



(10) **DE 10 2014 211 188 A1** 2015.12.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 211 188.9**

(22) Anmeldetag: **12.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **17.12.2015**

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

**B81C 1/00 (2006.01)**

**G01C 19/5769 (2012.01)**

**G01L 19/00 (2006.01)**

**G01P 15/00 (2006.01)**

**G01R 33/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

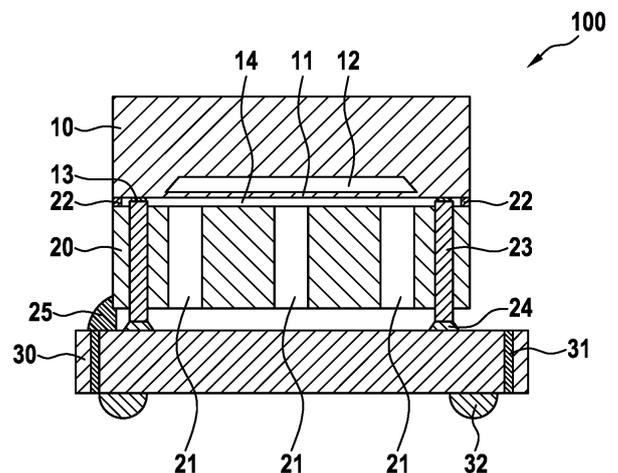
**Grabmair, Florian, 72076 Tübingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vertikal hybrid integriertes Bauteil mit Interposer zur Stressentkopplung einer MEMS-Struktur und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Aufbaukonzept für ein vertikal hybrid integriertes Bauteil (100) mit mindestens einem MEMS-Bauelement (10) vorgeschlagen, dessen MEMS-Struktur (11) zumindest teilweise in der Bauelementvorderseite ausgebildet ist und das über mindestens ein Anschlusspad (13) auf der Bauelementvorderseite elektrisch kontaktierbar ist. Dieses Aufbaukonzept lässt sich einfach und kostengünstig umsetzen lässt und ermöglicht eine weitgehend stressfreie Anordnung der MEMS-Struktur innerhalb des Chipstapels sowie eine zuverlässige elektrische Anbindung des MEMS-Bauelements an weitere Bauelementkomponenten des Bauteils.

Dazu sieht das erfindungsgemäße Aufbaukonzept vor, das MEMS-Bauelement (10) über einen Interposer (20) kopfüber auf einem weiteren Bauelement (30) des Chipstapels zu montieren und über mindestens einen Durchkontakt (23) im Interposer (20) elektrisch an das weitere Bauelement (30) anzubinden. Der Durchkontakt (23) wird erfindungsgemäß in Form einer metallisch verfüllten Durchkontaktöffnung realisiert, wobei die metallische Verfüllung des Durchkontakts (23) auf das Anschlusspad (13) des MEMS-Bauelements (10) aufgewachsen ist und sich durch den gesamten Interposer (20) erstreckt.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Aufbaukonzept für ein vertikal hybrid integriertes Bauteil in Form eines Chipstapels mit einem MEMS-Bauelement, dessen MEMS-Struktur zumindest teilweise in der Bauelementvorderseite ausgebildet ist und das über mindestens ein Anschlusspad auf der Bauelementvorderseite elektrisch kontaktierbar ist. Das Aufbaukonzept soll eine weitgehend stressfreie Anordnung der MEMS-Struktur innerhalb des Chipstapels ermöglichen.

**[0002]** Eine bevorzugte Anwendung für das hier in Rede stehende Aufbaukonzept ist die Realisierung von Sensorbauteilen, beispielsweise zum Erfassen von Beschleunigungen, Drehraten, Magnetfeldern oder auch Drücken. Diese Messgrößen werden mit Hilfe des MEMS-Bauelements erfasst und in elektrische Signale umgewandelt. Meist umfasst das Sensorbauteil dann noch mindestens ein ASIC-Bauelement zum Verarbeiten und Auswerten der Messsignale. Derartige Bauteile können für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt werden, beispielsweise im Automobil- und Consumer-Bereich. Dabei wird besonderer Wert auf Bauteilminiaturisierung bei hoher Funktionsintegration gelegt. Vertikal hybrid integrierte Bauteile erweisen sich in dieser Hinsicht als besonders vorteilhaft, da hier auf eine Umverpackung der Chips verzichtet wird. Stattdessen wird der Chipstapel im Rahmen der 2nd-Level-Montage als sogenanntes Chip-Scale-Package direkt auf einer Applikationsleiterplatte montiert.

