



(10) **DE 10 2018 209 500 A1** 2019.12.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 209 500.0**
(22) Anmeldetag: **14.06.2018**
(43) Offenlegungstag: **19.12.2019**

(51) Int Cl.: **B81B 3/00 (2006.01)**
B81B 7/02 (2006.01)
B81C 1/00 (2006.01)
G01P 15/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Reinmuth, Jochen, 72766 Reutlingen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	195 40 120	A1
DE	10 2011 006 422	A1
DE	693 18 956	T2

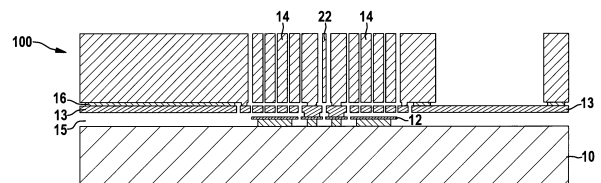
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Mikromechanischer z-Inertialsensoreit**

(57) Zusammenfassung: Mikromechanischer z-Inertialsensoreit (100), aufweisend:

- ein Substrat;
- eine in einer mikromechanischen Funktionsschicht ausgebildete bewegliche seismische Masse;
- eine mit der beweglichen seismischen Masse verbundene Torsionsfeder, um die die seismische Masse tordierbar ist;
- wobei unterhalb der seismischen Masse eine Elektroden-schicht angeordnet ist; dadurch gekennzeichnet, dass
- die Elektroden-schicht in einem äußeren Bereich an ein Potential des Substrats anschließbar und über eine Isolations-schicht mit der seismischen Masse verbunden ist; und
- wobei oberhalb und unterhalb eines inneren Bereichs der Elektrodenfläche Elektroden beabstandet ausgebildet sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen mikromechanischen z-Inertialsensor. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen z-Inertialsensors.

Stand der Technik

[0002] Bekannte mikromechanische Beschleunigungs- bzw. Inertialsensoren weisen in der Regel MEMS-Strukturen auf. **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt durch einen derartigen bekannten Beschleunigungssensor mit beweglichen MEMS-Strukturen **21**, die aus einer dicken mikromechanischen Funktionsschicht **20** aus Polysilizium herausgeätzt werden. Diese werden über dünnen, vergrabenen Polysiliziumschichten **12** angeordnet, wobei diese ihrerseits mit einer Oxidschicht **11** auf einem Substrat **10** verankert sind. Auch zwischen den beiden Polysiliziumschichten **12**, **20** ist eine Oxidschicht vorgesehen.

[0003] Die vergrabene Polysiliziumschicht **12** kann dabei als elektrische Leiterbahn und/oder als Elektrode fungieren. Die mikromechanische Funktionsschicht **20** wird über einen Trenchprozess und ein Oxid-Opferschichtverfahren freigestellt. Die vergrabene Polysiliziumschicht **12** ist über ein Oxid **11** elektrisch vom Substrat **10** getrennt. Die Leiterbahnen und Elektroden sind derart breit ausgelegt, dass sie im Oxid-Opferoxidätzschritt nicht vollständig unterätzt sind und auf diese Weise stabil am Substrat **10** verankert sind.

[0004] Die derart hergestellten beweglichen MEMS-Strukturen **21** („seismische Masse“) werden meist in der weiteren Prozessfolge mit einem Kappenwafer **40** versiegelt. Je nach Anwendung wird innerhalb des dadurch verschlossenen Volumens **50** ein geeigneter Innendruck eingeschlossen, wobei der Verschluss meist über ein Seal-Glas-Bondverfahren oder über ein eutektisches Bondverfahren, z.B. mit AlGe erfolgt.

[0005] Um in einem derartigen Herstellungsprozess einen z-Beschleunigungssensor herzustellen, wird in der mikromechanischen Funktionsschicht **20** eine Wippenstruktur ausgebildet, die über Torsionsfedern **22** am Substrat **10** verankert sind, wie in der Draufsicht von **Fig. 2** angedeutet. Die Massenverteilung der Wippenstruktur ist asymmetrisch ausgebildet, wobei unterhalb der Wippenstruktur zwei Elektrodenflächen angeordnet werden, um eine Auslenkung der Wippenstruktur messtechnisch kapazitiv erfassen zu können.

[0006] Nachteilig an dieser Anordnung ist, dass die Symmetrie der Anordnung insgesamt relativ gering ist und ein derartiger z-Beschleunigungssensor daher ein ungünstiges Betriebsverhalten aufweisen kann.

[0007] Ein bekannter z-Beschleunigungssensor **100**, der eine höhere Symmetrie und ein deutlich besseres Betriebsverhalten aufweist, ist in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt. Ein derartiger z-Beschleunigungssensor **100** weist ebenfalls eine Wippe auf, wobei zusätzlich eine weitere Polysiliziumschicht **13** zwischen der mikromechanischen Funktionsschicht und der vergrabenen Leiterbahn **12** verwendet wird, die als Elektrodenschicht fungiert. Man kann mit dieser weiteren Polysiliziumschicht **13** eine bezüglich der Fläche symmetrische Wippe erzeugen, die eine unterschiedliche Massenverteilung aufweist, so dass die Wippe weiterhin eine Massenasymmetrie besitzt. Dabei wird die weitere Polysiliziumschicht **13** als eine bewegliche Elektrode der Wippe verwendet.

[0008] Im Ergebnis kann dadurch kann die Gesamtmasse der Wippe reduziert und die Massenasymmetrie in Bezug auf die Gesamtmasse weiter erhöht werden. Dies ermöglicht es auch, oberhalb der beweglichen Elektrode der Wippe eine weitere feststehende Gegenelektrode **14** vorzusehen, die in der mikromechanischen Funktionsschicht ausgebildet wird. Damit kann auf vorteilhafte Weise die Messkapazität in etwa verdoppelt werden, wobei die gesamte Messanordnung bezüglich der vertikalen z-Richtung symmetrisch angeordnet ist. Um die kleinen Kapazitätsänderungen bei der Auslenkung der Wippe exakt messen zu können, muss die Wippe potentialmäßig vom Substrat **10** getrennt werden, da andernfalls die Messung zu ungenau wird.

[0009] Wichtig für einen derartigen mikromechanischen z-Inertialsensor **100** ist, dass unterhalb der Wippe in Bereichen, in denen keine feststehenden Messelektroden vorgesehen sind, feststehende Elektrodenflächen **12** als Schirmungselemente angeordnet werden, die auf dem gleichen elektrischen Potential wie die Wippe liegen.

[0010] Der Potentialunterschied zwischen dem Substrat und der Wippe würde ohne Schirmungselement **12** zu einer abstandsabhängigen Zusatzkraft auf die Wippe führen, die das Signal des z-Beschleunigungssensors **100** negativ beeinflussen würde.

