



(10) **DE 10 2018 217 841 A1** 2020.04.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 217 841.0**

(22) Anmeldetag: **18.10.2018**

(43) Offenlegungstag: **23.04.2020**

(51) Int Cl.: **B81B 3/00 (2006.01)**

B81B 7/02 (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

G01C 19/5733 (2012.01)

G01P 15/097 (2006.01)

G01P 15/125 (2006.01)

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

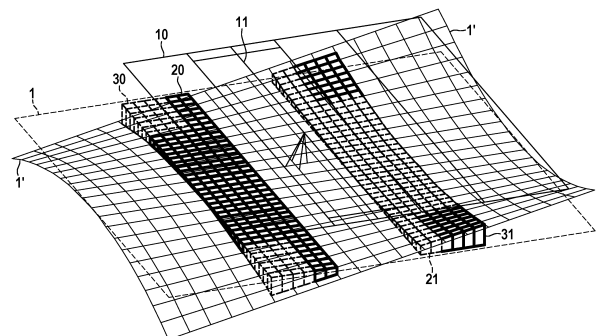
(72) Erfinder:
**Horvath, Samu, Budapest, HU; Gogh, Laszlo,
Diósd, HU; Cseko, Laszlo, Pomaz, HU**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Mikromechanischer Inertialsensor**

(57) Zusammenfassung: Mikromechanischer Inertialsensor, aufweisend:

- ein Substrat (1);
- eine seismische Masse (10);
- eine definierte Anzahl von Detektionselektroden (20, 21) zum Detektieren einer Auslenkung der seismischen Masse (10) durch ein funktionales Zusammenwirken der seismischen Masse (10) mit den Detektionselektroden (20, 21); und
- eine definierte Anzahl von Kompensationselektroden (30, 31) zum Generieren eines elektrischen Signals zum Kompensieren eines elektrischen Offsetsignals aufgrund von parasitärer Deformation des Substrats (1).



Beschreibung

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

Stand der Technik

[0002] Mikromechanische Inertialsensoren zur Messung von Beschleunigung und Drehrate werden für verschiedene Applikationen im Automobil- und Consumerbereich in Massenfertigung hergestellt. Für kapazitive Beschleunigungssensoren mit Detektionsrichtung senkrecht zur Waferenebene (d.h. in z-Richtung) werden bevorzugt Wippenstrukturen genutzt. Das Sensorprinzip dieser Wippen basiert auf einem Feder-Masse-System, in welchem im einfachsten Fall eine bewegliche seismische Masse mit zwei auf einem Substrat fixierten Gegenelektroden zwei Plattenkondensatoren bildet. Die seismische Masse ist über mindestens eine, aus Symmetriegründen üblicherweise zwei Torsionsfedern mit der Unterlage verbunden.

[0003] Sind die Massenstrukturen auf den beiden Seiten der Torsionsfeder unterschiedlich groß, so wird sich beim Einwirken einer z-Beschleunigung die Massestruktur relativ zur Torsionsfeder als Drehachse drehen. Damit wird der Abstand der Elektroden auf der Seite mit der größeren Masse kleiner und auf der anderen Seite größer. Die daraus resultierende Kapazitätsänderung ist ein Maß für die einwirkende Beschleunigung. Derartige Beschleunigungssensoren sind beispielsweise aus EP 0 244 581 A1 und EP 0 773 443 A1 bekannt.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten mikromechanischen Inertialsensor bereitzustellen.

[0005] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einem mikromechanischen Inertialsensor, aufweisend:

- ein Substrat;
- eine seismische Masse;
- eine definierte Anzahl von Detektionselektroden zum Detektieren einer Auslenkung der seismischen Masse durch ein funktionales Zusammenwirken der seismischen Masse mit den Detektionselektroden; und
- eine definierte Anzahl von Kompensationselektroden zum Generieren eines elektrischen Signals zum Kompensieren eines elektrischen Offsetsignals aufgrund von parasitärer Deformation des Substrats.

[0006] Auf diese Weise wird ein gegenüber parasitären Deformationen verbesserter mikromechanischer Inertialsensor bereitgestellt. Erreicht wird dies dadurch, dass mittels der Kompensationselektroden ein elektrisches Kompensationssignal zur Kompensation von parasitärer Deformation des Substrats erzeugt wird. Im Ergebnis kann dadurch eine „elektrische Kompensation“ von parasitären Deformationen des mikromechanischen Inertialsensors erreicht werden.

[0007] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einem Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen Inertialsensors, aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen eines Substrats;
- Bereitstellen einer seismischen Masse;
- Bereitstellen einer definierten Anzahl von Detektionselektroden zum Detektieren einer Auslenkung der seismischen Masse durch ein funktionales Zusammenwirken der seismischen Masse mit den Detektionselektroden; und
- Bereitstellen einer definierten Anzahl von Kompensationselektroden zum Generieren eines elektrischen Signals zum Kompensieren eines elektrischen Offsetsignals aufgrund von parasitärer Deformation des Substrats.

[0008] Bevorzugte Weiterbildungen des mikromechanischen Inertialsensors sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0009] Eine vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen Inertialsensors zeichnet sich dadurch aus, dass die Kompensationselektroden in definierten Bereichen, vorzugsweise Eckbereichen der Detektionselektroden angeordnet sind. Dadurch ist unterstützt, dass der Kompensationseffekt der Kompensationselektroden in Bereichen mit der größten parasitären Deformation des Substrats realisiert wird.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen Inertialsensors zeichnet sich dadurch aus, dass mittels der Kompensationselektroden ein ausgleichendes Ändern von Kapazitätswerten zwischen der seismischen Masse und den Detektionselektroden durchführbar ist. Dadurch wird durch die Kompensationselektroden ein Ausgleichen von durch die Bewegung der seismischen Masse verursachten Kapazitätsänderungen bewirkt.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen Inertialsensors zeichnet sich dadurch aus, dass mittels der Kompensationselektroden gegensinnige elektrische Signale zu elektrischen Signalen der Detektionselektroden generierbar sind. Im Ergebnis wird dadurch die elektrische Kompensa-

tion der parasitären Offsetsignale aufgrund von parasitärer Deformation des Inertialsensors erreicht.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen Inertialsensors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationselektroden und die Detektionselektroden in derselben mikromechanischen Funktionsschicht des Inertialsensors ausgebildet sind. Vorteilhaft ist dadurch ein Herstellungsprozess für die Detektionselektroden und für die Kompensationselektroden in einem identischen Arbeitsschritt möglich, wodurch für die Bereitstellung der Kompensationselektroden nur ein geringer Zusatzaufwand erforderlich ist.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des mikromechanischen Inertialsensors ist dadurch gekennzeichnet, dass parasitäre Deformationen des Substrats und der Kompensationselektroden mittels Simulationsverfahren ermittelbar sind. Dadurch kann eine genaue Anpassung der Kompensationselektroden an die tatsächliche parasitäre Deformation erreicht werden, wobei die Genauigkeit der Auslegung umso höher ist, je besser und genauer die verwendeten Simulationsmethoden sind.

[0014] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen des mikromechanischen Inertialsensors sind dadurch gekennzeichnet, dass der Inertialsensor ein out-of-plane-Inertialsensor oder ein in-plane-Inertialsensor ist. Dadurch kann das erfindungsgemäße Konzept vorteilhaft auf unterschiedliche Arten von mikromechanischen Inertialsensoren angewendet werden.

[0015] 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.

[0016] Offenbarte Verfahrensmerkmale ergeben sich analog aus entsprechenden offenbarten Vorrichtungsmerkmalen und umgekehrt. Dies bedeutet insbesondere, dass sich Merkmale, technische Vorteile und Ausführungen betreffend den mikromechanischen Inertialsensor in analoger Weise aus entsprechenden Ausführungen, Merkmalen und Vorteilen des Verfahrens zum Herstellen eines mikromechanischen Inertialsensors ergeben und umgekehrt.

[0017] In den Figuren zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen konventionellen mikromechanischen z-Inertialsensors;

Fig. 2 den konventionellen mikromechanischen z-Inertialsensor von **Fig. 1** in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 3 einen stark vereinfachten konventionellen mikromechanischen z-Inertialsensor in zwei Querschnittsansichten;

Fig. 4 einen konventionellen mikromechanischen z-Inertialsensor in einem Gehäuse;

Fig. 5 eine prinzipielle Darstellung einer parasitären Verbiegung eines herkömmlichen mikromechanischen z-Inertialsensors;

Fig. 6, Fig. 7 simulationstechnische Darstellungen einer parasitären Verbiegung eines herkömmlichen mikromechanischen Inertialsensors;

Fig. 8, Fig. 9 simulationstechnische Darstellungen der mikromechanischen Inertialsensoren von **Fig. 6** und **Fig. 7** mit Kompensationselektroden;

Fig. 10 eine Draufsicht auf einen konventionellen mikromechanischen in-plane-Inertialsensor;

Fig. 11 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen mikromechanischen in-plane-Inertialsensors mit Kompensationselektroden;

Fig. 12, Fig. 13 simulationstechnische Darstellung von Verbiegungen eines Substrats eines mikromechanischen Inertialsensors samt Kompensationselektroden;

Fig. 14 eine Draufsicht auf einen konventionellen mikromechanischen in-plane-Inertialsensor;

Fig. 15 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen mikromechanischen in-plane-Inertialsensors mit Kompensationselektroden;

Fig. 16-18 prinzipielle Darstellungen von Deformationen eines Substrats eines mikromechanischen in-plane Inertialsensors, die kompensiert werden können;

Fig. 19, Fig. 20 prinzipielle Darstellungen von unkompensierten und kompensierten Ausgangssignalen von mikromechanischen Inertialsensoren; und

Fig. 21 einen prinzipiellen Ablauf eines Verfahrens zum Herstellen eines vorgeschlagenen mikromechanischen Inertialsensors.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0018] Ein Kerngedanke der Erfindung ist es insbesondere, einen mikromechanischen Inertialsensor

mit verbesserter Offsetstabilität und Sensiercharakteristik zu realisieren.

