



**Beschreibung**

## Offenbarung der Erfindung

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ganz allgemein die Verpackung von MEMS-Bauelementen mit einer sensiblen Struktur bzw. den Aufbau von Bauteilen mit einem derartigen MEMS-Bauelement und einem Gehäuse. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Bauelementträger für MEMS-Bauelemente, die im Hohlraum eines Gehäuses montiert und elektrisch kontaktiert werden sollen.

**[0002]** Der Stand der Technik sowie die Erfindung werden nachfolgend am Beispiel der Verpackung eines MEMS-Mikrofonbauelements erörtert, ohne dass die Erfindung auf diesen speziellen Anwendungsfall beschränkt wäre.

**[0003]** Es ist bekannt, für die Verpackung von MEMS-Mikrofonbauelementen substratbasierte Gehäuse zu verwenden. Bei dieser Verpackungsvariante wird der Mikrofonchip mittels Chip-on-Board (COB)-Technologie auf einen flächigen, als Substrat bezeichneten Bauelementträger montiert, elektrisch kontaktiert und mit einem Deckel gehäust. Befindet sich die Schalleintrittsöffnung im Deckel des Gehäuses, dann ist das Rückseitenvolumen in der Regel auf die Chipkavität beschränkt, wodurch auch die Mikrofonperformance begrenzt ist. Alternativ dazu kann die Schalleintrittsöffnung unter dem Mikrofonchip im Bauelementträger ausgebildet sein. In diesem Fall steht der gesamte Hohlraum im Gehäuse als Rückseitenvolumen zur Verfügung, wodurch sich eine Performancesteigerung erzielen lässt.

**[0004]** Unabhängig von anwendungsspezifischen Anforderungen erweist sich das bekannte Verpackungskonzept in zweierlei Hinsicht als problematisch.

**[0005]** So treten in der Praxis häufig mechanische Spannungen in der sensiblen Struktur des MEMS-Bauelements auf, die montagebedingt sind und auf unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten einerseits des MEMS-Bauelements und andererseits des Bauelementträgers zurückzuführen sind. Derartige mechanische Spannungen beeinträchtigen in jedem Fall die Funktionsfähigkeit eines MEMS-Bauelements.

**[0006]** Da das bekannte Verpackungskonzept eine „side by side“-Montage der Bauelemente auf dem flächigen Bauelementträger vorsieht, vergrößert sich außerdem der „footprint“ des Bauteils mit der Anzahl der Bauelemente innerhalb des Gehäuses. Eine Vergrößerung der Bauteilfläche führt aber immer auch zu einer Erhöhung der Herstellungskosten.

**[0007]** Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Bauelementträger vorgeschlagen, der eine kostengünstige, platzsparende und stressarme Verpackung von MEMS-Bauelementen mit einer sensiblen Struktur ermöglicht.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Bauelementträger ist als Verbundteil in Form eines einseitig offenen Hohlkörpers realisiert und besteht im Wesentlichen aus einer in ihrer Formgebung flexiblen, dreidimensional geformten Trägerfolie und einer Umhüllmasse, die einseitig an die Trägerfolie angeformt ist, so dass die Trägerfolie auf der Innenwandung des Bauelementträgers angeordnet ist. Dort ist mindestens eine Montagefläche für mindestens ein Bauelement ausgebildet. Außerdem ist die Trägerfolie mit Kontaktflächen und mit isolierten Leiterbahnen zur elektrischen Kontaktierung des mindestens einen Bauelements versehen.

**[0009]** Demnach besteht der erfindungsgemäße Bauelementträger im Wesentlichen aus zwei auch funktional unterschiedlichen Komponenten, nämlich einer in ihrer Formgebung flexiblen Folie, die als Träger von Kontaktflächen und isolierten Leiterbahnen für die elektrische Kontaktierung der Bauelemente bestimmt ist, und einer Umhüllmasse, mit der ein formstabiles dreidimensionales Gehäuseteil realisiert wird. Erfindungsgemäß werden diese beiden einfach und unabhängig voneinander präparierbaren Komponenten in einem Verbundteil vereinigt. Dabei wird die Trägerfolie dreidimensional geformt, wobei die Umhüllmasse lediglich mit der Rückseite der Trägerfolie in Berührungskontakt kommt und nicht mit deren Vorderseite, auf bzw. in der sich die empfindlichen Leiterbahnen und elektrischen Kontakte befinden. Erst im haftfest erstellten Verbund mit der ausgehärteten Umhüllmasse entstehen mechanisch stabile und elektrisch kontaktierbare Chip-Bestückungsbereiche auf der Trägerfolie.

**[0010]** Der erfindungsgemäße Bauelementträger lässt sich sehr einfach mit Standardwerkzeugen und Standardverfahren und damit auch sehr kostengünstig im Mehrfachnutzen herstellen.

**[0011]** In einer besonders vorteilhaften Verfahrensvariante erfolgt die dreidimensionale Formgebung der Trägerfolie und die Herstellung des Verbundes aus Trägerfolie und Umhüllmasse in einem Moldverfahrensschritt. Dazu wird ein erstes Moldwerkzeugteil verwendet, dessen Form der angestrebten dreidimensionalen Form der Innenwandung des Bauelementträgers entspricht, und mindestens ein zweites Moldwerkzeugteil, das die Form der Außenseite des Bauelementträgers bestimmt. Die Trägerfolie wird hier einfach vor dem Einpressen der flüssigen Moldmasse in das erste Moldwerkzeugteil einge-

legt. Im einfachsten Fall wird sie dann durch den einfließenden Moldfluss an die Werkzeugform angelegt. Die Trägerfolie kann aber auch schon vor dem Einpressen der Moldmasse durch Ansaugen oder Anblasen oder auch durch bereichsweise Aufspannen an die Werkzeugoberfläche angelegt werden. Beim Aushärten der Moldmasse entsteht so ein hafter Materialverbund zwischen der Moldmasse und der Trägerfolie, die nun die Innenwandung des Bauelementträgers zumindest bereichsweise abdeckt. Die Haftung zwischen Trägerfolie und Moldmasse kann zusätzlich durch Klebeschichten auf der Trägerfolie verbessert werden.

