

Kopplungsvorrichtung zum Koppeln zweier Schwingungssysteme

Die vorliegende Erfindung betrifft Kopplungsvorrichtungen zum Koppeln zweier Schwingungssysteme und mikro-elektro-mechanische Komponenten, wie etwa Inertialsensoren, Drehratensensoren und dergleichen, die zwei gekoppelte Schwingungssysteme aufweisen.

In mikro-elektro-mechanischen Systemen (MEMS) wie z.B. Inertialsensoren oder Gyroskopen besteht oftmals die technische Notwendigkeit, Massen im Gegentakt schwingen zu lassen, um beispielsweise ein kräfte- und momentenfreies System zu erzeugen. Befinden sich beide Massen auf einer Bewegungslinie, so werden oft Federmechanismen eingebaut, die eine Kopplung für eine gleichlaufende Schwingung beider Massen (Gleichtakt) oder eine gegenläufige Schwingung beider Massen (Gegentakt) vermitteln können.

Der Gleichtakt entspricht hierbei im Wesentlichen einer Nichtbeanspruchung des Federmechanismus. Eine dem Gleichtakt zugeordnete Federsteifigkeit ist daher kleiner als eine dem Gegentakt zugeordnete Federsteifigkeit. Aufgrund der Beziehung für die Eigenfrequenz $\omega = \sqrt{k/m}$ (k : Federsteifigkeit, m : Masse) folgt, dass die Eigenfrequenz/Resonanzfrequenz ω für den Gleichtakt im Regelfall kleiner ist als die Eigenfrequenz/Resonanzfrequenz für den Gegentakt.

Üblicher Weise ist für die vorteilhafte Auslegung der Funktion des MEMS aber eine Gegentaktkopplung notwendig. Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kopplungsvorrichtung und eine die Kopplungsvorrichtung aufweisende mikro-elektro-mechanische Komponente anzugeben, für die die Gegentaktkopplung gegenüber der Gleichtaktkopplung nicht energetisch benachteiligt ist.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Eine Kopplungsvorrichtung zum Koppeln zweier Schwingungssysteme, die derart über einem Substrat gelagert sind, dass sie linear entlang einer ersten Richtung angeordnet sind und entlang der ersten Richtung schwingen können, weist eine geschlossene Federstruktur, die an entlang der ersten Richtung gegenüberliegenden Außenseiten mit den Schwingungssystemen verbunden werden kann, und eine fest mit dem Substrat verbundene Ankerstruktur auf, die innerhalb der geschlossenen Federstruktur angeordnet ist und mit der Federstruktur

an zwei entlang einer zur ersten Richtung orthogonal stehenden zweiten Richtung gegenüberliegenden Innenseiten verbunden ist. Hierbei vermittelt die mit den Schwingungssystemen verbundene Kopplungsvorrichtung als Mode mit der geringsten Frequenz eine Gegentaktkopplung der Schwingungssysteme.

5

Eine geschlossene Federstruktur, d.h. eine im Wesentlichen lineare, verformbare Struktur, die keine offenen Enden aufweist (und damit topologisch in einen Kreis verformt werden kann), an die lediglich zwei Schwingungssysteme angeschlossen sind, vollführt als niedrigste Schwingungsmode, d.h. als Mode mit der niedrigsten Schwingungsfrequenz, eine Schwingung, in der die beiden Schwingungssysteme im Gleichtakt geführt werden. Diese Schwingungsmode wird unterdrückt, wenn die Federstruktur über zwei Stellen mit dem Substrat verbunden wird, deren Verbindungslinie senkrecht auf der Schwingungsrichtung der Schwingungssysteme bzw. der Verbindungslinie zwischen den Verbindungen der Federstruktur mit den Schwingungssystemen steht. Durch diese Verbindung wird sichergestellt, dass für eine Verschiebung der beiden Schwingungssysteme in die gleiche Richtung zumindest gleich viel Energie aufgewendet werden muss, wie für eine entgegengesetzt laufende Verschiebung. Durch die Ausbildung des/der Anker der Federstruktur innerhalb der Federstruktur kann dies auf platzsparende Weise erreicht werden