[0019] Die **Fig. 1**, **Fig. 2** zeigen jeweils einen Kern **50** eines bekannten mikromechanischen z-Inertialsensors.

[0020] Man erkennt in einer ersten mikromechanischen Funktionsschicht ausgebildete Detektionselektroden **20**, **21** und eine asymmetrisch ausgebildete seismische Masse **10** in Form einer Wippe, die um eine Torsionsachse **11** tordierbar ausgebildet ist. Derartige Inertialsensoren nach dem Wippenprinzip sind einfach konstruiert und weit verbreitet. Eine wesentliche Begrenzung der Offsetstabilität kann durch parasitäre Effekte hervorgerufen werden, die durch eine Verbiegung des Substrats verursacht werden.

[0021] Die beiden Ansichten von **Fig. 3** zeigen ein Funktionsprinzip von mikromechanischen Beschleunigungssensoren. Aufgrund von Beschleunigung wird die seismische Masse **10** ausgelenkt, was in einer Änderung von Kapazitäten **C1**, **C2** zwischen der seismischen Masse **10** und den Detektionselektroden **20**, **21** im Substrat **1** resultiert. Angedeutet ist, dass aufgrund der Auslenkung der seismischen Masse **10** eine Kapazität **C1** zwischen der seismischen Masse **10** und der Detektionselektrode **C1** zunimmt und eine Kapazität **C2** zwischen der seismischen Masse **10** und der Detektionselektrode **21** abnimmt. Aufgrund der Auslenkung der seismischen Masse **10** werden diese Kapazitätsänderungen ΔC erfasst und in einen Beschleunigungswert umgerechnet.

[0022] Allerdings treten in der Praxis zahlreiche parasitäre externe Effekte auf, die die gemessenen Kapazitäten **C1**, **C2** beeinflussen können. Der Kern **50** des mikromechanischen Inertialsensors **100** ist in der Regel zwischen verschiedenen Schichten eines Gehäuses angeordnet, wie in **Fig. 4** prinzipiell dargestellt, wo ein beispielhaftes BGA/LGA-Gehäuse des Inertialsensors dargestellt ist. Die Materialien der genannten Schichten können unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. Im Ergebnis kann der Kern **50** im Gehäuse **60** z.B. durch externe Kräfte, Temperaturänderungen (unterschiedliche thermische Expansionen, Feuchtigkeitsabsorption („hygroskopisches Aufquellen“) usw. auf parasitäre und unerwünschte Weise deformiert werden.

[0023] In diesen Fällen ändern diese parasitären Deformationen die Kapazitäten **C1**, **C2** zwischen der seismischen Masse **10** und den Detektionselektroden **20**, **21** auch in Abwesenheit von zu messender mechanischer Beschleunigung, was in **Fig. 5** prinzipieller Weise und stark übertrieben angedeutet ist. Dies produziert ein parasitäres elektrisches Ausgangssignal, welches kein valides Signal des mikromechanischen Inertialsensors darstellt. Dieser Fehler

wird als „Signaloffset“ bezeichnet, den im Prinzip alle mikromechanischen Beschleunigungssensoren produzieren.

[0024] Ein Kerngedanke der Erfindung ist es insbesondere, diesen Signaloffset zu minimieren.

[0025] **Fig. 6** zeigt eine simulationstechnische Ansicht auf den Kern **50** des mikromechanischen Inertialsensors **100**. Erkennbar ist ein Substrat **1**, welches in parasitärer Weise aufgrund der oben genannten Effekte in eine sattelartige Form des Substrats **1'** deformiert ist. Im Ergebnis entstehen dadurch ein Abstand **d1** zwischen der ordnungsgemäßen Anordnung der Elektrode **20** am Substrat **1** und dem deformierten Substrat **1'** sowie ein Abstand **d2** zwischen der ordnungsgemäßen Anordnung der Elektrode **21** am Substrat **1** und dem deformierten Substrat **1'**.

[0026] Die simulationstechnische Ansicht von **Fig. 7** zeigt eine andere Art einer Deformation des Substrats **1**, wobei sich in diesem Fall das Substrat **1** in eine deformierte Form **1'** verändert. Die parasitären Effekte sind zwar dadurch gegenüber der Deformation des Substrats **1** von **Fig. 6** nicht so ausgeprägt, aber dennoch vorhanden. Nicht in Figuren dargestellt, aber selbstverständlich auch möglich ist eine Kombination der Verformungsarten von **Fig. 6** und **Fig. 7**.

[0027] **Fig. 8** zeigt eine simulationstechnische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen mikromechanischen Inertialsensors. Man erkennt, dass nunmehr im Bereich der Detektionselektroden **20**, **21** Kompensationselektroden **30**, **31** angeordnet sind, die das aufgrund der parasitären Verbiegung des Substrats **1** erzeugte elektrische Signal kompensieren bzw. minimieren. Dies wird vorzugsweise dadurch erreicht, dass die Kompensationselektroden **30**, **31** in den Eckbereichen der Detektionselektroden **20**, **21** angeordnet sind, wo der parasitäre Effekt aufgrund der Deformation des Substrats **1** am stärksten ist. Denkbar ist aber auch, dass die Kompensationselektroden **30**, **31** alternativ oder zusätzlich in anderen Bereichen der Detektionselektroden **20**, **21** angeordnet sind (nicht in Figuren dargestellt).

[0028] Vorzugsweise sind die Detektionselektroden **20**, **21** und die Kompensationselektroden **30**, **31** in derselben Funktionsschicht des Inertialsensors angeordnet, können alternativ aber auch in unterschiedlichen Funktionsschichten angeordnet sein. Elektrisch sind die Kompensationselektrode **30** mit der Detektionselektrode **21** und die Kompensationselektrode **31** mit der Detektionselektrode **20** verschaltet.

[0029] Auf diese Weise wird ein ausbalanciertes Bereitstellen der Kapazitäten zwischen der seismischen Masse **10** und den Elektroden **20**, **21**, **30**, **31** bereitgestellt bzw. werden von den Kompensationselektroden

30,31 gegensinnige Signale zu Signalen der Detektionselektroden **20**, **21** erzeugt. Im Ergebnis können dadurch parasitäre elektrische Offsetsignale des mikromechanischen Inertialsensors weitgehend unterbunden werden.

[0030] **Fig. 9** zeigt eine simulationstechnische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen mikromechanischen Inertialsensors, die der konventionellen Anordnung von **Fig. 7** entspricht. Auch in diesem Fall ist erkennbar, dass Kompensationselektroden **30** in Eckbereichen der Detektionselektroden **20** angeordnet sind und dass Kompensationselektroden **31** in Eckbereichen der Detektionselektroden **21** angeordnet sind. Auf diese Weise können die parasitären Effekte aufgrund der Deformierung des Substrats **1** weitgehend kompensiert bzw. wenigstens minimiert werden.

[0031] Das vorgeschlagene Kompensationsprinzip ist vorteilhaft nicht nur, wie bisher erläutert, auf mikromechanische out-of-plane-Inertialsensoren anwendbar, sondern auch auf mikromechanische in-plane-Inertialsensoren, bei denen sich die seismische Masse **10** in der Ebene bewegt.

[0032] **Fig. 10** zeigt eine Draufsicht auf einen derartigen Inertialsensor. Man erkennt eine seismische Masse **10**, die in x-Richtung auslenkbar ist und Detektionselektroden **20**, **21** mit kammartigen Strukturen, die mit kammartigen Strukturen der seismischen Masse **10** funktional interagieren und dadurch die Auslenkung der seismischen Masse **10** erfassen und auswerten.

[0033] **Fig. 11** zeigt eine Draufsicht auf den mikromechanischen Inertialsensor von **Fig. 10** mit Kompensationselektroden **30**, **31**. Man erkennt, dass die Kompensationselektroden **30**, **31** in Eckbereichen und in Ausschnitten des Zentralbereichs des Inertialsensors angeordnet sind, die die elektrischen Effekte der parasitären Auslenkung der seismischen Masse **10** kompensieren. Dabei sind die elektrischen Kompensationselektroden **31** elektrisch mit den Detektionselektroden **20** und die Kompensationselektroden **30** elektrisch mit den Detektionselektroden **21** verschaltet.

[0034] Die **Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen nochmals simulationstechnisch das vorgeschlagene Prinzip mit Kompensationselektroden **30**, **31**. Man erkennt, dass in der Anordnung von **Fig. 12** die Kompensationselektroden **30**, **31** vorgesehen sind, die sattelförmige Verwölbung des Substrats **1** zu kompensieren und dass in der Anordnung von **Fig. 13** die Kompensationselektroden **30**, **31** vorgesehen sind, die wellenartige Verformung des Substrats **1** zu kompensieren. Gut erkennbar ist, dass die Kompensationselektroden **30**, **31** jeweils in Eckbereichen der Detektionselektroden **20**, **21** vorgesehen sind, um dadurch eine

Effektivität einer Kompensationswirkung zu optimieren.

