

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2014 202 808 A1** 2015.08.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 202 808.6**

(22) Anmeldetag: **17.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **20.08.2015**

(51) Int Cl.: **B81C 3/00** (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

B81B 7/02 (2006.01)

H01L 21/30 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

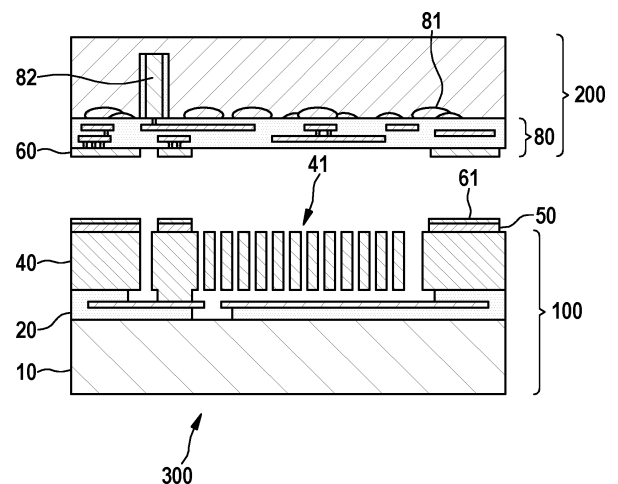
Classen, Johannes, 72770 Reutlingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum eutektischen Bonden zweier Trägereinrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum eutektischen Bonden zweier Trägereinrichtungen (100, 200), aufweisend die Schritte:

- Anordnen einer ersten Schicht (50) eines ersten Bondmaterials auf der ersten Trägereinrichtung (100);
- Anordnen einer ersten Schicht (60) eines zweiten Bondmaterials auf der zweiten Trägereinrichtung (200);
- Anordnen einer in Relation zur ersten Schicht (50) des ersten Bondmaterials dünnen zweiten Schicht (61) des ersten Bondmaterials auf der ersten Schicht (50) des ersten Bondmaterials; und
- eutektisches Bonden der beiden Trägereinrichtungen (100, 200).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum eutektischen Bonden zweier Trägereinrichtungen. Die Erfindung betrifft ferner ein mikromechanisches Bauelement.

Stand der Technik

[0002] Mikromechanische Sensoren zur Messung von beispielsweise Beschleunigung und Drehrate sind bekannt und werden für verschiedene Applikationen im Automobil- und Consumer-Bereich in Massenfertigung hergestellt.

[0003] Fig. 1 zeigt eine prinzipielle Querschnittansicht eines herkömmlichen mikromechanischen Inertialsensors **300**. Dabei werden auf einem Silizium-Substrat **10** Oxidschichten **20** und Polysiliziumschichten **30** abgeschieden und strukturiert. In einer dicken Funktionsschicht **40** werden bewegliche mikromechanische Strukturen **41** ausgebildet. Die vergrabene Polysiliziumschicht **30** dient als elektrische Leiterbahn oder als Elektrode. Zum Schutz vor Umwelteinflüssen und zum Zwecke einer hermetischen Kapselung (Einstellung eines definierten Innendrucks in einer Kaverne) der empfindlichen Strukturen **41** wird der MEMS-Wafer **100** mit einem Kappenwafer **200** zusammengebondet.

[0004] Ein dazu benutztes gängiges Bondverfahren ist das eutektische Bonden von zum Beispiel Aluminium und Germanium, bei dem zunächst beispielsweise auf dem MEMS-Wafer **100** eine Aluminium-Schicht **50** und auf einer dem MEMS-Wafer **100** zugewandten Oberfläche des Kappenwafers **200** eine Germanium-Schicht **60** abgeschieden und strukturiert wird. Dicken der genannten Schichten **50**, **60** sind dabei in einem Bereich von ca. einem bis wenige Mikrometer ausgebildet.

[0005] Anschließend werden die Wafer **100**, **200** bei Temperaturen im Bereich von ca. 430°C bis ca. 450°C erwärmt und mit hohem Anpressdruck zusammengepresst. Wenn die beiden Schichten **50**, **60** miteinander in Kontakt kommen, kann sich eine eutektische Schmelze ausbilden, wobei beim Abkühlprozess ein metallisches Aluminium-Germanium-Gefüge gebildet wird, mit dem sich ein hermetischer Dicht-ring um die beweglichen MEMS-Strukturen **41** des MEMS-Wafers **100** sowie elektrische Kontakte zwischen dem MEMS-Wafer **100** und dem Kappenwafer **200** realisieren lassen.

[0006] Einschlägige Verfahren sind beispielsweise aus US 5,693,574 A, US 6,199,748 B1, US 7,442,570 B2, US 8,084,332 B2, US 2012 0094435 A1, DE 10 2007 048 604 A1 und aus Bao Vu, Paul M. Zavracky, „Patterned eutectic bonding with Al/Ge thin films for microelectromechanical systems“, J. Vac. Sci. Technol. Band 14, Seiten 2588–2594 (1996) bekannt.

anical systems“, J. Vac. Sci. Technol. Band 14, Seiten 2588–2594 (1996) bekannt.

[0007] Damit der beschriebene eutektische Bondprozess zuverlässig funktioniert, müssen die beteiligten Oberflächen ausreichend eben und sauber sein sowie mit ausreichendem Druck und ausreichender Temperatur beaufschlagt werden. Mehrere Effekte können eine Homogenität und eine Zuverlässigkeit des Bondprozesses allerdings negativ beeinträchtigen:

- Sowohl Germanium als auch Aluminium bilden bei Kontakt mit Luft oxidierte Oberflächenbereiche aus, die eine Bondhaftung beeinträchtigen können.

- Beide Oberflächen der Bondmaterialien Aluminium und Germanium weisen eine gewisse Grundrauigkeit auf, wodurch ein effektiver geometrischer Kontaktbereich zwischen beiden Oberflächen zunächst reduziert ist, so dass auch die für den Bondprozess erforderliche Interdiffusion von Germanium und Aluminium limitiert ist. Die effektive Kontaktfläche kann erhöht werden, indem der mechanische Bonddruck, mit dem die Wafer zusammengepresst werden, erhöht wird. Ein zu hoher Bonddruck kann aber nachteilig zu Schädigungen am Wafergefüge führen.

