

(19)



(11)

EP 3 608 922 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2020 Patentblatt 2020/07

(51) Int Cl.:
H01B 1/22 (2006.01) H01B 1/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19189608.3**

(22) Anmeldetag: **01.08.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **10.08.2018 DE 102018213537**

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder: **Stier, Simon**
97082 Würzburg (DE)

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB Patent- und Rechtsanwälte**
Theresienhöhe 11a
80339 München (DE)

(54) **FLEXIBLES UND/ODER ELASTISCHES BAUTEIL UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein flexibles und/oder elastisches Bauteil umfassend ein zumindest teilweise flexibles und/oder elastisches Substrat mit einer Vorderseite und einer Rückseite sowie mindestens eine auf der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats bereichsweise angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht. Hierbei enthält die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht mindestens einen

elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff. Zudem ist auf der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht zumindest bereichsweise mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht angeordnet. Im Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung des flexiblen und/oder elastischen Bauteils sowie dessen Verwendung.

EP 3 608 922 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein flexibles und/oder elastisches Bauteil umfassend ein zumindest teilweise flexibles und/oder elastisches Substrat mit einer Vorderseite und einer Rückseite sowie mindestens eine auf der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats bereichsweise angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht. Hierbei enthält die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff. Zudem ist auf der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht zumindest bereichsweise mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht angeordnet. Im Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung des flexiblen und/oder elastischen Bauteils sowie dessen Verwendung.

[0002] Konventionelle Polymere sind in der Regel nicht elektrisch leitfähig. Abhilfe schafft die Beimengung leitfähiger Füllstoffe (extrinsische Leitfähigkeit) oder die Verwendung intrinsisch leitfähiger Polymere. Letztere sind jedoch in ihrer Auswahl stark begrenzt und zumeist kostspielig, während leitfähige Füllstoffe grundsätzlich jedem Polymer beigemischt werden können.

[0003] In der EP 2 775 483 B1 ist ein elektrisch leitendes Material beschrieben, welches leitfähige Partikel und ein elastomeres Bindemittel enthält. Im Hinblick auf Elastomere hat der Zuschlag von Füllstoffen den Vorteil, dass Kerneigenschaften wie Flexibilität und Dehnbarkeit weitgehend erhalten bleiben. Nachteilig ist jedoch die Erhöhung der Viskosität und die Versprödung mit zunehmendem Füllstoffanteil, was Verarbeitbarkeit und Anwendung einschränkt. Daher sind auch bei Verwendung hochleitfähiger silberbeschichteter Kupferpartikel der spezifischen Leitfähigkeit gefüllter Elastomere Grenzen bei etwa 10^4 S/m gesetzt.

[0004] Dies ist ausreichend für geringe Ströme wie sie bei (spannungsbasierender) Signalübertragungen oder dem Einsatz als kapazitive Sensoren vorliegen. Für die Stromversorgung energieintensiver Elektronik (Mikroprozessoren, Drahtlosmodule), den Einsatz als Heizelement oder zur drahtlosen Energieübertragung sind jedoch sehr hohe Leitbahnquerschnitte nötig, die je nach Anwendungsfall auf Grund beschränkter lateraler Ausdehnung oder Dicke nicht realisierbar sind.

[0005] Weithin nachteilig für den Einsatz leitfähiger Elastomere ist die aufwendige mechanische und elektrische Anbindung metallischer Komponenten. Hierfür kommen bislang nur Klebe- oder Quetschverbindungen in Frage, die in ihrer mechanischen Festigkeit bzw. Miniaturisierbarkeit begrenzt sind. Die in der Elektroindustrie verbreiteten hochgradig automatisierten und parallelisierten Lötverfahren können hingegen bisher nicht angewendet werden.

[0006] Zur Erhöhung der Leitfähigkeit und Verbesserung der Lötbarkeit wurde im Stand der Technik physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) verwendet, um nicht leitfähige Polymere mit leitfähigem Material zu be-

schichten. Dies dient u.a. als Grundlage für eine anschließende Galvanisierung. Die mangelhafte Festigkeit der über PVD abgeschiedenen Schicht wird nur indirekt über mechanische Verzahnung der aufgalvanisierten Schicht mit einem porösen Substrat ausgeglichen.

[0007] Alternativ existieren seit längerem chemische Verfahren, um elektrisch nicht leitfähige Polymere zu metallisieren. Hierfür ist jedoch ein aufwendiger, mehrstufiger Prozess teils unter Verwendung umwelt- und gesundheitsschädlicher Chemikalien notwendig.

[0008] Keines der Verfahren verwendet als Substrat ein bereits leitfähiges, gefülltes Polymer. Die durch Gasphasenabscheidung aufgebrachte Schicht unterliegt zudem einem hohen apparativen Aufwand und haftet unzureichend auf dem Substrat. Eine Verbesserung der Haftung ist nur mit zusätzlichem Strukturierungsaufwand des Substrates erreichbar. Die chemische Metallisierung ist ebenfalls mit hohem Prozessaufwand verbunden und ist nur bei bestimmten Polymermatrizen anwendbar.