[0035] Die Draufsicht von **Fig. 14** zeigt einen herkömmlichen mikromechanischen Inertialsensor, der in der Anordnung von **Fig. 15** Kompensationselektroden **30**, **31** aufweist. Eine geometrische Ausgestaltung der Kompensationselektroden **30**, **31** wird vorzugsweise von simulationstechnischen Verfahren unterstützt, zum Beispiel mittels Finite-Elemente-Simulation, mit der die Kompensationselektroden **30**, **31** sowie die parasitäre Deformation des mikromechanischen Inertialsensors bestmöglich ermittelt und dimensioniert werden.

[0036] Die **Fig. 16** bis **Fig. 18** zeigen auf prinzipielle Weise Arten von parasitären Auslenkungen der seismischen Masse **10**, die mittels der Kompensationselektroden **30**, **31** kompensiert werden können. Man erkennt, dass in **Fig. 16** eine parasitäre Verschiebung in x-Richtung, in **Fig. 17** eine parasitäre Verzerrung in y-Richtung und in **Fig. 18** eine parasitäre, ungleichmäßige Verkrümmung des Substrats kompensierbar ist.

[0037] Die **Fig. 19** und **Fig. 20** zeigen Ausgangssignale **S** eines unkompensierten und eines erfindungsgemäß kompensierten mikromechanischen Inertialsensors.

[0038] **Fig. 19** zeigt dabei einen Fall eines mikromechanischen out-of-plane-Inertialsensors, **Fig. 20** zeigt die Verhältnisse bei einem in-plane-Inertialsensor bei verschiedenen Verformungen in x-, y-, xy1-, und xy2-Richtung, wobei die xy1 und xy2-Richtungen spezifische Deformationsanteile in x- und in y-Richtung enthalten.

[0039] Man erkennt in allen Fällen, dass bei Verwendung von Kompensationselektroden **30**, **31** Amplituden von Ausgangssignalen **S1_K... S4_K** der Inertialsensoren wesentlich geringer sind als Amplituden von Ausgangssignalen **S1... S4** von konventionellen, unkompensierten mikromechanischen Inertialsensoren.

[0040] **Fig. 21** zeigt in prinzipieller Weise einen Ablauf eines Verfahrens zum Herstellen eines vorgeschlagenen Inertialsensors **100**.

[0041] In einem Schritt **200** wird ein Substrat **1** bereitgestellt.

[0042] In einem Schritt **210** wird eine seismische Masse **10** bereitgestellt.

[0043] In einem Schritt **220** wird ein Bereitstellen einer definierten Anzahl von Detektionselektroden **20**, **21** zum Detektieren einer Auslenkung der seismischen Masse **10** durch ein funktionales Zusammen-

wirken der seismischen Masse **10** mit den Detektionselektroden **20, 21** durchgeführt.

[0044] In einem Schritt **230** wird ein Bereitstellen einer definierten Anzahl von Kompensationselektroden **30, 31** zum Generieren eines elektrischen Signals zum Kompensieren eines elektrischen Offsetsignals aufgrund von parasitärer Deformation des Substrats **1** durchgeführt.

[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.

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

- EP 0244581 A1 [0003]
- EP 0773443 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Mikromechanischer Inertialsensor (100), aufweisend:

- ein Substrat (1);
- eine seismische Masse (10);
- eine definierte Anzahl von Detektionselektroden (20, 21) zum Detektieren einer Auslenkung der seismischen Masse (10) durch ein funktionales Zusammenwirken der seismischen Masse (10) mit den Detektionselektroden (20, 21); und
- eine definierte Anzahl von Kompensationselektroden (30, 31) zum Generieren eines elektrischen Signals zum Kompensieren eines elektrischen Offsetsignals aufgrund von parasitärer Deformation des Substrats (1).

2. Mikromechanischer Inertialsensor (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationselektroden (30, 31) in definierten Bereichen, vorzugsweise Eckbereichen der Detektionselektroden (20, 21) angeordnet sind.

3. Mikromechanischer Inertialsensor (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Kompensationselektroden (30, 31) ein ausgleichendes Ändern von Kapazitätswerten zwischen der seismischen Masse und den Detektionselektroden (20, 21) durchführbar ist.

4. Mikromechanischer Inertialsensor (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels die Kompensationselektroden (30, 31) gegensinnige elektrische Signale zu elektrischen Signalen der Detektionselektroden (20, 21) generierbar sind.

5. Mikromechanischer Inertialsensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationselektroden (30, 31) und die Detektionselektroden (20, 21) in derselben mikromechanischen Funktionsschicht des Inertialsensors ausgebildet sind.

6. Mikromechanischer Inertialsensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass parasitäre Deformationen des Substrats (1) und die Kompensationselektroden (30, 31) mittels Simulationsverfahren ermittelbar sind.

7. Mikromechanischer Inertialsensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Inertialsensor ein out-of-plane-Inertialsensor oder ein in-plane-Inertialsensor ist.

8. Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen Inertialsensor (100), aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen eines Substrats (1);
- Bereitstellen einer seismischen Masse (10);
- Bereitstellen einer definierten Anzahl von Detektionselektroden (20, 21) zum Detektieren einer Auslen-

kung der seismischen Masse (10) durch ein funktionales Zusammenwirken der seismischen Masse (10) mit den Detektionselektroden (20, 21); und

- Bereitstellen einer definierten Anzahl von Kompensationselektroden (30, 31) zum Generieren eines elektrischen Signals zum Kompensieren eines elektrischen Offsetsignals aufgrund von parasitärer Deformation des Substrats (1).