- Insbesondere für Beschleunigungssensoren werden oftmals so genannte Anti-Stiction-Coatings (ASC) bzw. Antiklebeschichten auf den Sensorstrukturen abgeschieden. Diese ASC-Schichten lagern sich in unerwünschter Weise auch auf den Bondrahmen ab und können ebenfalls zu einer deutlich verminderten Bondhaftung führen. Zur Verbesserung der Bondhaftung müssen die ASC-Schichten vor dem Bonden deshalb nach Möglichkeit wieder entfernt werden. Im Falle von ASC-Schichten auf Aluminium kann dies in herkömmlicher Weise durch ein Aufheizen des Wafers bei geeigneter Temperatur und mit geeigneter Dauer erfolgen, da die Haftung der Antiklebeschicht auf Aluminium schwächer ist als auf den Silizium-MEMS-Strukturen (siehe z.B. US 2012 0244677 A1).

- Auf Germaniumschichten ist ein entsprechender Abheiz-Prozess aber nicht möglich, da die ASC-Schicht dort ähnlich gut haftet wie auf Silizium. Germanium-beschichtete Wafer benötigen daher andere Reinigungsverfahren wie zum z.B. lokale Erwärmung mit Lasern, wo lediglich der Bondrahmen erwärmt wird, oder Sputtern der Oberfläche. Diese und andere Reinigungsverfahren bergen aber einige Risiken und führen in der Regel zu Mehrkosten.

[0008] Bekannt sind ferner Verfahren der so genannten „vertikalen Integration“ oder „hybriden Integration“ oder „3D-Integration“, bei denen wenigstens ein MEMS- und ein Auswerte-ASIC-Wafer über ein Wa-

ferbondverfahren mechanisch und elektrisch miteinander verbunden werden.

[0009] Derartige Verfahren sind beispielsweise aus US 7,250,353 B2, US 7,442,570 B2, US 2010 0109102 A1, US 2011 0049652 A1, US 2011 0012247 A1, US 2012 0049299 A1, DE 10 2007 048604 A1 bekannt.

[0010] Besonders attraktiv sind diese vertikalen Integrationsverfahren in Kombination mit elektrischen Durchkontaktierungen (engl. through-silicon-vias, TSVs) und Flip-Chip-Technologien, wodurch die externe Kontaktierung als sogenannte „bare-die“-Modul oder „Chip-Scale-Package“, also ohne Plastikverpackung erfolgen kann. Derartige Systeme sind beispielsweise aus US 2012 0049299 A1 und US 2012 0235251 A1 bekannt.

[0011] DE 10 2009 002 363 A1 offenbart ein eutektisches Bondverfahren, bei dem über vorstrukturierte Oberflächen lokal ausgebildete Bondkontakte realisiert werden. Aufgrund von relativ geringen Größen von Kontaktflächen soll ein beim Bonden verwendeter Druck gesteigert sein, wobei durch den gesteigerten Druck eine Verformung und eine Fließgeschwindigkeit der geschmolzenen Materialien der Bondschichten erhöht sein sollen. Im Ergebnis soll mittels der reduzierten Kontaktflächen ein gutes Vermischen der geschmolzenen Materialien der beiden Bondschichten ermöglicht sein.

Offenbarung der Erfindung

[0012] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes eutektisches Bondverfahren bereitzustellen.

[0013] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einem Verfahren zum eutektischen Bonden zweier Trägereinrichtungen, aufweisend die Schritte:

- a) Anordnen einer ersten Schicht eines ersten Bondmaterials auf der ersten Trägereinrichtung;
- b) Anordnen einer ersten Schicht eines zweiten Bondmaterials auf der zweiten Trägereinrichtung;
- c) Anordnen einer in Relation zur ersten Schicht des ersten Bondmaterials dünnen zweiten Schicht des zweiten Bondmaterials auf der ersten Schicht des ersten Bondmaterials; und
- d) eutektisches Bonden der beiden Trägereinrichtungen.

[0014] Auf diese Weise werden erfindungsgemäß zwei gleiche Bondmaterialien gegenüberliegend „face-to-face“ angeordnet. Daher kann sich flüssiges Eutektikum frühzeitig ausbilden, so dass dadurch eine verbesserte Homogenität der Bondverbindung unterstützt ist. Aufgrund der Tatsache, dass bereits vor dem eigentlichen Bonden eine flüssige Phase gebildet wird, wird eine homogene Kontaktierung un-

terstützt, was auch einen verbesserten Wärmetransfer und ein verbessertes Verschmelzen der beiden Bondmaterialien bewirkt. Durch den innigeren Kontakt kann ein besserer Temperatenausgleich stattfinden.

[0015] Zudem kann vorteilhaft ein Anpressdruck und eine Dauer einer thermischen Belastung beim Bonden reduziert werden, was insbesondere eine schonende Fertigung von Sensoreinrichtungen mit einem ASIC-Wafer unterstützt. Zudem kann vorteilhaft ein Anpressdruck und eine Dauer der Temperaturbelastung reduziert werden, was insbesondere für eine schonende Fertigung von Sensoreinrichtungen mit einem ASIC-Wafer geeignet ist. Im Ergebnis kann der ASIC-Wafer sehr schonend verarbeitet werden. In vorteilhafter Weise kann zudem ein einziges Reinigungsverfahren zum Entfernen von Oxidschichten auf den Oberflächen der Trägereinrichtungen verwendet werden, wobei auch eine etwaige Antiklebeschicht leichter entfernt werden kann.

[0016] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einem mikromechanischen Bauelement, aufweisend:

- eine erste Trägereinrichtung; und
- eine zweite Trägereinrichtung; wobei die beiden Trägereinrichtungen eutektisch bondbar sind, wobei auf einem Bondrahmen einer der beiden Trägereinrichtungen als oberste Schicht eine Schicht eines Bondmaterials des Bondrahmens der anderen Trägereinrichtung angeordnet ist.

