einen gegenüber der Ruhelage **75** reduzierten Abstand zu der Drehachse **15** auf. Wird die Pendelmasse **35** aus der Ruhelage **75** ausgelenkt, so weist die Pendelmasse **35** gegenüber der Ruhelage **75** einen Schwingwinkel α auf. Je größer der Schwingwinkel α dabei ist, desto geringer ist der Abstand der Pendelmasse **35** zu der Drehachse **15**. Die Pendelbahn **70** wird durch einen maximalen Schwingwinkel α_{MAX} begrenzt. Im maximalen Schwingwinkel α_{MAX} schlägt das Koppelmittel **65** an einem Ende der Aussparung **45, 55** an. Das Anschlagen führt zu einer unerwünschten Geräuschentwicklung und kann ferner zu einer Beschädigung des Koppelmittels **65** und/oder der Aussparung **45, 55** führen. Ferner ist im maximalen Schwingwinkel α_{MAX} der Abstand der Pendelmasse **35** zu der Drehachse **15** am geringsten von allen möglichen Positionen auf der Pendelbahn **70**.

[0030] Die weitere Koppelinrichtung **140** führt die weitere Pendelmasse **135** ausgehend von einer weiteren Ruhelage **175** entlang eines weiteren Schwingwinkels β relativ zum Pendelflansch **30** entlang einer weiteren Pendelbahn **170**. Die weitere Pendelbahn **170** ist vorzugsweise identisch zu der Pendelbahn **70** ausgebildet. Dies bewirkt, dass bei Einleitung von Drehschwingungen die beiden Pendelmassen **35, 135** synchron pendeln, sodass der weitere Schwingwinkel β identisch zum Schwingwinkel α ist.

[0031] Das Fliehkraftpendel **10** hat eine Drehzahl n proportionale Eigenfrequenz f_{FK} , sodass Drehschwingungen mit Frequenzen, die zu der Drehzahl n des Antriebsmotors **3** in gleicher Weise proportional sind, über einen großen Drehzahlbereich getilgt werden können. Dabei gilt, dass: $f_{\text{FK}}=k \cdot n$ ist. Dabei ist k eine Abstimmungsordnung des Fliehkraftpendels **10** und

n die Drehzahl des Fliehkraftpendels **10**, mit dem das Fliehkraftpendel **10** um die Drehachse **15** rotiert.

[0032] Der Antriebsmotor **3** ist in der Ausführungsform als Viertakt-Brennkraftmaschine ausgebildet. Aufgrund der Zündfolge und der Arbeitstakte entspricht dabei eine Anregungsordnung **x** des Antriebsmotors **3** einer halben Anzahl der aktiven Zylinder. So ist beispielsweise bei einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine ohne Zylinderabschaltung die Anregungsordnung **x** gleich 2. Selbstverständlich kann auch die Anregungsordnung **x** einen anderen Wert aufweisen. So ist beispielsweise bei einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine mit sechs aktiv geschalteten Zylindern (ohne Zylinderabschaltung) die Anregungsordnung **x** gleich 3. Weist die Brennkraftmaschine eine Zylinderabschaltung auf, bei der beispielsweise die Hälfte der Zylinder der Brennkraftmaschine bei Zylinderabschaltung deaktiviert werden, so ist entsprechend ebenso auch die Anregungsordnung **x** andersartig als im Zustand, in dem alle Zylinder aktiviert sind. So weist beispielsweise die Sechszylinder-Brennkraftmaschine mit einer Zylinderabschaltung von drei Zylindern eine Anregungsordnung von x gleich 1,5 auf.

[0033] Fig. 3 zeigt ein Diagramm der Abstimmungsordnung **k** aufgetragen über dem Schwingwinkel α .