[0011] Die maximale Auslenkung einer derartigen Wippenstruktur ist in **Fig. 5** dargestellt, wo erkennbar ist, dass diese nun durch den Abstand zwischen der zusätzlichen Polysiliziumschicht **13** und der vergrabenen Leiterbahn **12**, welche als Schirmungselement fungiert, beschränkt ist. Dieser Abstand kann nicht einfach erhöht werden, dass sonst die Signalkapazität des z-Inertialsensors **100** mit erhöhtem Abstand verringert würde. Um ein möglichst großes elektrisches Signal zu bekommen, werden daher die feststehenden Elektroden **14** möglichst weit von der Torsionsachse **22** nach außen hin angeordnet. Allerdings können dabei die feststehenden Elektroden **14** nicht beliebig weit nach außen angeordnet werden,

da ansonsten die Massenasymmetrie der Wippe zu gering wird und dadurch die Messempfindlichkeit des mikromechanischen **z**-Inertialsensors **100** nachteilig reduziert würde.

[0012] Liegt am **z**-Inertialsensor **100** ein vertikaler Temperaturgradient an, so entsteht im Sensor ein radiometrischer Effekt. Die Gas-Atome, die von der kalten Seite kommen, haben eine geringere Geschwindigkeit als die Gas-Atome von der warmen Seite. Durch Stöße dieser unterschiedlichen schnellen Atome mit der beweglichen Massen können Kräfte auf die bewegliche Masse erzeugt werden. Der vorgehend beschriebene, bekannte **z**-Inertialsensor **100** mit asymmetrischer Wippe reagiert auf einen solchen Gasdynamik sehr stark in Form eines unerwünschten Auslenkens der Wippe. Auch eine symmetrische Wippe reagiert noch auf einen Temperaturgradienten. Dies lässt sich dadurch begründen, dass sich Perforationslöcher **13a**, **21a** zwischen der leichten und der schweren Seite der Wippe in der Schichtdicke unterscheiden, wodurch dort unterschiedliche Impulsüberträge der Gas-Atome stattfinden, die eine Kraft verursachen.

[0013] Dies ist prinzipiell in der Draufsicht von **Fig. 6** erkennbar. Für einen definierten Innendruck und eine Zieltemperatur kann die Größe der jeweiligen Perforation derart angepasst werden, dass sich beide Seiten im Gleichgewicht befinden. Jede Temperatur- oder Druckänderung bringt den **z**-Inertialsensor **100** aber wieder aus dem Gleichgewicht.

Offenbarung der Erfindung

[0014] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen mikromechanischen **z**-Inertialsensor unter Vermeidung der oben genannten Nachteile bereit zu stellen.

[0015] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einem mikromechanischen **z**-Inertialsensor, aufweisend:

- ein Substrat;
- eine in einer mikromechanischen Funktionsschicht ausgebildete
- bewegliche seismische Masse;
- eine mit der beweglichen seismischen Masse verbundene Torsionsfeder, um die die seismische Masse tordierbar ist;
- wobei unterhalb der seismische Masse eine Elektrodenschicht angeordnet ist; dadurch gekennzeichnet, dass
- die Elektrodenschicht in einem äußeren Bereich an ein Potential des Substrats anschließ-

bar und über eine Isolationsschicht mit der seismischen Masse verbunden ist; und

- wobei oberhalb und unterhalb eines inneren Bereichs der Elektrodenfläche Elektroden beabstandet ausgebildet sind.

[0016] Auf diese Weise wird für den mikromechanischen **z**-Inertialsensor vorteilhaft eine höhere Auslenkung und zugleich eine verbesserte Unempfindlichkeit gegenüber Stresseffekten realisiert. Im Ergebnis ist dadurch ermöglicht, dass der Sensor ausschließlich aufgrund von mechanischen Inertialkräften ausgelenkt wird und nicht aufgrund von Kraftwirkungen elektrischer Felder, die aufgrund von angelegten elektrischen Spannungen generiert werden. Erreicht wird dies insbesondere dadurch, dass in einem definierten Bereich unterhalb der Wippe eine Potentialfreiheit bereitgestellt wird.

[0017] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einem Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen **z**-Inertialsensors, aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen eines Substrats;
- Bereitstellen einer in einer mikromechanischen Funktionsschicht ausgebildeten beweglichen seismische Masse;
- Bereitstellen einer mit der beweglichen seismischen Masse verbundenen Torsionsfeder, um die die seismische Masse tordierbar ist;
- Bereitstellen einer Elektrodenschicht unterhalb der seismischen Masse, wobei die Elektrodenschicht in einem äußeren Bereich an das Potential des Substrats anschließbar und über eine Isolationsschicht mit der seismischen Masse verbunden wird; und
- wobei oberhalb und unterhalb eines inneren Bereichs der Elektrodenfläche Elektroden beabstandet ausgebildet werden.

[0018] Bevorzugte Weiterbildungen des mikromechanischen **z**-Inertialsensors sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0019] Eine vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen **z**-Inertialsensors zeichnet sich dadurch aus, dass die Elektrodenschicht mittels eines um den inneren Bereich umlaufend ausgebildeten Isolierkanals in den inneren und äußeren Bereich geteilt ist. Dadurch ist eine potentialmäßige Trennung der Elektrodenschicht im Innen- und Außenbereich auf einfache Weise herstellbar.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen **z**-Inertialsensors zeichnet sich dadurch aus, dass die Elektrodenschicht und/oder die seismische Masse im äußeren Bereich unperfo-

riert ausgebildet sind. Dadurch kann auf vorteilhafte Weise eine ungünstige Wirkung des radiometrischen Effekts eliminiert bzw. wenigstens stark reduziert werden.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen z -Inertialsensors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenschicht und/oder die seismische Masse im äußeren Bereichen perforiert ausgebildet sind. Mittels der perforierten Schicht kann vorteilhaft eine Dämpfung des z -Inertialsensors verringert werden. Dies ist z.B. nützlich, wenn Sensoren in allen Koordinatenrichtungen x , y , z gleich gute Dämpfungseigenschaften aufweisen sollen.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen z -Inertialsensors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenschicht mittels eines Federelements an ein Potential des Substrats anschließbar ist. Dadurch kann eine elektrische Leitungsfunktion in vorteilhafter Weise mit einer Federfunktion des Federelements kombiniert werden.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen z -Inertialsensors ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Steifigkeit des Federelements derart ist, dass das Federelement im Ruhezustand des mikromechanischen z -Inertialsensors ein Verkippen der Wippe verhindert. Auf diese Weise wird ein günstiges Sensierverhalten des Sensors unterstützt.