[0017] Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens und des Bauelements sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0018] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass in Schritt c) ein Anordnen einer in Relation zur ersten Schicht des zweiten Bondmaterials dünnen zweiten Schicht des ersten Bondmaterials auf der ersten Schicht des zweiten Bondmaterials durchgeführt wird. Dadurch wird vorteilhaft eine alternative Schichtfolge von Bondmaterialien bereitgestellt.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass die zweite Schicht des zweiten Bondmaterials und die zweite Schicht des ersten Bondmaterials ca. 30 nm bis ca. 2000 nm, vorzugsweise ca. 100 nm bis ca. 500 nm dick ist. Mit diesen spezifischen Dicken der zweiten Schichten der Bondmaterialien kann sehr wirksam eine Ausbildung eines flüssigen Eutektikums bereits vor dem eigentlichen Bonden erzeugt werden. Dadurch können im Bondprozess ein erforderlicher Bonddruck niedrig und eine Temperaturbelastung der Trägereinrichtungen kurz gehalten werden.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass das erste Bondmaterial Germanium und das zweite Bondmaterial Aluminium ist. Dadurch werden zwei bewährte Bondmaterialien bereitgestellt.

[0021] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sehen vor, dass das erste Bondmaterial Gold und das zweite Bondmaterial Silizium ist oder dass das erste Bondmaterial Kupfer und das zweite Bondmaterial Zinn ist. Vorteilhaft werden dadurch für das erfindungsgemäße Verfahren weitere Bondmaterialkombinationen ermöglicht.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass die erste Trägereinrichtung ein MEMS-Wafer und die zweite Trägereinrichtung ein ASIC-Wafer ist. Dies ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf vertikal integrierte mikromechanische Bauelemente, weil auf diese Weise eine besonders schonende Behandlung der verwendeten empfindlichen Wafern ermöglicht ist.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand von mehreren Figuren detailliert beschrieben. Dabei bilden alle Merkmale, unabhängig von ihrer Darstellung in der Beschreibung oder in den Figuren, beziehungsweise unabhängig von ihrer Rückbeziehung in den Patentansprüchen den Gegenstand der Erfindung. Gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente weisen gleiche Bezugszeichen auf. Die Figuren sind vor allem zum prinzipiellen Verständnis gedacht und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt.

[0024] In den Figuren zeigt:

[0025] Fig. 1 eine Querschnittansicht zweier Wafer vor einem herkömmlichen eutektischen Bondprozess;

[0026] Fig. 2 eine Querschnittansicht eines herkömmlichen mikromechanischen Sensors nach durchgeführtem eutektischem Bonden der beiden Wafer;

[0027] Fig. 3a, Fig. 3b Detailansichten von herkömmlichen Bondrahmen;

[0028] Fig. 4 eine Querschnittansicht zweier Wafer vor dem herkömmlichen eutektischen Bonden, wobei einer der Wafer einen Auswerte-ASIC aufweist;

[0029] Fig. 5a–Fig. 5d prinzipielle Detailansichten der erfindungsgemäßen Trägereinrichtungen;

[0030] Fig. 6 eine erste Ausführungsform eines Bondsystems mit erfindungsgemäßen Trägereinrichtungen;

[0031] Fig. 7 eine weitere Ausführungsform eines Bondsystems der erfindungsgemäßen Trägereinrichtung; und

[0032] Fig. 8 einen prinzipiellen Ablauf einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0033] Fig. 2 zeigt eine Querschnittansicht eines herkömmlich eutektisch gebondeten mikromechanischen Sensorelements **300** mit zwei Trägereinrichtungen **100**, **200**. Erkennbar ist ein Eutektikum **70**, welches als ein metallisches Aluminium-Germanium-Gefüge ausgebildet ist. Das Eutektikum **70** bildet einen hermetischen Dichtring um mikromechanische Strukturen **41** des MEMS-Wafers **100** sowie, sofern die Schichten **50**, **60** der beiden Bondmaterialien elektrisch leitend an die dicke Funktionsschicht **40** bzw. an den Kappenwafer **200** angebunden sind, elektrische Kontakte zwischen dem MEMS-Wafer **100** und dem Kappenwafer **200**.

[0034] Fig. 3a zeigt umrahmt hervorgehoben einen Ausschnitt der beiden Bondregionen mit einer ersten Schicht **50** eines ersten Bondmaterials (z.B. Aluminium) und einer zweiten Schicht **60** eines zweiten Bondmaterials (z.B. Germanium). Fig. 3b zeigt den hervorgehobenen Bereich von Fig. 3a prinzipiell stark vergrößert. Man erkennt, dass Oberflächen der Schichten **50**, **60** eine beträchtliche Oberflächenrauigkeit aufweisen können und dadurch eine nur unvollkommene, teilweise nur punktuell ausgebildete Bondverbindung der beiden Schichten **50**, **60** zulassen.

[0035] Fig. 4 zeigt ein konventionelles mikromechanisches Bauelement **300** mit einer zweiten Trägereinrichtung **200**, in der ein Metall-Oxid-Stack **80** ausgebildet ist, der elektrisch leitend an einen Transistorbereich **81** und an eine elektrische Durchkontaktierung **82** der zweiten Trägereinrichtung **200** angeschlossen ist. Auf der zweiten Trägereinrichtung **200** ist auf einem Bondrahmen als eine oberste Bondschicht eine Aluminium-Schicht **60** angeordnet, die eine eutektische Verbindung mit einer Germanium-Schicht **50** auf einem Bondrahmen der ersten Trägereinrichtung **100** ausbilden soll.

[0036] Im Falle, dass der MEMS-Wafer **100** über eine eutektische Aluminium-Germanium-Bondverbindung mit dem ASIC-Wafer **200** vertikal integriert werden soll, kann das Risiko bestehen, dass aufgrund von hohem mechanischem Bonddruck empfindliche Strukturen des ASIC-Wafers **200**, wie insbesondere die Transistorbereiche **81** oder Leiterbahnstrukturen des Metall-Oxid Stacks **80** beschädigt werden und dadurch z.B. unerwünschte elektrische Kurzschlüsse verursachen. Zudem sind die CMOS-Strukturen gegenüber hohen Temperatureinwirkungen oberhalb

von ca. 400°C empfindlich. Auch daraus können, insbesondere bei lang andauernder erhöhter thermischer Belastung, Fehlfunktionen im ASIC-Wafer **200** resultieren.