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

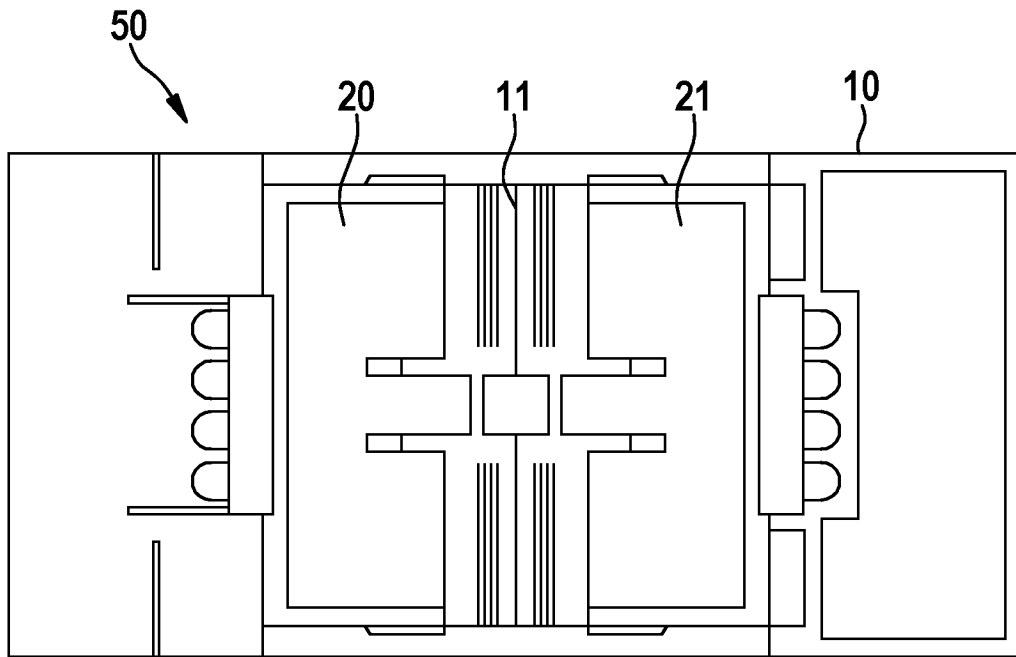


Fig. 1

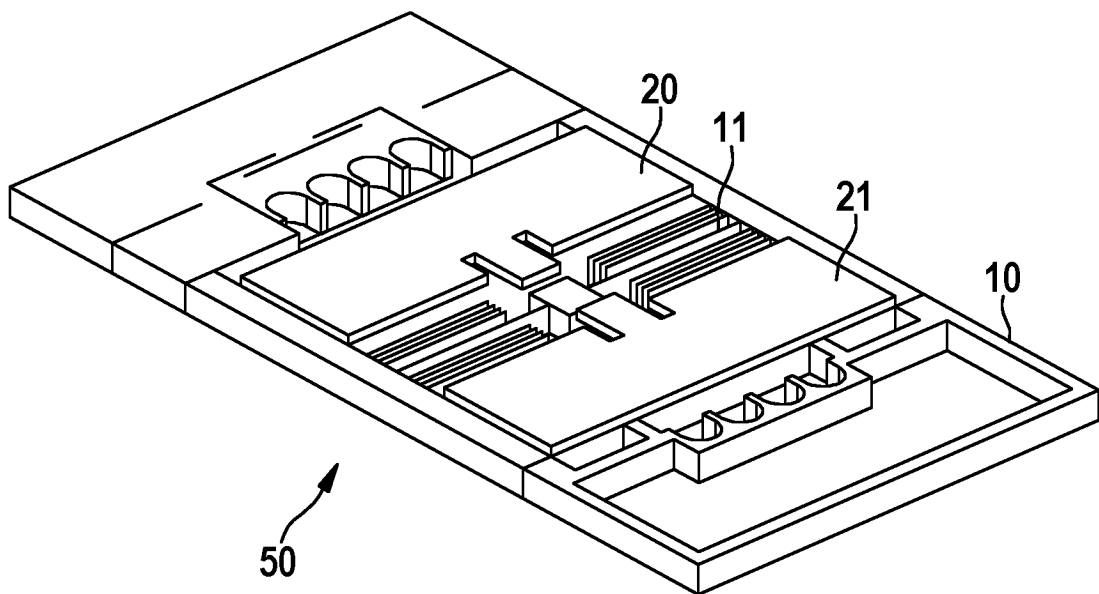


Fig. 2

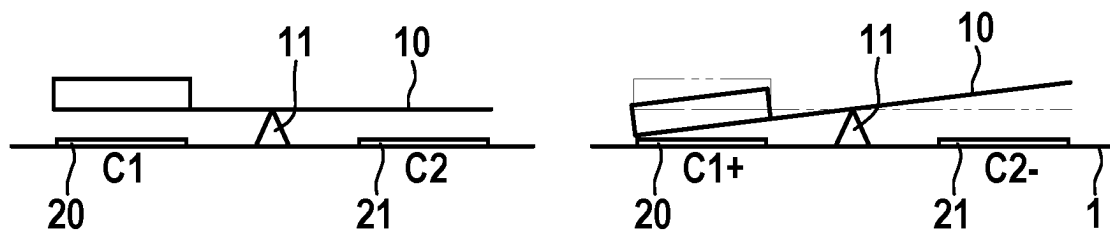


Fig. 3