**[0003]** Das MEMS-Bauelement sollte möglichst so in den Chipstapel eines vertikal hybrid integrierten Bauteils eingebaut werden, dass die MEMS-Struktur gegen solche Umgebungseinflüsse geschützt ist, die die Sensorfunktion stören. Dies trifft insbesondere für empfindliche MEMS-Strukturen zu, wie z.B. die Membran eines Drucksensorbauelements. Beim Aufbau des Chipstapels muss außerdem darauf geachtet werden, dass möglichst keine montagebedingten mechanischen Spannungen in die MEMS-Struktur eingetragen werden, die das Messsignal verfälschen. Des Weiteren muss die elektrische Kontaktierung der einzelnen Bauelementkomponenten gewährleistet sein.

## Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Aufbaukonzept vorgeschlagen, das sich einfach und kostengünstig umsetzen lässt und eine weitgehend stressfreie Anordnung der MEMS-Struktur innerhalb des Chipstapels eines vertikal hybrid integrierten Bauteils ermöglicht sowie eine zuverlässige elektri-

sche Anbindung des MEMS-Bauelements an weitere Bauelementkomponenten des Bauteils sicherstellt.

**[0005]** Dazu sieht das erfindungsgemäße Aufbaukonzept vor, das MEMS-Bauelement über einen Interposer kopfüber auf einem weiteren Bauelement des Chipstapels zu montieren und über mindestens einen Durchkontakt im Interposer elektrisch an das weitere Bauelement anzubinden. Der Durchkontakt wird erfindungsgemäß in Form einer metallisch verfüllten Durchkontaktöffnung realisiert, wobei die metallische Verfüllung des Durchkontakts auf das Anschlusspad des MEMS-Bauelements aufgewachsen ist und sich durch den gesamten Interposer erstreckt.

**[0006]** Gemäß dem beanspruchten Herstellungsverfahren wird ein Interposer strukturiert, wobei mindestens eine Durchkontaktöffnung erzeugt wird, die sich von der Vorderseite bis zur Rückseite des Interposers erstreckt. Vor dem Verfüllen der Durchkontaktöffnung wird der Interposer mechanisch mit der Bauelementvorderseite des MEMS-Bauelements verbunden, so dass zwischen der MEMS-Struktur und dem Interposer ein Abstand verbleibt. Dabei wird die Durchkontaktöffnung im Interposer fluchtend zu dem Anschlusspad auf der Bauelementvorderseite des MEMS-Bauelements angeordnet. Erst danach wird die Durchkontaktöffnung zumindest teilweise mit einem metallischen Material galvanisch verfüllt, so dass das metallische Material auch auf dem Anschlusspad des MEMS-Bauelements aufwächst. Dieser Aufbau – MEMS-Bauelement mit Interposer – wird dann über den Interposer auf einem weiteren Bauelement montiert.

**[0007]** Aufgrund der Kopfüber-Montage des MEMS-Bauelements ist die empfindliche MEMS-Struktur in der Bauelementvorderseite vor schädlichen Umgebungseinflüssen, wie Beschädigung und Verschmutzung geschützt. Um den auf die MEMS-Struktur einwirkenden montagebedingten Stress möglichst gering zu halten, wird das MEMS-Bauelement nicht direkt in Flip-Chip-Technologie auf dem weiteren Bauelement montiert, sondern über einen stressentkoppelnden Interposer, der lediglich außerhalb des Bereichs der MEMS-Struktur mit der Bauelementvorderseite verbunden wird. Die elektrische Kontaktierung des MEMS-Bauelements erfolgt über Durchkontakte im Interposer, die ebenfalls außerhalb des Bereichs der MEMS-Struktur angeordnet sind. Die Durchkontakte werden in Form von metallisch verfüllten Durchkontaktöffnungen realisiert. Erfindungsgemäß wird diese Metallisierung erst nach der Verbindung von MEMS-Bauelement und Interposer vorgenommen. In diesem Prozessschritt wird auch die elektrische Anbindung zwischen dem MEMS-Bauelement und dem Durchkontakt im Interposer hergestellt, indem die Durchkontaktmetallisierung direkt auf ein Anschlusspad auf der Vorderseite des MEMS-Bauelements aufgewachsen wird.