Die Federstruktur kann zumindest bezüglich zweier, senkrecht aufeinander stehender Symmetrieachsen symmetrisch ausgebildet sein. Die zwei Schwingungssysteme können entlang der ersten Symmetrieachse mit der Federstruktur verbunden werden und die zwei Verbindungen der Federstruktur mit der Ankerstruktur können entlang der zweiten Symmetrieachse liegen. Durch eine symmetrische Ausbildung der Federstruktur lassen sich die möglichen Auslenkungen, d.h. die Eigenmoden und deren Anregungsenergien, leichter bestimmen. Zudem führen gleiche Kräfte auf die beiden Schwingungssysteme bei symmetrischem Aufbau der Federstruktur zu gleichen Auslenkungen.

Die Federstruktur kann sich hierbei bei Verformung entlang der ersten Symmetrieachse entlang der zweiten Symmetrieachse im gleichen Maße gegenläufig verformen. Das heißt, dass eine Auslenkung der Schwingungssysteme um einen bestimmten Betrag, zu einer Verformung der Federstruktur entlang der ersten Symmetrieachse führt, die von einer Verformung der Federstruktur entlang der zweiten Symmetrieachse begleitet wird, deren Auslenkung in Relation zum Auslenkungsbetrag der Schwingungssysteme steht (z.B. proportional dazu

30

oder gleich ist). Durch diese Verformung wird die Kopplung zum Gegentak „weicher“ als die Kopplung zum Gleichtakt, d.h. die dem Gegentak zuordenbare Federkonstante wird kleiner als die dem Gleichtakt zuordenbare Federkonstante. Damit wird die Eigenfrequenz des Gegentaktes kleiner als die des Gleichtaktes, wodurch der Gegentak energetisch günstiger als
5 der Gleichtakt wird.

Die Kopplungsvorrichtung kann des Weiteren erste Federelemente aufweisen, die die Ankerstruktur mit der Federstruktur verbinden. Hierbei können die ersten Federelemente im Wesentlichen nur entlang der zweiten Richtung ausgelenkt werden. Die Verbindung der Federstruktur mit dem Substrat ist also wiederum über biege- bzw. verformbare Elemente vermittelt, z.B. über eine doppelt gefaltete Biegebalkenfeder. Damit müssen die Stellen, an denen die Federstruktur mit dem Substrat verbunden ist, nicht fest stehen, wenn sich die Federstruktur verformt, sondern können entlang der zweiten Richtung, d.h. senkrecht zur Schwingungsrichtung der Schwingungssysteme schwingen. Dies ermöglicht die Ausbildung
10 von Eigenmoden, die einen Gegentak der Schwingungssysteme vermitteln und eine kleinere Eigenfrequenz haben/energetisch günstiger sind als Moden, die zu einem Gleichtakt führen.

Die Kopplungsvorrichtung kann des Weiteren zweite Federelemente aufweisen, über die die Schwingungssysteme mit der Federstruktur verbunden werden können. Hierbei können die
20 zweiten Federelemente im Wesentlichen nur entlang der ersten Richtung ausgelenkt werden. Die zweiten Federelemente dienen damit einer vereinfachten Kopplung der Schwingungssysteme an die Federstruktur. Durch die zweiten Federelemente kann das Schwingungsverhalten der Federstruktur weiter flexibilisiert werden, da eine starre Kopplung von Federstruktur und Schwingungssystemen wegfällt, die einen sklavischen Gleichlauf der entsprechenden Teile der Federstruktur mit den Schwingungssystemen erfordert.
25

Die Ankerstruktur kann als ein einzelner im Mittelpunkt der Federstruktur liegender Anker ausgebildet sein. Damit liegt nur ein Verbindungspunkt vor, über den die Federstruktur mit dem Substrat verbunden ist. Dies kann aus fertigungstechnischer Sicht vorteilhaft sein. Zudem erlaubt eine einzelne Verbindung zum Substrat eine größere Anzahl von unterschiedlichen Schwingungsmoden, wodurch die Kopplungsvorrichtung in einer Vielzahl von Anwendungen einsetzbar wird.
30

Die Ankerstruktur kann aber auch zwei (oder mehr) Anker aufweisen, die auf der ersten Symmetrieachse angeordnet sind, d.h. auf der Schwingungsrichtung der beiden Schwingungssysteme. Dadurch können insbesondere Drehbewegungen der Federstruktur unterdrückt werden. Die Mehrzahl von Ankern kann aber auch entlang der zweiten Symmetrieachse angeordnet sein.