**[0012]** Bei dieser Verfahrensvariante kann auf einen Polymerfilm im ersten Moldwerkzeug zum Toleranzausgleich oder zur Verhinderung von Werkzeugverschmutzungen verzichtet werden, da die Trägerfolie diese Funktion übernimmt. Dadurch vereinfacht sich das Moldverfahren.

**[0013]** Ebenso gut können zur Herstellung von erfindungsgemäßen Bauelementträgern zunächst Kunststoffformteile mit der Form des einseitig offenen Hohlkörpers gefertigt werden, beispielsweise in einem Standard-Moldverfahren. Die Trägerfolie wird dann in einem eigenen Verfahrensschritt auf die Innenwandung eines solchen Kunststoffteils aufgebracht. Hierfür eignen sich insbesondere Verfahren, wie Einlaminiert oder Einprägen. Dabei kann sich die Trägerfolie über die gesamte Innenwandung des Kunststoffformteils erstrecken oder auch nur über einzelne Bereiche der Innenwandung.

**[0014]** An dieser Stelle sei noch angemerkt, dass sich die thermischen Materialeigenschaften des erfindungsgemäßen Bauelementträgers sehr gut an die des MEMS-Bauelements anpassen lassen, wodurch sich mechanischen und thermomechanischen Spannungen im MEMS-Bauelement weitgehend reduzieren lassen. Im Fall des erfindungsgemäßen Bauelementträgers bestimmt nämlich die Umhüllmasse als dominanter Verbundpartner das Materialverhalten des Verbundteils, während der Einfluss der Trägerfolie vernachlässigt werden kann. Die üblicherweise verwendeten Umhüllmassen sind aber bezogen auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten bereits erheblich besser an das Halbleitermaterial von MEMS-Bauelementen angepasst als starre Leiterplatten.

**[0015]** Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Realisierung eines erfindungsgemäßen Bauelementträgers, insbesondere was die Form des einseitig offenen Hohlkörpers und die Auslegung der Trägerfolie mit den elektrischen Anschlüssen betrifft. Dabei sind in erster Linie die Funktion und Anzahl der aufzunehmenden Bauelemente zu berücksichtigen aber auch der Einsatzort und die hierfür erforderliche 2nd-Level-Montage des MEMS-Packages.

**[0016]** Die mit der Trägerfolie ausgekleidete Innenwandung des erfindungsgemäßen Bauelementträgers kann einfach wannenartig geformt sein mit einer Montagefläche für Bauelemente im Bodenbereich. Da die meisten Bauteile neben dem MEMS-Bauelement noch weitere Bauelemente, wie z. B. einen ASIC zur Verarbeitung des Sensor- oder Mikrofonsignals, umfassen, befinden sich auf der Innenwandung des erfindungsgemäßen Bauelementträgers zusätzlich zur Montagefläche für das MEMS-Bauelement in der Regel noch weitere Chip-Montagebereiche oder Bereiche für die Montage von passiven Bauelementen mit Anschluss pads und Leiterbahnen zur elektrischen Kontaktierung. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelementträgers umfasst die wannenartig geformte Innenwandung mindestens eine Abstufung, auf der eine Montagefläche für Bauelemente ausgebildet ist. Eine derartige Abstufung kann sich umlaufend über die gesamte Innenwandung erstrecken oder auch nur über einen Teilabschnitt der Innenwandung, der dann treppenartig geformt ist und sich an zwei gegenüberliegenden Abschnitten der Innenwandung erstreckt. Auf diese Weise werden Chipbestückungsbereiche auf unterschiedlichen Höhenniveaus des Bauelementträgers zur Verfügung gestellt. Dadurch können beispielsweise Dickenunterschiede zwischen Bauelementen auf dem Bauelementträger ausgeglichen werden, um die elektrische Kontaktierung dieser Bauelemente zu vereinfachen. Die Anordnung der Chipbestückungsbereiche auf unterschiedlichen Höhenniveaus eröffnet zudem die Möglichkeit, mehrere Bauelemente überlappend oder sogar übereinander zu positionieren, ohne dass die Bauelementoberflächen in Berührungskontakt stehen. Dies ist insbesondere für MEMS-Bauelemente mit einer sensiblen Struktur von Bedeutung, da diese in der Regel freizustellen ist, um die Funktionsfähigkeit des MEMS-Bauelements zu gewährleisten. Durch eine derartige Stapelung von Bauelementen auf dem erfindungsgemäßen Bauelementträger kann die laterale Baugröße eines MEMS-Packages im Vergleich zur klassischen „side by side“-Montage deutlich verringert werden.