**[0008]** In einer besonders vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird dazu der Metallisierungsprozess genutzt, mit dem üblicherweise Bumps für die Montage auf einem weiteren Bauelement auf der Rückseite des Interposers erzeugt werden. Dabei handelt es sich in der Regel um einen galvanischen Prozess. Bei dieser Verfahrensvariante werden die Bumps also nicht auf einem Anschlusspad auf der Rückseite des Interposers aufgebaut, sondern als Metallsäulen, die auf den Anschlusspads des MEMS-Bauelements aufwachsen, durch die Durchkontaktöffnungen im Interposer wachsen und in einem Bump auf der Rückseite des Interposers enden. Die Durchkontakte im Interposer werden hier also in einem Prozessschritt zusammen mit den Montagebumps erzeugt, was äußerst rationell und kostengünstig ist.

**[0009]** Der Interposer sollte möglichst aus einem Material bestehen, das hinsichtlich seines thermischen Ausdehnungskoeffizienten an das Material des MEMS-Bauelements angepasst ist und sich einfach strukturieren lässt. Im Falle eines MEMS-Bauelements auf Siliziumbasis erweisen sich Interposer aus Glas, Silizium oder Keramik als besonders geeignet.

**[0010]** Die mechanische Verbindung zwischen dem MEMS-Bauelement und dem Interposer kann besonders kostengünstig in einem Klebeschritt hergestellt werden. Dafür kommen aber auch Bondverfahren in Frage, wie z.B. eutektisches Bonden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0011]** Wie bereits voranstehend erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten für die Umsetzung des erfindungsgemäßen Aufbaukonzepts. Dazu wird einerseits auf die den unabhängigen Patentansprüchen nachgeordneten Patentansprüche verwiesen und andererseits auf die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren.

**[0012]** Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines vertikal hybrid integrierten Bauteils **100**, bei dem das erfindungsgemäße Aufbaukonzept realisiert wurde, und

**[0013]** Fig. 2 zeigt eine Detailansicht des Verbindungsbereichs zwischen dem MEMS-Bauelement **10** und dem Interposer **20** dieses Bauteils **100** im Bereich eines Durchkontakts **23**.

#### Ausführungsform der Erfindung

**[0014]** Das in Fig. 1 dargestellte Bauteil **100** ist in Form eines Chipstapels aufgebaut und umfasst ein MEMS-Bauelement **10**, das über einen Interposer **20** auf einem weiteren Bauelement **30**, hier einem ASIC-

Bauelement, montiert ist. Da es sich bei den beiden Bauelementen **10** und **30** um Silizium-Chips handelt, wird hier ein Glas-, Silizium- oder Keramikträger als Interposer **20** verwendet.

**[0015]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel dient das MEMS-Bauelement **10** als Drucksensor-Bauelement. Die MEMS-Struktur wird hier durch eine Sensormembran **11** in der Bauelementvorderseite gebildet, die eine Kaverne **12** überspannt. Die Auslenkungen der Sensormembran **11** werden beispielsweise mit Hilfe von Piezowiderständen im Membranbereich erfasst und in elektrische Signale umgewandelt. Die elektrische Kontaktierung des MEMS-Bauelements **10** erfolgt über Anschlusspads **13** auf der Bauelementvorderseite, die seitlich von der Sensormembran **11** angeordnet sind.

**[0016]** Die Sensormembran **11** wird über Durchgangsöffnungen **21** im Interposer **20** mit dem Messdruck beaufschlagt. Diese Druckanschlussöffnungen **21** sind im Mittelbereich des Interposers **20** unter der Sensormembran **11** ausgebildet. Der Interposer **20** ist lediglich außerhalb des Membranbereichs mit dem MEMS-Bauelement **10** verbunden, und zwar über eine umlaufende Klebeverbindung **22** und über Durchkontakte **23** im Bereich der MEMS-Anschlusspads **13**. Diese Durchkontakte **23** sind in Form einer metallischen Verfüllung von Durchkontaktöffnungen realisiert und erstrecken sich über die gesamte Dicke des Interposers **20**. Bei dem metallischen Verfüllmaterial kann es sich beispielsweise um Kupfer handeln. Es ist auf den MEMS-Anschlusspads **13** aufgewachsen und bildet Bumps **24** auf der Rückseite des Interposers **20**. Diese Verfüllung wurde galvanisch erzeugt in einem Platingprozess, der üblicherweise zum Erstellen von Flip-Chip-Bumps eingesetzt wird.

