



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein mikromechanisches Bauelement, insbesondere Beschleunigungssensor, mit einer Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) zum federnden Lagern einer Masse (3) über einem Substrat (4), wobei die Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) einerseits mit der Masse (3) verbunden ist und andererseits im Substrat (4) verankert ist. Die Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) weist mindestens ein Biegefederelement (F2, F3) auf, dessen Beweglichkeit gegenüber dem Substrat (4) zur Veränderung der effektiven Federkonstante der Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) veränderbar ist.

Mikromechanisches Bauelement

5

STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft ein mikromechanisches Bauelement, insbesondere Beschleunigungssensor, mit einer Biegefedereinrichtung zum federnden Lagern einer Masse über
10 einem Substrat, wobei die Biegefedereinrichtung einerseits mit der Masse verbunden ist und andererseits im Substrat verankert ist.

15 Obwohl auf beliebige mikromechanische Bauelemente und Strukturen, insbesondere Sensoren und Aktuatoren, anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf einen in der Technologie der Silizium-Oberflächenmikromechanik herstellbaren mi-
20 kromechanischen Beschleunigungssensor erläutert.

Beschleunigungssensoren, und insbesondere mikromechanische Beschleunigungssensoren in der Technologie der Oberflächen- bzw. Volumenmikromechanik, gewinnen immer größere Marktseg-
25 mente im Kraftfahrzeugausstattungsbereich und ersetzen in zunehmendem Maße die bisher üblichen piezoelektrischen Beschleunigungssensoren.

Die bekannten mikromechanischen Beschleunigungssensoren funktionieren üblicherweise derart, daß die federnd gelagerte seismische Masseneinrichtung, welche durch eine externe Beschleunigung in mindestens eine Richtung auslenkbar ist, bei Auslenkung eine Kapazitätsänderung an einer damit verbundenen Differentialkondensatoreinrichtung bewirkt, die ein Maß für die Beschleunigung ist.

Die Empfindlichkeit solcher bekannter mikromechanischer Beschleunigungssensoren z.B. für die Meßgröße Beschleunigung wird gegenwärtig im wesentlichen durch die Steifigkeit der Federlagerung der seismischen Masse eingestellt, also durch deren Federkonstante. Durch die zugehörige spezifische integrierte elektrische Schaltung (ASIC) ist lediglich ein Abgleich in einem relativ kleinen Empfindlichkeitsbereich möglich.

Mikromechanischer Beschleunigungssensoren für maximale Beschleunigungen zwischen beispielsweise 2 g und 50 g (g = Erdbeschleunigung) werden derzeit nur durch unterschiedliche Federsteifigkeiten eingestellt, wobei die seismischen Massen in der Regel kaum variieren.

Als nachteilhaft bei den bekannten Beschleunigungssensoren hat sich also die Tatsache herausgestellt, daß für verschiedene maximale Beschleunigungen verschiedene Layouts erforderlich sind und ein Abgleich nur in ganz geringem Umfang möglich ist.

VORTEILE DER ERFINDUNG

Das erfindungsgemäße mikromechanische Bauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist den Vorteil auf, daß die
5 Federsteifigkeit beim Vormessen oder Endmessen graduell einstellbar ist, also ein einziges Layout bzw. Design für einen breiten Bereich von Steifigkeiten verwendbar ist.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß bei dem mikromechanischen Bauelement eine
10 als Feder ausgebildete mechanisch fixierte oder fixierbare Struktur entarretierbar bzw. arretierbar ist, um die effektive Steifigkeit der Biegefedereinrichtung stufenweise einzustellen. Zwei oder mehr Federelemente gleicher oder un-
15 terschiedlicher Steifigkeiten werden dazu in Serie und/oder parallel angeordnet und eine gewünschte effektive Federkonstante eingestellt.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen mikromechanischen Bauelements.
20

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die Masse mit einem ersten Federelement verbunden, welches gegenüber dem
25 Substrat beweglich ist und über einen ersten Verbindungssteg mit einem Ende von einem zweiten Federelement verbunden ist. Am ersten Verbindungssteg ist eine erste durchtrennbare Verankerungsstruktur zur durchtrennbaren Verankerung des ersten Verbindungsstegs gegenüber dem Substrat

vorgesehen. So läßt sich eine einstellbare Reihenschaltung mindestens zweier Federelemente realisieren.