[0037] Es ist daher insbesondere für vertikal integrierte MEMS-Bauelemente **300** wünschenswert, beim eutektischen Al-Ge-Bonden den mechanischen Bonddruck und die Bonddauer zu reduzieren.

[0038] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, auf Bondrahmen der zwei Trägereinrichtungen **100**, **200** zwei gleiche Bondmaterialien gegenüberliegend anzuordnen.

[0039] Fig. 5a zeigt prinzipiell, dass vor dem eutektischen Bonden zweier Wafer auf die Germanium-Schicht **50** des oberen Wafers zusätzlich noch eine dünne Aluminium-Schicht **61** abgeschieden wird, die in Relation zu den Bondschichten **50**, **60**, die in einem Bereich von ca. 0.5 µm bis wenige µm dick sind, relativ dünn ausgebildet ist. Beispielsweise beträgt eine Dicke der zusätzlichen Al-Schicht **61** zwischen ca. 30 nm und ca. 2000 nm, bevorzugt zwischen ca. 100 nm und ca. 500 nm. Stöchiometrische Mischungsverhältnisse der eutektischen Schmelze sollen somit mittels vordefinierter Schichtdicken erreicht werden. Dies bewirkt, dass bei einer Erhöhung der Temperatur der Wafer auf Werte oberhalb des eutektischen Punktes, d.h. bei ca. 430°C bis 450°C an der Oberfläche des oberen Wafers ein Eutektikum **70** in Form einer flüssigen Aluminium-Germanium-Phase ausgebildet wird, wie in Fig. 5b prinzipiell dargestellt.

[0040] Vorzugsweise kann es vorgesehen sein, nicht zunächst die Temperatur zu erhöhen und dann den oberen mit dem unteren Wafer in Kontakt zu bringen, sondern zunächst einen mechanischen Kontakt der beiden Wafer herzustellen und erst danach die Temperatur hochzufahren.

[0041] Bei Überschreiten des eutektischen Punktes wird sich nun die flüssige Phase an der Oberfläche des oberen Wafers ausbilden, da hier der Kontakt zwischen Aluminium und Germanium flächig ausgebildet ist, wie in Fig. 5c dargestellt. Da die derart gebildete eutektische Flüssigkeit sehr leicht verlaufen kann, bildet sich nunmehr anstelle der punktförmigen Kontakte (wie in Fig. 3b angedeutet) ein wesentlich flächigerer Kontakt zwischen den beiden Wafers, wodurch ein guter Ausgleich von Topographien an den Oberflächen, ein besserer Wärmefluss zwischen den Wafers, vor allem aber eine deutlich verbesserte Interdiffusion zwischen den Bondpartnern Germanium und Aluminium ermöglicht ist.

[0042] Dies hat vorteilhaft zur Folge, dass das gesamte eutektische Bondverfahren bei niedrigerem Anpressdruck und/oder kürzerer Dauer durchgeführt werden kann. Auf diese Weise kann vorteilhaft eine

Zuverlässigkeit der Bondverbindung beträchtlich erhöht sein. Das in Fig. 5d dargestellte eutektische Gefüge **70** ist im Wesentlichen ähnlich zu jenem bei herkömmlichen Bondverfahren, kann aber vorteilhaft eine verbesserte Homogenität aufweisen.

[0043] Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren in Kombination mit der vertikalen Integration eines MEMS-Wafers mit einem ASIC-Wafer durchführbar, wie in Fig. 6 prinzipiell dargestellt. Der einzige Unterschied zum herkömmlichen mikro-mechanischen Bauelement **300** von Fig. 4 ist, dass auf der Germanium-Schicht **50** eine zusätzliche dünne Aluminium-Schicht **61** angeordnet ist. Dazu wird auf die erste Trägereinrichtung **100** (MEMS-Wafer) zunächst eine Germanium-Schicht **50** abgeschieden und strukturiert, anschließend eine dünne Aluminium-Schicht **61**. Die Schichtdicke der zusätzlichen dünnen Aluminiumschicht **61** ist wie oben erläutert ausgebildet.

[0044] Da jetzt die Oberflächen der Bondrahmen beider Trägereinrichtungen **100**, **200** mit Aluminium bedeckt sind, können sie auf die gleiche technische Art und Weise von oxidiertem Material befreit werden, vorzugsweise durch ein kurzes Exponieren der Wafer in gasförmigem HF oder durch einen geringfügigen Schichtabtrag mittels Argon-Sputtern. Diese Arten der Reinigung sind bewährt und können daher auf nützliche Weise zu einer erleichterten Reinigung der Oberflächen der Bondrahmen beitragen.

[0045] Da die oberste Schicht auf dem Bondrahmen des MEMS-Wafers **100** als eine Aluminiumschicht **61** ausgebildet ist, kann nunmehr auch eine ASC-Schicht (nicht dargestellt), die überall auf dem MEMS-Wafer **100** abgeschieden wurde, durch Aufheizen des Wafers **100** bei Temperaturen deutlich unterhalb von ca. 400°C selektiv vom Bondrahmen entfernt werden. Die ASC-Schicht in den klebeempfindlichen Silizium-MEMS-Strukturen **41** bleibt dabei bei geeigneter Prozessführung vorteilhaft unbeeinträchtigt. Das selektive Abheizen der ASC- bzw. Antiklebeschicht von Aluminium ist gut bekannt und etabliert.

[0046] Alternativ kann zu der in Fig. 6 dargestellten Anordnung in einer weiteren Ausführungsform der Trägereinrichtungen **100**, **200**, wie in Fig. 7 dargestellt, die obere erste Aluminiumschicht **60** des ASIC-Wafers **200** im Bereich des Bondrahmens mit einer dünnen zweiten Germaniumschicht **51** bedeckt werden. Die Argumentation bezüglich der Ausbildung der eutektischen Schmelze zwischen den Schichten **60**, **51** und der dadurch verbesserten eutektischen Verbindung und Interdiffusion ist analog zur oben anhand von Fig. 6 erläuterten Variante.