[0024] Die Erfindung wird im Folgenden mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand von mehreren Figuren im Detail beschrieben. Gleiche oder funktionsgleiche Elemente haben gleiche Bezugszeichen. Die Figuren sind insbesondere dazu gedacht, die erfindungswesentlichen Prinzipien zu verdeutlichen und sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu ausgeführt. Der besseren Übersichtlichkeit halber kann vorgesehen sein, dass nicht in sämtlichen Figuren sämtliche Bezugszeichen eingezeichnet sind.

[0025] Offenbarte Verfahrensmerkmale ergeben sich analog aus entsprechenden offenbarten Vorrichtungsmerkmalen und umgekehrt. Dies bedeutet insbesondere, dass sich Merkmale, technische Vorteile und Ausführungen betreffend das Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen z -Inertialsensors in analoger Weise aus entsprechenden Ausführungen, Merkmalen und Vorteilen betreffend den mikromechanischen z -Inertialsensor ergeben und umgekehrt.

[0026] In den Figuren zeigt:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines konventionellen mikromechanischen z -Inertialsensors;

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen konventionellen mikromechanischen z -Inertialsensors;

Fig. 3 eine Schnittansicht durch einen konventionellen mikromechanischen z -Inertialsensor;

Fig. 4, Fig. 5 Schnittansichten durch einen konventionellen mikromechanischen z -Inertialsensor;

Fig. 6 eine Draufsicht auf einen konventionellen mikromechanischen z -Inertialsensor;

Fig. 7, Fig. 8 Ansichten einer Ausführungsform eines vorgeschlagenen mikromechanischen z -Inertialsensors;

Fig. 9 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform eines vorgeschlagenen mikromechanischen z -Inertialsensors; und

Fig. 10 einen prinzipiellen Ablauf eines Verfahrens zum Herstellen eines vorgeschlagenen mikromechanischen z -Inertialsensors.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0027] **Fig. 7** zeigt eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform eines vorgeschlagenen mikromechanischen z -Inertialsensors **100** in einer Ruheposition. Man erkennt, dass die Elektrodenschicht **13** unterhalb der beweglichen Wippe angeordnet ist und sich mit dieser mitbewegen kann. Erkennbar ist ferner, dass die Polysiliziumschicht **12** gegenüber der bekannten Ausbildung deutlich verkleinert ist und auf einen zentralen Sensierbereich unterhalb der feststehenden Elektroden **14** beschränkt ist. Dabei ist die Elektrodenschicht **13** durch einen umlaufenden, durchgängigen Perforationskanal in einen zentralen Bereich und in einen äußeren Bereich geteilt. Die Elektrodenschicht **13** und das Substrat **10** können auf diese Weise auf gleiches elektrisches Potential gelegt werden, wodurch im Betrieb des z -Inertialsensors **100** die Elektrodenschicht **13** im Außenbereich und im zentralen Sensierbereich unterschiedliche elektrische Potentiale aufweisen.

[0028] Dadurch ist ermöglicht, dass im Bereich eines Hohlraums **15** unterhalb der Elektrodenschicht **13** kein elektrisches Feld auftritt, d.h. Potentialfreiheit herrscht und eine Auslenkung der Wippe ausschließlich durch mechanische Kräfte erreicht werden kann.

[0029] Dadurch kann vorteilhaft, wie in der Querschnittsansicht von **Fig. 8** erkennbar, eine gegenüber der konventionellen Anordnung größere Bewegungsfreiheit der Wippe erreicht werden. Unterhalb der Elektrodenschicht **13** werden in einem Herstellungsprozess Ätzkanäle bzw. Hohlräume (nicht dargestellt) ausgebildet, die beispielsweise zusammen mit der Strukturierung der Polysiliziumschicht **12** der vergrabenen Leiterbahn hergestellt werden können.

[0030] Die Elektrodenschicht **13** kann vorteilhaft auch ohne Perforationslöcher **13a** hergestellt werden, wodurch eine bezüglich eines vertikalen Gas-

flusses vollständig symmetrische Wippe realisiert werden kann. Optional kann die Elektrodenschicht **13** auch mit Perforationslöchern hergestellt werden (nicht dargestellt). Weiterhin wird die Elektrodenschicht **13** im Außenbereich über eine isolierende Oxidschicht **16** mechanisch starr an die Wippenstruktur der seismischen Masse **21** gekoppelt.

[0031] Dazu werden in der Wippenstruktur so große Bereiche (auch ohne Perforation) in der mikromechanischen Funktionsschicht vorgesehen, dass im Opferschichtätzprozess eine Oxidschicht **16** zwischen der Funktionsschicht und der Elektrodenschicht **13** stehen bleibt. Auf diese Weise ist es möglich, dass die Elektrodenschicht **13** im äußeren Bereich mittels einer Isolationsschicht in Form der Oxidschicht **16** nach oben mechanisch an die Wippe angebunden ist. Gleichzeitig werden sämtliche Oxide unterhalb der Elektrodenschicht **13** aufgrund der dort angelegten Ätzkanäle im Opferschichtätzprozess vollständig entfernt.

[0032] In der Draufsicht des vorgeschlagenen mikromechanischen z-Inertialsensors **100** von **Fig. 9** ist erkennbar, dass über dünne Federelemente **17**, die eine geringere Federsteifigkeit bezüglich einer Verkipfung der Wippe haben, elektrische Leiterbahnen realisiert werden, die die Elektrodenschicht **13** auf Substratpotential halten. Vorteilhaftweise werden die dünnen Federelemente **17** symmetrisch zur Torsionsrichtung der Wippe angeordnet. Im äußeren Bereich kann auf diese Weise die bewegliche seismische Masse **21** „potentialfrei schweben“ und ist dadurch nur aufgrund der Massenasymmetrie auf mechanische Kräfte maximal empfindlich.

[0033] Im Ergebnis kann dadurch eine maximale Auslenkung der Wippe vorteilhaft erhöht werden. Man erkennt, dass im Vergleich zur konventionellen Anordnung die Elektrodenflächen der Polysiliziumschicht **12** auf den Zentralbereich der Wippe beschränkt sind. Durch die damit erreichte zentralere Anordnung der feststehenden Gegenelektroden **14** wird der mikromechanische z-Inertialsensor **100** unempfindlicher gegenüber einer Verbiegung des Substrats **10**, die typischerweise durch äußere Einflüsse entsteht, wenn das Bauelement auf eine Leiterplatte gelötet wird und dadurch Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, oder auf eine andere Art induzierten mechanischen Verspannungen ausgesetzt ist.

[0034] Vorteilhaft wird beim vorgeschlagenen z-Inertialsensor **100** die Massenasymmetrie erhöht, wodurch der Sensor deutlich empfindlicher ausgelegt werden kann oder ein Sensor gleicher Empfindlichkeit ressourcenschonend auf einer geringeren Fläche realisiert werden kann.