5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die erste durchtrennbare Verankerungsstruktur mindestens einen ersten Trennbereich auf, welcher durch Anlegen von elektrischem Strom durchtrennbar ist. Dies ist ein zweckmäßiges Verfahren zum Trennen einer mechanischen Verbindung durch Aufschmelzen vergleichbar mit einer elektrischen Sicherung.

10

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die erste durchtrennbare Verankerungsstruktur zwei erste Trennbereiche auf, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des ersten Verbindungsstegs vorgesehen sind. So läßt sich eine stabile symmetrische Verankerung realisieren.

15

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das zweite Federelement über einen zweiten Verbindungssteg mit einem Ende von einem dritten Federelement verbunden. Am zweiten Verbindungssteg ist eine zweite durchtrennbare Verankerungsstruktur zur durchtrennbaren Verankerung des zweiten Verbindungsstegs gegenüber dem Substrat vorgesehen. Auf diese Weise lassen sich analog weitere Federelemente in Reihe schalten.

25

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die zweite durchtrennbare Verankerungsstruktur mindestens einen zweiten Trennbereich auf, welcher durch Anlegen von elektrischem Strom durchtrennbar ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die zweite durchtrennbare Verankerungsstruktur zwei zweite Trennbereiche auf, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des zweiten Verbindungsstegs vorgesehen sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist der jeweilige erste und/oder zweite Trennbereich eine erste Stromleitung aufweist, welche mit der betreffenden durchtrennbare Verankerungsstruktur verbunden ist, und eine zweite Stromleitung, welche mit der Biegefedereinrichtung, vorzugsweise mit einer Verankerung davon, verbunden ist. So läßt sich die Trennstromanbindung ohne viel Zusatzaufwand realisieren.

15

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weisen der erste und zweite Trennbereich bzw. die ersten und zweiten Trennbereiche unterschiedliche erste Stromleitungen auf, so daß sie selektiv durchtrennbar sind.

20

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weisen der erste und zweite Trennbereich bzw. die ersten und zweiten Trennbereiche diegleiche erste Stromleitung und unterschiedliche Querschnitte auf, so daß sie selektiv durchtrennbar sind. Dieser Aufbau erspart das Vorsehen unterschiedlicher erster Stromleitungen zur Durchtrennung.

25

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Masse mit einem ersten Federelement verbunden, welches ge-

genüber dem Substrat beweglich ist und über einen ersten Verbindungssteg mit einem Ende von einem zweiten Federelement verbunden ist. Am ersten Verbindungssteg ist eine erste steuerbare Verankerungsstruktur zur steuerbaren Verankerung des ersten Verbindungsstegs gegenüber dem Substrat
5 vorgesehen. Eine steuerbare Verankerungsstruktur bringt den Vorteil, daß sie reversibel umschaltbar zwischen den Zuständen arretiert und entarretiert ist. Außerdem ist so prinzipiell eine stufenlose Steuerung der effektiven Feder-
10 konstante möglich.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die erste steuerbare Verankerungsstruktur mindestens einen ersten Trennbereich auf, welcher durch eine Erzeugungseinrichtung für ein magnetisches oder elektrisches Feld steuerbar ist. So läßt sich eine kontaktlose Steuerung erreichen.
15

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die erste steuerbare Verankerungsstruktur zwei erste Trennbereiche auf, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des ersten Verbindungsstegs vorgesehen sind.
20

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das zweite Federelement über einen zweiten Verbindungssteg mit einem Ende von einem dritten Federelement verbunden. Am zweiten Verbindungssteg ist eine zweite steuerbare Verankerungsstruktur zur steuerbaren Verankerung des zweiten Verbindungsstegs gegenüber dem Substrat vorgesehen.
25

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die zweite steuerbare Verankerungsstruktur mindestens einen zweiten Trennbereich auf, welcher durch eine Erzeugungseinrichtung für ein magnetisches oder elektrisches Feld steuerbar ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die zweite steuerbare Verankerungsstruktur zwei zweite Trennbereiche auf, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des zweiten Verbindungsstegs vorgesehen sind.