[0009] Ausgehend hiervon war es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein flexibles und/oder elastisches Bauteil mit einer Elastomer-Matrix-Schicht anzugeben, die eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist.

[0010] Diese Aufgabe wird bezüglich eines flexiblen und/oder elastischen Bauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und bezüglich eines Verfahrens zur Herstellung eines solchen flexiblen und/oder elastischen Bauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 15 gelöst. Patentanspruch 22 gibt Verwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils an. Die jeweilig abhängigen Patentansprüche stellen dabei vorteilhafte Weiterbildungen dar.

[0011] Erfindungsgemäß wird somit ein flexibles und/oder elastisches Bauteil angegeben, welches ein zumindest teilweise flexibles und/oder elastisches Substrat mit einer Vorderseite und einer Rückseite sowie mindestens eine auf der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats bereichsweise angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht umfasst. Die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht enthält dabei mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff. Zudem ist auf der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht zumindest bereichsweise mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht angeordnet.

[0012] Das erfindungsgemäße Bauteil umfasst eine Elastomer-Matrix-Schicht, die sowohl einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff als auch elektrische leitfähige Metallschicht aufweist. Hierdurch ist die elektrische Leitfähigkeit der Elastomer-Matrix-Schicht deutlich erhöht. Beispielsweise kann so eine elektrische Leitfähigkeit von etwa 10^7 S/m und somit bei gleichem Elektrodenquerschnitt eine um bis zu drei Größenordnungen größere Leitfähigkeit als bei einer nur Partikel-gefüllten und nicht beschichteten Elastomer-Matrix erreicht werden. Aufgrund dessen eignet sich das erfindungsgemäße Bauteil auch für solche Anwendungen, die eine sehr hohe Leitfähigkeit erfordern, wie z.B. für die Stromversorgung energieintensiver Elektronik (Mikroprozessoren).

ren, Drahtlosmodule), den Einsatz als Heizelement oder zur drahtlosen Energieübertragung. Die bereichsweise auf dem Substrat angeordnete Elastomer-Matrix-Schicht kann hierbei z.B. als flexible und/oder elastische Leiterbahnstruktur eingesetzt werden.

[0013] Die auf der Elastomer-Matrix-Schicht angeordnete elektrisch leitfähige Metallschicht vereinfacht zudem die Anbindung konventioneller oberflächenmontierter Bauelemente, wie z.B. SMD-Bauelemente, da diese auf der Metallschicht auf einfache Weise durch Lötverfahren befestigt werden können.

[0014] Dadurch, dass die Elastomer-Matrix-Schicht einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff enthält, wäre sie bereits ohne die zusätzliche Metallschicht in gewissem Maße elektrisch leitfähig. Aufgrund dessen kann die elektrisch leitfähige Metallschicht auf sehr einfache Weise über eine elektrochemische Abscheidung, z.B. eine galvanische Abscheidung, auf der Elastomer-Matrix-Schicht aufgebracht werden. Die Herstellung der mit der elektrisch leitfähigen Metallschicht versehenen Elastomer-Matrix-Schicht ist somit auf einfache Weise möglich.

[0015] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Bauteils ist zudem seine Flexibilität und/oder Elastizität, welche durch die Verwendung eines flexiblen und/oder elastischen Substrats sowie einer Elastomer-Schicht als Matrix-Schicht erreicht wird. Durch die Flexibilität und/oder Elastizität des Bauteils ist dieses auch für spezielle Anwendungen, wie z.B. zur Anwendung als flexibler und/oder elastischer Sensor bzw. Aktor, geeignet. Somit kann mit dem erfindungsgemäßen Bauteil eine kapazitive oder resistive Elastomersensorik sowie Elastomeraktuatorik realisiert werden, die direkt mit der dafür notwendigen Ansteuerungs-, Auswerte- und Übertragungselektronik kombiniert ist. Das erfindungsgemäße Bauteil kann jedoch auch als Träger für Halbleitersensoren wie beispielsweise Temperatur-, Licht-, Feuchtigkeits-, Beschleunigungs- und Lagesensoren mit flexiblen und/oder dehnbaren Leiterbahnen, die durch Elastomer-Matrix-Schicht realisiert sind, eingesetzt werden, die dann auf textilen oder allgemein beweglichen Oberflächen (z.B. menschliche Haut, Robotergelenke) angebracht werden.