[0035] Der Sensor wird dadurch deutlich unempfindlicher auf Vorauslenkungen der Wippe. Prinzipiell ha-

ben mikromechanische z-Beschleunigungssensoren aufgrund von Streuungen im Herstellungsprozess immer eine kleine, statistisch verteilte Vorauslenkung. Die Vorauslenkung kann über ein Abgleichverfahren in einer Auswerte-Elektronik kompensiert werden, dies führt aber aufgrund unterschiedlichster Effekte zu Nichtlinearitäten und anderen nicht erwünschten Nebeneffekten. Durch die größere Bewegungsfreiheit der Wippe können die durch die gleichbleibenden Vorauslenkungen verursachten Effekte im Signalpfad vorteilhaft entsprechend stark reduziert werden.

[0036] Mit dem vorgeschlagenen Ansatz können die Wippenbereiche, die nicht unterhalb oder oberhalb der feststehenden Elektroden **14** liegen, ohne Perforationslöcher ausgebildet werden. Dadurch kann in vorteilhafter Weise eine Dämpfung des z-Beschleunigungssensors **100** deutlich erhöht werden. Die Wippe kann bezüglich der Geometrie bei dem Gasfluss von der Unterseite zur Oberseite vollständig symmetrisch ausgelegt werden. Statische und dynamische Effekte, wenn an der Wippe zwischen der Ober- und Unterseite unterschiedliche Temperaturen oder Temperaturgradienten anliegen und radiometrische Effekte im Sensor verursacht werden, greifen an der Wippe symmetrisch an und können vorteilhaft eine Verkipfung der Wippe vermeiden.

[0037] Vorteilhaft kann mit der vorgeschlagenen Struktur ein „Kleben in z-Inertialsensoren“ wesentlich reduziert werden. Die größere maximale Auslenkung der Sensoren ermöglicht bei Sensoren mit gleicher Torsionsfeder Sensoren mit einer größeren Rückstellkraft im Anschlag, was die Klebenneigung wesentlich reduziert. Vorteilhaft können kleinere und damit günstigere z-Beschleunigungssensoren hergestellt werden. Ein Offsetverhalten eines derartigen z-Inertialsensors lässt sich im Ergebnis deutlich verbessern.

[0038] **Fig. 10** zeigt einen prinzipiellen Ablauf des vorgeschlagenen Verfahrens zum Herstellen eines mikromechanischen z-Inertialsensors **100**.

[0039] In einem Schritt **200** wird ein Bereitstellen eines Substrats **10** durchgeführt.

[0040] In einem Schritt **210** wird ein Bereitstellen einer in einer mikromechanischen Funktionsschicht **20** ausgebildeten beweglichen seismische Masse **21** durchgeführt.

[0041] In einem Schritt **220** wird ein Bereitstellen einer mit der beweglichen seismischen Masse **21** verbundenen Torsionsfeder **22** durchgeführt, um die die seismische Masse **21** tordierbar ist.

[0042] In einem Schritt **230** wird ein Bereitstellen einer Elektrodenschicht **13** unterhalb der seismischen Masse **21** durchgeführt, wobei die Elektrodenschicht

13 in einem äußeren Bereich an das Potential des Substrats **10** anschließbar und über eine Isolationsschicht **16** mit der seismischen Masse **21** verbunden wird.

[0043] In einem Schritt **240** werden oberhalb und unterhalb eines inneren Bereichs der Elektrodenfläche **13** Elektroden **12**, **14** beabstandet ausgebildet.

[0044] Es versteht sich von selbst, dass die Reihenfolge der genannten Schritte auch in geeigneter Weise vertauscht werden kann.

[0045] Obwohl die Erfindung vorgehend anhand von konkreten Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, kann der Fachmann vorgehend auch nicht oder nur teilweise offenbarte Ausführungsformen realisieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Mikromechanischer z-Inertialsensor (100), aufweisend:

- ein Substrat (10);
- eine in einer mikromechanischen Funktionsschicht (20) ausgebildete
- bewegliche seismische Masse (21);
- eine mit der beweglichen seismischen Masse (21) verbundene Torsionsfeder (22), um die die seismische Masse (21) tordierbar ist;
- wobei unterhalb der seismischen Masse (21) eine Elektrodenfläche (13) angeordnet ist; **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Elektrodenfläche (13) in einem äußeren Bereich an ein Potential des Substrats (10) anschließbar und über eine Isolationsschicht (16) mit der seismischen Masse (21) verbunden ist; und
- wobei oberhalb und unterhalb eines inneren Bereichs der Elektrodenfläche (13) Elektroden (12, 14) beabstandet ausgebildet sind.

2. Mikromechanischer z-Inertialsensor (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenfläche (13) in einen äußeren und in einen inneren Bereich aufgeteilt ist, wobei der innere und äußere Bereich an unterschiedliche elektrische Potentiale anschließbar sind und mittels eines um den inneren Bereich umlaufend ausgebildeten Isolierkanals in den inneren und äußeren Bereich geteilt ist.

3. Mikromechanischer z-Inertialsensor (100) Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenfläche (13) und/oder die seismische Masse (21) im äußeren Bereich unperforiert ausgebildet sind.

4. Mikromechanischer z-Inertialsensor (100) Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenfläche (13) und/oder die seismische Mas-

se (21) im äußeren Bereich perforiert ausgebildet sind.

5. Mikromechanischer z-Inertialsensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenfläche (13) mittels eines Federelements (17) an ein Potential des Substrats (10) anschließbar ist.

6. Mikromechanischer z-Inertialsensor (100) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steifigkeit des Federelements (17) derart ist, dass das Federelement (17) im Ruhezustand des mikromechanischen z-Inertialsensors (100) ein Verkippen der Wippe verhindert.

7. Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen z-Inertialsensor (100), aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen eines Substrats (10);
- Bereitstellen einer in einer mikromechanischen Funktionsschicht (20) ausgebildeten beweglichen seismischen Masse (21);
- Bereitstellen einer mit der beweglichen seismischen Masse (21) verbundenen Torsionsfeder (22), um die die seismische Masse (21) tordierbar ist;
- Bereitstellen einer Elektrodenfläche (13) unterhalb der seismischen Masse (21), wobei die Elektrodenfläche (13) in einem äußeren Bereich an das Potential des Substrats (10) anschließbar und über eine Isolationsschicht (16) mit der seismischen Masse (21) verbunden wird; und
- wobei oberhalb und unterhalb eines inneren Bereichs der Elektrodenfläche (13) Elektroden (12, 14) beabstandet ausgebildet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Isolationsschicht (16) durch Hohlräume in einer Isolationsschicht unterhalb der Elektrodenfläche (13) hergestellt wird.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