**[0017]** Aufgrund seiner dreidimensionalen Ausgestaltung in Form eines einseitig offenen Hohlkörpers kann der erfindungsgemäße Bauelementträger vorteilhaft als Bestandteil eines Gehäuses mit einem Hohlraum für ein MEMS-Bauelement verwendet werden. Zum Abschluss des Gehäuses ist dann lediglich ein Deckelteil erforderlich, das mit der offenen Seite des Bauelementträgers verbunden wird. Als Deckelteil kann beispielsweise einfach ein flächiges Gehäuseteil verwendet werden. In einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Bauelementträgers ist im oberen Randbereich der wannenartigen Innenwandung mindestens eine vorzugsweise umlaufende Abstufung als Aufnahme für ein solches Deckelteil ausgebildet. Dadurch vereinfacht sich die Positio-

nierung des Deckelteils bei der Montage auf dem bestückten Bauelementträger. Außerdem kann dadurch die Verbindungsfläche zwischen dem Bauelementträger und dem Deckenteil vergrößert werden, was sich günstig auf die Zuverlässigkeit bzw. Dichtigkeit dieser Verbindung auswirkt.

**[0018]** MEMS-Bauelemente, wie Drucksensoren, Mikrofon- und Lautsprecherbauelemente, erfordern einen Medienzugang. Dementsprechend sind die Gehäuse derartiger Bauelemente mit mindestens einer Zugangsöffnung ausgestattet. Diese kann sich im Deckenteil befinden. Aber auch der erfindungsgemäße Bauelementträger kann mit einer Durchgangsöffnung versehen sein.

**[0019]** Durch die Verpackung bzw. das Gehäuse eines MEMS-Bauelements werden die Rahmenbedingungen für die 2nd-Level-Montage am Einsatzort des MEMS-Packages vorgegeben. Dabei spielen insbesondere die Anordnung und Ausgestaltung der elektrischen Anschlüsse zur externen Kontaktierung eine wesentliche Rolle.

**[0020]** Ist die offene Seite des Bauelementträgers mit einem flächigen Deckenteil abgeschlossen und fungiert diese Seite des Gehäuses als Montageseite für die 2nd-Level-Montage, so erweist es sich als vorteilhaft, wenn sich die Trägerfolie mit den Leiterbahnen nicht nur über die wannenartig geformte Innenwandung des Bauelementträgers erstreckt sondern auch über einen Oberflächenbereich des Bauelementträgers auf der Montageseite des Gehäuses. In diesem Fall kann die Trägerfolie nämlich zusätzlich zu den Leiterbahnen und Kontaktflächen für die Bauelemente auch mit Anschlussflächen zur externen elektrischen Kontaktierung versehen werden, so dass die gesamte Umverdrahtung zwischen den Bauelementen des Bauteils und der externen Kontaktierung über den dreidimensional geformten Bauelementträger geführt ist. Bei dieser Variante kann ein Deckenteil verwendet werden, das keinerlei elektrische Funktionalität besitzt sondern ausschließlich dazu dient, das Gehäuse zu verschließen. Da die beiden Gehäuseteile hier lediglich mechanisch miteinander verbunden werden müssen, ist die Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) hier besonders einfach.

**[0021]** Alternativ zu der voranstehend beschriebenen Variante kann aber auch die geschlossene Seite des erfindungsgemäßen Bauelementträgers als Montageseite für die 2nd-Level-Montage fungieren. Für diesen Fall wird das Verbundteil des erfindungsgemäßen Bauelementträgers vorteilhafterweise mit elektrischen Durchkontakten versehen, die von den Kontaktflächen oder Leiterbahnen der Trägerfolie ausgehen und durch die Umhüllmasse auf die Außenseite des Verbundteils geführt sind.

**[0022]** Im Hinblick auf die Herstellung des erfindungsgemäßen Bauelementträgers in einem Moldverfahren sollte die Trägerfolie möglichst hitzebeständig sein und sich gut mit einem leitfähigen Material beschichten lassen. Als Trägerfolienbestandteil eignen sich deshalb besonders Polyimid-Folien.

**[0023]** Bei bestimmten Anwendungen ist es sinnvoll, die Bauelemente elektromagnetisch abzuschirmen. In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, eine mehrschichtige Trägerfolie zu verwenden, deren Schichtaufbau mindestens eine metallische Schicht als elektromagnetische Abschirmung umfasst.

**[0024]** Als Umhüllmasse wird bevorzugt eine Moldmasse verwendet, deren thermischer Ausdehnungskoeffizient an den des Halbleitermaterials der Bauelemente angepasst ist. Die Gefahr einer Verschmutzung der Leiterbahnen oder Kontaktflächen auf der Trägerfolie besteht hier nicht, da die Moldmasse auch während der Herstellung des Verbundteils nicht mit der Vorderseite der Trägerfolie in Berührung kommt, auf der bzw. in der die empfindlichen Leiterbahnen und Kontaktflächen ausgebildet sind.

**[0025]** Wie bereits erwähnt, wird der erfindungsgemäße Bauelementträger bevorzugt in Verbindung mit mindestens einem weiteren Gehäuseteil verwendet, um ein MEMS-Bauelement mit einem geschlossenen Gehäuse zu versehen. Bei dem weiteren Gehäuseteil kann es sich einfach um ein flächiges Deckenteil aus einem Kunststoffmaterial handeln. Das Deckenteil kann aber auch aus einem metallbeschichteten Kunststoffmaterial, einem Metall, einem Halbleitermaterial oder einem metallbeschichteten Halbleitermaterial gefertigt sein, falls eine elektromagnetische Abschirmung des MEMS-Bauelements erforderlich ist. Bei vielen Anwendungen empfiehlt es sich, das Deckenteil mediendicht mit dem Bauelementträger zu verbinden. Eine derartige Verbindung zwischen dem Bauelementträger und einem Deckenteil kann beispielsweise einfach mit Hilfe eines geeigneten Klebstoffs oder mit einer Schweißverbindung hergestellt werden. Alternativ zu einem Deckenteil kann aber auch eine Folie zum Abschluss des Hohlraums verwendet werden.