Die Federstruktur kann kreisförmig, rechteckig, quadratisch, hexagonal, elliptisch oder rautenförmig ausgebildet sein. Dadurch wird die Fertigung der Federstruktur vereinfacht.

Wenn die Federstruktur hierbei rechteckig, quadratisch oder hexagonal ausgebildet ist, können die Verbindungen zu den zwei Schwingungssystemen und der Ankerstruktur an den Seiten des Rechtecks, des Quadrates bzw. des Hexagons ausgebildet sein. Für den Fall, dass die Federstruktur quadratisch, rautenförmig oder hexagonal ausgebildet ist, können die Verbindungen zu den zwei Schwingungssystemen und der Ankerstruktur in den Ecken des Quadrates, der Raute bzw. des Hexagons ausgebildet sein. Durch eine derartige, symmetrische Kopplung wird das Schwingungsverhalten der Kopplungsstruktur verbessert und sichergestellt, dass die Gleichtaktmode nicht länger bevorzugt ist.

Eine Mikro-elektro-mechanische Komponente kann die Kopplungsvorrichtung wie sie oben beschrieben wurde und die zwei Schwingungssysteme aufweisen, die mit der Federstruktur der Kopplungsvorrichtung verbunden sind. In einer derartigen mikro-elektro-mechanischen Komponente lassen sich die oben beschriebenen Vorteile realisieren.

Die Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die Figuren im Detail beschrieben. Beschreibung und Figuren sind hierbei rein beispielhaft. Die Erfindung ist einzig durch die Ansprüche definiert. Es zeigt:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer Kopplungsvorrichtung;

Fig. 2 Eine schematische Darstellung einer weiteren Kopplungsvorrichtung;

Fig. 3 Eine schematische Darstellung einer mikro-elektro-mechanischen Komponente mit einer Kopplungsvorrichtung;

Fig. 4 Eine schematische Darstellung einer weiteren mikro-elektro-mechanischen Komponente mit einer Kopplungsvorrichtung; und

Fig. 5 Eine schematische Darstellung einer weiteren mikro-elektro-mechanischen Komponente mit einer Kopplungsvorrichtung.

- Die Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Kopplungsvorrichtung 100 zum Koppeln von zwei Schwingungssystemen 210, 220. Die Schwingungssysteme 210, 220 können hierbei Teil einer mikro-elektro-mechanischen Komponente bzw. eines mikro-elektro-mechanischen-Systems, MEMS, sein, etwa eines Inertialsensors oder eines Drehratensensors. Die Schwingungssysteme 210, 220 sind entlang einer ersten Richtung x angeordnet und können entlang dieser Richtung über einem Substrat (in Fig. 1 unter den gezeigten Komponenten gedacht) schwingen. Die Schwingungssysteme 210, 220 können hierbei eine beliebige Komplexität aufweisen und insbesondere aus einer Mehrzahl von Massen und Federn bestehen, die verschiedenste Bewegungen relativ zum Substrat ausführen können. Ausschlaggebend ist hierbei jedoch, dass die Schwingungssysteme 210, 220 als Ganzes gesehen auf der durch die erste Richtung x definierten Linie liegen und Schwingungen entlang dieser Richtung ausführen können.
- Die Kopplungsvorrichtung 100 ist derart ausgestaltet, dass sie (bei verbundenen Schwingungssysteme 210, 220) die Schwingungssysteme 210, 220 bevorzugt zu einer Schwingung im Gegentakt zwingt, d.h. dass die Anregungsmoden der Gegentaktschwingung energetisch bevorzugt ist bzw. eine kleinere Eigenfrequenz als die Gleichtaktschwingung aufweist.
- Hierzu weist die Kopplungsvorrichtung 100 eine geschlossene Federstruktur 110 auf. Der Ausdruck „geschlossen“ meint hierbei, dass die Federstruktur topologisch ein Ring ist, d.h. dass sie gedanklich zu einem Ring verformt werden kann, ohne sie zu durchtrennen. Ansonsten ist die Form der Federstruktur 110 beliebig, solange sie die unten beschriebenen Funktionen ausführen kann. Insbesondere kann die Federstruktur 110 im Prinzip auch eine unregelmäßige Kontur haben, wie in der Fig. 1 gezeigt. Die Federstruktur 110 kann des Weiteren neben der geschlossenen Kontur auch Bestandteile aufweisen, die von dieser Kontur abstehen, wie z.B. Federn, Kopplungsstellen oder dergleichen.