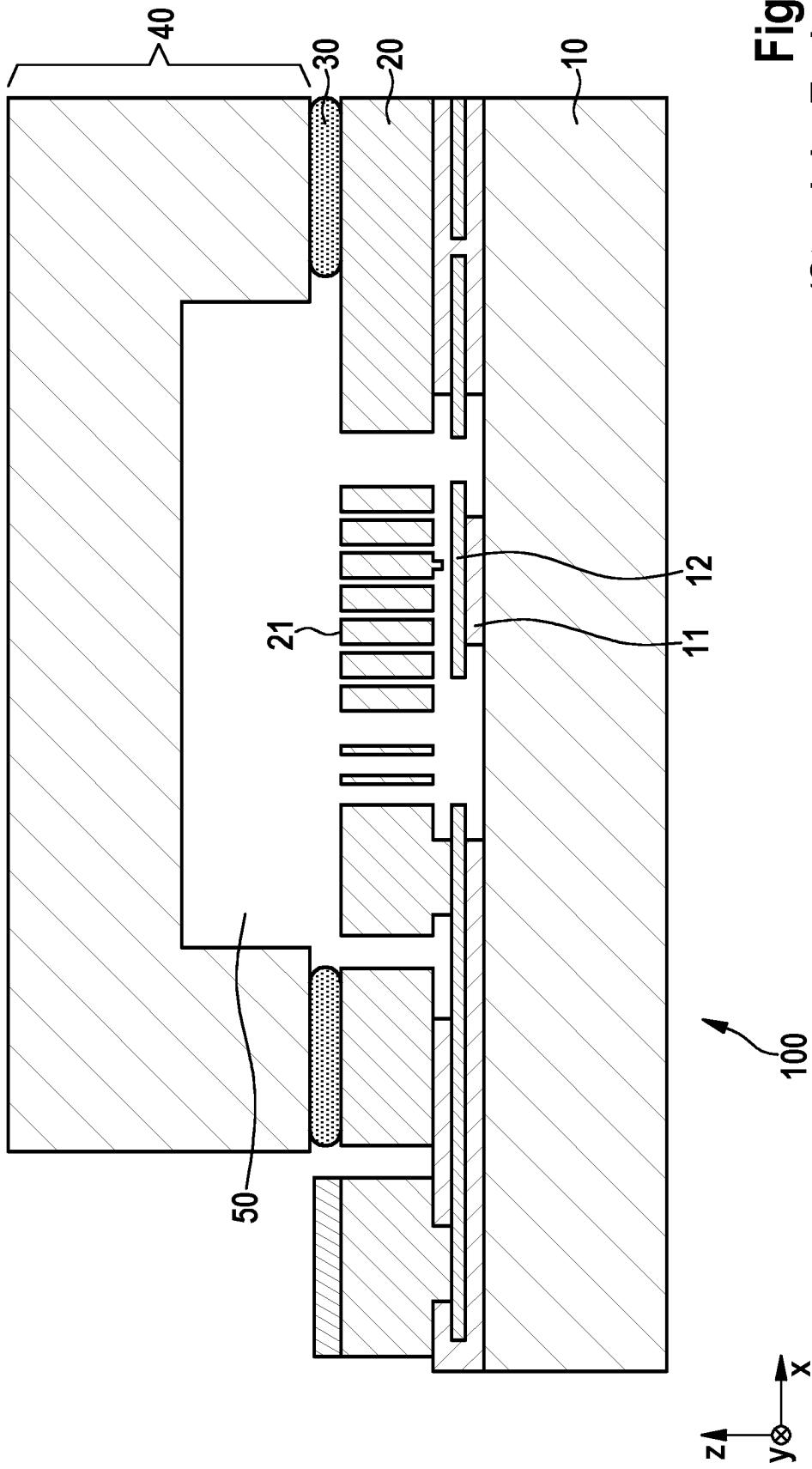


Fig. 1
(Stand der Technik)

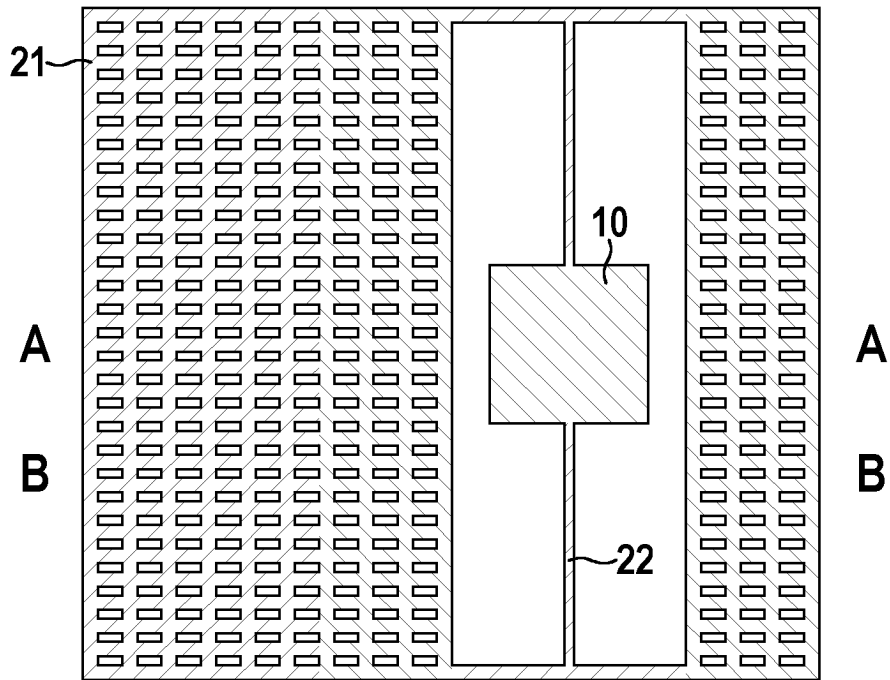


Fig. 2
(Stand der Technik)

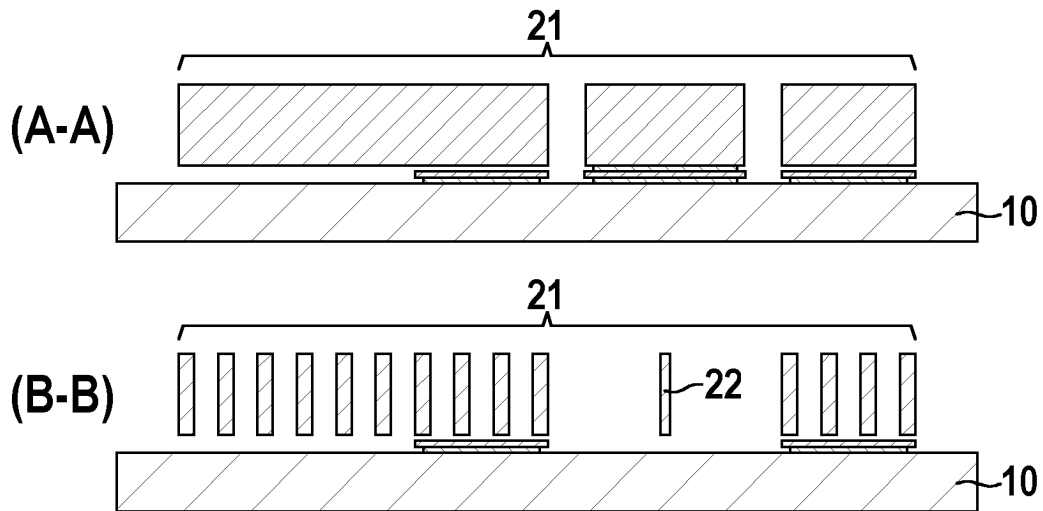
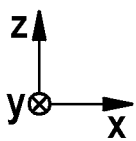


Fig. 3
(Stand der Technik)



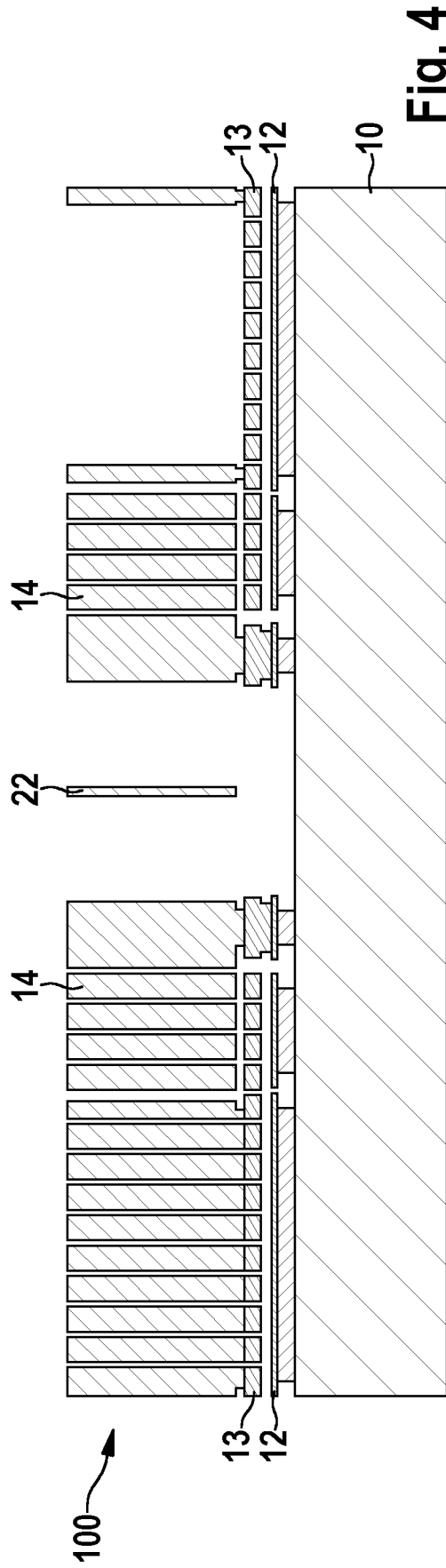


Fig. 4
(Stand der Technik)

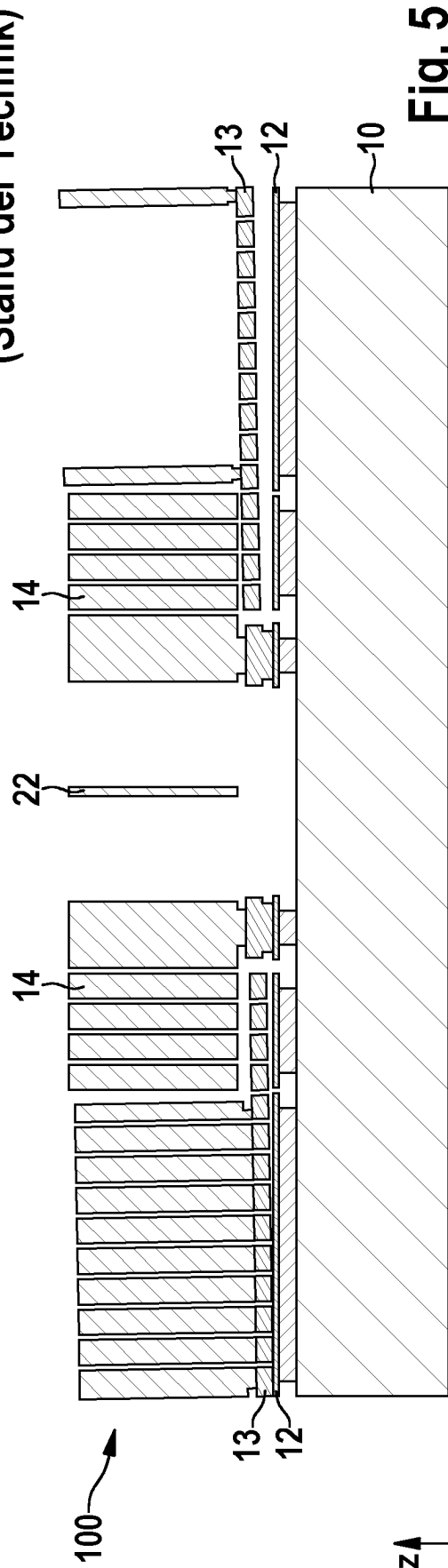


Fig. 5
(Stand der Technik)