[0047] Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die vorteilhaften Eigenschaften der Erfindung nicht auf Aluminium-Germanium-Bondverbindungen beschränkt

sind, sondern auch auf andere Materialsysteme bzw. Bondpartner übertragbar sind, z.B. auf Gold-Silizium- oder Kupfer-Zinn-Systeme. Basisidee ist jeweils, im Bereich der herzustellenden Bondverbindung das erste Material auf der Oberfläche des ersten Wafers anzuordnen und auf der Oberfläche des zweiten Wafers zunächst ein zweites Material und anschließend als oberste Lage wieder eine dünne Schicht des ersten Materials abzuscheiden. Bevorzugt ist diese oberste Lage dünner als die darunter angeordnete Lage und auch dünner als die Schicht des Bondmaterials auf dem anderen Wafer.

[0048] Fig. 8 zeigt ein prinzipielles Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0049] In einem ersten Schritt S1 wird eine erste Schicht **50** eines ersten Bondmaterials auf der ersten Trägereinrichtung **100** angeordnet. In einem Schritt S2 wird eine erste Schicht **60** eines zweiten Bondmaterials auf der zweiten Trägereinrichtung **200** angeordnet.

[0050] In einem Schritt S3 wird eine in Relation zur ersten Schicht **50** des ersten Bondmaterials dünne zweite Schicht **61** des zweiten Bondmaterials auf der ersten Schicht **50** des ersten Bondmaterials angeordnet.

[0051] Schließlich wird in einem Schritt S4 ein eutektisches Bonden der beiden Trägereinrichtungen **100**, **200** durchgeführt.

[0052] Zusammenfassend wird mit der vorliegenden Erfindung ein Verfahren bereitgestellt, welches mit relativ geringem Zusatzaufwand eine verbesserte Bondverbindung und eine verbesserte Reinigungsmöglichkeit von Oberflächen von Bondrahmen ermöglicht. Mittels des vorgeschlagenen Verfahrens ist vorzugweise eine vertikale Integration von ASIC- mit MEMS-Wafern verbessert, weil mittels verringertem Anpressdruck beim Bonden bzw. verkürzter Bonddauer eine schonende Behandlung der beteiligten Wafer unterstützt ist.

[0053] Obwohl die Erfindung anhand von konkreten Ausführungsbeispielen offenbart worden ist, ist sie nicht darauf beschränkt. Der Fachmann wird somit vorgehend nicht oder nur teilweise beschriebene Ausführungsformen realisieren 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

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| - US 5693574 A [0006] | - US 7250353 B2 [0009] |
| - US 6199748 B1 [0006] | - US 20100109102 A1 [0009] |
| - US 7442570 B2 [0006, 0009] | - US 20110049652 A1 [0009] |
| - US 8084332 B2 [0006] | - US 20110012247 A1 [0009] |
| - US 20120094435 A1 [0006] | - US 20120049299 A1 [0009, 0010] |
| - DE 102007048604 A1 [0006, 0009] | - US 20120235251 A1 [0010] |
| - US 20120244677 A1 [0007] | - DE 102009002363 A1 [0011] |

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Bao Vu, Paul M. Zavracky, „Patterned eutectic bonding with Al/Ge thin films for microelectromechanical systems“, J. Vac. Sci. Technol. Band 14, Seiten 2588–2594 (1996) [0006]

Patentansprüche

MEMS-Wafer und die zweite Trägereinrichtung (200) ein ASIC-Wafer ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

1. Verfahren zum eutektischen Bonden zweier Trägereinrichtungen (**100, 200**), aufweisend die Schritte:
 a) Anordnen einer ersten Schicht (**50**) eines ersten Bondmaterials auf der ersten Trägereinrichtung (**100**);
 b) Anordnen einer ersten Schicht (**60**) eines zweiten Bondmaterials auf der zweiten Trägereinrichtung (**200**);
 c) Anordnen einer in Relation zur ersten Schicht (**50**) des ersten Bondmaterials dünnen zweiten Schicht (**61**) des zweiten Bondmaterials auf der ersten Schicht (**50**) des ersten Bondmaterials; und
 d) eutektisches Bonden der beiden Trägereinrichtungen (**100, 200**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt c) ein Anordnen einer in Relation zur ersten Schicht (**60**) des zweiten Bondmaterials dünnen zweiten Schicht (**51**) des ersten Bondmaterials auf der ersten Schicht (**60**) des zweiten Bondmaterials durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zweite Schicht (**61**) des zweiten Bondmaterials und die zweite Schicht (**51**) des ersten Bondmaterials ca. 30 bis ca. 2000 nm, vorzugsweise ca. 100 nm bis ca. 500 nm dick ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das erste Bondmaterial Germanium und das zweite Bondmaterial Aluminium ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das erste Bondmaterial Gold und das zweite Bondmaterial Silizium ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das erste Bondmaterial Kupfer und das zweite Bondmaterial Zinn ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Trägereinrichtung (**100**) ein MEMS-Wafer und die zweite Trägereinrichtung (**200**) ein ASIC-Wafer ist.

8. Mikromechanisches Bauelement (**300**), aufweisend:

- eine erste Trägereinrichtung (**100**); und
- eine zweite Trägereinrichtung (**200**); wobei die beiden Trägereinrichtungen (**100, 200**) eutektisch bondbar sind, wobei auf einem Bondrahmen einer der beiden Trägereinrichtungen (**100, 200**) als oberste Schicht eine Schicht eines Bondmaterials des Bondrahmens der anderen Trägereinrichtung (**100, 200**) angeordnet ist.

