Patentansprüche

1. Kopplungsvorrichtung (130) zum Koppeln einer Mehrzahl von Schwingungssystemen (110, 120), die derart über einem Substrat (200) gelagert sind, dass sie entlang einer ersten Richtung (x) schwingen können und zueinander in einer zur ersten Richtung (x) senkrechten zweiten Richtung (y) versetzt sind, aufweisend:

eine in die erste Richtung (x) biegbare Biegebalkenfeder (135), die mit den Schwingungssystemen (110, 120) verbunden werden kann; wobei

Verbindungen (112, 122) der Biegebalkenfeder (135) mit den Schwingungssystemen (110, 120) derart zwischen zumindest zwei Verbindungspunkten (140) der Biegebalkenfeder (135) mit dem Substrat (200) angeordnet sind, dass eine durch Bewegungen der Schwingungssysteme (110, 120) hervorgerufene Auslenkung der Biegebalkenfeder (135) zu einer Schwingung der Biegebalkenfeder (135) mit Schwingungsbäuchen im Bereich der Verbindungen (112, 122) der Biegebalkenfeder (135) mit den Schwingungssystemen (110, 120) führt.

2. Mikro-elektro-mechanische Komponente, vorzugsweise Inertialsensor, weiter vorzugsweise Drehratensensor (100) zum Messen einer Drehung des Drehratensensors (100), aufweisend:

die Kopplungsvorrichtung (130) gemäß Anspruch 1; und

die Mehrzahl der Schwingungssysteme (110, 120); wobei

die Anzahl der Schwingungssysteme (110, 120) N beträgt;

eine Länge der Biegebalkenfeder (135) zwischen zwei Verbindungspunkten (140) zum Substrat (200) L beträgt;

das Schwingungssystem n (n=1,...,n) bei (2n-1)·L/2N mit der Biegebalkenfeder (135) verbunden ist.

3. Kopplungsvorrichtung (130) gemäß Anspruch 1, wobei

die Kopplungsvorrichtung (130) mindestens ein erstes Schwingungssystem (110) und ein zweites Schwingungssystem (120) miteinander koppelt;

die Biegebalkenfeder (135) sich entlang der zweiten Richtung (y) erstreckt, an mindestens drei Verbindungspunkten (140) mit dem Substrat (200) verbunden werden kann und zwischen einem Paar von benachbarten Verbindungspunkten (140) mit dem ersten Schwingungssystem (110) verbunden werden kann und zwischen dem anderen Paar von benachbarten Verbindungspunkten (140) mit dem zweiten Schwingungssystem (120) verbunden werden kann; wobei

die Kopplungsvorrichtung (130) geeignet ist, gegenläufige Schwingungen des ersten Schwingungssystems (110) und des zweiten Schwingungssystems (120) entlang der ersten Richtung (x) gekoppelt zu führen.

4. Mikro-elektro-mechanische Komponente, vorzugsweise Inertialsensor, weiter vorzugsweise Drehratensensor (100) zum Messen einer Drehung des Drehratensensors (100), aufweisend:

die Kopplungsvorrichtung (130) gemäß Anspruch 1 oder 3

das erste Schwingungssystem (110) und das zweite Schwingungssystem (120); wobei

die Kopplungsvorrichtung (130) an den drei Verbindungspunkten (140) mit dem Substrat (200) verbunden ist und zwischen einem Paar von benachbarten Verbindungspunkten (140) mit dem ersten Schwingungssystem (110) verbunden ist und zwischen dem anderen Paar von benachbarten Verbindungspunkten (140) mit dem zweiten Schwingungssystem (120) verbunden ist.

5. Mikro-elektro-mechanische Komponente gemäß Anspruch 4, wobei

die Kopplungsvorrichtung (130) bei gegenläufigen Schwingungen des ersten Schwingungssystems (110) und des zweiten Schwingungssystems (120) entlang der ersten Richtung (x) diese zu einer Bewegung im Gegentakt, vorzugsweise zu einer parallelen Bewegung, zwingt.

6. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 4 bis 5, wobei

die Kopplungsvorrichtung (130) das erste und das zweite Schwingungssystem (110, 120) zu Schwingungen mit betragsmäßig gleich großer, aber entgegengesetzter Amplitude und Phase zwingt.

7. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei

die Kopplungsvorrichtung (130) des Weiteren ein erstes, ein zweites und ein drittes Drehfederelement (132, 134, 136) aufweist;

das erste Drehfederelement (132) ein erstes Ende der Biegebalkenfeder (135), das zweite Drehfederelement (134) die Mitte der Biegebalkenfeder (135) und das dritte Drehfederelement (136) ein zweites Ende der Biegebalkenfeder (135) mit dem Substrat (200) verbindet;

das erste Schwingungssystem (110) in der Mitte zwischen erstem und zweitem Drehfederelement (132, 134) mit der Biegebalkenfeder (135) verbunden ist und das zweite Schwingungssystem (120) in der Mitte zwischen zweitem und drit-

tem Drehfederelement (134, 136) mit der Biegebalkenfeder (135) verbunden ist; und

sich bei einer gegenläufigen Auslenkung des ersten und zweiten Schwingungssystems (110, 120) entlang der ersten Richtung (x) die zweite Eigenmode der Biegebalkenfeder (135) als erste Eigenmode der Kopplungsvorrichtung (130) ausbildet und dadurch das erste und zweite Schwingungssystem (110, 120) zu der parallelen Bewegung zwingt.

8. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach Anspruch 7, wobei

die Bewegung der Biegebalkenfeder (135) einer stehenden Welle mit fixen Endpunkten und fixem Mittelpunkt entspricht.

9. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei

bei gegenläufiger Auslenkung des ersten und des zweiten Schwingungssystems (110, 120) ein erstes Drehmoment M1 an dem ersten Drehfederelement (132), ein zweites Drehmoment M2 an dem zweiten Drehfederelement (134) und ein drittes Drehmoment M3 an dem dritte Drehfederelement (136) anliegt;

das erste Drehfederelement (132) eine erste Federkonstante K1 gegenüber Drehungen, das zweite Drehfederelement (134) eine zweite Federkonstante K2 gegenüber Drehungen und das dritte Drehfederelement (136) eine dritte Federkonstante K3 gegenüber Drehungen aufweist; und

die Beziehung gilt: M1:M2:M3 = F1:F2:F3.

10. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei

das erste und dritte Drehfederelement (132, 136) die gleiche Federkonstante K1 = K3 gegenüber Drehungen aufweisen; und

das zweite Drehfederelement (134) eine Federkonstante K2 gegenüber Drehungen aufweist, die doppelt so groß ist, wie die Federkonstante des ersten und des dritten Drehfederelements (132, 136), d.h. es gilt K1:K2:K3 = 1:2:1.

11. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei

die Drehfederelemente (132, 134, 136) sowohl gegenüber dem Substrat (200) verdreht als auch linear gegenüber dem Substrat (200) bewegt werden können.

12. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei

die Drehfederelemente (132, 134, 136) eine Größe von weniger als 1000 µm, 500 µm, 150 µm, 100 µm, 50 µm, 30 µm, 10 µm, oder 5 µm aufweisen.

13. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 4 bis 12, wobei

Verbindungen (112, 122) zwischen dem ersten und dem zweiten Schwingungssystem (110, 120) und der Kopplungsvorrichtung (130) entlang der zweiten Richtung (y) eine Breite aufweisen, die kleiner als 250 µm, 200 µm, 150 µm, 100 µm, 50 µm, 30 µm, 10 µm, 5 µm oder 1 µm ist.

14. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 4 bis 13, des Weiteren aufweisend:

eine weitere Kopplungsvorrichtung (130), die identisch zu der Kopplungsvorrichtung (130) aufgebaut ist; wobei

das erste und das zweite Schwingungssystem (110, 120) entlang der ersten Richtung (x) zwischen den beiden Kopplungsvorrichtungen (130) angeordnet sind und die beiden Kopplungsvorrichtungen (130) in gleicher Weise mit dem ersten und dem zweiten Schwingungssystem (110, 120) verbunden sind.

15. Mikro-elektro-mechanische Komponente nach einem der Ansprüche 4 bis 14, wobei

das erste und das zweite Schwingungssystem (110, 120) jeweils zwei Massen (115, 125) aufweisen, die entlang der ersten Richtung (x) zu gegenläufigen Schwingungen angeregt werden können;

eine Drehung bei angeregter Schwingung entlang der ersten Richtung (x) eine auf die Massen (115, 125) wirkende Corioliskraft entlang der zweiten Richtung (y) auslöst, deren Größe gemessen werden kann, um auf die Drehrate zu schließen; und

das erste und das zweite Schwingungssystem (110, 120) einen identischen und symmetrischen Aufbau haben, aufgrund dessen die mikro-elektro-mechanische Komponente als Ganzes bei angeregten Schwingungen der Massen (115, 125) im zeitlichen Mittel kräfte- und drehmomentenfrei ist.