Die Federstruktur 110 besteht aus einem flexiblen Material, dass parallel zur Substratebene (d.h. parallel zur Bildebene der Fig. 1) verformt werden kann. Zum Beispiel kann die Federstruktur als ein eine geschlossene Biegebalkenfeder formender Steg ausgebildet sein, der beim Herstellen eines MEMS freigelegt wird. Damit kann die Federstruktur 110 durch entsprechende Verformung Bewegungen in die erste Richtung x vermitteln.

Die Schwingungssysteme 210, 220 sind über entsprechende Verbindungen 118 an der Außenseite der Federstruktur 110 mit dieser verbunden. Die Verbindungen 118 der Schwingungssysteme 210, 220 mit der Federstruktur 110 liegen sich hierbei bevorzugter Weise auf der durch die erste Richtung x definierten Linie gegenüber, d.h. sie sind bevorzugter Weise nicht entlang einer auf die erste Richtung x senkrecht stehenden zweiten Richtung y versetzt. Bei entsprechender Ausgestaltung der Federstruktur 110 kann aber auch eine Kopplung der Schwingungssysteme 210, 220 mit Versatz entlang der zweiten Richtung y möglich sein.

Eine ansonsten frei schwebende Federstruktur 110, die nur mit den Schwingungssystemen 210, 220 verbunden ist, wird als niedrigste Schwingungsmode einen Gleichtakt der Schwingungssysteme 210, 220 vermitteln. In diesem Fall vollführt die Federstruktur 110 im Wesentlichen ohne Verformung die gleiche Schwingung wie die im Gleichtakt schwingenden Schwingungssysteme 210, 220. Eine Schwingung im Gegentakt wird sich dann nur unter bestimmten Anregungsbedingungen einstellen.

Um dies zu vermeiden, weist die Kopplungsvorrichtung 100 eine Ankerstruktur 120 auf, die die Federstruktur 110 mit dem Substrat verbindet. Die Ankerstruktur 120 ist hierbei an zwei entlang der zweiten Richtung y gegenüberliegenden Stellen mit der Innenseite der Federstruktur 110 verbunden, d.h. die Ankerstruktur 120 ist in dem von der Federstruktur 110 umfangenen Bereich ausgebildet. Durch die Verbindung der Federstruktur 110 an zwei Punkten, deren Verbindungslinie senkrecht auf der Schwingungsrichtung der beiden Schwingungssysteme 210, 220 liegt, wird die Gleichtaktkopplung energetisch ungünstiger, da eine freie Verschiebung der Federstruktur 110 nicht mehr möglich ist, d.h. die Eigenfrequenz wird größer. Das Energieniveau der Gleichtaktkopplung wird dabei zumindest bis zur energetischen Entartung mit der Gegentaktkopplung angehoben bzw. bevorzugt über das Niveau der Gegentaktkopplung gebracht.

Im einfachsten Fall besteht die Verbindung der Federstruktur 110 mit dem Substrat aus einer direkten Verbindung zum Substrat, wie sie in der Fig. 1 angedeutet ist. Dies führt zu einer energetischen Entartung von Gleichtakt und Gegentakt, da die Bewegungen der Federstruktur auf den beiden Seiten der Verbindung zum Substrat keinen Einfluss auf die Bewegungen auf der anderen Seite mehr haben, d.h. eine Schwingung beider Seiten in Phase ist energetisch gleichwertig zu einer Schwingung in der Gegenphase.