9. Mikromechanisches Bauelement (**300**) nach Anspruch 8, wobei die erste Trägereinrichtung (**100**) ein

Anhängende Zeichnungen

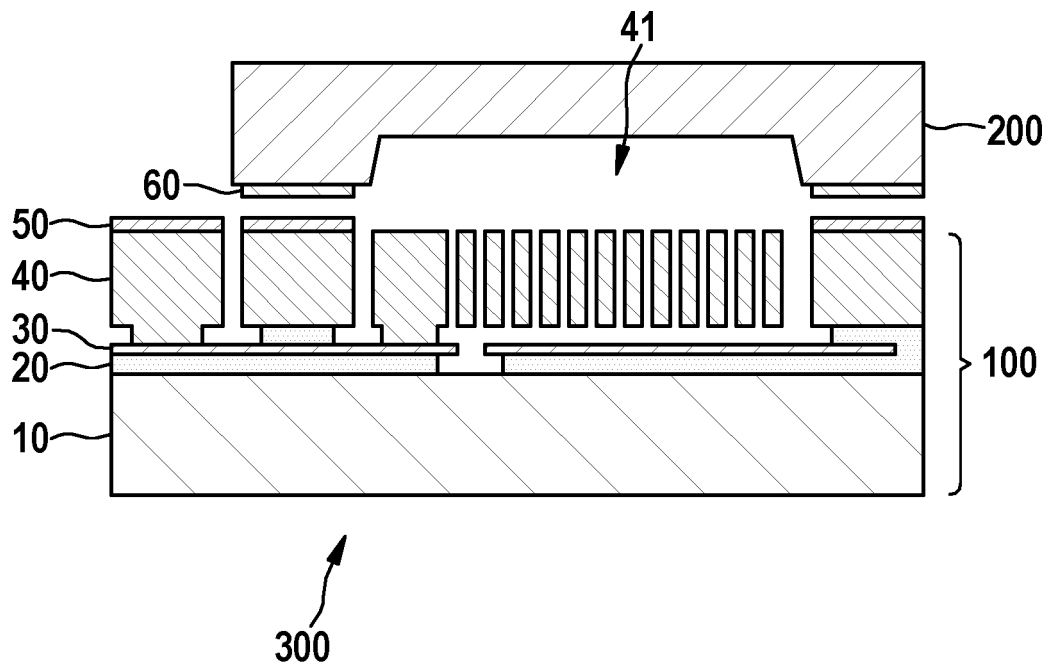


Fig. 1

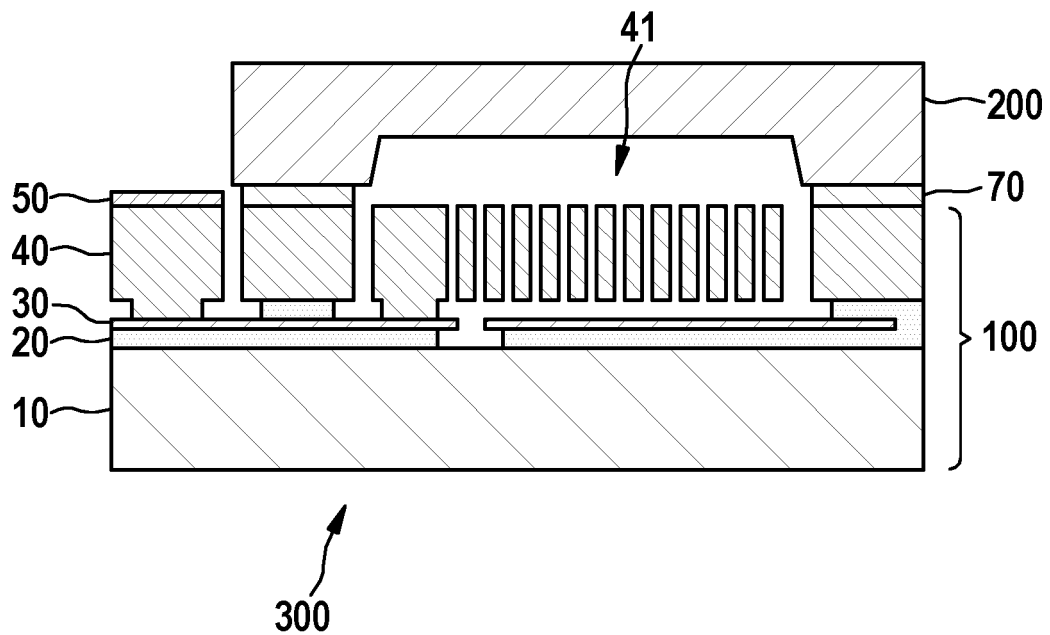


Fig. 2