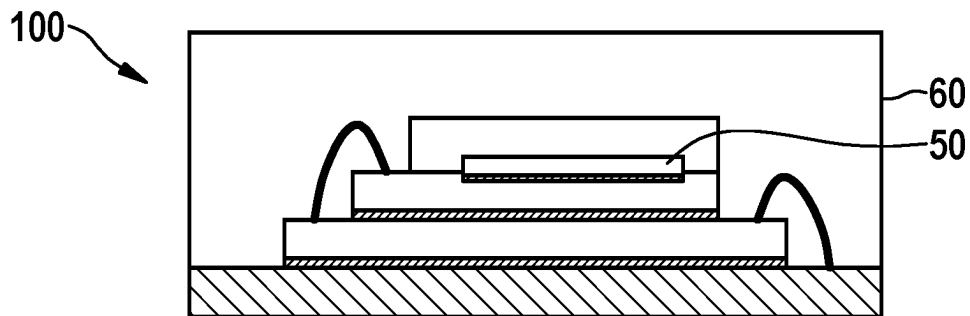


Fig. 4

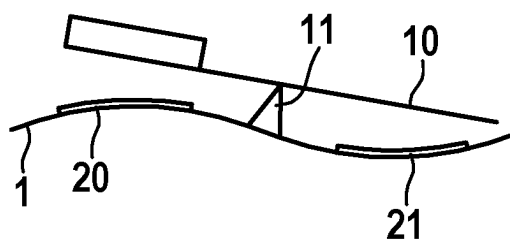


Fig. 5

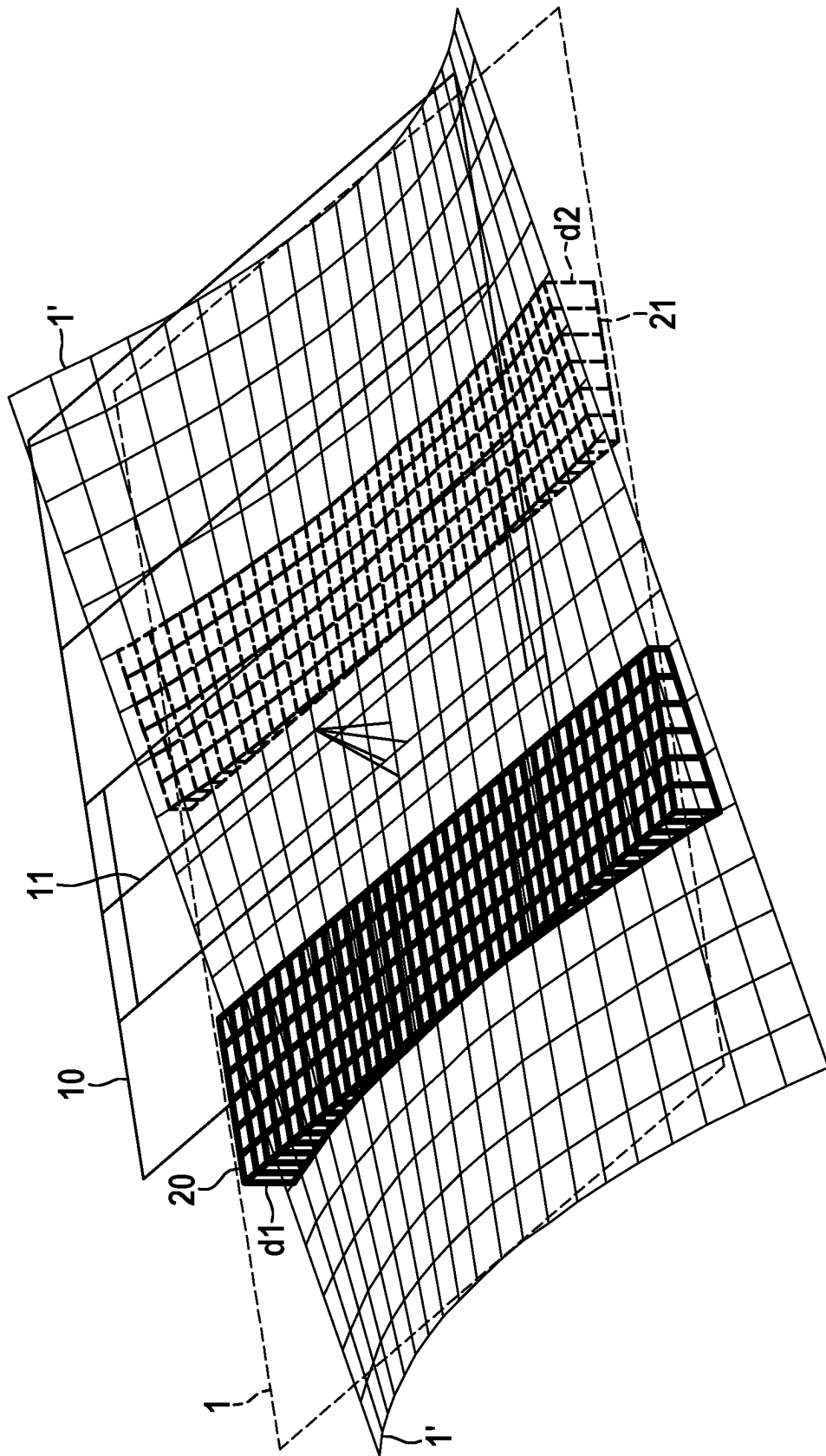


Fig. 6

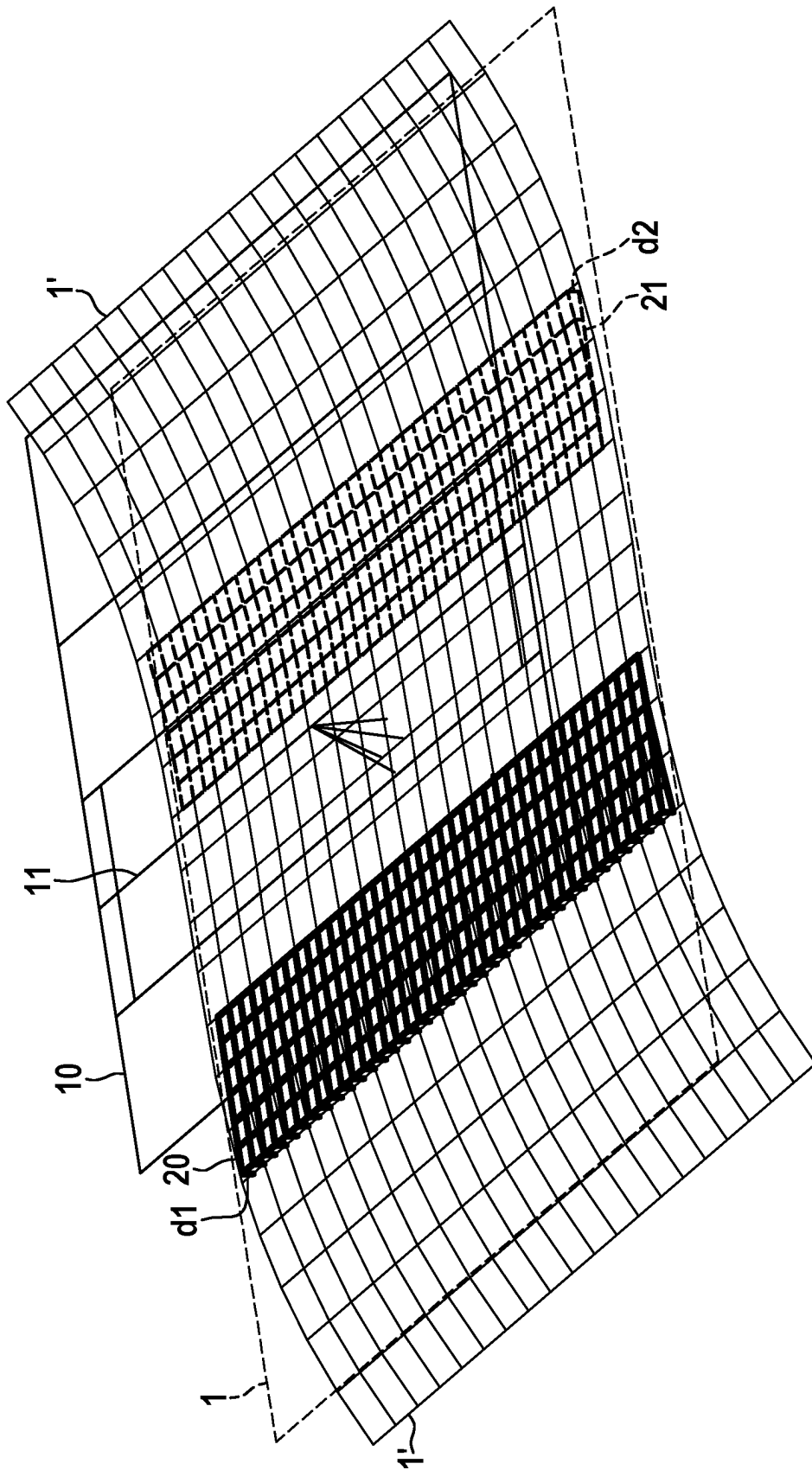


Fig. 7

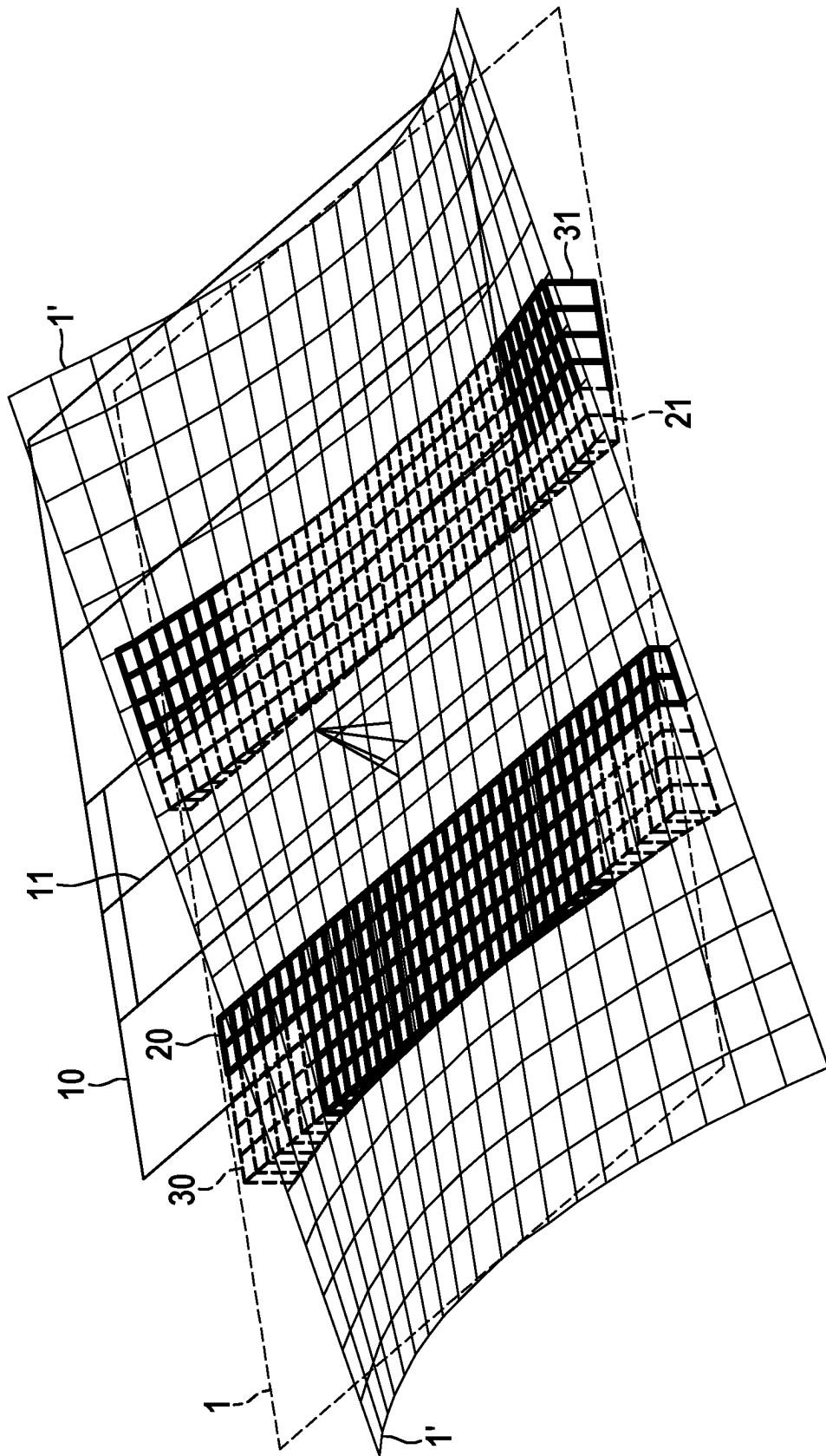


Fig. 8

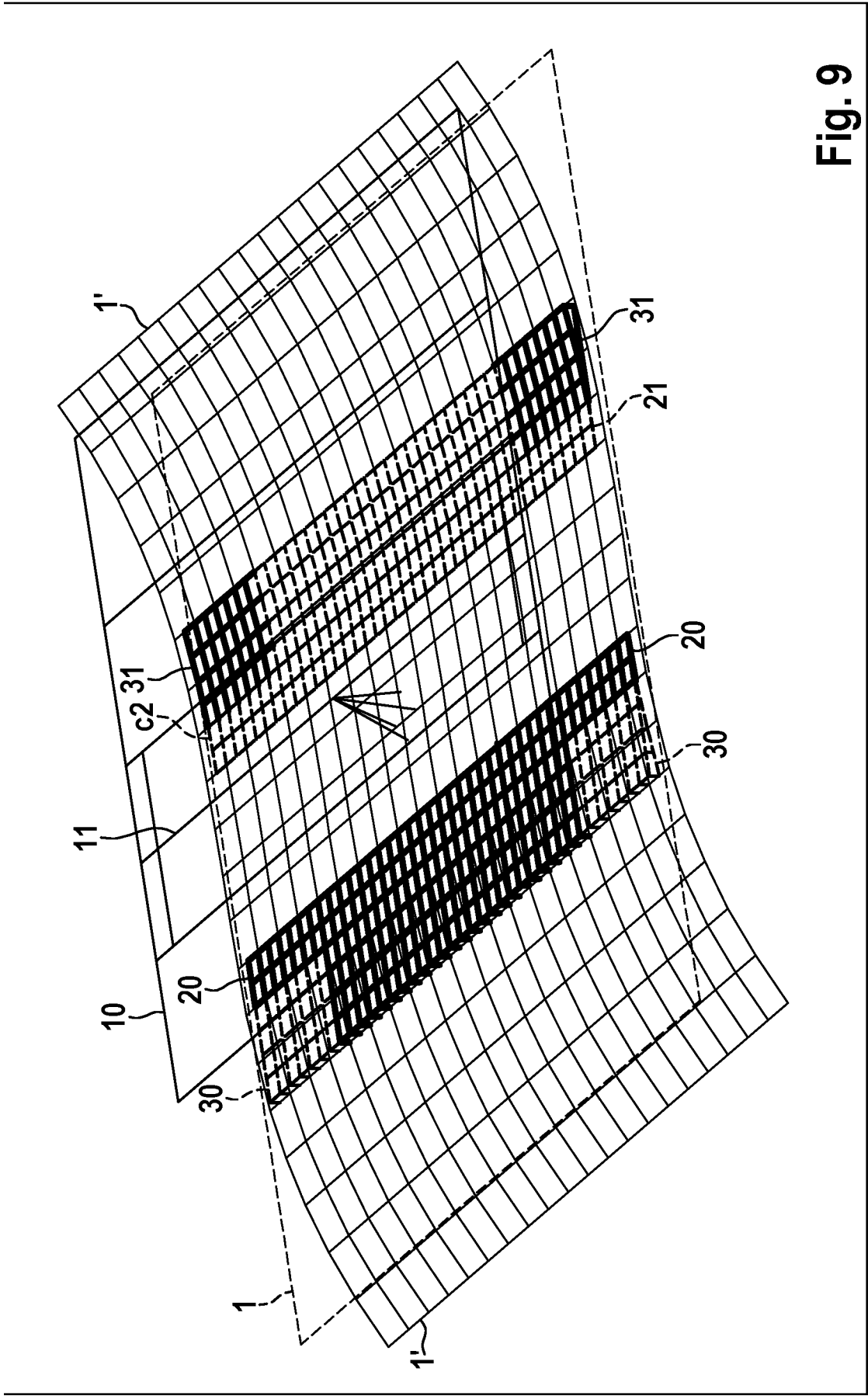


Fig. 9

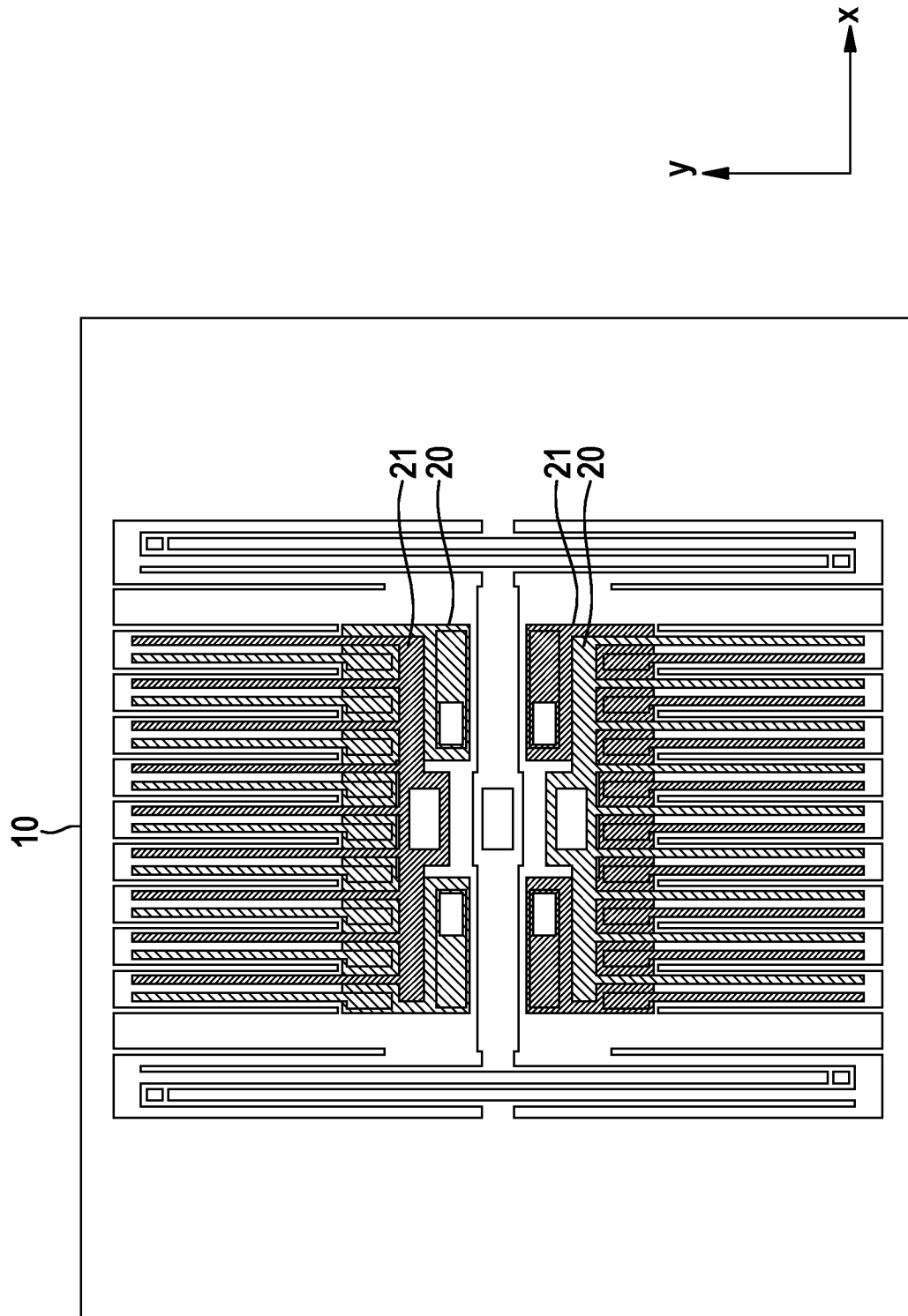


Fig. 10

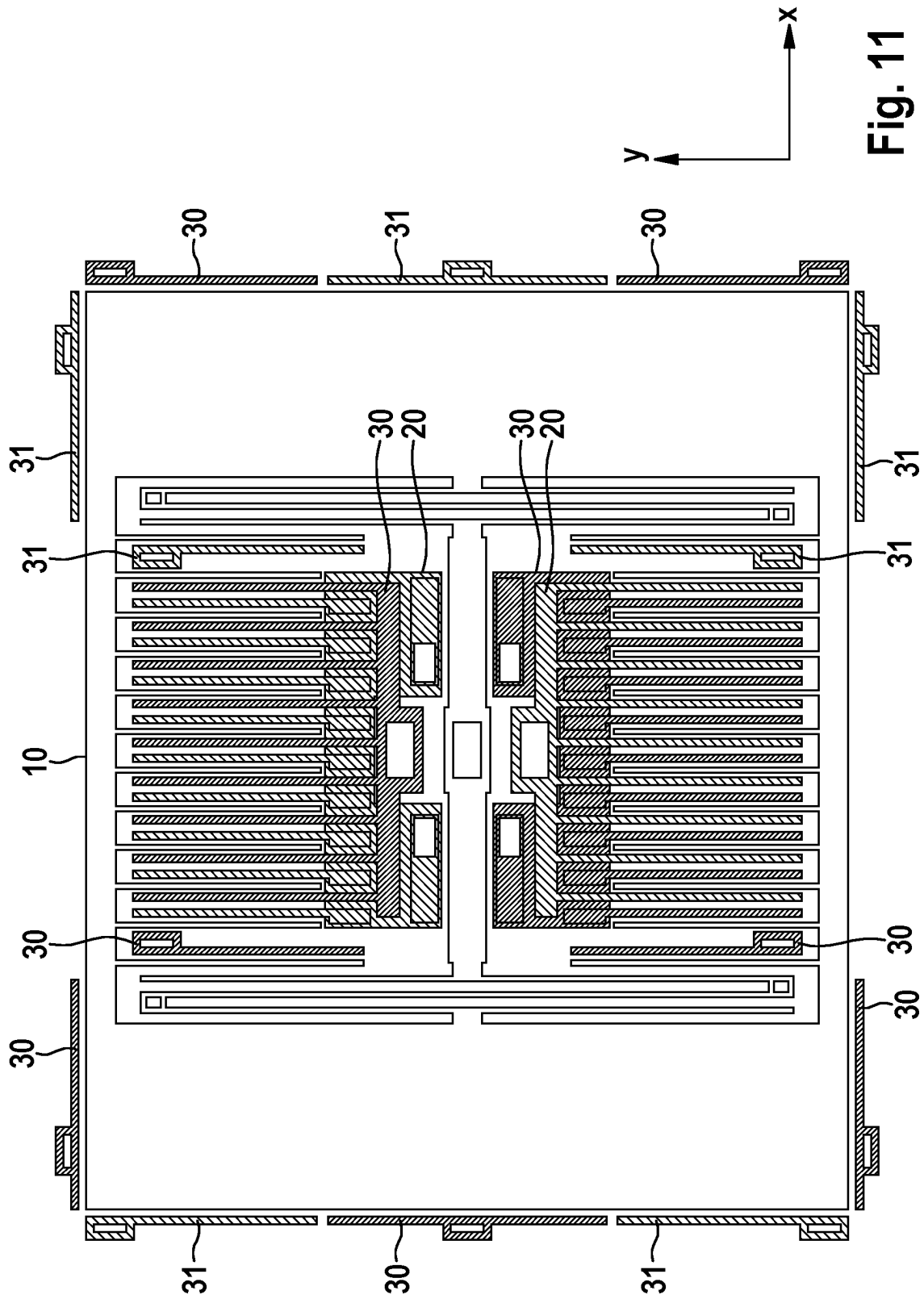


Fig. 11

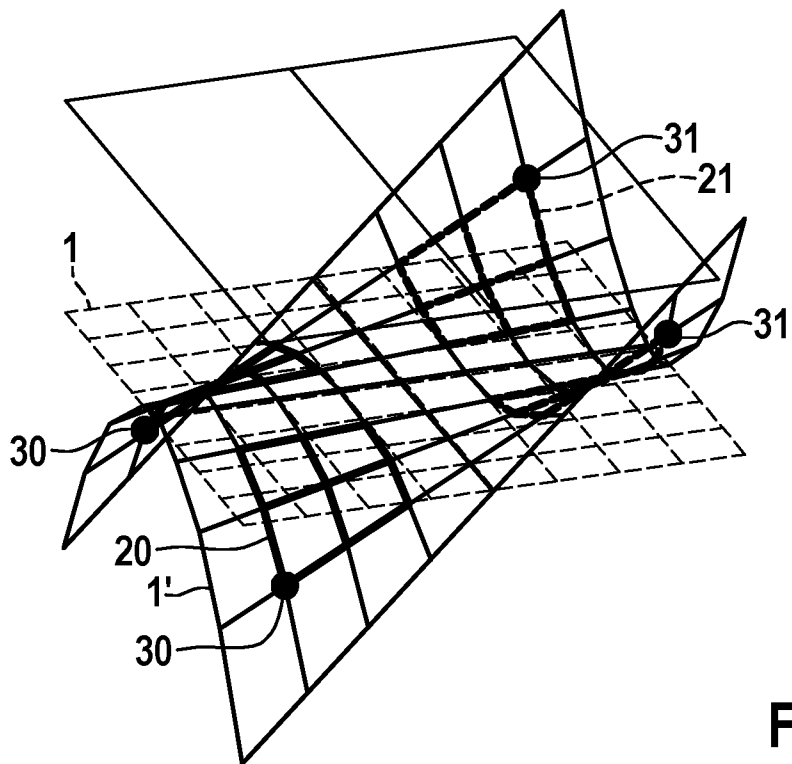


Fig. 12