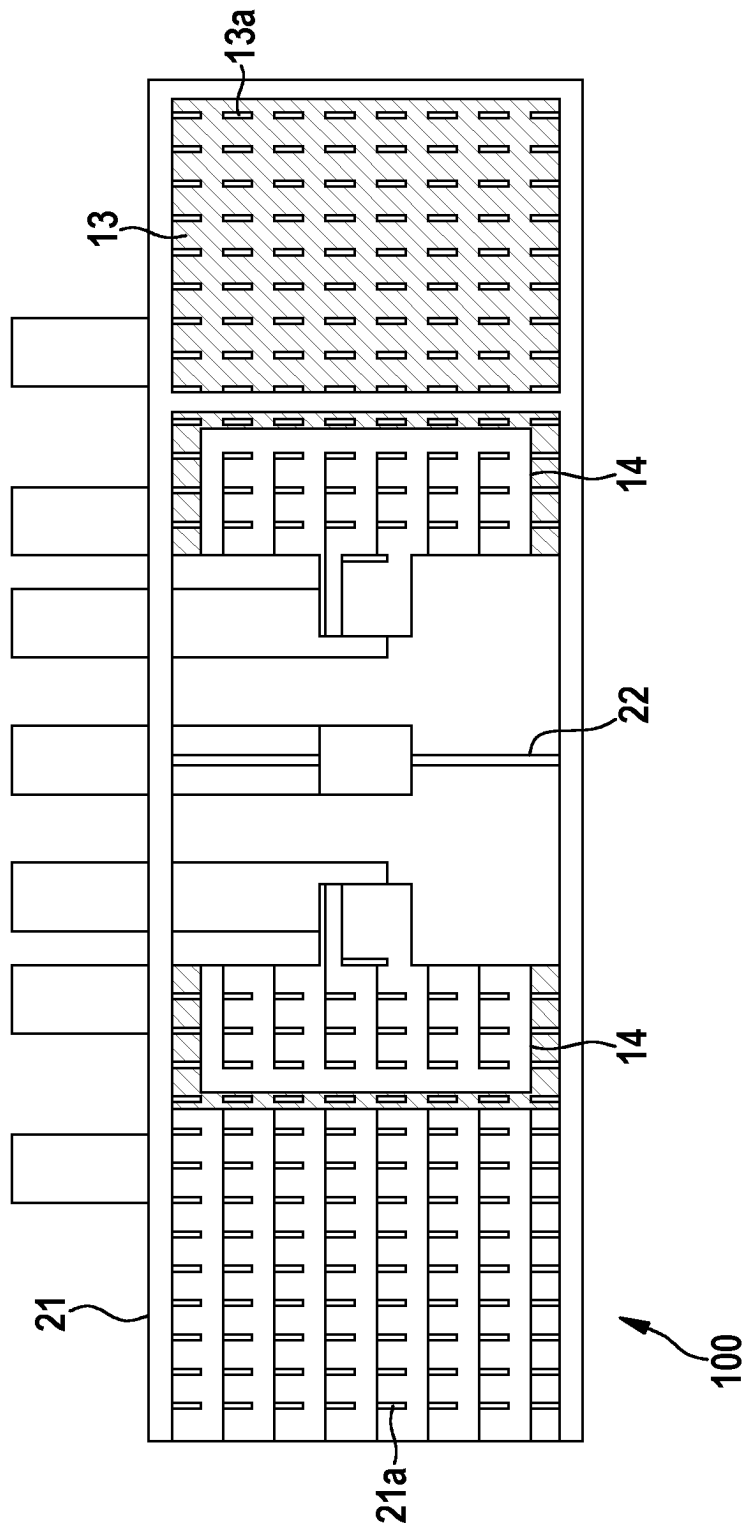


Fig. 6
(Stand der Technik)