[0016] Erfindungsgemäß ist die elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht lediglich bereichsweise eine auf der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats angeordnet. Dies bedeutet, dass die Vorderseite und/oder Rückseite des Substrats mindestens einen Teilbereich mit einer darauf angeordneten elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht und mindestens einen Teilbereich ohne darauf angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht aufweist. Durch die lediglich bereichsweise Anordnung ist das erfindungsgemäße Bauteil für spezielle elektrische Anwendungen, z.B. für die Anwendung als flexibler und/oder elastischer Sensor bzw. Aktor, geeignet. Hierbei kann die elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht beispielsweise als flexible und/oder elastische Leiterbahn dienen. Die bereichsweise Anordnung kann dabei auch aus einer vollflächigen

Anordnung durch nachfolgende subtraktive Bearbeitung (z.B. selektives Abtragen mit einem Licht- oder Materialstrahl) hervorgehen.

[0017] Die mindestens eine elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht kann auf der Vorderseite des Substrats, auf der Rückseite des Substrats oder auf der Vorderseite und auf der Rückseite des Substrats angeordnet sein. Beispielsweise kann das flexible und/oder elastische Bauteil mindestens zwei elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schichten umfassen, wobei mindestens eine dieser Schichten auf der Vorderseite des Substrats angeordnet ist und mindestens eine weitere dieser Schichten auf der Rückseite des Substrats angeordnet ist.

[0018] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils zeichnet sich dadurch aus, dass

- die Oberfläche der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht mindestens einen metallisierten Teilbereich, in dem die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht auf der Elastomer-Matrix-Schicht angeordnet ist, und mindestens einen nicht-metallisierten Teilbereich aufweist, und/oder
- die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht eine gewellte Struktur aufweist, wenn sich die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht in einem nicht-gedehnten Zustand befindet, und/oder
- die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht mit der mindestens einen leitfähigen Metallschicht zweidimensional strukturiert ist, vorzugsweise mäanderrförmig strukturiert ist.

[0019] Auf diese Weise kann erreicht werden, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht die Flexibilität und/oder Elastizität des Bauteils nicht zu stark beeinflusst. Das flexible und/oder elastische Bauteil gemäß dieser Ausführungsform weist somit eine noch höhere Flexibilität und/oder Elastizität auf.

[0020] Hierbei ist es einerseits möglich, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht lediglich bereichsweise auf der Oberfläche der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht angeordnet ist, d.h. die Oberfläche der Elastomer-Matrix-Schicht weist mindestens einen metallisierten Teilbereich, in dem die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht auf der Elastomer-Matrix-Schicht angeordnet ist, und mindestens einen nicht-metallisierten Teilbereich auf. Vorzugsweise weist die Oberfläche der Elastomer-Matrix-Schicht mehrere metallisierte Teilbereiche, in denen die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht auf der Elastomer-Matrix-Schicht angeordnet ist, und mehrere nicht-metallisierte Teilbereiche auf. Durch diese lediglich lokale Metallisierung, wird erreicht, dass die in der Regel biegbare aber nicht dehnbare Metallschicht nicht auf der gesamten Elastomer-Matrix-Schicht angeordnet ist, sondern zusätzlich dehnbare

bare nicht-metallisierte Bereiche vorhanden sind. Durch das Vorhandensein dieser dehnbaren nicht-metallisierten Bereiche wird die Flexibilität bzw. Elastizität des erfindungsgemäßen Bauteils erhöht. Um die Flexibilität bzw. Elastizität noch weiter zu erhöhen, kann beispielsweise eine mäanderförmige Strukturierung der Elastomer-Matrix-Schicht und/oder der metallisierten Bereiche erfolgen.

[0021] Alternativ oder zusätzlich kann die Flexibilität und insbesondere die Elastizität des erfindungsgemäßen Bauteils auch dadurch erhöht werden, dass die Metallisierung, d.h. das Aufbringen der elektrisch leitfähigen Metallschicht auf der Elastomer-Matrix-Schicht in einem gedehnten Zustand der Elastomer-Matrix-Schicht erfolgt, d.h. dann, wenn sich die Elastomer-Matrix-Schicht in einem gedehnten Zustand befindet. In diesem Fall weist die Metallschicht nämlich dann, wenn sich die Elastomer-Matrix-Schicht wieder in einem nicht-gedehnten Zustand befindet, eine (zwei- oder dreidimensionale) gewellte Struktur auf, da sich aufgetragene nicht-gewellte Metallschicht nach dem Entspannen der Elastomer-Matrix-Schicht aufwölft. Durch diese gewellte Struktur wird erreicht, dass die Metallschicht die Dehnbarkeit der Elastomer-Matrix-Schicht nicht beschränkt, da sich die Wellen bei einer erneuten Dehnung glätten können und so ein deutlich flexibleres Verhalten der beschichteten Elastomer-Matrix-Schicht ermöglichen.

[0022] Zudem kann die Flexibilität und/oder die Elastizität des erfindungsgemäßen Bauteils auch dadurch erhöht werden, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht in