



(10) **DE 10 2014 212 314 A1** 2015.12.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 212 314.3**

(22) Anmeldetag: **26.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **31.12.2015**

(51) Int Cl.: **B81B 7/02 (2006.01)**

B81C 1/00 (2006.01)

G01C 19/5769 (2012.01)

H01L 23/488 (2006.01)

G01P 15/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

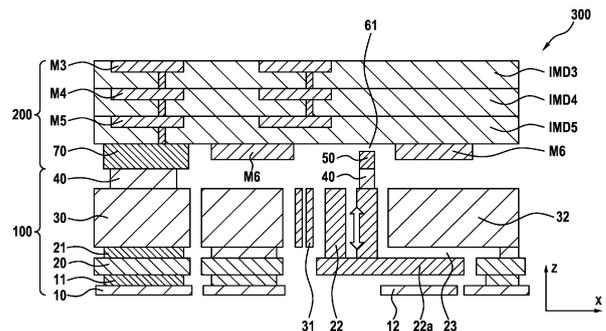
Classen, Johannes, 72770 Reutlingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mikromechanische Sensoreinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Mikromechanische Sensoreinrichtung (300), aufweisend:

- ein MEMS-Element (100), und
- ein ASIC-Element (200), wobei zwischen dem MEMS-Element (100) und dem ASIC-Element (200) eine Bondstruktur (70) ausgebildet ist, das MEMS-Element (100) aufweisend:
 - eine Schichtenanordnung mit abwechselnd aufeinander angeordneten Isolierschichten (11, 21) und Funktionsschichten (10, 20, 30), wobei in wenigstens einer der Funktionsschichten (10, 20, 30) ein in einer Erfassungsrichtung (z) bewegliches Erfassungselement (22) ausgebildet ist;
 - wobei mittels einer weiteren Funktionsschicht (40) ein Abstandselement zum Ausbilden eines definierten Abstands zwischen dem MEMS-Element (100) und dem ASIC-Element (200) ausgebildet ist; dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Erfassungselement (22) ein Anschlagselement (40, 50) mit dem Abstandselement und einer ersten Bondschicht (50) angeordnet ist, wobei in einem Anschlagbereich des Anschlagselements (40, 50) auf dem ASIC-Element (200) eine isolierende Schicht (IMD5) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mikromechanische Sensoreinrichtung. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen einer mikromechanischen Sensoreinrichtung.

Stand der Technik

[0002] Mikromechanische Sensoren zur Messung von beispielsweise Beschleunigung und Drehrate sind bekannt und werden in Massenfertigung für verschiedene Applikationen im Automobil- und Consumerbereich hergestellt. Bekannt sind insbesondere MEMS-Elemente, die mit oberflächenmikromechanischen Methoden hergestellt werden. Dabei werden auf einem Silizium-Substrat mehrere Oxid- und polykristalline Siliziumschichten abgeschieden und strukturiert. Anschließend wird der MEMS-Wafer mit einem Kappenwafer hermetisch verschlossen.

[0003] Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines herkömmlichen oberflächenmikromechanischen Sensors. Ein MEMS-Wafer **100** umfasst in diesem Beispiel drei Funktionsschichten in Form von Polysilizium-Schichten **10**, **20**, **30**, die voneinander weitgehend unabhängig strukturiert werden können. Die jeweils dazwischenliegenden Oxidschichten **11**, **21** können an bestimmten Stellen geöffnet werden, um Durchkontakte zwischen den Polysilizium-Schichten **10**, **20**, **30** zu realisieren. Die erste Polysiliziumschicht **10** fungiert bevorzugt als eine elektrische Verdrahtungsebene, die zweite Polysiliziumschicht **20** und die dritte Polysiliziumschicht **30** können sowohl zur Verdrahtung als auch zur Realisierung von beweglichen MEMS-Strukturen verwendet werden. Die Freistellung der MEMS-Strukturen erfolgt beispielsweise über gezieltes Entfernen der Oxidschichten **11**, **21** unterhalb der Polysiliziumschichten **10**, **20**, **30** durch Ätzen mit gasförmigem HF.

[0004] Das MEMS-Element, zum Beispiel ein Beschleunigungs- oder Drehratensensor, besitzt wenigstens eine mechanische Aufhängung **33**, wenigstens eine Federanordnung **31** sowie bewegliche Massen- und Elektrodenelemente **22**, **32**, die im Beispiel von Fig. 1 sowohl in der zweiten Polysilizium-Schicht **20** als auch in der dritten Polysilizium-Schicht **30** realisiert sind. Ein Teilbereich der in der zweiten Polysilizium-Schicht **20** realisierten beweglichen Masse **22** formt mit der in der ersten Polysilizium-Schicht **10** befindlichen unteren Festelektrode **12** und der in der dritten Polysiliziumschicht **30** realisierten oberen Festelektrode **32** eine Kondensatoranordnung über die Spalte **13** und **23**.

[0005] Konkrete Designtopologien für derartige Anordnungen sind beispielsweise aus DE 10 2009 000 167 A1 für einen z-Beschleunigungssensor und aus DE 10 2009 000 345 A1 für einen

Drehratensensor mit Detektionsauslenkungen in z-Richtung bekannt. Das Element der dritten Polysiliziumschicht **30** kann, alternativ zur Funktion als obere Elektrode, auch einen mechanischen Anschlag definieren, der bevorzugt auf das gleiche elektrische Potential wie die bewegliche MEMS-Struktur gelegt wird.

[0006] Ein Problem bei derartigen MEMS-Strukturen kann die mechanische Robustheit des in der zweiten Polysiliziumschicht **20** realisierten Massen- oder Elektrodenelements sein, wenn die Struktur nach oben ausgelenkt wird und an dem darüber liegenden Element der dritten Polysiliziumschicht **32** anschlägt. Insbesondere wenn die Ebene der zweiten Polysiliziumschicht **20** relativ dünn ausgebildet ist, zum Beispiel eine Dicke von ca. 1µm bis ca. 3µm aufweist, ist die Gefahr eines mechanischen Bruchs der MEMS-Struktur beim Auftreten von hoher Überlast („Falltest“) recht hoch. Der im Kappenwafer **80** realisierte z-Anschlag **81** ist nicht wirksam, wenn der Spalt **23** zwischen der zweiten Polysiliziumschicht **20** und der dritten Polysiliziumschicht **30** kleiner ist als der Spalt **61** zwischen der Oberseite der dritten Polysiliziumschicht **30** und der Unterseite des Kappenanschlags **81**.

[0007] Zur Vermeidung von Brüchen der Struktur der zweiten Polysiliziumschicht **20** wurden beispielsweise in DE 10 2011 080 982 A1 federnd gelagerte Strukturen der dritten Polysiliziumschicht **30** vorgeschlagen, die beim Anschlagen mechanische Energie absorbieren können und die mechanischen Spannungen der zweiten Polysiliziumschicht **20** dadurch begrenzen. Die Auslegung dieser Strukturen ist jedoch aufwendig und erfordert zusätzlichen Platzbedarf.

[0008] Bekannt sind beispielsweise aus US 7250353B2, US 7442570 B2, US 2010 0109102 A1, US 2011 0049652 A1, US 2011 012247 A1, US 2012 0049299 A1, und DE 10 2007 048604 A1 ferner Verfahren der vertikalen Integration, oder hybriden Integration oder 3D-Integration, bei denen mindestens ein MEMS- und ein Auswerte-ASIC-Wafer über Waferbondverfahren miteinander mechanisch und elektrisch verbunden werden.

[0009] Besonders nützlich sind derartige vertikale Integrationsverfahren in Kombination mit through-silicon-vias (TSV) und Flip-Chip-Technologien, wodurch Aufbau und Kontaktierung als Chip-Scale-Package erfolgen kann, wie dies beispielweise aus US 2012 0049299 A1 und US 2012 0235251 A1 bekannt ist.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die mechanische Robustheit einer mikrome-

chanischen Sensoreinrichtung, insbesondere einer vertikal integrierten mikromechanischen Sensoreinrichtung zu verbessern.

[0011] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einer mikromechanischen Sensoreinrichtung, aufweisend:

- ein MEMS-Element, und
- ein ASIC-Element, wobei zwischen dem MEMS-Element und dem ASIC-Element eine Bondstruktur ausgebildet ist, das MEMS-Element aufweisend:
 - eine Schichtenanordnung mit abwechselnd aufeinander angeordneten Isolierschichten und Funktionsschichten, wobei in wenigstens einer der Funktionsschichten ein in einer Erfassungsrichtung bewegliches Erfassungselement ausgebildet ist;
 - wobei mittels einer weiteren Funktionsschicht ein Abstandselement zum Ausbilden eines definierten Abstands zwischen dem MEMS-Element und dem ASIC-Element ausgebildet ist;

dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Erfassungselement ein Anschlagselement mit dem Abstandselement und einer ersten Bondschicht angeordnet ist, wobei in einem Anschlagbereich des Anschlagselements auf dem ASIC-Element eine isolierende Schicht angeordnet ist.

[0012] Auf diese Weise wird eine schon vorhandene Schichtenanordnung zur Ausbildung eines Anschlagselements genutzt und am beweglichen Erfassungselement angeordnet. Dies bedeutet vorteilhaft bei geringen Zusatzkosten einen effektiven Anschlagsschutz nach oben, wodurch ein definiertes Anschlagverhalten in z-Richtung bereitgestellt wird. Somit erfolgt im Anschlagfall in definierter Weise zuerst der Anschlag auf dem ASIC-Wafer. Vorteilhaft sind dafür nur eine geringe Anpassung des Layouts und keine Änderung des Gesamtprozesses erforderlich.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einem Verfahren zum Herstellen einer mikromechanischen Sensoreinrichtung, aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen eines MEMS-Elements;
- Bereitstellen eines ASIC-Elements;
- Ausbilden eines Erfassungselements im MEMS-Element, wobei auf dem Erfassungselement ein Anschlagselement angeordnet wird, wobei in einem Anschlagbereich für das Anschlagselement am ASIC-Element eine isolierende Schicht ausgebildet wird; und
- Ausbilden einer Bondstruktur zwischen dem MEMS-Element und dem ASIC-Element.

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen der Sensoreinrichtung und des Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0015] Eine bevorzugte Ausführungsform der Sensoreinrichtung sieht vor, dass das Erfassungselement einen orthogonal zur Erfassungsrichtung ausgebildeten Abschnitt aufweist. Bei dieser Ausgestaltung der Sensoreinrichtung kann vorteilhaft verhindert werden, dass im Anschlagfall der orthogonale Abschnitt unter Umständen bricht.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der mikromechanischen Sensoreinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass sie wenigstens eine mit dem Erfassungselement zusammenwirkende Elektrode aufweist. Dadurch ist unterstützt, dass das funktionale Zusammenwirken des Erfassungselements mit der Elektrode störungsfrei durchgeführt wird.

[0017] Eine weitere Ausführungsform der Sensoreinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Abstand des Anschlagselements zum ASIC-Element größer ist als ein Detektionsspalt zur Elektrode. Trotz gegebenenfalls auftretenden Anschlags nach oben erfolgt auf diese Weise kein Anschlag zwischen dem Anschlagselement und der Elektrode.

[0018] Eine weitere Ausführungsform der Sensoreinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass das Abstandselement eine Polysiliziumschicht aufweist. Dadurch kann vorteilhaft eine im Herstellungsprozess bereits vorhandene Schicht zur Ausbildung des Abstandselements verwendet werden. Eine Dimensionierung des Anschlagselements erfolgt dabei vorzugsweise derart, dass ein gewisser definierter Mindestabstand zwischen dem MEMS- und dem ASIC-Wafer vorhanden ist.

[0019] Eine weitere Ausführungsform der Sensoreinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die erste Bondschicht des Abstandselements eines aus Folgendem ist: Germanium, Aluminium, Metall. Auf diese Weise kann eine metallische Bondstruktur zum Bonden des MEMS-Wafers mit dem ASIC-Wafer realisiert werden.

[0020] Eine weitere Ausführungsform der Sensoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass in Anschlagrichtung gegenüberliegend vom Anschlagselement am ASIC ein Oxidmaterial angeordnet ist. Auf diese Weise kann vorteilhaft verhindert werden, dass bei einem Anschlag des beweglichen Elements auf den ASIC ein elektrischer Kurzschluss erfolgt. Dadurch können Beschädigungen innerhalb der Sensoreinrichtung vorteilhaft vermieden werden.

[0021] Eine weitere Ausführungsform der Sensoreinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass das Erfassungselement in einer einzelnen Funktionsschicht

ausgebildet ist. Eine Designvielfalt für die Sensoreinrichtung ist auf diese Weise vorteilhaft erhöht.

[0022] Die Erfindung wird im Folgenden mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand von mehreren Figuren im Detail beschrieben. Dabei bilden alle beschriebenen Merkmale unabhängig von ihrer Darstellung in der Beschreibung oder in den Figuren sowie unabhängig von ihrer Rückbeziehung in den Patentansprüchen den Gegenstand der Erfindung. Gleiche oder funktionsgleiche Elemente haben gleiche Bezugszeichen.

[0023] In den Figuren zeigt:

[0024] Fig. 1 eine Querschnittansicht durch eine herkömmliche mikromechanische Sensoreinrichtung;

[0025] Fig. 2 eine Querschnittansicht durch eine herkömmlich vertikal integrierte Sensoreinrichtung

[0026] Fig. 3 eine Teilansicht der Sensoreinrichtung von Fig. 2;

[0027] Fig. 4 eine Querschnittansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung;

[0028] Fig. 5 eine Querschnittansicht durch die Sensoreinrichtung von Fig. 4 im Anschlagsfall;

[0029] Fig. 6 und Fig. 7 weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung; und

[0030] Fig. 8 ein prinzipielles Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Beschreibung von Ausführungsformen

[0031] Im Folgenden wird unter dem Begriff „definierter Grundabstand“ ein Abstand zwischen dem MEMS-Element und dem ASIC-Element verstanden, der sicherstellt, dass kein Übersprechen von einem Wafer auf den anderen stattfindet.

[0032] Fig. 2 zeigt ein bekanntes vertikales Integrationskonzept für ein mikromechanisches Bauelement, welches ein MEMS-Element **100** aus einem MEMS-Silizium-Substrat, wenigstens einer Verdrahtungsebene, wenigstens einer MEMS-Funktionsschicht sowie mehreren darauf aufgewachsenen bzw. darauf abgeschiedenen Oxidschichten umfasst. Die Funktionsschichten können auch durch Waferbondverfahren und anschließendes Rückschleifen aufgebracht werden. Das ASIC-Element **200**, das vorzugsweise in einem CMOS-Prozess hergestellt wird, besteht aus einem Silizium-Substrat, dotierten Halbleiterschichten zur Realisierung der elektrischen Schaltkreise

und dem Metal-Oxide-Stack insbesondere zur Verdrahtung und zur Realisierung von Kapazitäten.

[0033] Das MEMS-Element **100** und das ASIC-Element **200** werden über ein metallisches Waferbondverfahren miteinander verbunden, z.B. über eutektisches Bonden von Aluminium mit Germanium. Dabei wird zum Beispiel auf dem ASIC-Element **200** die oberste Aluminium-Verdrahtungsebene als Bondoberfläche genutzt und Germanium auf dem MEMS-Element **100** als oberste Schicht abgeschieden. Die beiden Wafer **100**, **200** werden danach bei Temperaturen oberhalb von ca. 430°C mit hinreichendem Druck zusammengepresst, so dass eine eutektische flüssige Phase entsteht. Die Aluminium-Germanium-Verbindung bewirkt zum einen mittels eines umlaufenden Bondrahmens eine hermetische Kapselung der MEMS-Strukturen und ermöglicht zudem elektrische Kontakte zwischen dem MEMS-Element **100** und dem ASIC-Element **200**. Andere metallische Bondverfahren, wie Kupfer-Zinn-Bonden oder thermokompressive Verfahren sind grundsätzlich ebenso denkbar. Die elektrische Kommunikation des ASICs **200** von und nach außen erfolgt vorzugsweise über metallische through-silicon-vias (TSVs), die auf der Rückseite des ASICs **200** geöffnet und dann über eine Umverdrahtungsebene oberhalb einer Isolationschicht und Lötballs **400** auf eine Applikationsleiterplatte (nicht dargestellt), zum Beispiel in einem Mobiltelefon geführt werden.

[0034] Das ASIC-Element **200** weist mehrere Verdrahtungs- und Isolationslagen auf. Fig. 3 stellt der Einfachheit und besseren Übersichtlichkeit wegen nur einen Teil der beteiligten Lagen dar, insbesondere das MEMS-Element **100** ab der ersten Polysiliziumschicht **10**. Ferner ist in allen nachfolgenden Figuren der Wafer-Stack wieder umgedreht, so dass das MEMS-Element **100** unten und das ASIC-Element **200** oben liegt. Der Ausschnitt von Fig. 3 entspricht im Wesentlichen dem in Fig. 2 gestrichelt umrandeten Bereich B.

[0035] Im Unterschied zum MEMS-Element **100** aus Fig. 1 weist das MEMS-Element **100** von Fig. 3 eine weitere Silizium-Schicht in Form einer vierten Polysiliziumschicht **40** auf, die auf der dritten Polysiliziumschicht **30** angeordnet ist und als ein Abstandshalter zwischen dem MEMS- und dem ASIC-Wafer fungiert. Auf der vierten Polysiliziumschicht **40** wird im eutektischen zu bondenden Bereich ferner eine erste Bondschicht, z.B. in Form einer Germaniumschicht **50** angeordnet, der entsprechende (d.h. bezüglich Topologie und Flächen ähnliche) Strukturen in einer obersten Metallebene M6 des ASIC-Elements **200** gegenüber liegen.

[0036] Nach dem Waferbonden entsteht im Bereich des Bondrahmens eine eutektische Aluminium-Germanium-Bondverbindung **70**. Das weiter oben ge-

schilderte Problem für die mechanische Robustheit des MEMS-Elements **100** bleibt hier nach durchgeführtem Bonden allerdings nachteilig nahezu unverändert bestehen, da ein Spalt **23** zwischen der zweiten Polysiliziumschicht **20** und der dritten Polysiliziumschicht **30** kleiner ist als ein Spalt zwischen der dritten Polysiliziumschicht **30** und der M6-Ebene des ASIC-Elements **200**. Entsprechend kann auch hier nachteilig ein Anschlagen des MEMS-Elements **200** zwischen der zweiten und der dritten Polysiliziumschicht **20, 30** erfolgen.

[0037] Erfindungsgemäß ist deshalb vorgesehen, eine lokale Verwendung der vierten Polysiliziumschicht **40** und der ersten Bondschicht **50** auf dem MEMS-Wafer **100** vorzusehen, um definierte mechanische z-Anschläge auf dem beweglichen Erfassungselement **22** zu realisieren. Im Bereich der Anschläge wird auf der ASIC-Seite die oberste Metalllage M6 entfernt. Dadurch ergeben sich kleine Restspalte zwischen dem MEMS-Element **100** und dem ASIC-Element **200**, die kleiner sind als die Spalte zwischen den funktionalen Poly-Si-Ebenen im MEMS-Element **100** (erste bis dritte Polysiliziumschichten **10, 20, 30**).

[0038] Vorteilhaft kann im Anschlagsfall aufgrund des geringen Restspalts zwischen dem MEMS-Element **100** und dem ASIC-Element **200** die bewegliche MEMS-Struktur am ASIC-Element **200** anschlagen und nicht mehr an den stark bruchgefährdeten Polysiliziumschichten. Die mechanische Robustheit der gesamten MEMS-Struktur ist auf diese Weise vorteilhaft erhöht.

[0039] Da der Anschlag in definierter Weise auf eine Isolationsschicht IMD5 erfolgt, können vorteilhaft auch keine elektrischen Kurzschlüsse auftreten. Dadurch kann die unter Umständen sehr aufwendige Verdrahtung von z-Anschlägen im MEMS-Element **100**, die zur Vermeidung von Kurzschlüssen das gleiche elektrische Potential wie die bewegliche Masse haben müssen, vorteilhaft entfallen.

[0040] Fig. 4 zeigt diese erfindungsgemäße Anordnung, bei der auf einem Teilbereich der beweglichen dritten Polysiliziumschicht **30** ein z-Anschlag auf der vierten Polysiliziumschicht **40** und auf der ersten Bondschicht **50** angeordnet ist. Der resultierende Restspalt **61** zwischen der Germaniumschicht **50** und der Isolationslage IMD5 auf der Seite des ASIC-Elements **200** ist nunmehr kleiner als der Spalt **23** zwischen der zweiten und der dritten Polysiliziumschicht **20, 30**. Bei großen vertikalen Auslenkungen erfolgt das erste mechanische Anschlagen daher an der Anschlagstruktur **40, 50** und nicht mehr zwischen den Polysiliziumschichten **20, 30**, wie dies in Fig. 5 prinzipiell angedeutet ist. Man erkennt, dass der orthogonal in z-Anschlagsrichtung ausgebildete Abschnitt **22a** des Erfassungselements **22** einen Abstand zur

Elektrode **32** aufweist, obwohl der Anschlagsfall bereits eingetreten ist.

[0041] Eine weitere Ausführungsform der Sensoreinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass das nicht leitfähige Material IMD5 im Anschlagsbereich des ASIC-Elements **200** ein Oxidmaterial ist. Aufgrund der Tatsache, dass die MEMS-Struktur auf einem definierten Potential liegt, wenn es nach oben anschlägt, gibt es auf diese Weise dennoch keinen Kurzschluss. Wenn hingegen auf Metall aufgeschlagen würde, müsste das Potential des Metalls dasselbe sein wie das Potential der MEMS-Struktur, um Schäden sicher zu vermeiden.

[0042] Vorteilhaft ist die Erfindung nicht auf MEMS-Elemente **100** mit teilüberlappenden Bereichen der zweiten und der dritten Polysiliziumschicht **20, 30** beschränkt, sondern kann nutzbringend auch für andere Anordnungen verwendet werden.

[0043] Fig. 6 zeigt ein MEMS-Element **100**, das ebenfalls von Elementen der zweiten und der dritten Polysiliziumschicht **20, 30** gebildet ist, jedoch keine Gegenelektrode oder z-Anschlag in der dritten Polysiliziumschicht **30** aufweist. Es besitzt aber eine Gegenelektrode in der obersten Metallebene M6 des ASIC-Elements **200**. In diesem Fall ist die erfindungsgemäße Anordnung des Anschlags mit der Anordnung der vierten Polysiliziumschicht **40** und der Germaniumschicht **50** vorteilhaft, um bei hoher mechanischer Überlast einen elektrischen Kurzschluss zwischen der beweglichen MEMS-Struktur und der ASIC-Gegenelektrode zu verhindern.

[0044] Fig. 7 zeigt eine ähnliche Anordnung wie Fig. 6 mit dem einzigen Unterschied, dass das bewegliche MEMS-Element **100** diesem Fall nur in der dritten Polysiliziumschicht **30** realisiert ist. Die Vorteile sind die gleichen wie oben im Zusammenhang mit Fig. 6 beschrieben wurden.

[0045] Fig. 8 zeigt einen prinzipiellen Ablauf einer Ausführungsform des Verfahrens zum Herstellen einer mikromechanischen Sensoreinrichtung **300**.

[0046] In einem ersten Schritt S1 wird ein MEMS-Element **100** bereitgestellt.

[0047] In einem zweiten Schritt S2 wird ein ASIC-Element **200** bereitgestellt.

[0048] In einem dritten Schritt S3 wird ein Ausbilden eines Erfassungselements **22** im MEMS-Element **100** durchgeführt, wobei auf dem Erfassungselement **22** ein Anschlagselement **40, 50** angeordnet wird, wobei in einem Anschlagsbereich für das Anschlagselement **40, 50** am ASIC-Element **200** eine isolierende Schicht IMD5 ausgebildet wird.

[0049] Schließlich wird in einem vierten Schritt S4 eine Bondstruktur **70** zwischen dem MEMS-Element **100** und dem ASIC-Element **200** ausgebildet.

[0050] Zusammenfassend werden mit der vorliegenden Erfindung eine mikromechanische Sensoreinrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer mikromechanischen Sensoreinrichtung vorgeschlagen, mit denen in vorteilhafter Weise ein definierter Anschlag für die Sensoreinrichtung bereitgestellt wird. Dies ist insbesondere bei stark erhöhten Beschleunigungskräften, die bei einem Aufprall von elektronischen Geräten auf den Boden auftreffen können, von Vorteil. Dadurch können Beschädigungen der empfindlichen MEMS-Strukturen vorteilhaft verhindert werden. Die genannten Kräfte können auch durch starke Vibrationen beim Vereinzeln von Chips auftreten und erfindungsgemäß entschärft werden.

[0051] Obwohl die Erfindung vorgehend anhand von konkreten Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, ist sie keineswegs darauf beschränkt. Der Fachmann wird somit die beschriebenen Merkmale geeignet abändern oder mit einander kombinieren können, 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

- DE 102009000167 A1 [0005]
- DE 102009000345 A1 [0005]
- DE 102011080982 A1 [0007]
- US 7250353 B2 [0008]
- US 7442570 B2 [0008]
- US 20100109102 A1 [0008]
- US 20110049652 A1 [0008]
- US 2011012247 A1 [0008]
- US 20120049299 A1 [0008, 0009]
- DE 102007048604 A1 [0008]
- US 20120235251 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300), aufweisend:

- ein MEMS-Element (100), und
- ein ASIC-Element (200), wobei zwischen dem MEMS-Element (100) und dem ASIC-Element (200) eine Bondstruktur (70) ausgebildet ist, das MEMS-Element (100) aufweisend:
 - eine Schichtenanordnung mit abwechselnd aufeinander angeordneten Isolierschichten (11, 21) und Funktionsschichten (10, 20, 30), wobei in wenigstens einer der Funktionsschichten (10, 20, 30) ein in einer Erfassungsrichtung (z) bewegliches Erfassungselement (22) ausgebildet ist;
 - wobei mittels einer weiteren Funktionsschicht (40) ein Abstandselement zum Ausbilden eines definierten Abstands zwischen dem MEMS-Element (100) und dem ASIC-Element (200) ausgebildet ist; **dadurch gekennzeichnet**, dass auf dem Erfassungselement (22) ein Anschlagselement (40, 50) mit dem Abstandselement und einer ersten Bondschicht (50) angeordnet ist, wobei in einem Anschlagsbereich des Anschlagselements (40, 50) auf dem ASIC-Element (200) eine isolierende Schicht (IMD5) angeordnet ist.

2. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erfassungselement (22) einen orthogonal zur Erfassungsrichtung (z) ausgebildeten Abschnitt (22a) aufweist.

3. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie wenigstens eine mit dem Erfassungselement zusammenwirkende Elektrode (12, 32) aufweist.

4. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Abstand des Anschlagselements (40, 50) zum ASIC-Element (200) größer ist als ein Detektionsspalt (23) zur Elektrode (32).

5. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abstandselement (40, 50) eine Polysiliziumschicht aufweist.

6. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bondschicht (50) des Abstandselements (40, 50) eines aus Folgendem ist: Germanium, Aluminium, Metall.

7. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Anschlagrichtung

(z) gegenüberliegend vom Anschlagselement (40, 50) am ASIC (200) ein Oxidmaterial angeordnet ist.

8. Mikromechanische Sensoreinrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erfassungselement (22) in einer einzelnen Funktionsschicht (10, 20, 30) ausgebildet ist.

9. Verfahren zum Herstellen einer mikromechanischen Sensoreinrichtung (300), aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen eines MEMS-Elements (100);
- Bereitstellen eines ASIC-Elements (200);
- Ausbilden eines Erfassungselements (22) im MEMS-Element (100), wobei auf dem Erfassungselement (22) ein Anschlagselement (40, 50) angeordnet wird, wobei in einem Anschlagsbereich für das Anschlagselement (40, 50) am ASIC-Element (200) eine isolierende Schicht ausgebildet wird; und
- Ausbilden einer Bondstruktur (70) zwischen dem MEMS-Element (100) und dem ASIC-Element (200).