Bevorzugt ist die Verbindung der Federstruktur 110 zum Substrat aber mittelbar ausgeführt, z.B. über erste Federelemente 114, die von Verbindungen 112 an der Federstruktur an einen fest mit dem Substrat verbundenen Anker der Ankerstruktur 120 reichen. Dies wird mit Bezug auf die Fig. 2 näher erläutert.

Die Fig. 2 a) bis c) zeigen eine Kopplungsvorrichtung 100, die mit zwei Schwingungssysteme 210, 220 verbunden ist. Die Kopplungsvorrichtung 100 weist hier erste Federelemente 114 auf, die über Verbindungen 112 an die (beispielsweise hexagonal ausgebildete) Federstruktur 110 ankoppeln und damit die Federstruktur 110 mit der innerhalb der Federstruktur 110 liegenden Ankerstruktur 120 verbinden. Die in der Fig. 2 dargestellte Ausgestaltung der ersten Federelemente 114 ist hierbei als rein schematisch zu verstehen, indem ein gängiges Piktogramm für eine Feder dargestellt wird. Die ersten Federelemente 114 können jegliche Gestalt annehmen, die für den Einsatz in einem MEMS geeignet ist.

Wie in der Fig. 2 gezeigt, ermöglichen die ersten Federelemente 114 der Federstruktur 110 sich entlang der zweiten Richtung y zu dehnen und zu stauchen. Die ersten Federelemente 114 können hierzu im Wesentlichen nur entlang der zweiten Richtung verformbar sein. Fig. 2a) zeigt hier die Ruhelage, Fig. 2b) eine Stauchung entlang der zweiten Richtung y und Fig. 2c) eine Dehnung entlang der zweiten Richtung y. Die Verformung der Federstruktur 110 in die zweite Richtung y erfolgt hierbei gegenläufig zur Verformung entlang der ersten Richtung x, die die Kopplung der Schwingungssysteme 210, 220 vermittelt. Die Verformungen können zudem in Relation zueinander stehen, d.h. das Maß der Verformung in die eine Richtung kann der Verformung in die andere Richtung entsprechen. Zum Beispiel kann der Betrag der Auslenkung in die erste Richtung x proportional oder gleich dem Betrag der Auslenkung in die zweite Richtung y sein (mit umgekehrten Vorzeichen der Auslenkung).

Die Verformungen der Kopplungsvorrichtung 100 und ihrer Komponenten, die bei einer Gegentaktkopplung auftreten, sind hierbei geringer als für den Fall, dass die Schwingungssysteme 210, 220 im Gleichtakt schwingen würden. Dadurch hat der Gegentak eine kleinere Eigenfrequenz und liegt energetisch günstiger als der Gleichtakt.

5

Dies kann zusätzlich durch den in der Fig. 2 gezeigten symmetrischen Aufbau der Kopplungsvorrichtung 100 bzw. der Federstruktur 110 unterstützt werden. Wie in der Fig. 2 gezeigt kann die Kopplungsvorrichtung 100 zumindest bezüglich zweier Symmetrieachsen S1, S2 symmetrisch ausgebildet sein. Die erste Symmetrieachse S1 läuft hierbei entlang der ersten Richtung x. Auf ihr sind die Verbindung 118 der Federstruktur 110 zu den Schwingungssysteme 210, 220 angeordnet. Die zweite Symmetrieachse läuft entlang der zweiten Richtung y. Auf ihr sind die Verbindungen 112 der Federstruktur 110 mit der Ankerstruktur 120 angeordnet, die im Beispiel der Fig. 2 durch die ersten Federelemente 114 vermittelt werden.

15

Durch den symmetrischen Aufbau der Kopplungsvorrichtung 100 verbessert sich die Auslenkungsdynamik der Kopplungsvorrichtung 100, da symmetrische Verformungen energetisch begünstigt sind, die eine Bewegung der beiden Schwingungssysteme 210, 220 entlang der ersten Richtung x automatisch vermitteln. Der symmetrische Aufbau ist aber nicht zwingend notwendig. Bei entsprechender Ausgestaltung der Schwingungssysteme 210, 220, z.B. durch die Verwendung von Umlenkfedern oder dergleichen können auch nicht symmetrisch aufgebaute Federstrukturen 110 von Vorteil sein.