[0034] In Fig. 3 ist die Abstimmungsordnung **k** gegenüber dem Schwingwinkel α aus der Ruhelage **75** heraus in einer Richtung der Pendelbahn **70** dargestellt. In der Ausführungsform ist die Pendelbahn **70** in beide Richtungen symmetrisch ausgebildet, sodass das in Fig. 3 gezeigte Diagramm beidseitig unabhängig der Pendelrichtung der Pendelmasse **35** entlang der Pendelbahn **70** gilt. Ferner ist in Fig. 3 mittels einer strichlierten Linie die Anregungsordnung **x** des Antriebsmotors **3** symbolisch aufgezeigt. Die Anregungsordnung **x** ist über den Schwingwinkel α konstant.

[0035] Die Pendelbahn **70** weist einen ersten Abschnitt **85** und wenigstens einen zweiten Abschnitt **90** auf. Der erste Abschnitt **85** wird durch die Ruhelage **75** und einen vordefinierten ersten Schwingwinkel α_1 begrenzt. Der zweite Abschnitt **90** der Pendelbahn **70** wird durch den vordefinierten ersten Schwingwinkel α_1 und einen vordefinierten zweiten Schwingwinkel α_2 begrenzt. Der erste Schwingwinkel α_1 ist dabei kleiner als der zweite Schwingwinkel α_2 . Im ersten Abschnitt **85** ist die Abstimmungsordnung **k** des Fliehkraftpendels **10** im Wesentlichen über den Schwingwinkel α konstant. Im zweiten Abschnitt **90** weicht die Abstimmungsordnung **k** mit zunehmendem Schwingwinkel α von der Abstimmungsordnung **k** im ersten Abschnitt **85** ab.

[0036] Im ersten Abschnitt **85** ist die Abstimmungsordnung **k** auf die Anregungsordnung **x** des Antriebsmotors **3** abgestimmt. Dabei wird unter einer Abstimm-

ung verstanden, dass die Abstimmungsordnung **k** im Wesentlichen identisch zur Anregungsordnung **x** ist. Auch kann unter der Abstimmung der Abstimmungsordnung **k** auf die Anregungsordnung **x** verstanden werden, dass die Abstimmungsordnung **k** um einen vordefinierten Wert y von der Anregungsordnung **x** abweicht.

[0037] In der Ausführungsform ist beispielhaft die Abstimmungsordnung **k** mittels eines ersten Toleranzbands **95** auf die Anregungsordnung **x** abgestimmt. Das erste Toleranzband **95** ist dabei derart gewählt, dass die Abstimmungsordnung **k** ein erstes Abstimmungsordnungsmaximum **100** und ein erstes Abstimmungsordnungsminimum **105** aufweist. Dabei ist das erste Abstimmungsordnungsmaximum **100** im ersten Abschnitt **85** der Pendelbahn **70** über den Schwingwinkel α größer ist als die Anregungsordnung **x**. Ferner ist das erste Abstimmungsordnungsminimum **105** im ersten Abschnitt **85** der Pendelbahn **70** über den Schwingwinkel α kleiner ist als die Anregungsordnung **x**. Das erste Toleranzband **95** kann eine Abweichung von ± 10 Prozent der Anregungsordnung **x**, insbesondere ± 5 Prozent der Anregungsordnung **x**, betragen.

[0038] Oberhalb des ersten vordefinierten Schwingwinkels α_1 sind im zweiten Abschnitt **90** der Pendelbahn **70** die Aussparungskonturen **50**, **60** derart geometrisch ausgestaltet, dass mit zunehmendem Schwingwinkel α vom ersten Schwingwinkel α_1 hin zum zweiten Schwingwinkel α_2 die Abstimmungsordnung **k** von der Abstimmungsordnung **k** im ersten Abschnitt **85** abweicht. Dabei ist die geometrische Ausgestaltung der Aussparungskontur **50**, **60** derart gewählt, dass im zweiten Abschnitt **90** mit zunehmendem Schwingwinkel α die Abstimmungsordnung **k** zunimmt. Dies führt dazu, dass bei Einleitung der starken Drehschwingung in den Pendelflansch **30** die Pendelmasse **35** aus der Ruhelage **75** heraus entlang der Pendelbahn **70** den ersten Abschnitt **85** durchschwingt, während im zweiten Abschnitt **90** durch das Ansteigen der Abstimmungsordnung **k** gegenüber dem ersten Abschnitt **85** die Pendelmasse **35** in ihrer Bewegung zum zweiten Schwingwinkel α_2 hin abgebremst wird. Die Verstimmung der Abstimmungsordnung **k** im zweiten Abschnitt **90** der Pendelbahn **70** oberhalb des ersten Schwingwinkels α_1 bewirkt, dass zum Ende der Pendelbahn **70** hin die Schwingbewegung der Pendelmasse **35** gegenüber dem Pendelflansch **30** deutlich verlangsamt wird und eine Anschlagenergie im zweiten Schwingwinkel α_2 reduziert oder im zweiten Schwingwinkel α_2 gar vollständig abgebaut ist. Zusätzlich hat das oben beschriebene Fliehkraftpendel **10** den Vorteil, dass durch das Abbremsen der Pendelmassen **35** im zweiten Abschnitt **90** der Pendelbahn **70** eine Überlastung der Federeinrichtung **180** vermieden wird.

[0039] In einer alternativen Ausführungsform schlägt bei Erreichen des zweiten Schwingwinkels α_2 das Koppelmittel **65** an einem Ende der ersten Aussparungskontur **50** und/oder an einem anderen Ende der zweiten Aussparungskontur **60** an, sodass der maximale Schwingwinkel α_{MAX} und der zweite Schwingwinkel α_2 zusammenfallen.

[0040] Von besonderem Vorteil ist, wenn im zweiten Schwingwinkel α_2 die Pendelbahn **70** ein zweites Abstimmungsordnungsmaximum **110** und ein zweites Abstimmungsordnungsminimum **115** aufweist. Am Beginn des zweiten Abschnitts **90** liegen das zweite Abstimmungsordnungsmaximum **110** und das zweite Abstimmungsordnungsminimum **115** innerhalb eines zweiten Toleranzbands **120**. Das zweite Toleranzband **120** kann eine Abweichung von ± 10 Prozent der Anregungsordnung x , insbesondere ± 5 Prozent der Anregungsordnung x , betragen.

[0041] Mit zunehmenden Schwingwinkel α verlässt die Abstimmungsordnung k das zweite Toleranzband **120**. Im zweiten Schwingwinkel α_2 weist die Pendelbahn **70** ein globales Abstimmungsmaximum **125** auf. Dabei ist von besonderem Vorteil, wenn ein Verhältnis des ersten Abstimmungsordnungsmaximums **100** im ersten Abschnitt **85** zu dem globalen Abstimmungsordnungsmaximum **125** einen ersten Wert aufweist, wobei der erste Wert in einem Bereich von 0,5 bis 1,1, vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,55 bis 0,9, insbesondere vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,6 bis 0,7, liegt.

[0042] Ferner ist von Vorteil, wenn ein zweites Verhältnis des ersten Schwingwinkels α_1 zu dem zweiten Schwingwinkel α_2 einen zweiten Wert aufweist, wobei der zweite Wert in einem Bereich von 0,45 bis 0,95, vorzugsweise in einem Bereich von 0,55 bis 0,85, insbesondere in einem Bereich von 0,65 bis 0,75, liegt.

[0043] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

- 1** Antriebssystem
- 2** Antriebsstrang
- 3** Antriebsmotor
- 4** Übersetzungseinrichtung
- 5** Kupplungseinrichtung
- 10** Fliehkraftpendel