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

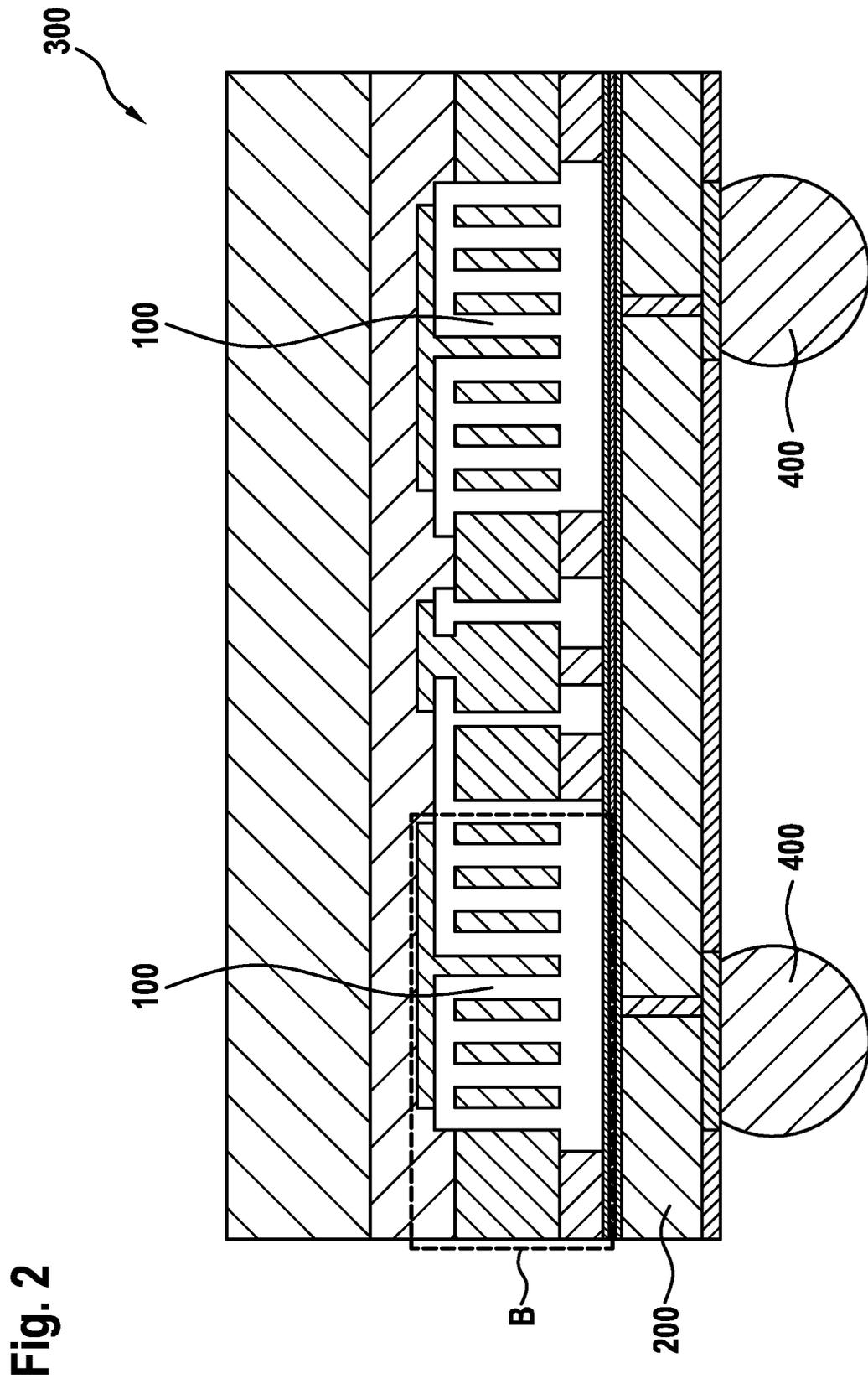
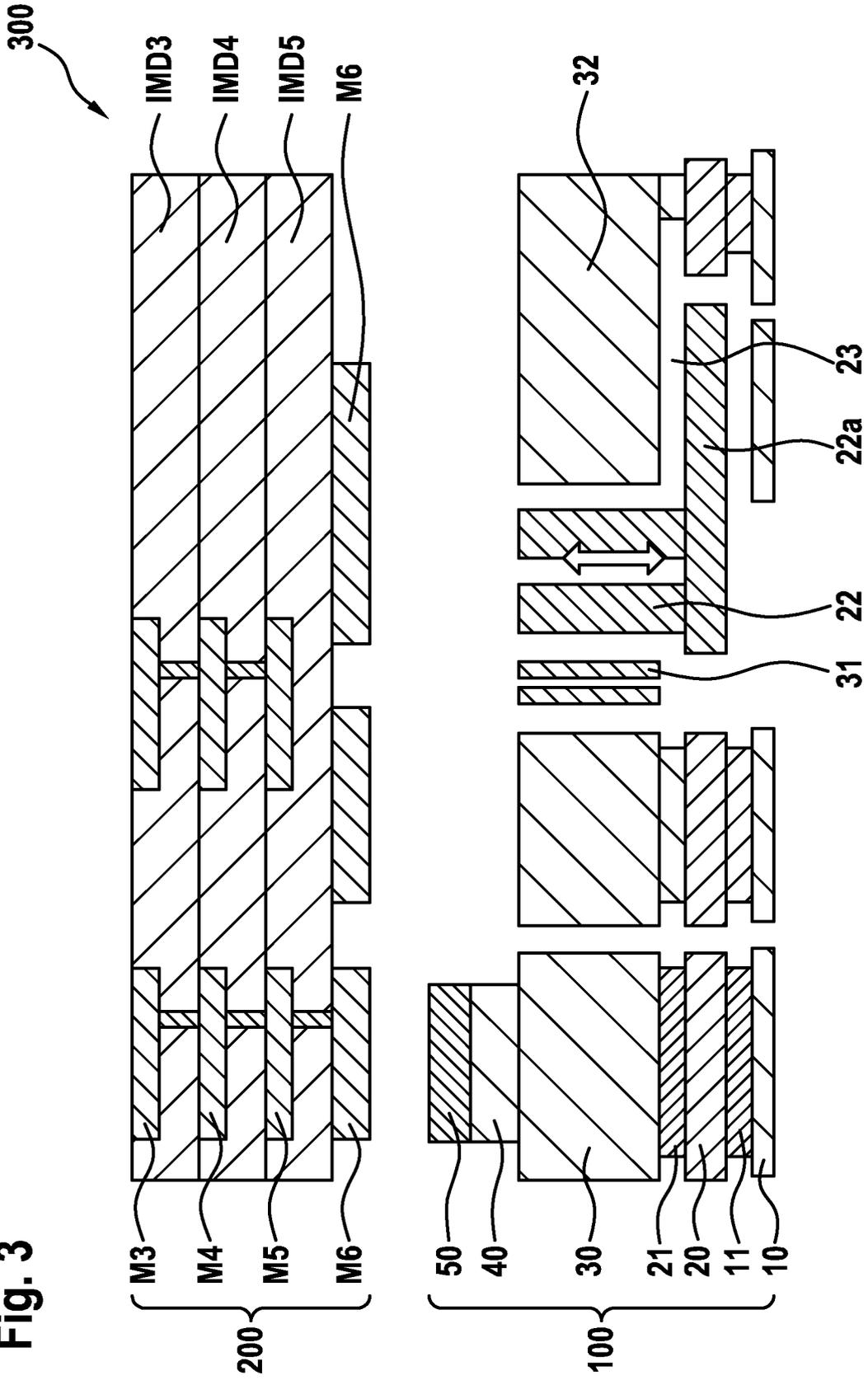