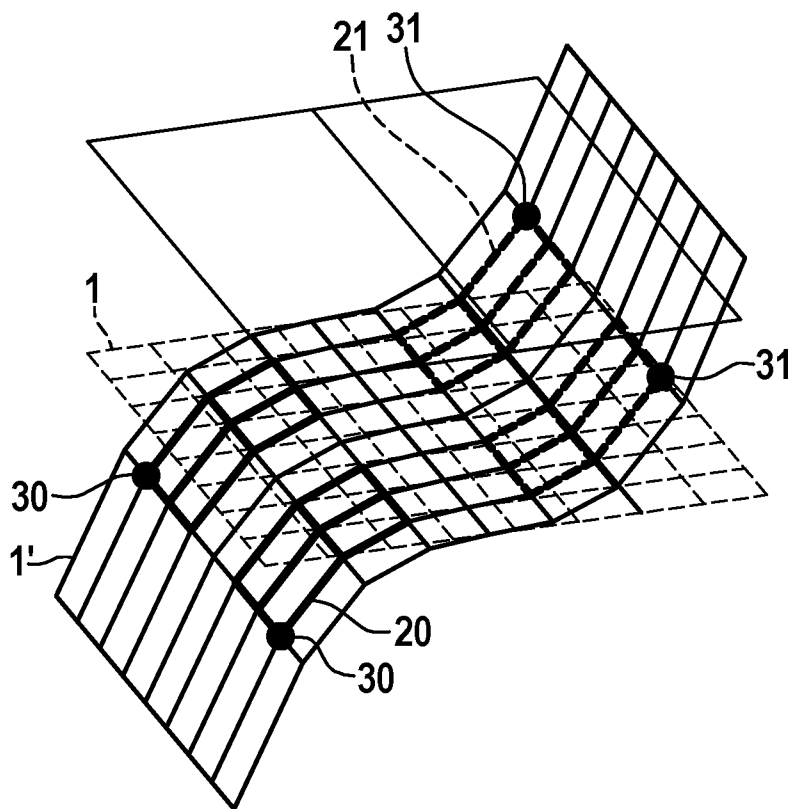


Fig. 13

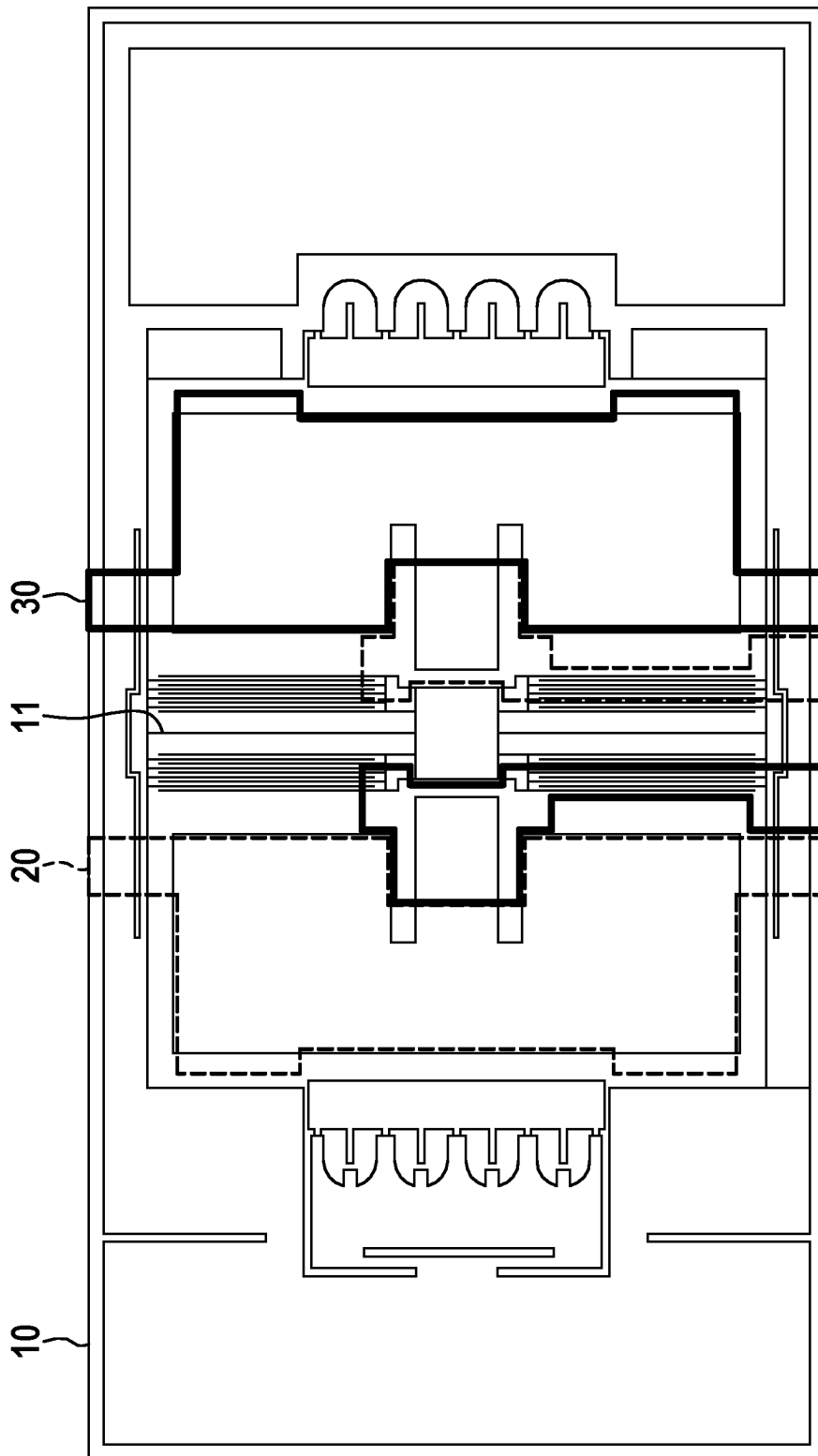


Fig. 14

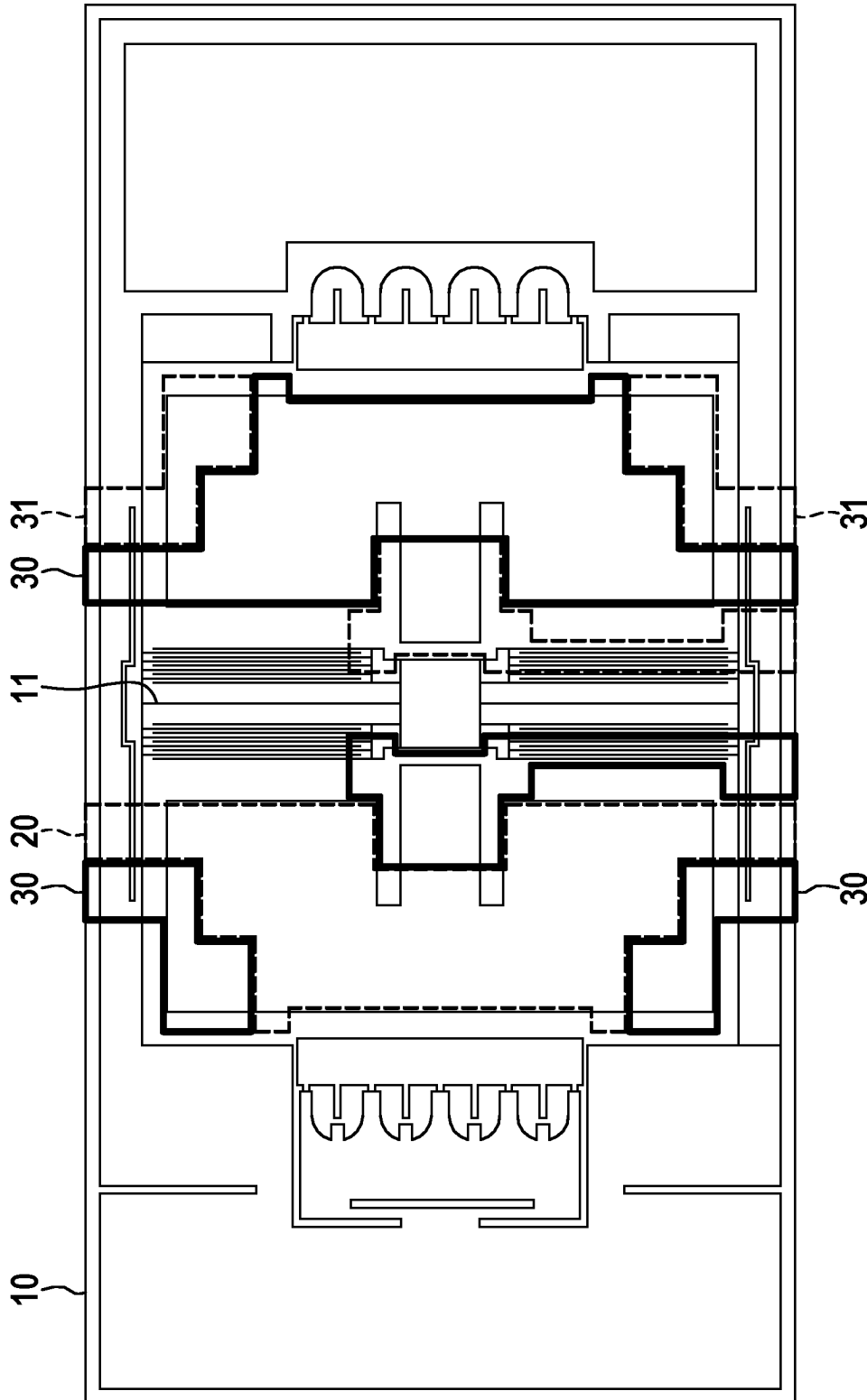


Fig. 15

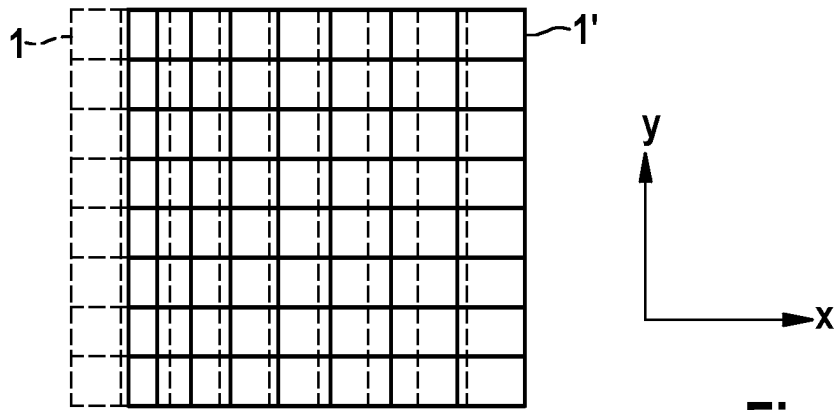


Fig. 16

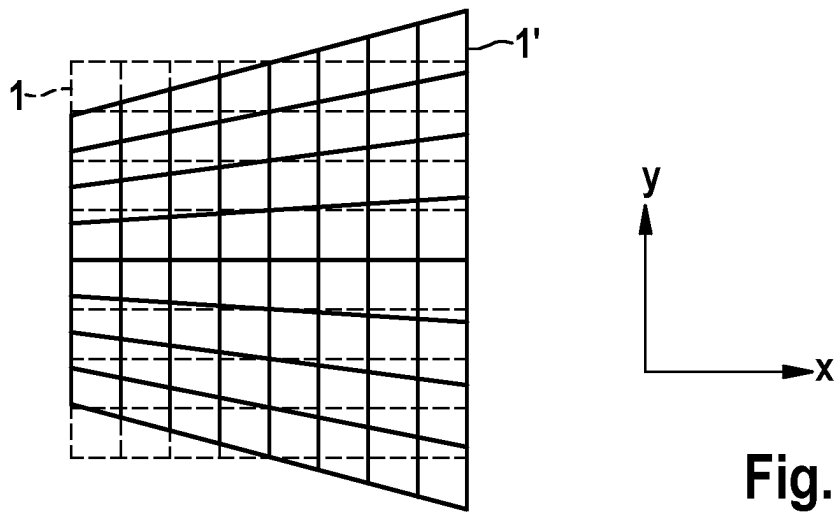