ZEICHNUNGEN

15 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

20

Fig. 1 eine Aufsicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

25 Fig. 2 eine Aufsicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

5

Fig. 1 zeigt eine Aufsicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

10 In Figur 1 bezeichnen 1 einen mikromechanischen Beschleunigungssensor, 3 eine seismische Masse, 4 ein Substrat, 10a - f bewegliche Elektroden, welche an der seismischen Masse 3 angebracht sind, 11a - h feste Elektroden, welche fest im Substrat 4 verankert sind, 60 bzw. 600 Verankerungsbereiche
15 im Substrat 4, C1 und C2 Kondensatoranschlüsse, CL1 und CL2 Kondensatoranschlussleitungen, F1, F2, F3 Federelemente der Biegefedereinrichtung, T1 und T2 Trennanschlüsse, T1a, T1b sowie T2a, T2b Trennbereiche, TL1 und TL2 Trennleitungen, V12 einen Verbindungssteg zwischen F1 und F2 und V23 einen
20 Verbindungssteg zwischen F2 und F3. VF bezeichnet einen Verbindungssteg zwischen der seismischen Masse 3 und dem ersten Biegefederelement F1 und VA bezeichnet einen Verbindungssteg zwischen dem dritten Biegefederelement F3 und der Verankerung 600.

25

Der mikromechanische Beschleunigungssensor 1 gemäß dieser ersten Ausführungsform ist derart aufgebaut, dass seine seismische Masse 3 auf Grund von Beschleunigungen in x-Richtung auslenkbar ist. Dabei ist die seismische Masse 3

über die Biegefedereinrichtung F1, F2, F3 elastisch über dem Substrat 4 aufgehängt. Die Biegefedereinrichtung F1, F2, F3 wiederum ist über die Verankerung 60 im Substrat verankert, aber im gezeigten Zustand auch über Verbindungs-
5 stege V12 bzw. V23 und die entsprechenden Trennbereiche T1a, T1b bzw. T2a, T2b, welche jeweils mit einer Verankerung 60 verbunden sind.

Bei einer Auslenkung in x-Richtung ist eine Kapazitätsänderung der aus den festen Elektroden 11a - h und beweglichen
10 Elektroden 10a - f aufgebauten Differenzialkondensatoreinrichtung an den Anschlüssen C1 und C2 feststellbar, welche ein Maß für die Auslenkung ist.

15 Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind also drei Federelemente F1, F2, F3 unterschiedlicher Steifigkeiten hintereinander, d. h. in Reihenschaltung angeordnet.

Hier ist z. B. das steifere Federelement F1 direkt an der seismischen Masse 3 angebunden, wobei die weicheren Federn
20 F2, F3 durch den jeweiligen Verbindungssteg V12 bzw. V23 angekoppelt sind. Im in Figur 1 gezeigten Zustand ist allerdings nur das erste Federelement F1 zur Federung wirksam, da, wie gesagt, die anderen beiden Federelemente F2
25 bzw. F3 über den jeweiligen Verbindungssteg V12 bzw. V23 und eine daran angebrachte Verankerungsstruktur 60; T1a, T1b bzw. 60; T2a, T2b im Substrat verankert sind.

Diese mechanische Verankerung kann sowohl im Epitaxie-Polysilizium für die Elektroden und die seismische Masse 3 als auch im vergrabenen Polysilizium für vergrabene Leiterbahnen realisiert sein. Bei dieser Ausführungsform ist sie
5 im Epitaxie-Polysilizium realisiert. Die Einzelheiten dieser Prozesse sind im Stand der Technik bekannt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung.