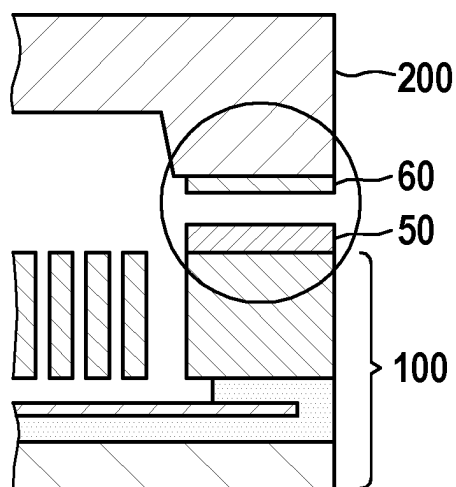


Fig. 3a

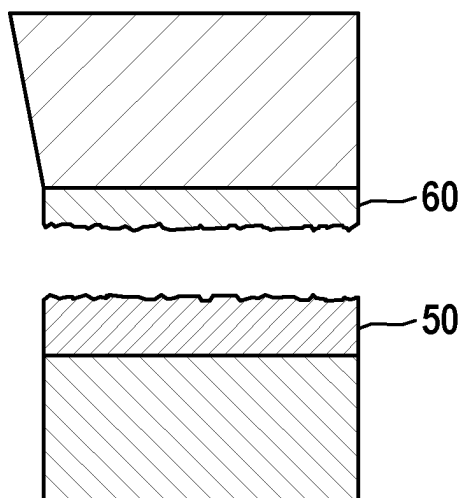


Fig. 3b

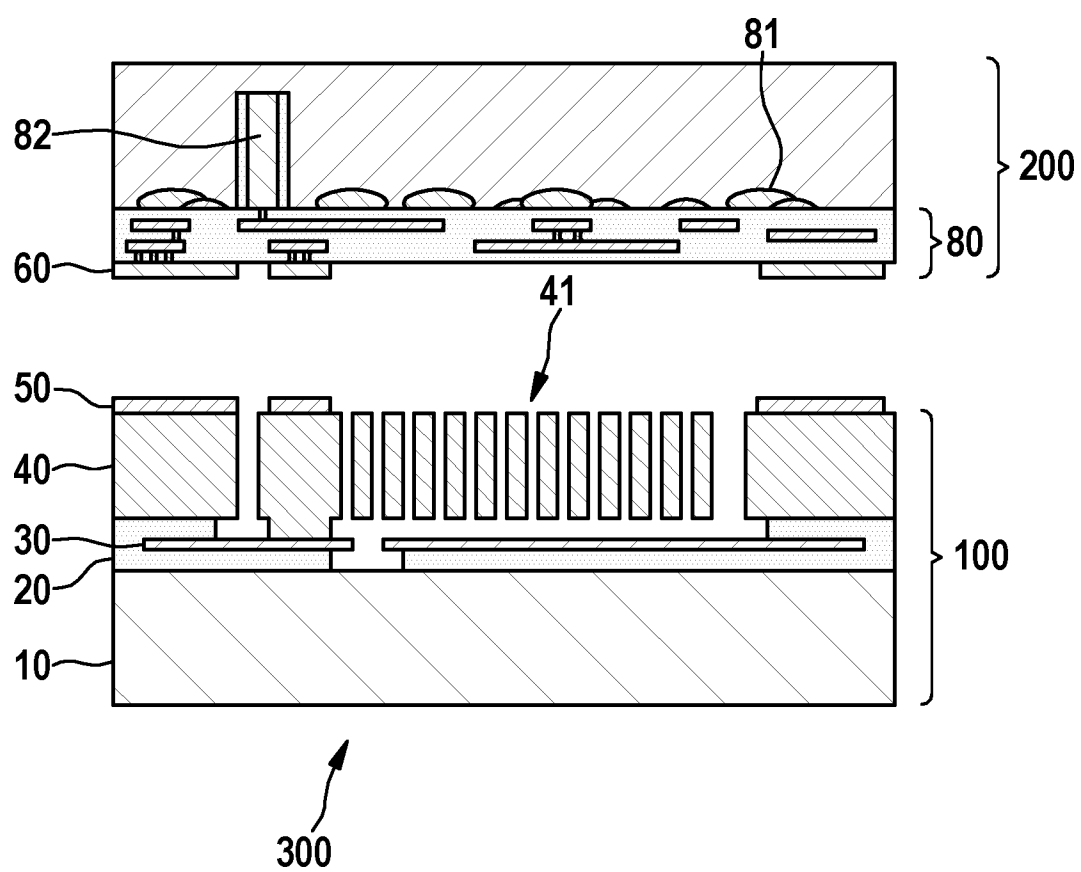


Fig. 4

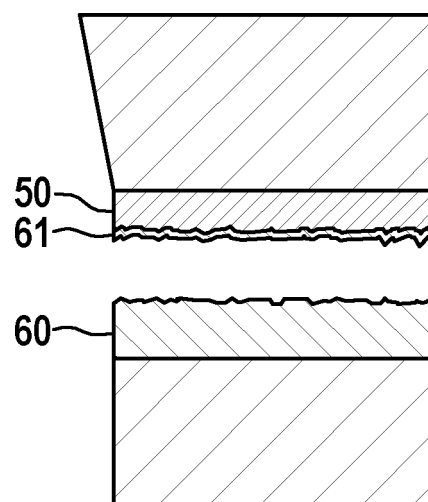


Fig. 5a

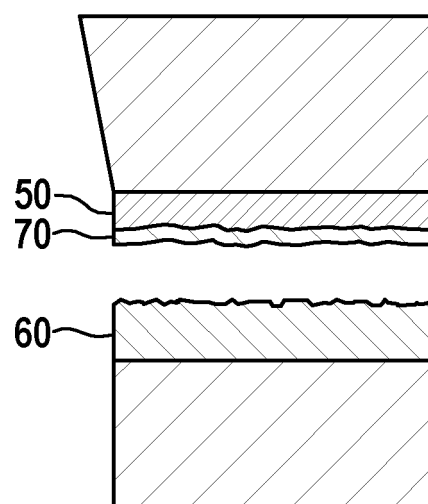


Fig. 5b