**[0026]** Der erfindungsgemäße Bauelementträger lässt sich besonders vorteilhaft im Rahmen der Verpackung von MEMS-Mikrofonbauelementen einsetzen. Das Mikrofonbauelement kann beispielsweise über einer als Schallöffnung fungierenden Durchgangsöffnung im Bauelementträger montiert werden. Das Vorderseitenvolumen ist in diesem Fall sehr klein, was die Schallaufnahme der Membranstruktur verbessert, während der gesamte Hohlraum innerhalb des Gehäuses als Rückseitenvolumen zur Verfügung steht. Beides trägt zu einer guten Mikrofonperformance bei.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Wie bereits voranstehend erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird einerseits auf die den unabhängigen Patentansprüchen nachgeordneten Patentansprüche verwiesen und andererseits auf die nachfolgende Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren. Obwohl sich alle Ausführungsbeispiele auf Mikrofon-Bauteile beziehen, ist die Erfindung nicht auf diese Anwendung beschränkt.

[0028] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) zeigen jeweils eine Schnittdarstellung eines Mikrofon-Bauteils **100**, **200**, **300** bzw. **400**, dessen Gehäuse einen erfindungsgemäßen Bauelementträger umfasst.

## Ausführungsformen der Erfindung

[0029] Das in [Fig. 1](#) dargestellte Mikrofon-Bauteil **100** umfasst ein MEMS-Mikrofonbauelement **10**, in dessen Vorderseite eine Membranstruktur **11** ausgebildet ist, die eine Kaverne **12** in der Bauelementrückseite überspannt. Das MEMS-Mikrofonbauelement **10** ist in einem Gehäuse **120** angeordnet, das zwei Gehäuseteile umfasst, nämlich einen Bauelementträger **130** für die Firstlevel-AVT, der die Form eines einseitig offenen Hohlkörpers aufweist, und einen flächigen Gehäusedeckel **40** zum Abschluss des Gehäuses **120**, der sich auf der Montageseite des Mikrofon-Bauteils **100** befindet. Bei dem Bauelementträger **130** handelt es sich um ein Verbundteil, das im Wesentlichen aus einer in ihrer Formgebung flexiblen, dreidimensional geformten Trägerfolie **131** und einer Umhüllmasse **132** besteht, die einseitig an die Trägerfolie **131** angeformt ist, so dass die Trägerfolie **131** auf der Innenwandung des Bauelementträgers **130** angeordnet ist. Der Bodenbereich der wannenförmigen Innenwandung dient als Montagefläche für das MEMS-Mikrofonbauelement **10** und ein weiteres Halbleiterbauelement, hier einen ASIC **51** zur Verarbeitung des Mikrofonsignals. Die elektrische Kontaktierung dieser Bauelemente **10** und **51** erfolgt über Drahtbonds **61** und über Kontaktflächen und isolierte Leiterbahnen auf bzw. in der Trägerfolie **131**.

[0030] Im Bauelementträger **130** ist eine Durchgangsöffnung **133** ausgebildet, die als Schallöffnung fungiert. Das MEMS-Mikrofonbauelement **10** ist mit seiner Rückseite druckdicht über der Schallöffnung **133** montiert, so dass die Membranstruktur **11** über die rückseitige Kaverne **12** mit dem Schalldruck beaufschlagt wird. Die Verbindung zwischen der Bauelementrückseite und dem Bauelementträger **130** wurde hier durch Kleben hergestellt, könnte aber auch durch flächiges Lötgen erzeugt werden. Auch eine Flip-Chip-Montage des MEMS-Mikrofon-

bauelements **10** mit der Membranstruktur **11** über der Schallöffnung **133** ist denkbar.

[0031] Im oberen Randbereich der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **130** ist eine umlaufende Abstufung als Aufnahme **134** für den flächigen Gehäusedeckel **40** ausgeformt. Der Gehäusedeckel **40** ist druckdicht mit dem Bauelementträger **130** verbunden, so dass der Hohlraum innerhalb des Gehäuses **120** das Rückseitenvolumen **70** für das MEMS-Mikrofonbauelement **10** bildet. Die Verbindung der beiden Gehäuseteile **130** und **40** kann beispielsweise durch Kleben oder auch Laserschweißen hergestellt werden.

[0032] Die Trägerfolie **131** erstreckt sich nicht nur über die wannenförmige Innenwandung mit der Abstufung **134** im oberen Randbereich sondern auch noch bis auf den Oberflächenbereich des Bauelementträgers **130**, der zusammen mit dem flächigen Gehäusedeckel **40** die Montagefläche für die 2nd-Level-Montage des Bauteils **100** bildet. Die isolierten Leiterbahnen auf bzw. in der Trägerfolie **131** sind bis in diesen Oberflächenbereich geführt, wo sich auf der Trägerfolie **131** außerdem Anschlusskontakte **135** zur externen elektrischen Kontaktierung des Bauteils **10** befinden. In Abhängigkeit vom 2nd-Level-Montageprozess können die Anschlusskontakte **135** als LGA(Land-Grid-Array)-Lands ausgeführt werden oder auch für eine BGA(Ball-Grid-Array)-AVT vorbereitet werden.