Fig. 17

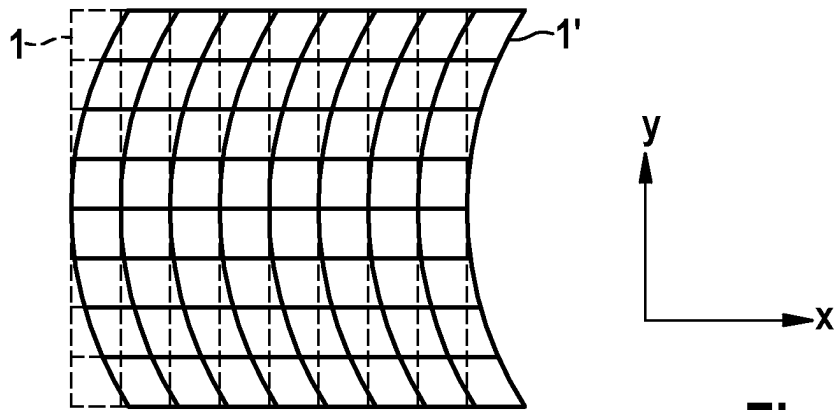


Fig. 18

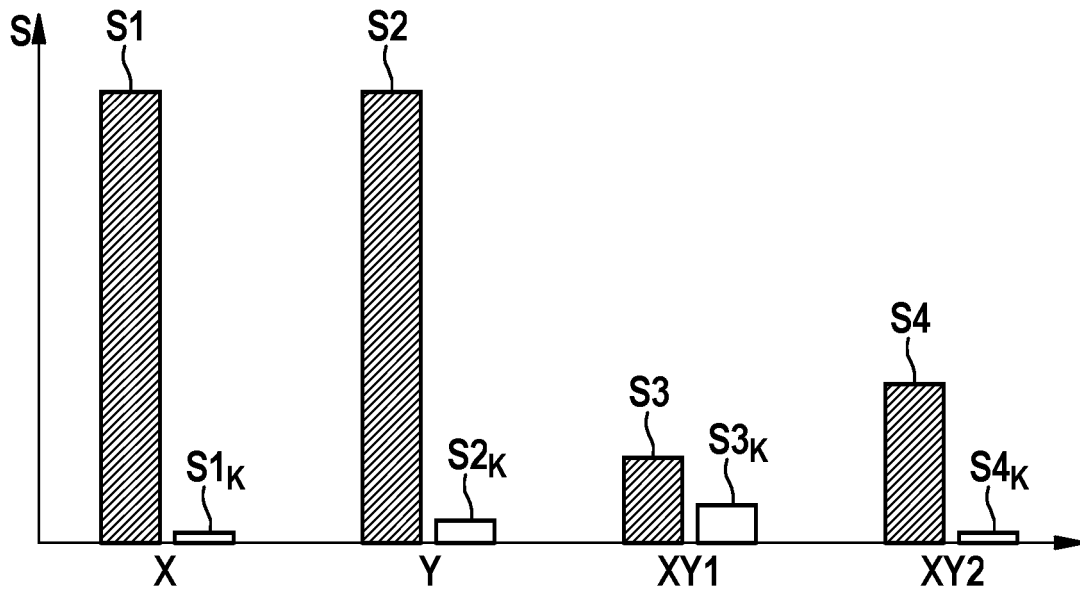


Fig. 19

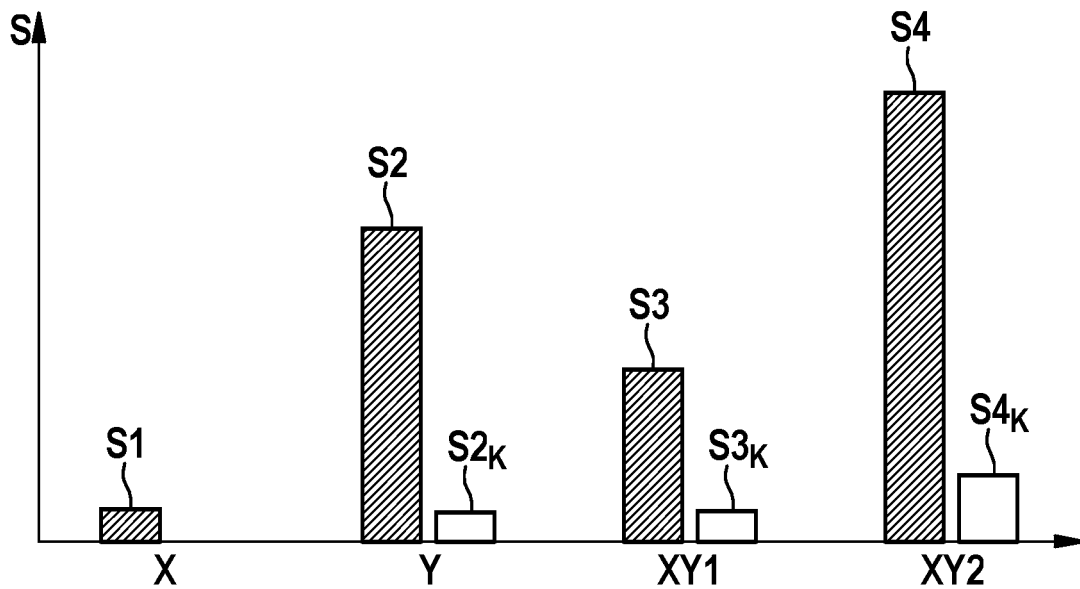


Fig. 20

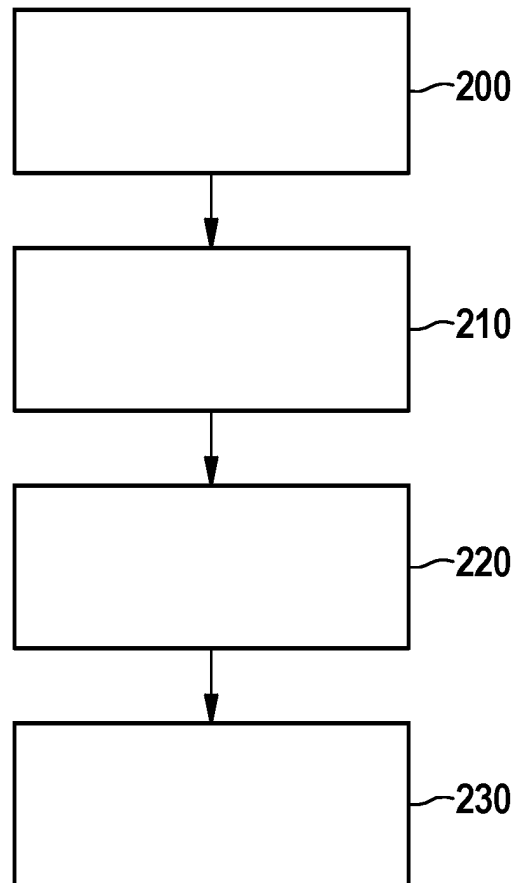


Fig. 21