20

Die Kopplungsvorrichtung 100 oder zumindest die Federstruktur 110 können auch symmetrisch bezüglich mehr als den beiden oben diskutierten Symmetrieachsen S1, S2 ausgebildet sein. So weist die Federstruktur 110 der Fig. 2 eine hexagonale Form auf, die (in der Ruheposition) symmetrisch bezüglich aller Seitenhalbierenden und aller Winkelhalbierenden ist. Die Federstruktur 110 kann (in der Ruheposition) insbesondere kreisförmig, elliptisch, rechteckig, quadratisch oder rautenförmig ausgebildet sein. Zudem können die ersten Federelemente 114 auch an anderen Stellen der Federstruktur 110 angreifen, um (einen Teil der) Symmetrien der Federstruktur 114 auf die gesamte Kopplungsvorrichtung 100 zu übertragen. Für die oben beschriebene verbesserte Führung der Schwingungssysteme 210, 220 ist hierbei jedoch ausschlaggebend, dass jede Verformung der Kopplungsvorrichtung 100 oder

25

30

der Federstruktur 110 stets symmetrisch bezüglich der beiden entlang der ersten Richtung x und der zweiten Richtung y laufenden Symmetrieachsen S1, S2 ist.

Die Fig. 3 bis 5 geben beispielhaft und schematisch verschiedene Ausgestaltungen von mikro-elektro-mechanischen Komponenten 300 wieder, die eine Kopplungsvorrichtung 100 und die beiden Schwingungssysteme 210, 220 aufweisen. Es versteht sich von selbst, dass eine beliebige Anzahl von anderweitig ausgestalteten mikro-elektro-mechanischen Komponenten 300 möglich ist, in dem verschiedene der explizit beschriebenen bzw. gezeigten Elemente kombiniert werden.

10

Die Fig. 3 zeigt eine mikro-elektro-mechanischen Komponenten 300, in der die beiden Schwingungssysteme 210, 220 mittels zweiten Federelementen 116 an eine rautenförmige Federstruktur 110 gekoppelt sind, in deren Mittelpunkt sich eine einzelne Ankerstruktur befindet, die über zwei die ersten Federelemente 114 konstituierende, rautenförmige Biegebalkenfedern mit der Federstruktur 110 verbunden ist.

15

Die zweiten Federelemente 116 sind hierbei als doppelt gefaltete Biegebalkenfedern dargestellt, die einen strikten Bezug zwischen der Bewegung der Schwingungssysteme 210, 220 und der Verformung der Federstruktur 110 aufheben. Es versteht sich von selbst, dass auch andere Federausgestaltungen als die zweiten Federelemente 116 verwendet werden können, die diese Funktion erfüllen. Es können insbesondere sämtliche Federn verwendet werden, die sich im Wesentlichen nur entlang der ersten Richtung x verformen lassen.

20

Als weiteres Beispiel zeigt die Fig. 4 eine rechteckige Federstruktur 110, die über zwei doppelt gefaltete Biegebalkenfedern mit der zentral liegenden Ankerstruktur 120 verbunden ist.

25

Ebenfalls denkbar ist eine Ausgestaltung, wie in Fig. 5 skizziert. Hier wird eine aus zwei Ankern bestehende Ankerstruktur 120 verwendet, die entlang der ersten Symmetrieachse S1 angeordnet sind, d.h. entlang der ersten Richtung x. Diese Anker sind durch als bogenförmige Biegebalkenfedern ausgestaltete erste Federelemente 114 mit den entlang der zweiten Symmetrieachse S2 angeordneten Verbindungen 112 mit der Federstruktur 110 verbunden. Durch die Verwendung einer derartigen Struktur kann die Kopplungsvorrichtung 100 gegenüber Drehbewegungen in der Substratebene (d.h. der Bildebene der Fig. 5) stabilisiert werden.