Fig. 3



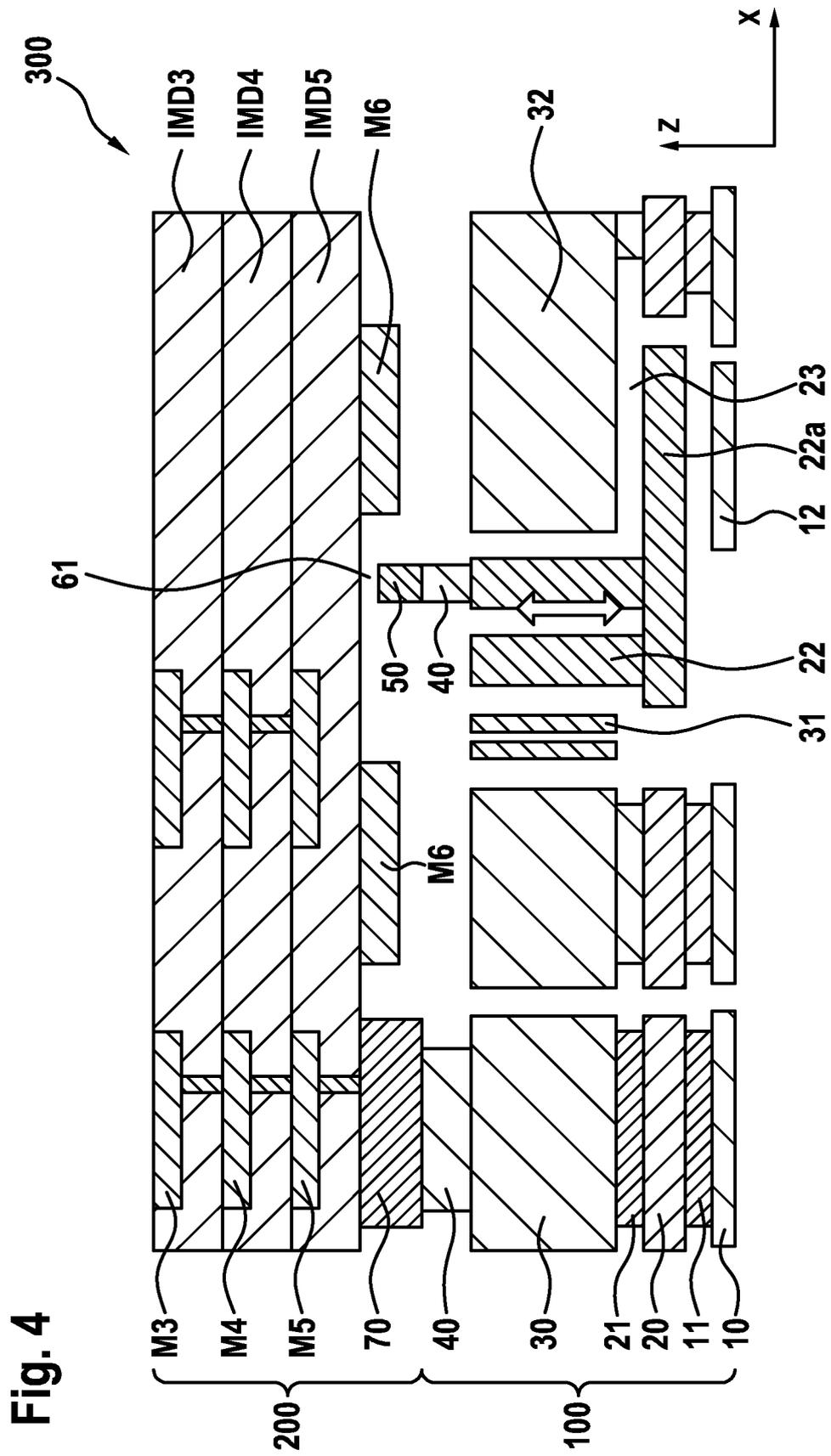
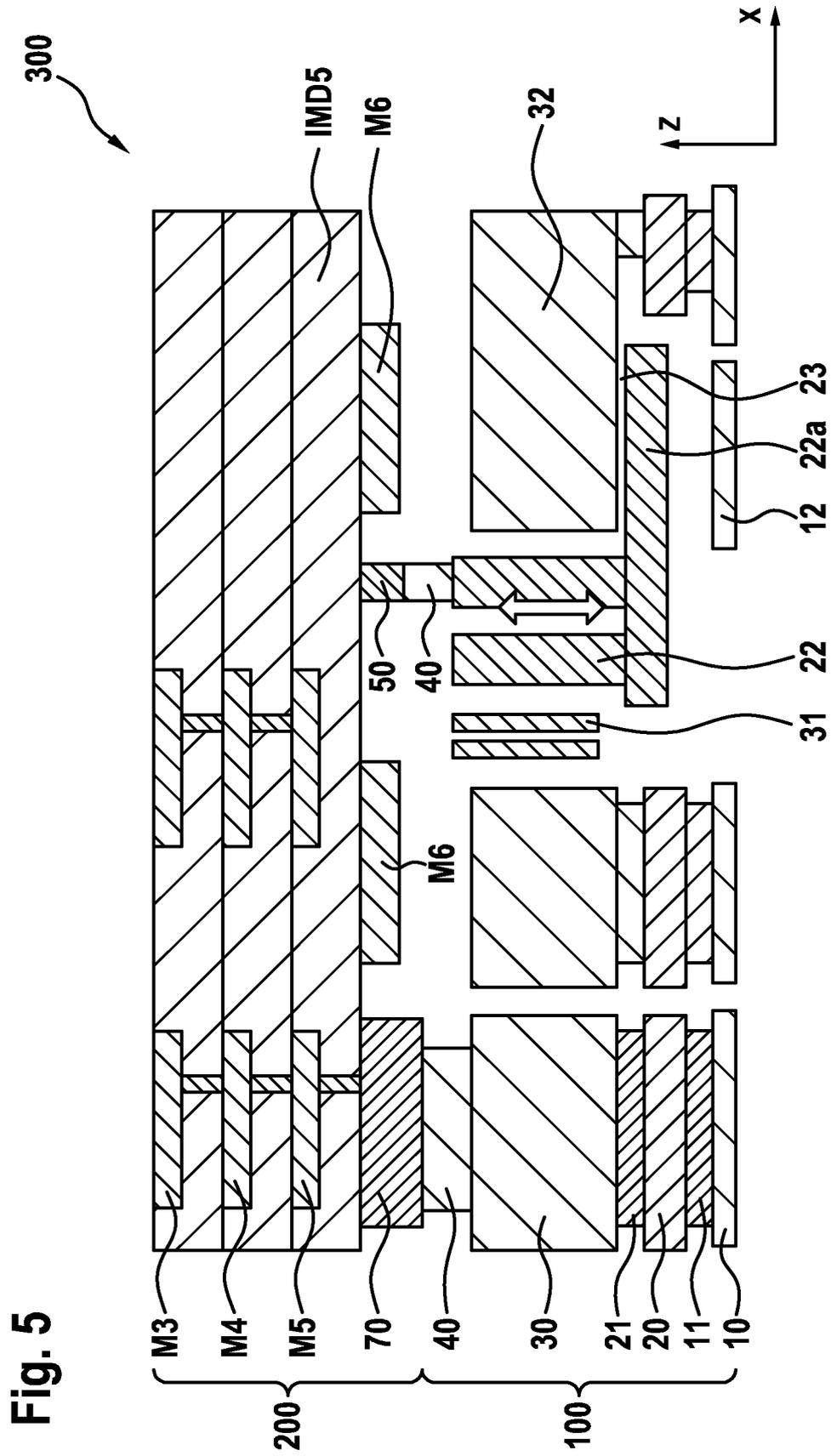