Über die Trennanschlüsse T1 und T2 lässt sich ein elektrischer Strom durch die Trennleitung TL1, die Verankerung 60,
10 den jeweiligen Trennbereich T1a, T1b bzw. T2a, T2b, den betreffenden Verbindungssteg V12 bzw. V23 und zurück über die Federelemente F2 bzw. F3 und den Verbindungssteg VA zur Verankerung 600 und die Trennleitung TL2 anlegen. Durch
15 diesen Stromfluss kann die Verankerung des zweiten Federelementes F2 bzw. des dritten Federelementes F3 selektiv durchtrennt werden und somit ein Zustand niedrigerer effektiver Federkonstante der gesamten Biegefedereinrichtung eingestellt werden. Dieser Vorgang ist vergleichbar mit dem
20 Durchbrennen einer elektrischen Einmal-Sicherung bei Überlast.

Eine geeignete Wahl der Geometrie oder des Schichtaufbaus der Trennbereiche erlaubt die Festlegung der genauen Stelle
25 für die Durchtrennung und bei mehreren Federelementen auch die Selektion des bei einem bestimmten Stromwert zu durchtrennenden Trennbereichs. Die gezielte Durchtrennung der Strukturen in den Trennbereichen kann allgemein bei dieser Ausführungsform durch unterschiedliche elektrische Wider-

stände bei einer gemeinsamen Stromzuleitung erfolgen, und nicht nur durch unterschiedliche Querschnitte oder z.B. getrennte elektrische Zuleitungen.

- 5 Sind die Strukturen im Epi-Silizium realisiert, kann optional auf Teilbereiche der Strukturen eine Aluminiumschicht zur lokalen Anpassung des Widerstandes aufgebracht werden.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Beispiel weisen die Trennbereiche T1a und T1b einen kleineren Querschnitt als die
10 Trennbereiche T2a und T2b auf. Daher ist zu erwarten, dass bei einem Stromfluss durch diese Parallelanordnung zuerst die Trennbereiche T1a und T1b bei einem ersten niedrigeren Strom aufschmelzen und erst bei einem zweiten höheren Strom
15 die Trennbereiche T2a und T2b, so dass stufenweise zuerst das zweite Federelement F2 und dann das dritte Federelement F3 aktivierbar ist.

Die Durchtrennung kann sowohl beim elektrischen Vormessen
20 als auch beim elektrischen Endmessen erfolgen. Durch den zeitlichen Verlauf der Strom-Spannungs-Werte bei diesem Vorgang ist die gezielte Durchtrennung überprüfbar. Die eingestellte effektive Federkonstante der Biegefederanordnung kann beim Vormessen z. B. über die Resonanzfrequenz
25 und beim Endmessen z. B. über die Empfindlichkeit ermittelt werden.

Fig. 2 zeigt eine Aufsicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

5 In Fig. 2 bezeichnen zusätzlich zu den bereits eingeführten Bezugszeichen T1a', T1b', T2a', T2b' einen jeweiligen steuerbaren Trennbereich, T1' und T2' einen jeweiligen modifizierten Trennanschluss und TL1' sowie TL2' modifizierte Trennleitungen.

10

Bei dieser zweiten Ausführungsform ist im Trennbereich eine Erzeugungseinrichtung für ein magnetisches Feld vorgesehen, wobei die elektrische Feldstärke durch die an T1' und T2' angelegte Spannung steuerbar ist (hier handelt es sich bei 15 TL1' sowie TL2' um entsprechende mehradrige Leitungen). Dadurch lässt sich die effektive Federkonstante der gesamten Biegefedereinrichtung quasi stufenlos als Funktion des erzeugten Magnetfeldes einstellen.

20 Ansonsten ist die zweite Ausführungsform mit der ersten Ausführungsform identisch.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie 25 darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Die Erfindung ist insbesondere auf beliebige federnd gelagerte mikromechanische Bauelemente anwendbar, und nicht nur auf Beschleunigungssensoren.

- 5 Es können z.B. beliebige mikromechanische Grundmaterialien verwendet werden, und nicht nur das exemplarisch angeführte Siliziumsubstrat.