**[0017]** Dementsprechend wurden die Bumps **24** auch zur Montage des Interposer-MEMS-Aufbaus auf dem ASIC-Bauelement **30** genutzt. Dabei wurde nicht nur eine mechanische Verbindung sondern auch eine elektrische Kontaktierung hergestellt. Die Messsignale des MEMS-Bauelements **10** werden über diese elektrische Verbindung, also über die Durchkontakte **23** im Interposer **20**, an das ASIC-Bauelement **30** übertragen, das mit Schaltungsmitteln zum Verarbeiten und Auswerten der Messsignale ausgestattet ist. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel wurde die mechanische Verbindung zwischen dem Interposer **20** und dem ASIC-Bauelement **30** zumindest bereichsweise zusätzlich abgedichtet. Dazu kann beispielsweise ein Epoxidharz **25** verwendet werden, das an die Materialeigenschaften und insbesondere die thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Interposers **20** und des ASIC-Bauelements **30** angepasst ist.

**[0018]** Die 2nd-Level-Montage des Bauteils **100** auf einer Applikationsleiterplatte erfolgt hier über die

Rückseite des ASIC-Bauelements **30** mit Hilfe von Lötballs **32**. Dazu werden die Sensorsignale über Durchkontakte **31** im ASIC-Bauelement **30** auf die Rückseite geführt.

**[0019]** Fig. 2 verdeutlicht nochmals die erfindungsgemäße Anbindung der Durchkontakte **23** im Interposer **20** an die Anschlusspads **13** des MEMS-Bauelements **10**. Das metallische Verfüllmaterial der Durchkontakte **23** ist direkt auf diese Anschlusspads **13** aufgewachsen. Außerdem veranschaulicht Fig. 2, dass der stressempfindliche Membranbereich des MEMS-Bauelements **10** weitgehend stressentkoppelt ist. Dies ist zum einen auf den Abstand **14** zwischen dem MEMS-Bauelement **10** und dem Interposer **20** im Membranbereich zurückzuführen und zum anderen darauf, dass sowohl die Klebeverbindung **22** zwischen dem MEMS-Bauelement **10** und dem Interposer **20** als auch die Durchkontakte **23** deutlich außerhalb des stressempfindlichen Membranbereichs angeordnet sind.

**[0020]** Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Aufbaukonzept für vertikal hybrid integrierte Bauteile nicht auf die Realisierung von Drucksensorbauteilen beschränkt ist, sondern grundsätzlich zur mechanischen Entkopplung von beliebigen stressempfindlichen MEMS-Strukturen in einem Chipstapel eingesetzt werden kann.

### Patentansprüche

1. Vertikal hybrid integriertes Bauteil (**100**) mit mindestens einem MEMS-Bauelement (**10**), dessen MEMS-Struktur (**11**) zumindest teilweise in der Bauelementvorderseite ausgebildet ist und das über mindestens ein Anschlusspad (**13**) auf der Bauelementvorderseite elektrisch kontaktierbar ist,  
 – bei dem das MEMS-Bauelement (**10**) über mindestens einen Interposer (**20**) kopfüber auf einem weiteren Bauelement (**30**) montiert ist, so dass zwischen der MEMS-Struktur (**11**) und dem Interposer (**20**) ein Abstand (**14**) besteht,  
 – bei dem das MEMS-Bauelement (**10**) über mindestens einen Durchkontakt (**23**) im Interposer (**20**) an das weitere Bauelement (**30**) elektrisch angebunden ist,  
 – bei dem der Durchkontakt (**23**) in Form einer metallisch verfüllten Durchkontaktöffnung realisiert ist, wobei die metallische Verfüllung des Durchkontakts (**23**) auf das Anschlusspad (**13**) des MEMS-Bauelements (**10**) aufgewachsen ist und sich durch den gesamten Interposer (**20**) erstreckt.

2. Bauteil (**100**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die metallische Verfüllung des Durchkontakts (**23**) in einem Bump (**24**) auf der Rückseite des Interposers (**20**) endet, über den der Interposer (**20**) auf dem weiteren Bauelement (**30**) montiert ist.

3. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Interposer (**20**) aus Glas, Silizium oder Keramik besteht.