[0033] Die Trägerfolie **131** des Bauelementträgers **130** sollte anfänglich in ihrer Formgebung flexibel und thermisch stabil sein. Diese Voraussetzungen erfüllen beispielsweise Polyimid-Folien. Wenn die Bauelemente elektromagnetisch abgeschirmt werden sollen, empfiehlt sich die Verwendung von mehrschichtigen Folien mit von einander isolierten metallischen Schichten für die elektromechanische Abschirmung und die elektrischen Leiterbahnen bzw. Kontaktflächen. Als Umhüllmasse wird bevorzugt eine Moldmasse, wie z. B. eine Epoxidmasse mit SiO<sub>2</sub>-Füllstoffen, verwendet. Als Werkstoffe für den Gehäusedeckel kommen Kunststoff, ein metallbeschichteter Kunststoff oder auch Metall in Frage. Ein Gehäusedeckel aus oder mit Metall trägt zur elektromagnetischen Abschirmung des Mikrofonbauelements bei, wenn er mittels einer Leitklebung oder eines Lötkontakts an die Mikrofon-schaltung angeschlossen wird.

[0034] Bei dem in [Fig. 1](#) dargestellten Mikrofon-Bauteil **100** ist die empfindliche Struktur des MEMS-Bauelements **10** trotz Medienzugangs **133** im Bauelementträger **130** gut gegen das Eindringen von Fremdstoffen bei der 2nd-Level-Montage des Bauteils **100** geschützt, da die Schallöffnung **133** auf der der Montageseite des Gehäuses **120** gegenüberliegenden Seite angeordnet ist. Dämpfe oder Niederschläge,

die beim Reflow-Löten entstehen, können so nicht unmittelbar an die empfindliche mikromechanische Struktur des MEMS-Bauelements **10** gelangen.

**[0035]** Bei gleicher Gehäuseform und Bauelementanordnung, wie in **Fig. 1** dargestellt, konnte die Schallöffnung alternativ auch im flächigen Gehäusedeckel auf der Montageseite des Mikrofon-Bauteils ausgebildet sein. In diesem Fall würde der Schall über den Hohlraum innerhalb des Gehäuses auf die Mikrofonmembran geführt. Das Rückseitenvolumen des MEMS-Mikrofonbauelements wäre auf die Kaverne zwischen der Membranstruktur und der geschlossenen Innenwandung des Bauelementträgers begrenzt.

**[0036]** Das in **Fig. 2** dargestellte Mikrofon-Bauteil **200** umfasst – wie das in **Fig. 1** dargestellten Mikrofon-Bauteil **100** – ein MEMS-Mikrofonbauelement **10** in einem Gehäuse **220**, bestehend aus einem dreidimensional geformten Verbundteil aus Trägerfolie **231** und Umhüllmasse **232** als Bauelementträger **230** und einem flächigen Gehäusedeckel **40**. Das MEMS-Mikrofonbauelement **10** ist druckdicht über einer Schallöffnung **233** im Bodenbereich der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **230** montiert, so dass die Kaverne **12** unter der Membranstruktur **11** direkt an die Schallöffnung **233** im Bauelementträger **230** angeschlossen ist. Der flächige Gehäusedeckel **40** wurde bündig in den oberen Randbereich der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **230** eingesetzt und druckdicht mit diesem verbunden, um das Gehäuse **220** und damit das Rückseitenvolumen für das MEMS-Mikrofonbauelement **10** abzuschließen.

**[0037]** In der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **230** ist eine Abstufung **236** ausgebildet, die – im Unterschied zum Mikrofon-Bauteil **100** – nicht als Aufnahme für den Gehäusedeckel **40**, sondern als Montagefläche für einen ASIC **52** dient. Der ASIC **52** ist also auf einem gegenüber dem MEMS-Bauelement **10** versetzten Höhenniveau innerhalb des Gehäuses **220** angeordnet. Dadurch können Dickenunterschiede zwischen den Bauelementen **10** und **52** ausgeglichen werden, was die Herstellung der Bondverbindung **62** zwischen den Bauelementen **10** und **52** vereinfacht. Im Übrigen erfolgt die elektrische Kontaktierung der beiden Bauelemente **10** und **52** über Kontaktflächen und isolierte Leiterbahnen auf der Trägerfolie **231** des Bauelementträgers **230**. Wie im Fall des Mikrofon-Bauteils **100** erstreckt sich die Trägerfolie **231** nicht nur über die Chip-Montagebereiche auf der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **230** sondern auch bis auf den Oberflächenbereich des Bauelementträgers **230**, der zusammen mit dem flächigen Gehäusedeckel **40** die Montagefläche für die 2nd-Level-Montage des Bauteils **200** bildet. Auch hier erfolgt die Umverdrahtung zwischen den Bauelemen-

ten **10**, **52** und der externen elektrischen Kontaktierung auf der Montageseite des Mikrofon-Bauteils **200** ausschließlich über den Bauelementträger **230** bzw. die mit entsprechenden Leiterbahnen und Anschlusskontakten **235** versehene Trägerfolie **231** des Bauelementträgers **230**. Der flächige Gehäusedeckel **40** spielt dabei keine Rolle.

**[0038]** Dreidimensional geformte Bauelementträger mit Chip-Montageflächen auf unterschiedlichen Höhenniveaus – wie in **Fig. 2** dargestellt – bieten die Möglichkeit, an Stelle einer „side-by-side“-Anordnung eine überlappende oder sogar gestapelte Anordnung von mehreren Bauelementen zu realisieren. Dadurch lässt sich der Flächenbedarf eines Bauteils mit mehreren Bauelementen deutlich reduzieren.

**[0039]** In **Fig. 3** ist ein Mikrofon-Bauteil **300** mit einer derartigen Bauelementanordnung dargestellt. Auch das Mikrofon-Bauteil **300** umfasst ein MEMS-Mikrofonbauelement **10** in einem Gehäuse **320**, das aus einem dreidimensional geformten Verbundteil als Bauelementträger **330** und einem flächigen Gehäusedeckel **40** besteht. Wie in den voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ist das MEMS-Mikrofonbauelement **10** druckdicht über einer Schallöffnung **333** im Bodenbereich der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **330** montiert, so dass die Kaverne **12** unter der Membranstruktur **11** direkt an die Schallöffnung **333** im Bauelementträger **330** angeschlossen ist.

**[0040]** Oberhalb des MEMS-Mikrofonbauelements **10** ist in der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **330** eine Abstufung **336** ausgebildet, die als Montagefläche für einen ASIC **53** dient. Die Abstufung **336** kann umlaufend sein oder sich lediglich auf zwei gegenüberliegenden Abschnitten der Innenwandung befinden. In jedem Fall liegt lediglich der äußere Rand des ASIC-Chips **53** auf der bzw. den Montageflächen **336** des Bauelementträgers **330** auf, so dass der ASIC **53** hier über dem MEMS-Mikrofonbauelement **10** und mit Abstand zu diesem angeordnet ist. Die Funktionsfähigkeit des MEMS-Mikrofonbauelements **10** wird durch diese Art der Stapelung ohne Grenzflächenkontakt zwischen den beiden Bauelementen **10** und **53** also nicht beeinträchtigt.

**[0041]** Wenn der ASIC-Chip **53** druckdicht auf einer umlaufenden Montagefläche **336** montiert ist, dann beschränkt sich das Rückseitenvolumen des MEMS-Mikrofonbauelements **10** auf den Raum zwischen MEMS-Mikrofonbauelement **10** und ASIC-Chip **53**. Andernfalls, d. h. wenn der ASIC-Chip **53** auf zwei gegenüberliegenden Stufen **336** in der Innenwandung des Bauelementträgers **330** montiert ist, wird das Rückseitenvolumen – wie im Fall des Mikrofon-Bauteils **200** – durch den flächigen Gehäusedeckel **40** abgeschlossen, der druckdicht und bündig mit dem

oberen Randbereich der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **330** verbunden ist.

**[0042]** Auch im Fall des Mikrofon-Bauteils **300** erfolgt die Umverdrahtung zwischen den Bauelementen **10**, **53** und der externen elektrischen Kontaktierung auf der Montageseite ausschließlich über den Bauelementträger **330**. Dementsprechend ist die Trägerfolie **331** sowohl mit isolierten Leiterbahnen und Kontaktflächen für die Firstlevel AVT versehen als auch mit Anschlusskontakten **335** für die 2nd-Level AVT. Sie erstreckt sich über die Chip-Montagebereiche auf der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **330** bis auf den Oberflächenbereich des Bauelementträgers **330**, der zusammen mit dem flächigen Gehäusedeckel **40** die Montagefläche für die 2nd-Level-Montage des Bauteils **300** bildet. In **Fig. 4** ist ebenfalls ein Mikrofon-Bauteil **400** mit einer gestapelten Anordnung von MEMS-Mikrofonbauelement **10** und ASIC-Chip **54** dargestellt. Das Gehäuse **420** dieses Bauteils **400** umfasst ein Verbundteil als Bauelementträger **430**, das genauso wannenartig mit einer umlaufenden Abstufung **436** geformt ist wie der Bauelementträger **330** des Mikrofon-Bauteils **300**. Im Fall des Mikrofon-Bauteils **400** wurde der ASIC-Chip **54** auf dem geschlossenen Bodenbereich der wannenförmigen Innenwandung des Bauelementträgers **430** positioniert. Darüber und mit Abstand zum ASIC-Chip **54** wurde das MEMS-Bauelement **10** auf der Abstufung **436** der Innenwandung des Bauelementträgers **430** montiert. Dabei wurde die Bauelementrückseite umlaufend druckdicht mit dem Bauelementträger **430** verbunden.

**[0043]** Die Schallbeaufschlagung erfolgt hier über eine akustisch durchlässige Folie **440**, die anstelle eines Gehäusedeckels auf die offene Seite des bestückten Bauelementträgers **430** aufgebracht wurde. Sie wirkt als Membran und trägt so zur Verbesserung der Mikrofonperformance bei. Außerdem schützt sie die Bauelemente **10** und **54** auf dem Bauelementträger **430** gegen äußere Einwirkungen und Umwelteinflüsse. Eine derartige Folie kann auf den Bauelementträger **430** auflaminiert, aufgeprägt, aufgeschweißt oder auch aufgeklebt sein. Bei diesem Aufbau ist das Rückseitenvolumen **70** auf den Raum zwischen Membranstruktur **11** und dem geschlossenen Bodenbereich der Innenwandung des Bauelementträgers **530** beschränkt.

**[0044]** Da das Mikrofon-Bauteil **400** über die geschlossene Seite des Bauelementträgers **430** an seinem Einsatzort eingebaut wird, erstreckt sich die Trägerfolie **431** mit den isolierten Leiterbahnen und elektrischen Kontaktflächen für die Firstlevel AVT lediglich über die Chip-Montagebereiche im Bodenbereich und über die umlaufende Abstufung **435** der Innenwandung des Bauelementträgers **435**. Für die elektrische Kontaktierung des Mikrofon-Bauteils **400** im Rahmen der 2nd-Level-Montage wurde der Bauele-

mentträger **430** mit elektrischen Durchkontakten **437** versehen, die von den Kontaktflächen oder Leiterbahnen auf bzw. in der Trägerfolie **431** ausgehen und durch die Umhüllmasse **432** zu elektrischen Anschlusskontakten **435** auf die Außenseite des Verbundteils **430** geführt sind.

### Patentansprüche

1. Bauelementträger (**130**), insbesondere für MEMS-Bauelemente (**10**), die im Hohlraum eines Gehäuses (**120**) montiert und elektrisch kontaktiert werden,

**dadurch gekennzeichnet,**

- dass der Bauelementträger (**130**) als Verbundteil in Form eines einseitig offenen Hohlkörpers realisiert ist,
- dass das Verbundteil (**130**) im Wesentlichen aus einer in ihrer Formgebung flexiblen, dreidimensional geformten Trägerfolie (**131**) und einer Umhüllmasse (**32**) gebildet ist, die einseitig an die Trägerfolie (**131**) angeformt ist, so dass die Trägerfolie (**131**) auf der Innenwandung des Bauelementträgers (**130**) angeordnet ist,
- dass auf der Innenwandung mit der Trägerfolie (**131**) mindestens eine Montagefläche für mindestens ein Bauelement (**10**, **51**) ausgebildet ist, und
- dass die Trägerfolie (**131**) mit Kontaktflächen und isolierten Leiterbahnen zur elektrischen Kontaktierung des mindestens einen Bauelements (**10**, **51**) versehen ist.

2. Bauelementträger (**230**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandung mit der Trägerfolie (**231**) wannenartig mit mindestens einer Abstufung (**236**) geformt ist, so dass auf unterschiedlichen Niveaus der Innenwandung Montageflächen ausgebildet sind.

3. Bauelementträger (**130**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandung wannenartig mit mindestens einer Abstufung (**134**) im oberen Randbereich geformt ist, die als Aufnahme für ein Deckelteil (**40**) dient.

4. Bauelementträger (**130**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Verbundteil (**130**) eine Durchgangsöffnung (**133**) als Medienzugang für das MEMS-Bauelement (**10**) ausgebildet ist.

5. Bauelementträger (**430**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundteil (**430**) mit elektrischen Durchkontakten (**437**) versehen ist, die von den Kontaktflächen oder Leiterbahnen der Trägerfolie (**431**) ausgehen und durch die Umhüllmasse (**432**) auf die Außenseite des Verbundteils (**430**) geführt sind.

6. Bauelementträger (**130**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerfolie (**131**) eine Polyimid-Folie umfasst.

7. Bauelementträger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerfolie aus mehreren Schichten besteht und dass der Schichtaufbau der Trägerfolie mindestens eine metallische Schicht als elektromagnetische Abschirmung für das mindestens eine Bauelement umfasst.

8. Verfahren zur Herstellung eines Bauelementträgers, insbesondere eines Bauelementträgers gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, der die Form eines einseitig offenen Hohlkörpers aufweist, bei dem mindestens ein erstes Moldwerkzeugteil verwendet wird, das die Form der Innenwandung bestimmt und dessen Form der angestrebten dreidimensionalen Form der Innenwandung des Bauelementträgers entspricht, und bei dem mindestens ein zweites Moldwerkzeugteil verwendet wird, das die Form der Außenseite des Bauelementträgers bestimmt, dadurch gekennzeichnet, dass eine Trägerfolie in das erste Moldwerkzeugteil eingelegt wird und durch den einfließenden Moldfluss an die Werkzeugform angelegt wird, so dass die Trägerfolie nach dem Aushärten der Moldmasse die Innenwandung des Bauelementträgers zumindest bereichsweise abdeckt.

9. Verfahren zur Herstellung eines Bauelementträgers, insbesondere eines Bauelementträgers gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, der die Form eines einseitig offenen Hohlkörpers aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst ein Kunststoffformteil mit der Form des einseitig offenen Hohlkörpers erzeugt wird und dass dann eine Trägerfolie auf die Innenwandung aufgebracht, insbesondere aufgeklebt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerfolie auf die Innenwandung durch Wirkung eines Fluidstromes angeformt wird, insbesondere durch Anblasen oder Ansaugen.

11. Bauteil (**100**), mindestens umfassend

- ein MEMS-Bauelement (**10**) mit mindestens einer sensiblen Struktur (**11**) und
- ein Gehäuse (**120**) mit einem Hohlraum, in dem das MEMS-Bauelement (**10**) angeordnet ist, gekennzeichnet durch einen Bauelementträger (**130**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, der als Gehäuseteil fungiert.

12. Bauteil (**100**) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Trägerfolie (**131**) des Bauelementträgers (**130**) bis auf die Montageseite des Gehäuses (**120**) erstreckt und mit elektrischen Anschlüssen (**135**) zur externen Kontaktierung des Bauteils (**100**) versehen ist.

13. Bauteil (**300**) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandung des Bauelementträgers (**330**) wannenartig abgestuft ist und mehrere Montageflächen auf unterschiedlichen Niveaus aufweist, und dass mindestens ein weiteres Bauelement (**53**) oberhalb oder unterhalb des MEMS-Bauelements (**10**) angeordnet ist, indem es auf mindestens einer entsprechenden Montagefläche mechanisch fixiert und elektrisch kontaktiert ist.