Fig. 4



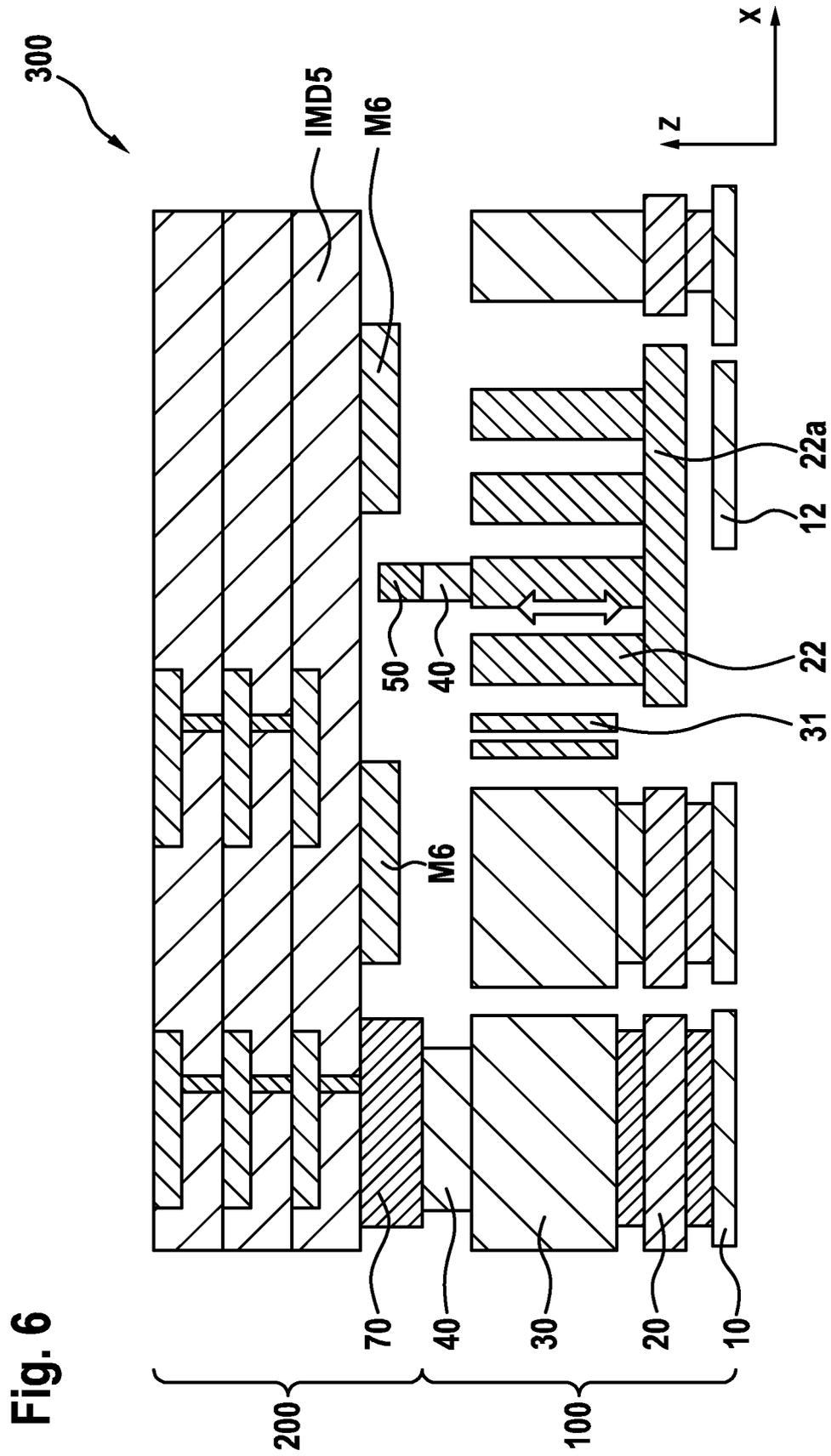


Fig. 6

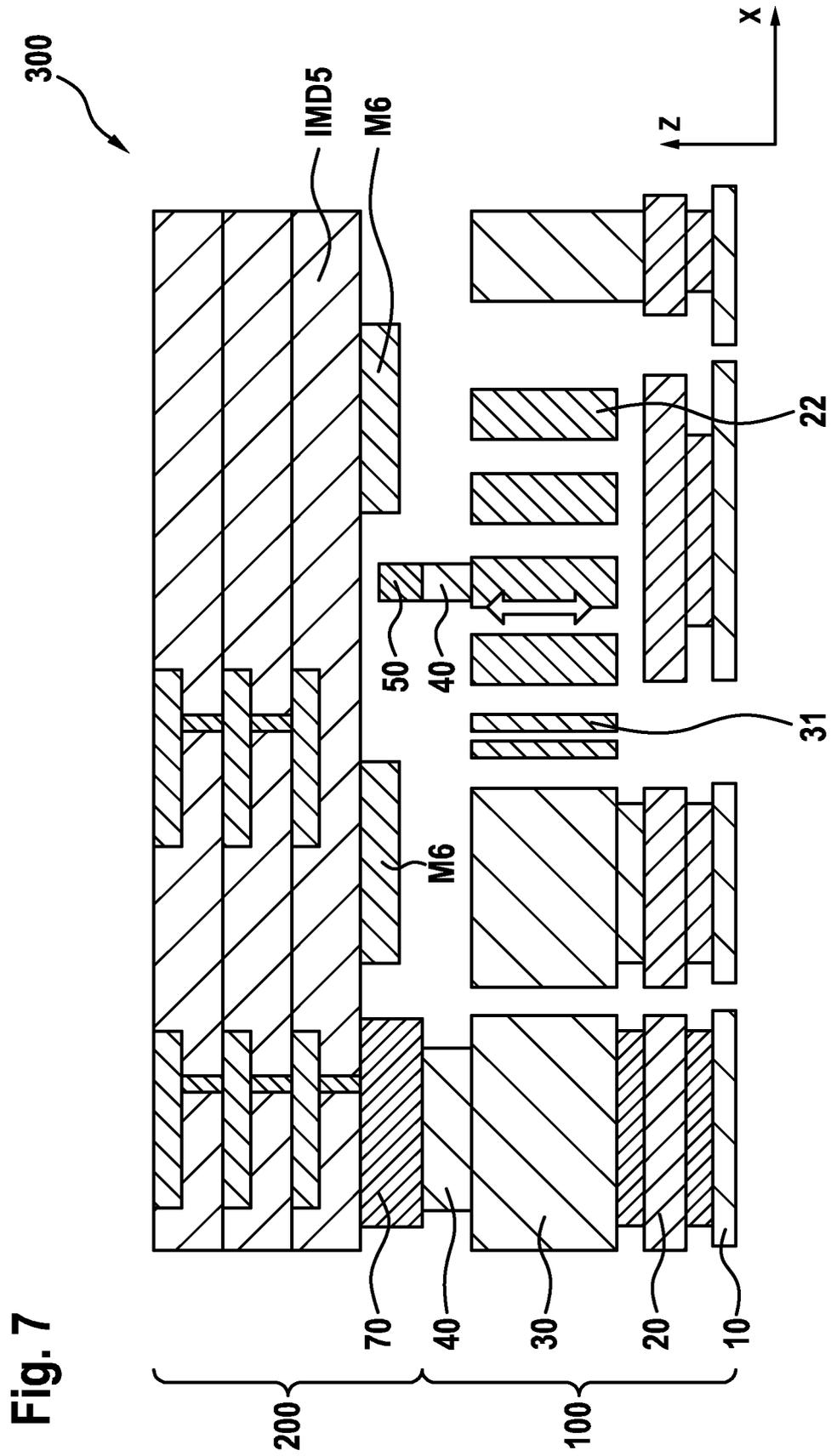


Fig. 8