Obwohl im obigen Beispiel die Trennbereiche elektrische
10 Durchschmelzbereiche sind, können die Trennbereiche auch auf andere Weise beeinflussbar sein. So kann das Durchtrennen kontaktlos z.B. mittels eines Lasers durchführbar sein.

Ebenfalls kann die kontaktlose Steuerung der effektiven Federkonstante anstatt durch ein magnetisches Feld durch ein
15 elektrisches Feld realisiert werden.

Auch die Geometrie der Federanordnung ist nicht auf gezeigte Reihenschaltung dreier Federelemente beschränkt, sondern
20 kann eine beliebige Reihenschaltung/Parallelschaltung einer Mehrzahl von Federelementen aufweisen, deren effektive Federkonstante extern beeinflussbar ist.

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Mikromechanisches Bauelement, insbesondere Beschleunigungssensor, mit einer Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) zum federnden Lagern einer Masse (3) über einem Substrat (4), wobei die Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) einerseits mit der Masse (3) verbunden ist und andererseits im Substrat (4) verankert ist;

15 dadurch gekennzeichnet, daß

die Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) mindestens ein Biegefederelement (F2, F3) aufweist, dessen Beweglichkeit gegenüber dem Substrat (4) zur Veränderung der effektiven Federkonstante der Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3) veränderbar ist.

2. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse (3) mit einem ersten Federelement (F1) verbunden ist, welches gegenüber dem Substrat (4) beweglich ist und über einen ersten Verbindungssteg (V12) mit einem Ende von einem zweiten Federelement (F2) verbunden ist; und daß am ersten Verbindungssteg (V12) eine erste durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T1a, T1b)

25

zur durchtrennbaren Verankerung des ersten Verbindungsstegs (V12) gegenüber dem Substrat (4) vorgesehen ist.

3. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T1a, T1b) mindestens einen ersten Trennbereich (T1a, T1b) aufweist, welcher durch Anlegen von elektrischem Strom durchtrennbar ist.

10 4. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T1a, T1b) zwei erste Trennbereiche (T1a, T1b) aufweist, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des ersten Verbindungsstegs (V12) vorgesehen sind.

15

5. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (F2) über einen zweiten Verbindungssteg (V23) mit einem Ende von einem dritten Federelement (F3) verbunden ist; und daß am zweiten Verbindungssteg (V23) eine zweite durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T2a, T2b) zur durchtrennbaren Verankerung des zweiten Verbindungsstegs (V23) gegenüber dem Substrat (4) vorgesehen ist.

25 6. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T2a, T2b) mindestens einen zweiten Trennbereich (T2a, T2b) aufweist, welcher durch Anlegen von elektrischem Strom durchtrennbar ist.

7. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T2a, T2b) zwei zweite Trennbereiche (T2a, T2b) aufweist, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des zweiten Verbindungsstegs (V23) vorgesehen sind.

8. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 3, 4, 6, 7, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige erste und/oder zweite Trennbereich (T1a, T1b; T2a, T2b) eine erste Stromleitung (TL1) aufweist, welche mit der betreffenden durchtrennbare Verankerungsstruktur (60; T1a, T1b; T2a, T2b) verbunden ist, und eine zweite Stromleitung (TL2), welche mit der Biegefedereinrichtung (F1, F2, F3), vorzugsweise mit einer Verankerung (600) davon, verbunden ist.

9. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 3, 4, 6, 7, 8 dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite Trennbereich (T1a, T1b; T2a, T2b) bzw. die ersten und zweiten Trennbereiche (T1a, T1b; T2a, T2b) unterschiedliche erste Stromleitungen aufweisen, so daß sie selektiv durchtrennbar sind.

10. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 3, 4, 6, 7, 8 dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite Trennbereich (T1a, T1b; T2a, T2b) bzw. die ersten und zweiten Trennbereiche (T1a, T1b; T2a, T2b) diegleiche erste Stromleitung (TL1) und unterschiedliche Querschnitte aufweisen, so daß sie selektiv durchtrennbar sind.

11. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse (3) mit einem ersten Federelement (F1) verbunden ist, welches gegenüber dem Substrat (4) beweglich ist und über einen ersten Verbindungssteg (V12) mit einem Ende von einem zweiten Federelement (F2) verbunden ist; und daß am ersten Verbindungssteg (V12) eine erste steuerbare Verankerungsstruktur (60; T1a', T1b') zur steuerbaren Verankerung des ersten Verbindungsstegs (V12) gegenüber dem Substrat (4) vorgesehen ist.

12. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die erste steuerbare Verankerungsstruktur (60; T1a', T1b') mindestens einen ersten Trennbereich (T1a', T1b') aufweist, welcher durch eine Erzeugungseinrichtung für ein magnetisches oder elektrisches Feld steuerbar ist.

13. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die erste steuerbare Verankerungsstruktur (60; T1a', T1b') zwei erste Trennbereiche (T1a', T1b') aufweist, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des ersten Verbindungsstegs (V12) vorgesehen sind.

13. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (F2) über einen zweiten Verbindungssteg (V23) mit einem Ende von einem dritten Federelement (F3) verbunden ist; und daß am zweiten Verbindungssteg (V23) ei-

ne zweite steuerbare Verankerungsstruktur (60; T2a', T2b') zur steuerbare Verankerung des zweiten Verbindungsstegs (V23) gegenüber dem Substrat (4) vorgesehen ist.

5 14. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite steuerbare Verankerungsstruktur (60; T2a', T2b') mindestens einen zweiten Trennbereich (T2a, T2b) aufweist, welcher durch eine Erzeugungseinrichtung für ein magnetisches oder elektrisches Feld
10 steuerbar ist.

15 15. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite steuerbare Verankerungsstruktur (60; T2a', T2b') zwei zweite Trennbereiche (T2a, T2b) aufweist, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des zweiten Verbindungsstegs (V23) vorgesehen sind.