- 15** Drehachse
- 20** Fliehkraftpendeleinrichtung
- 25** weitere Fliehkraftpendeleinrichtung
- 30** Pendelflansch
- 35** Pendelmasse
- 40** Koppeleinrichtung
- 45** erste Aussparung
- 50** erste Aussparungskontur
- 55** zweite Aussparung
- 60** zweite Aussparungskontur
- 65** Koppelmittel
- 70** Pendelbahn
- 75** Ruhelage
- 80** Auslenkungsposition
- 85** erster Abschnitt
- 90** zweiter Abschnitt
- 95** erstes Toleranzband
- 100** erstes Abstimmungsordnungsmaximum
- 105** erstes Abstimmungsordnungsminimum
- 110** zweites Abstimmungsordnungsmaximum
- 115** zweites Abstimmungsordnungsminimum
- 120** zweites Toleranzband
- 125** globales Abstimmungsordnungsmaximum
- α Schwingwinkel
- 110** zweites Abstimmungsordnungsmaximum
- 135** weitere Pendelmasse
- 140** weitere Koppeleinrichtung
- 170** weitere Pendelbahn
- 175** weitere Ruhelage
- 180** Federeinrichtung
- α_1 erster Schwingwinkel
- α_2 zweiter Schwingwinkel
- α_{MAX} maximaler Schwingwinkel
- β weiterer Schwingwinkel
- x Anregungsordnung
- k Abstimmungsordnung
- n Drehzahl

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

- US 6450065 [0002]

Patentansprüche

1. Fliehkraftpendel (10), das drehbar um eine Drehachse (15) lagerbar ist,

- wobei das Fliehkraftpendel (10) eine Fliehkraftpendeleinrichtung (20, 25) mit einem Pendelflansch (30), eine Koppeleinrichtung (40) und eine Pendelmasse (35) umfasst,
- wobei die Koppeleinrichtung (40) die Pendelmasse (35) mit dem Pendelflansch (30) koppelt,
- wobei die Koppeleinrichtung (40) ausgebildet ist, die Pendelmasse (35) ausgehend von einer Ruhelage (75) über einen Schwingwinkel (α) relativ zum Pendelflansch (30) entlang einer Pendelbahn (70) zu einer Auslenkungsposition (80) zu führen,
- wobei die Pendelbahn (70) einen ersten Abschnitt (85) und wenigstens einen zweiten Abschnitt (90) aufweist,
- wobei der erste Abschnitt (85) durch die Ruhelage (75) und einen ersten Schwingwinkel (α_1) begrenzt wird,
- wobei der zweite Abschnitt (90) der Pendelbahn (70) an den ersten Schwingwinkel (α_1) angrenzt und durch einen zweiten Schwingwinkel (α_2) begrenzt wird,
- wobei der zweite Schwingwinkel (α_2) größer ist als der erste Schwingwinkel (α_1),
- wobei im ersten Abschnitt (85) eine Abstimmungsordnung (k) des Fliehkraftpendels (10) über den Schwingwinkel (α) im Wesentlichen konstant ist,
- wobei im zweiten Abschnitt (90) die Abstimmungsordnung (k) mit zunehmendem Schwingwinkel (α) von der Abstimmungsordnung (k) im ersten Abschnitt (85) abweicht.

2. Fliehkraftpendel (10) nach Anspruch 1,

- wobei im zweiten Abschnitt (90) die Abweichung der Abstimmungsordnung (k) der Pendelbahn (70) zu der Abstimmungsordnung (k) im ersten Abschnitt (85) derart gewählt ist, dass mit zunehmendem Schwingwinkel (α) die Pendelmasse (35) entlang der Pendelbahn (70) in ihrer Bewegung abgebremst wird.

3. Fliehkraftpendel (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei die Abstimmungsordnung (k) mit zunehmenden Schwingwinkel (α) im zweiten Abschnitt (90) ansteigt,
- wobei im zweiten Schwingwinkel (α_2) die Abstimmungsordnung (k) ein globales Abstimmungsordnungsmaximum (125) aufweist.

4. Fliehkraftpendel (10) nach Anspruch 3,

- wobei im ersten Abschnitt (85) die Abstimmungsordnung (k) ein weiteres Abstimmungsordnungsmaximum (100) aufweist,
- wobei ein erstes Verhältnis des weiteren Abstimmungsordnungsmaximums (100) im ersten Abschnitt (85) zu dem globalen Abstimmungsordnungsmaximum (125) im zweiten Abschnitt (90) einen ersten Wert aufweist,

- wobei der erste Wert in einem Bereich von 0,5 bis 1,1, vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,55 bis 0,9, insbesondere vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,6 bis 0,7, liegt.

5. Fliehkraftpendel (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- aufweisend eine weitere Fliehkraftpendeleinrichtung (25) mit einer weiteren Koppeleinrichtung (140) und einer weiteren Pendelmasse (135),
- wobei die weitere Koppeleinrichtung (140) die weitere Pendelmasse (135) mit dem Pendelflansch (30) koppelt,
- wobei die weitere Koppeleinrichtung (140) die weitere Pendelmasse (135) ausgehend von einer weiteren Ruhelage (175) über einen weiteren Schwingwinkel (β) relativ zum Pendelflansch (30) entlang einer weiteren Pendelbahn (170) zu einer Auslenkungsposition (80) führt,
- wobei die weitere Pendelbahn (170) vorzugsweise identisch zu der Pendelbahn (70) ausgebildet ist,
- wobei zwischen der Pendelmasse (35) und der weiteren Pendelmasse (135) eine Federeinrichtung (180) angeordnet ist,
- wobei die Federeinrichtung (180) die Pendelmasse (35) mit der weiteren Pendelmasse (135) koppelt.

6. Fliehkraftpendel nach Anspruch 5,

- wobei der zweite Abschnitt (90) der Pendelbahn (70) derart ausgestaltet ist, dass mit zunehmendem Schwingwinkel (α) die Pendelmasse (35) entlang der Pendelbahn (70) in ihrer Bewegung abgebremst wird und eine Überlastung der Federeinrichtung (180) vermieden wird.

7. Fliehkraftpendel (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei die Koppeleinrichtung (40) ein Koppelmittel (65), eine erste Führungsbahn (50) und eine zweite Führungsbahn (60) aufweist,
- wobei das Koppelmittel (65) an der ersten Führungsbahn (50) und an der zweiten Führungsbahn (60) anliegt,
- wobei die erste Führungsbahn (50) und die zweite Führungsbahn (60) die Pendelbahn (70) festlegen,
- wobei bei Erreichen des zweiten Schwingwinkels (α_2) das Koppelmittel (65) an einem Ende der ersten Führungsbahn (50) und/oder der zweiten Führungsbahn (60) anschlägt,
- oder wobei bei Erreichen des zweiten Schwingwinkels (α_2) das Koppelmittel (65) beabstandet zu einem Ende der ersten Führungsbahn (50) und/oder der zweiten Führungsbahn (60) angeordnet ist.

8. Fliehkraftpendel (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei ein zweites Verhältnis des ersten Schwingwinkels (α_1) zu dem zweiten Schwingwinkel (α_2) einen zweiten Wert aufweist,

- wobei der zweite Wert in einem Bereich von 0,45 bis 0,95, vorzugsweise in einem Bereich von 0,55 bis 0,85, insbesondere in einem Bereich von 0,65 bis 0,75, liegt.

9. Antriebssystem (1) aufweisend einen Antriebsmotor (3), vorzugsweise eine Brennkraftmaschine, und ein Fliehkraftpendel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei der Antriebsmotor (3) eine Anregungsordnung (x) aufweist,

- wobei im ersten Abschnitt (85) der Pendelbahn (70) die Abstimmungsordnung (k) im Wesentlichen der Anregungsordnung (x) entspricht,

- wobei im zweiten Abschnitt (90) die Abstimmungsordnung (k) zunehmend über den Schwingwinkel (α) von der Anregungsordnung (x) abweicht.

10. Antriebssystem (1) nach Anspruch 9,

- wobei im ersten Abschnitt (85) die Abstimmungsordnung (k) in einem Toleranzband (95) bezogen auf die Anregungsordnung (x) liegt,

- wobei das Toleranzband (95) eine maximale Abweichung von ± 10 Prozent der Anregungsordnung (x), insbesondere ± 5 Prozent der Anregungsordnung (x) aufweist.

11. Antriebssystem (1) nach Anspruch 9 oder 10,

- wobei der Antriebsmotor (3) als Brennkraftmaschine ausgebildet ist,

- wobei die Brennkraftmaschine eine vordefinierte Anzahl von aktivierten Zylindern aufweist,

- wobei die Anzahl zwei aktivierte Zylinder oder drei aktivierte Zylinder oder vier aktivierte Zylinder ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

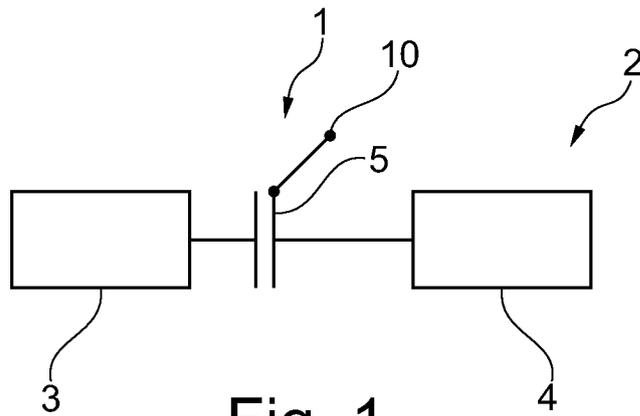


Fig. 1

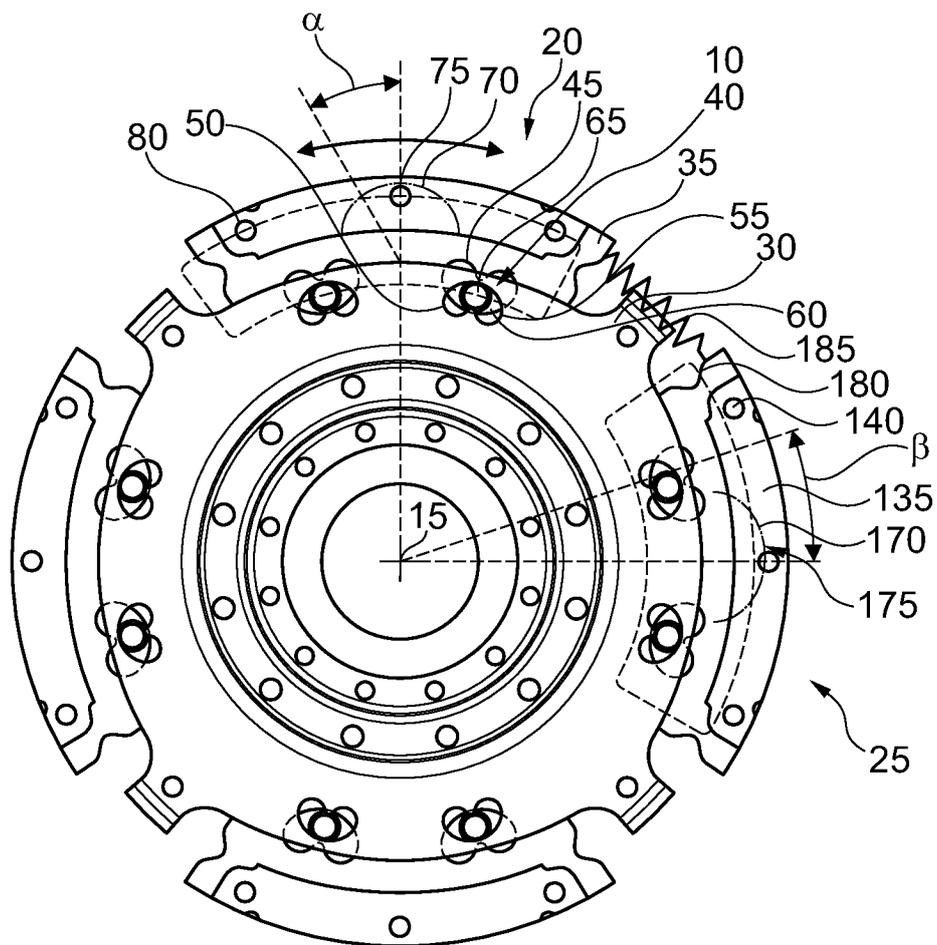


Fig. 2