30

- Den oben beschriebenen Kopplungsvorrichtungen 100 ist gemein, dass sie eine Ankerstruktur 120 aufweisen, die innerhalb der den Gegentakt vermittelnden Federstruktur 110 liegt.
- Dadurch wird die Kopplungsvorrichtung 100 besonders kompakt und damit zur platzsparenden Vermittlung von Gegentaktschwingungen in mikro-elektro-mechanischen Systemen geeignet.
- 5

Ansprüche

1. Kopplungsvorrichtung (100) zum Koppeln zweier Schwingungssysteme (210, 220),
die derart über einem Substrat gelagert sind, dass sie linear entlang einer ersten Richtung
5 (x) angeordnet sind und entlang der ersten Richtung (x) schwingen können, aufweisend:
eine geschlossene Federstruktur (110), die an entlang der ersten Richtung (x) ge-
genüberliegenden Außenseiten mit den Schwingungssystemen (210, 220) verbunden wer-
den kann;
eine fest mit dem Substrat verbundene Ankerstruktur (120), die innerhalb der ge-
10 schlossenen Federstruktur (110) angeordnet ist und mit der Federstruktur (110) an zwei ent-
lang einer zur ersten Richtung orthogonal stehenden zweiten Richtung (y) gegenüberliegen-
den Innenseiten verbunden ist; wobei
die mit den Schwingungssystemen (210, 220) verbundene Kopplungsvorrichtung
(100) als Mode mit der geringsten Frequenz eine Gegentaktkopplung der Schwingungssys-
15 teme (210, 220) vermittelt.
2. Kopplungsvorrichtung (100) nach Anspruch 1, wobei
die Federstruktur (110) zumindest bezüglich zweier, senkrecht aufeinander stehender
Symmetrieachsen (S1, S2) symmetrisch ausgebildet ist;
20 die zwei Schwingungssysteme (210, 220) entlang der ersten Symmetrieachse (S1)
mit der Federstruktur (110) verbunden werden können; und
die zwei Verbindungen (112) der Federstruktur (110) mit der Ankerstruktur (120) ent-
lang der zweiten Symmetrieachse (S2) liegen.
- 25 3. Kopplungsvorrichtung (100) nach Anspruch 2, wobei
sich die Federstruktur (110) bei Verformung entlang der ersten Symmetrieachse (S1)
entlang der zweiten Symmetrieachse (S2) im gleichen Maße gegenläufig verformt.
4. Kopplungsvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, des Weiteren mit
30 ersten Federelementen (114), die die Ankerstruktur (120) mit der Federstruktur (110)
verbinden; wobei
die ersten Federelemente (114) im Wesentlichen nur entlang der zweiten Richtung (y)
ausgelenkt werden können.

5. Kopplungsvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, des Weiteren mit zweiten Federelementen (116), über die die Schwingungssysteme (210, 220) mit der Federstruktur (110) verbunden werden können; wobei
die zweiten Federelemente (116) im Wesentlichen nur entlang der ersten Richtung (x) ausgelenkt werden können.
6. Kopplungsvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Ankerstruktur (120) als ein einzelner im Mittelpunkt der Federstruktur (110) liegender Anker ausgebildet ist.
7. Kopplungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Ankerstruktur (120) zwei Anker aufweist, die auf der ersten Symmetrieachse (S1) angeordnet sind.
8. Kopplungsvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Federstruktur (110) kreisförmig, rechteckig, quadratisch, hexagonal, elliptisch oder rautenförmig ausgebildet ist.
9. Kopplungsvorrichtung (100) nach Anspruch 8, wobei die Federstruktur (110) rechteckig, quadratisch oder hexagonal ausgebildet ist und die Verbindungen (112, 118) zu den zwei Schwingungssystemen (210, 220) und der Ankerstruktur (120) an den Seiten des Rechtecks, des Quadrates bzw. des Hexagons ausgebildet sind; oder
die Federstruktur (110) quadratisch, rautenförmig oder hexagonal ausgebildet ist und die Verbindungen (112, 118) zu den zwei Schwingungssystemen (210, 220) und der Ankerstruktur (120) in den Ecken des Quadrates, der Raute bzw. des Hexagons ausgebildet sind.
10. Mikro-elektro-mechanische Komponente (300), aufweisend:
die Kopplungsvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche; und
die zwei Schwingungssysteme (210, 220), die mit der Federstruktur (110) der Kopplungsvorrichtung (100) verbunden sind.