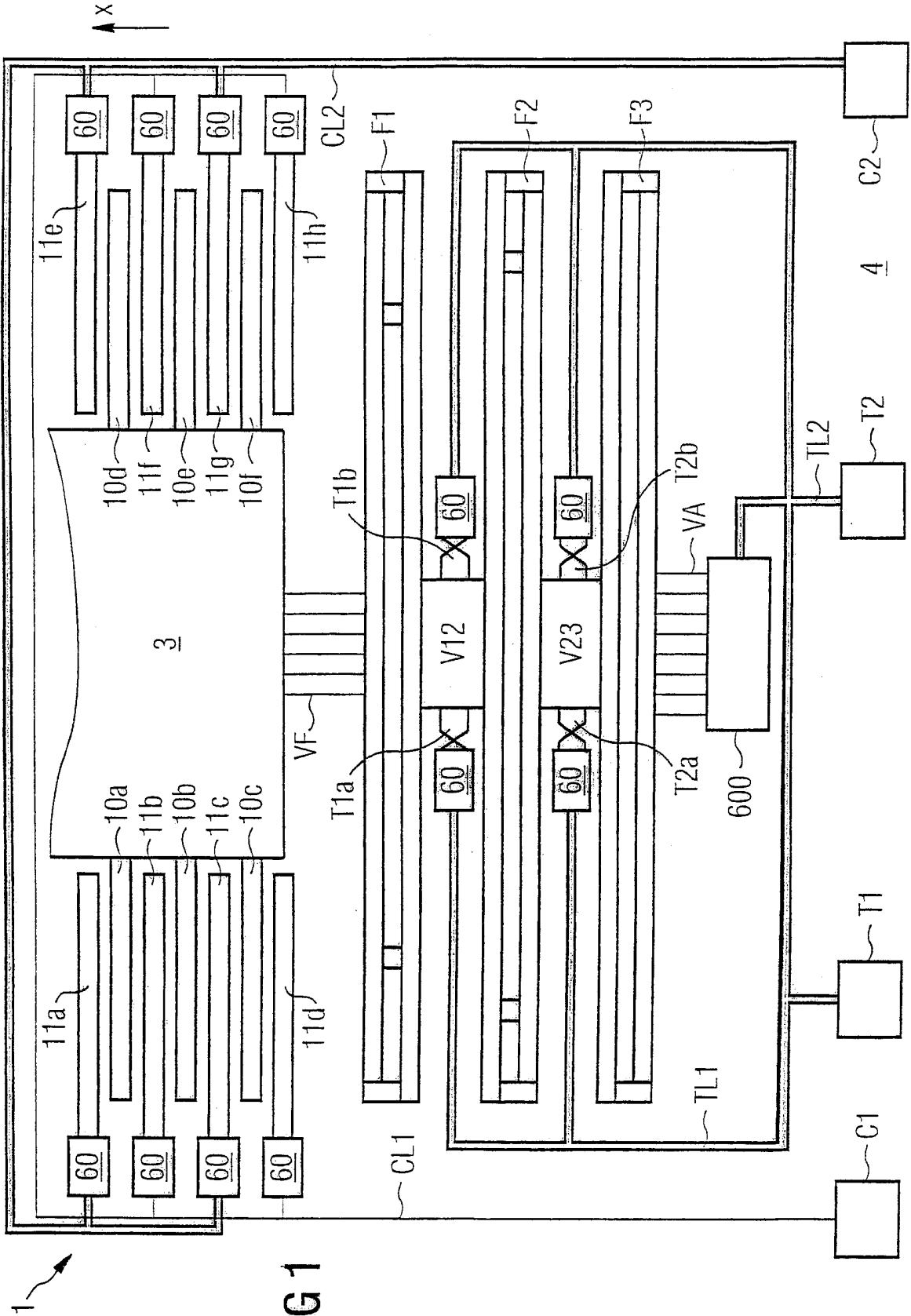


FIG 1

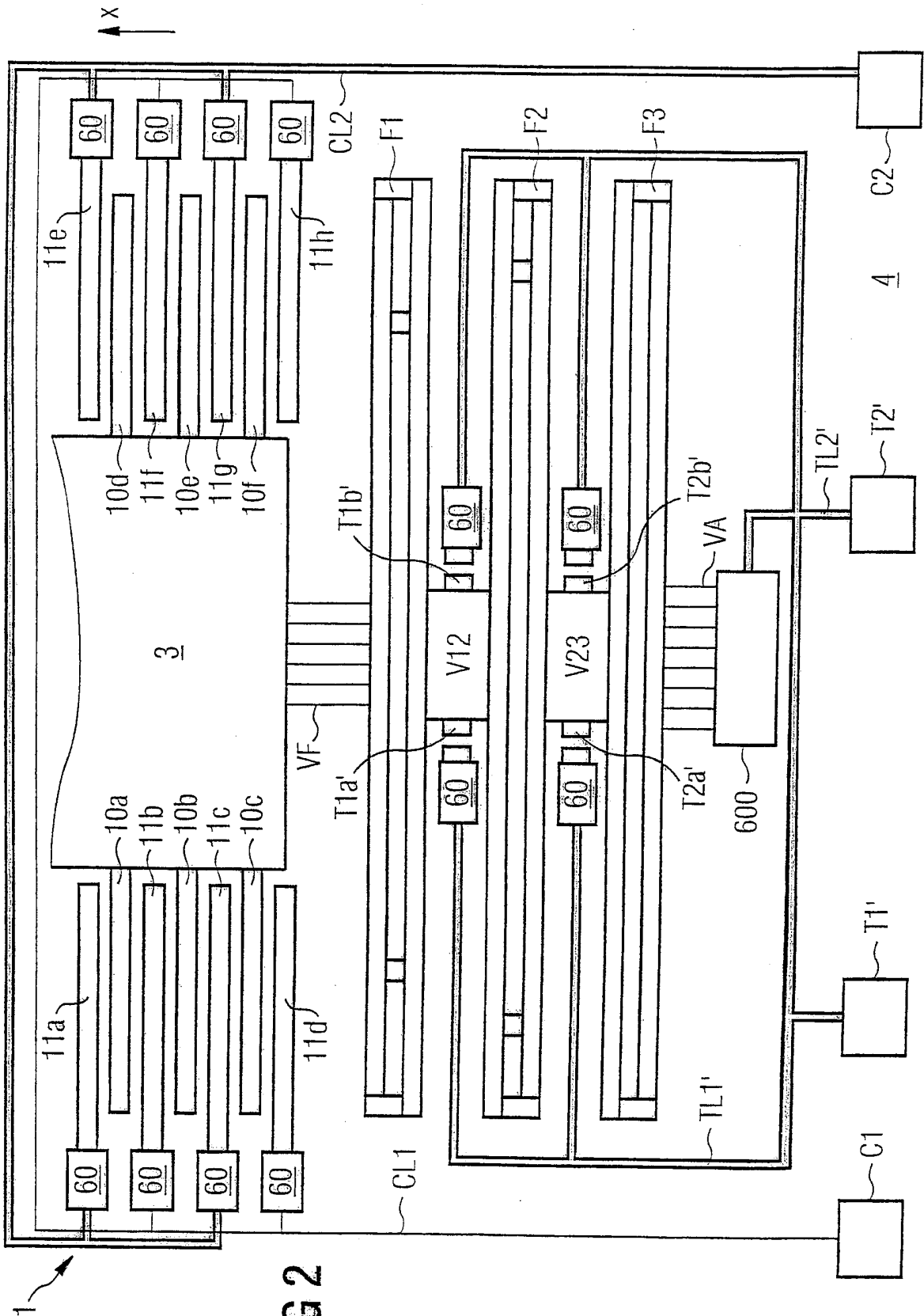


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01P15/08 G01P15/125

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 364 497 A (SALTMARSH MICHAEL P ET AL) 15 November 1994 (1994-11-15)	1
A	column 8, line 42 - line 66; figures 9,10 column 3, line 63 -column 4, line 2	3,6,8-10
X	US 5 610 335 A (ADAMS SCOTT G ET AL) 11 March 1997 (1997-03-11)	1,11-13
Y	column 12, line 11 - line 15; figures 14,15	14-16
Y	DE 198 17 357 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 October 1999 (1999-10-21)	14-16
A	column 1, line 52 -column 2, line 28; figure 1	5-10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 June 2001

Date of mailing of the international search report

25/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00770

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5364497 A	15-11-1994	EP 0712498 A WO 9504933 A	22-05-1996 16-02-1995
US 5610335 A	11-03-1997	US 5563343 A EP 0702796 A JP 8510837 T US 6149190 A WO 9428427 A US 6170332 B US 6199874 B	08-10-1996 27-03-1996 12-11-1996 21-11-2000 08-12-1994 09-01-2001 13-03-2001