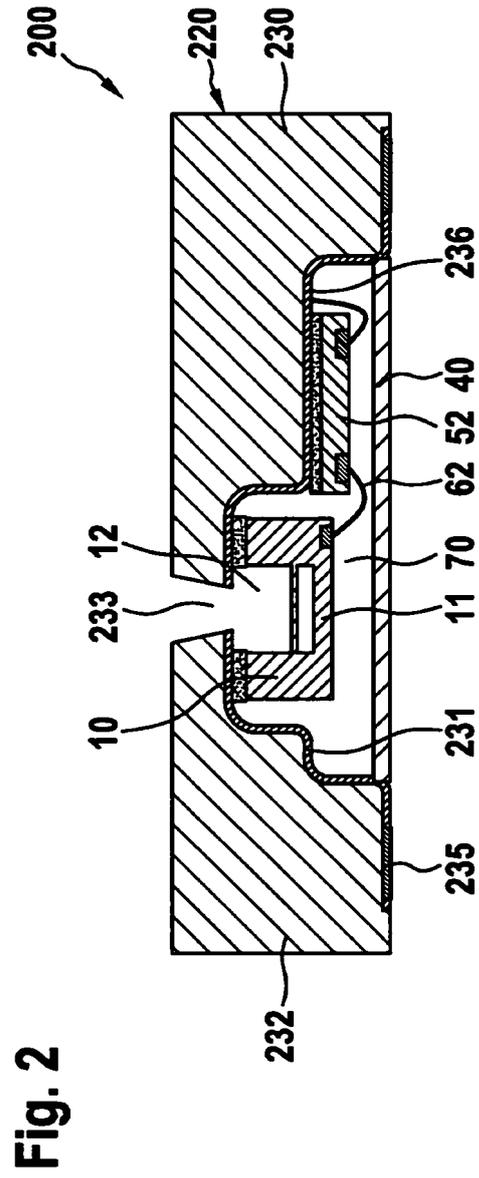
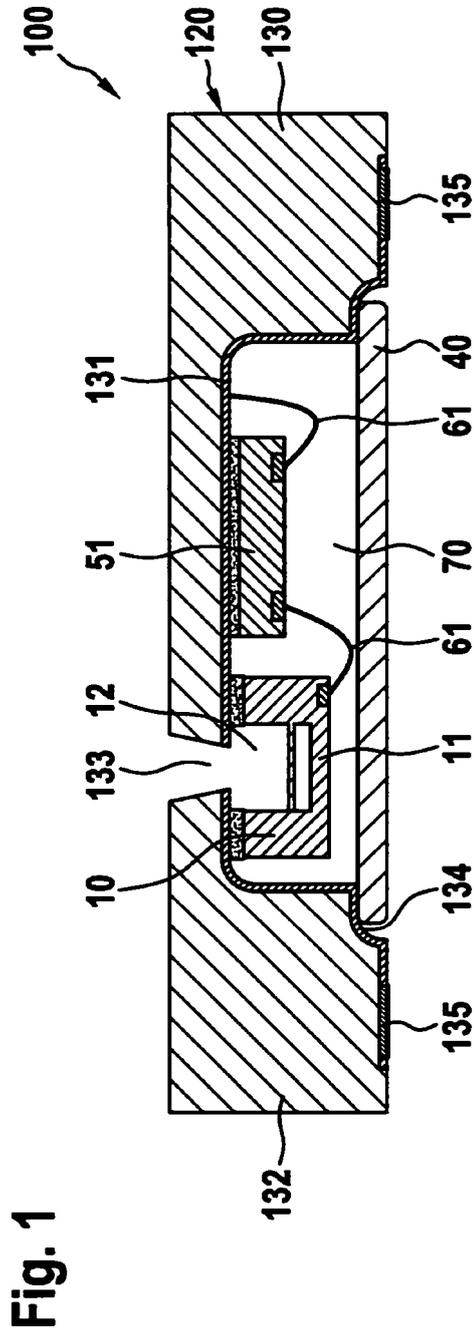
14. Bauteil (**100**) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**120**) ein Deckelteil (**40**) zum Abschluss des Hohlraums umfasst, dass das Deckelteil (**40**) aus einem Kunststoffmaterial, einem metallbeschichteten Kunststoffmaterial, einem Metall, einem Halbleitermaterial oder einem metallbeschichteten Halbleitermaterial gefertigt ist und dass das Deckelteil (**40**) mit dem Bauelementträger (**130**) mediendicht verbunden ist

15. Bauteil (**400**) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**420**) eine Folie (**440**) zum Abschluss des Hohlraums umfasst.

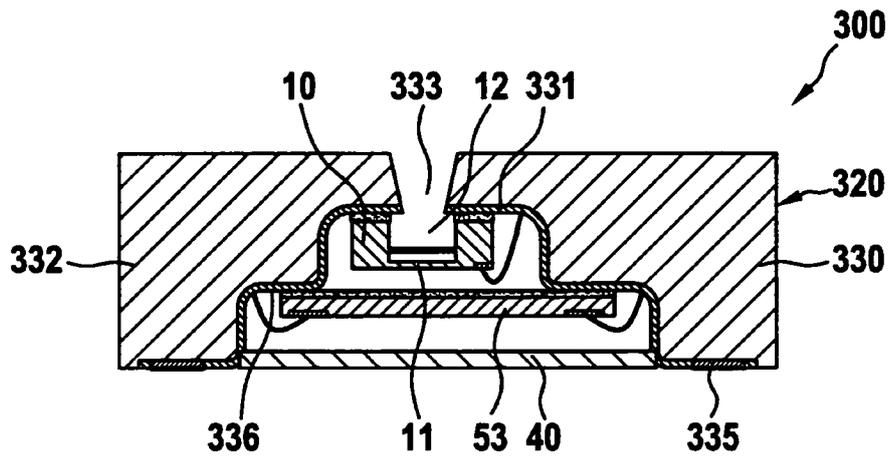
16. Bauteil (**100**) nach einem der Ansprüche 11 bis 15 mit mindestens einem MEMS-Mikrofonbauelement (**10**), MEMS-Lautsprecherbauelement oder MEMS-Drucksensorbauelement.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



**Fig. 3**



**Fig. 4**