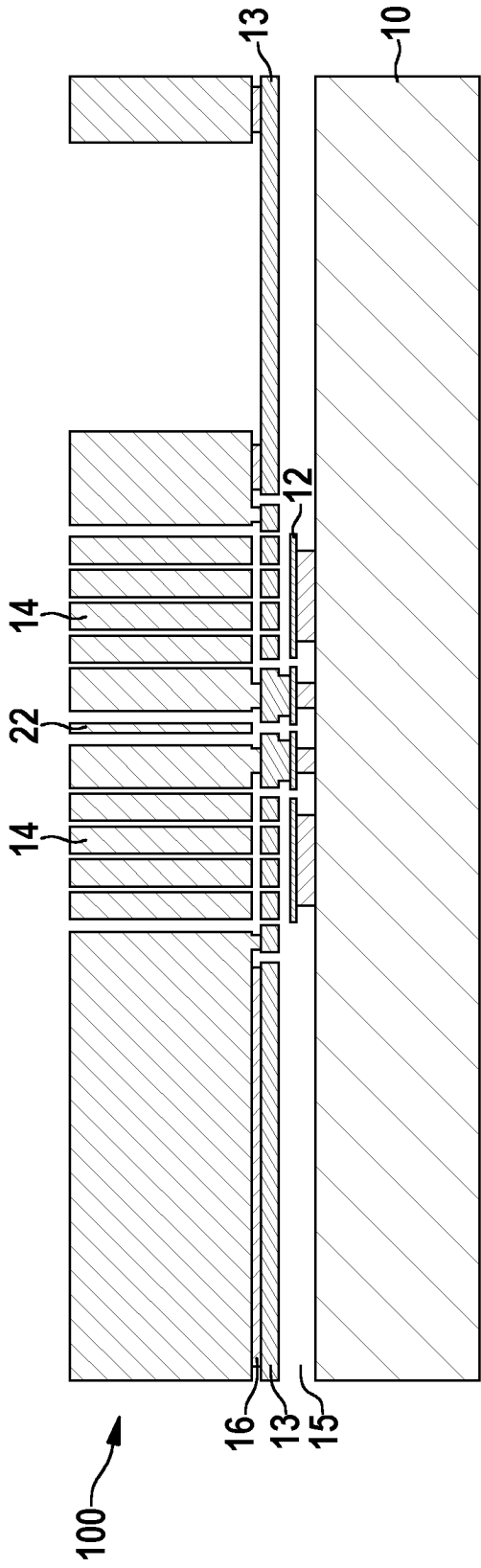


Fig. 7

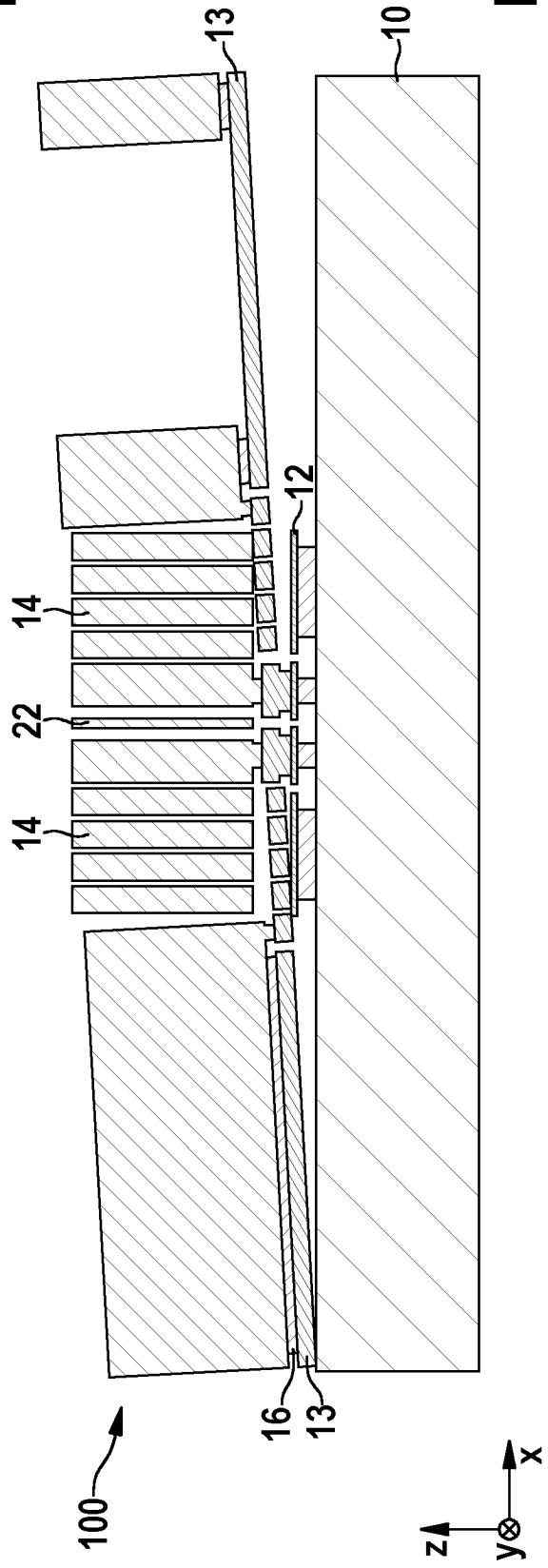


Fig. 8

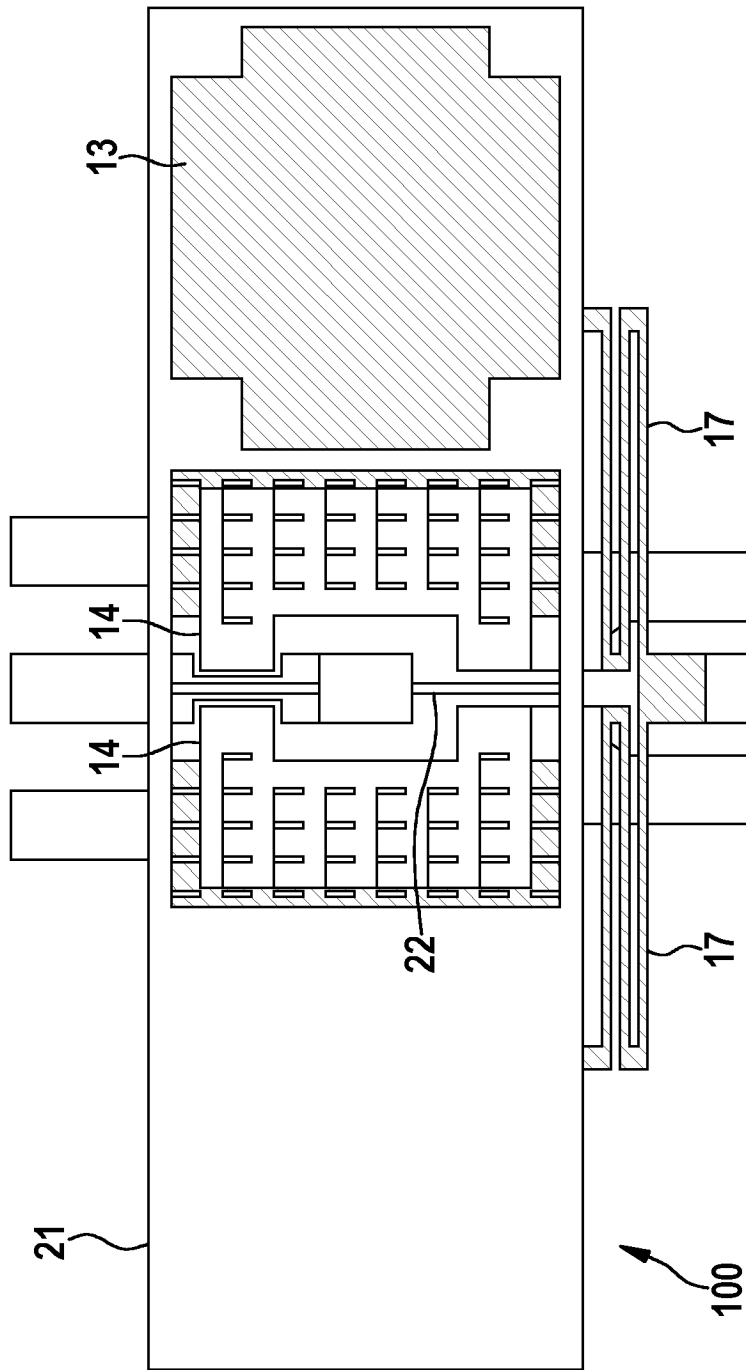


Fig. 9

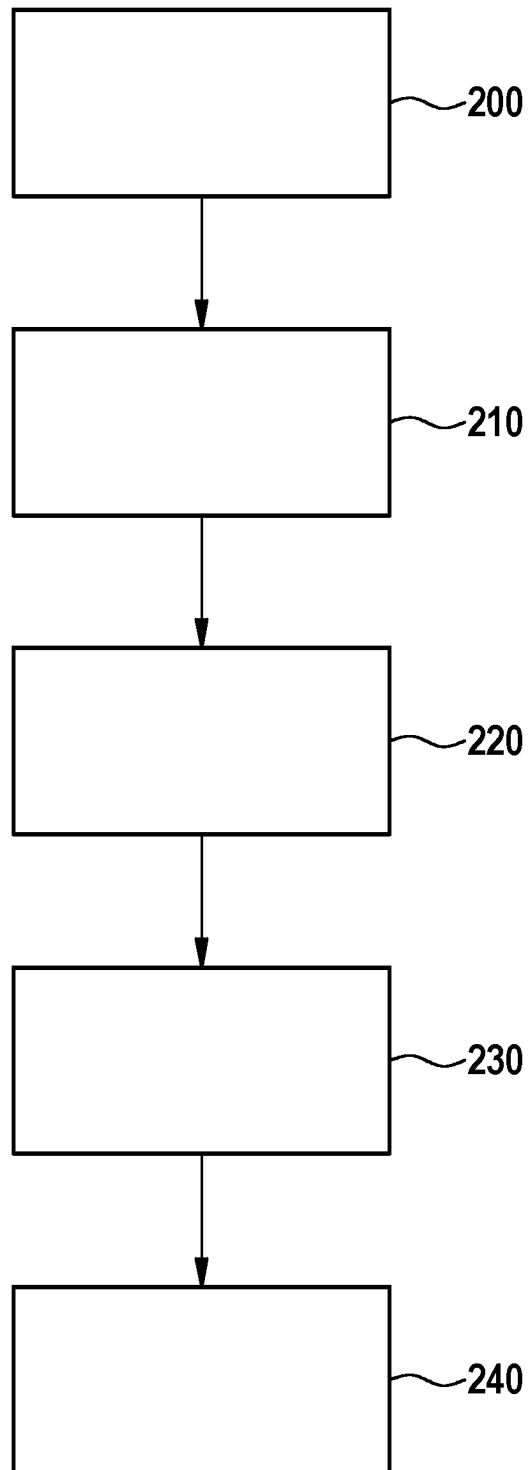


Fig. 10