DE 19817357 A	21-10-1999	JP 11344507 A	14-12-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00770

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01P15/08 G01P15/125

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 5 364 497 A (SALTMARSH MICHAEL P ET AL) 15. November 1994 (1994-11-15) Spalte 8, Zeile 42 - Zeile 66; Abbildungen 9,10 Spalte 3, Zeile 63 -Spalte 4, Zeile 2 ---	1 3,6,8-10
X Y	US 5 610 335 A (ADAMS SCOTT G ET AL) 11. März 1997 (1997-03-11) Spalte 12, Zeile 11 - Zeile 15; Abbildungen 14,15 ---	1,11-13 14-16
Y A	DE 198 17 357 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21. Oktober 1999 (1999-10-21) Spalte 1, Zeile 52 -Spalte 2, Zeile 28; Abbildung 1 -----	14-16 5-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Juni 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pflugfelder, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00770

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5364497 A	15-11-1994	EP 0712498 A WO 9504933 A	22-05-1996 16-02-1995
US 5610335 A	11-03-1997	US 5563343 A EP 0702796 A JP 8510837 T US 6149190 A WO 9428427 A US 6170332 B US 6199874 B	08-10-1996 27-03-1996 12-11-1996 21-11-2000 08-12-1994 09-01-2001 13-03-2001
DE 19817357 A	21-10-1999	JP 11344507 A	14-12-1999