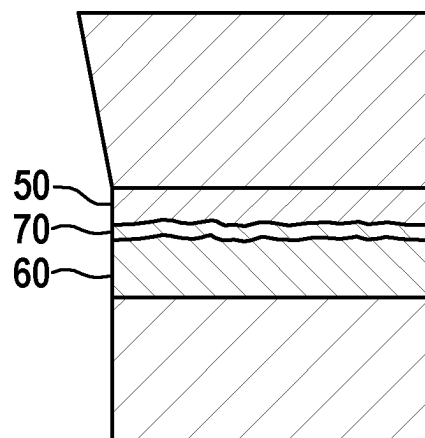


Fig. 5c

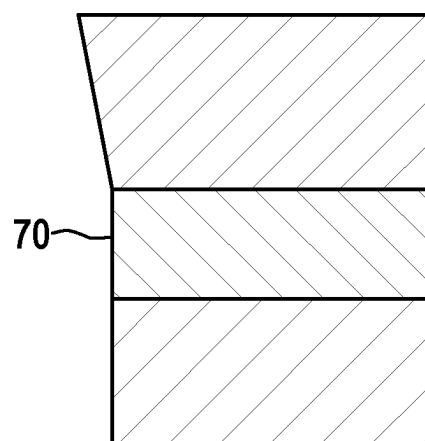


Fig. 5d

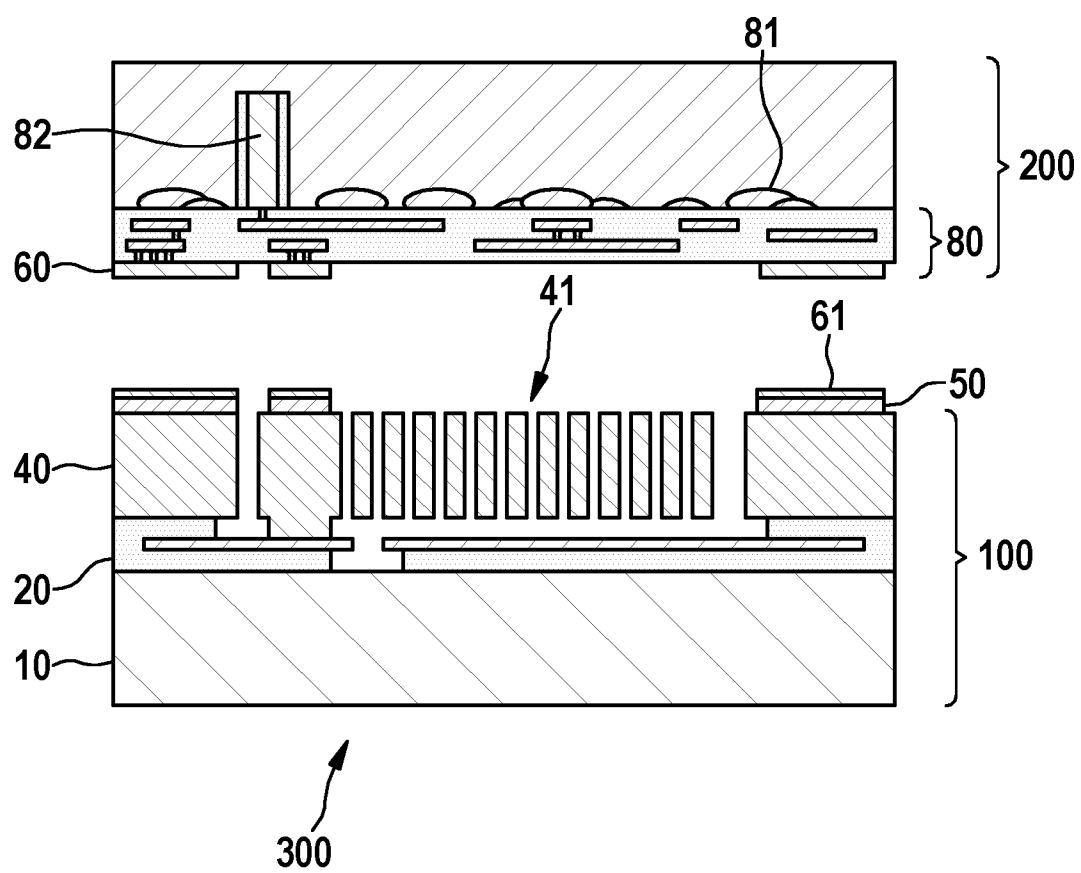


Fig. 6

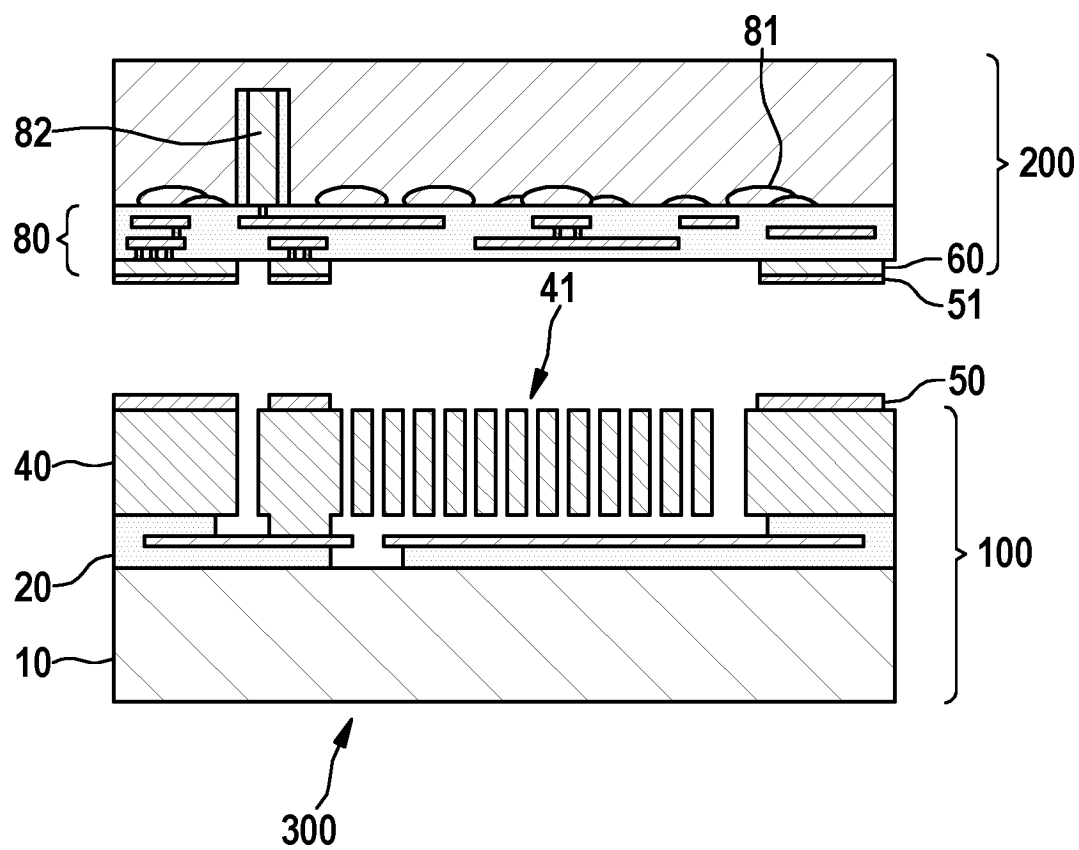


Fig. 7

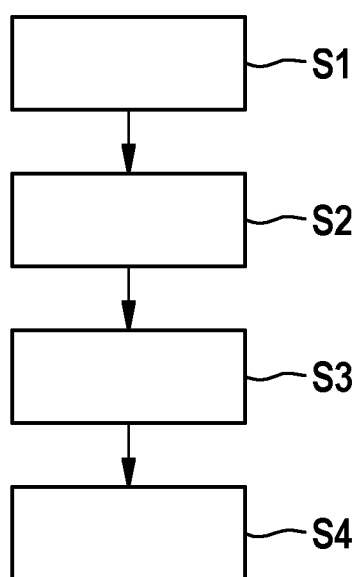


Fig. 8