4. Verfahren zur Herstellung eines vertikal hybrid integriertes Bauteil (**100**) mit mindestens einem MEMS-Bauelement (**10**), dessen MEMS-Struktur (**11**) zumindest teilweise in der Bauelementvorderseite ausgebildet ist und das über mindestens ein Anschlusspad (**13**) auf der Bauelementvorderseite elektrisch kontaktierbar ist,

– bei dem ein Interposer (**20**) strukturiert wird, wobei mindestens eine Durchkontaktöffnung erzeugt wird, die sich von der Vorderseite bis zur Rückseite des Interposers (**20**) erstreckt,

– bei dem der Interposer (**20**) zunächst mechanisch mit der Bauelementvorderseite des MEMS-Bauelements (**10**) verbunden wird, so dass zwischen der MEMS-Struktur (**11**) und dem Interposer ein Abstand (**14**) verbleibt, wobei die Durchkontaktöffnung im Interposer (**20**) fluchtend zu dem Anschlusspad (**13**) auf der Bauelementvorderseite des MEMS-Bauelements (**10**) angeordnet wird,

– bei dem die Durchkontaktöffnung zumindest teilweise mit einem metallischen Material galvanisch verfüllt wird, so dass das metallische Material auch auf dem Anschlusspad (**13**) des MEMS-Bauelements (**10**) aufwächst, und

– bei dem das MEMS-Bauelement (**10**) dann über den Interposer (**20**) auf einem weiteren Bauelement (**30**) montiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Interposer (**20**) auf die Bauelementvorderseite des MEMS-Bauelements (**10**) geklebt oder gebondet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem galvanischen Prozess zum Verfüllen der Durchkontaktöffnung auch mindestens ein Bump (**24**) auf der Rückseite des Interposers (**20**) erzeugt wird, der den Durchkontakt (**23**) abschließt und für die Montage auf dem weiteren Bauelement (**30**) genutzt wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

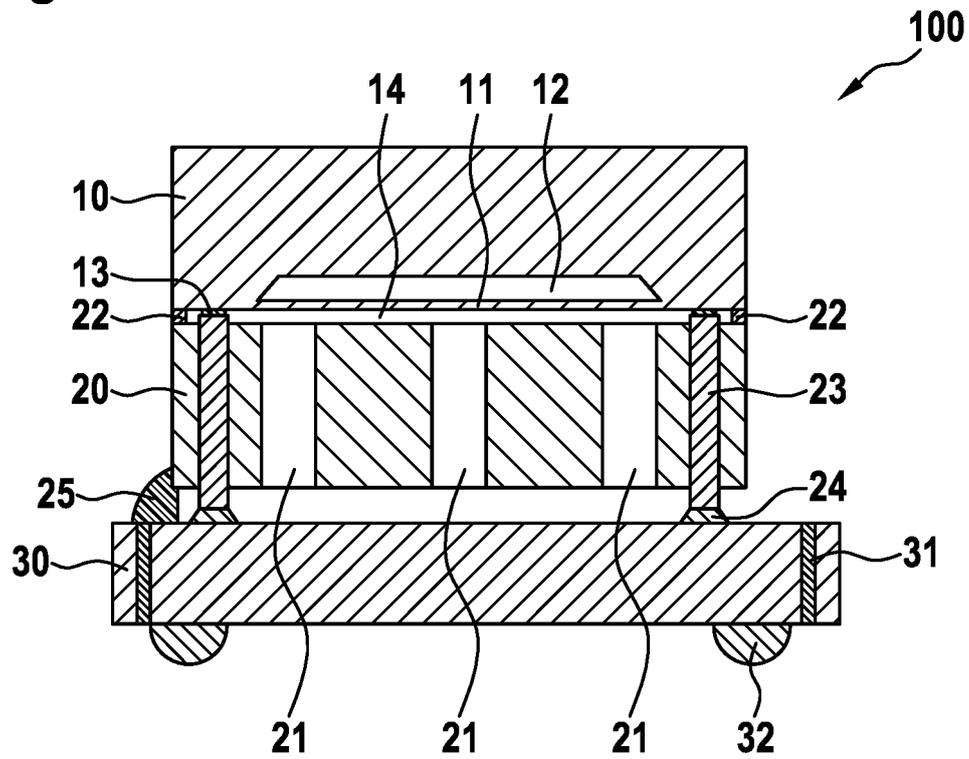


Fig. 2

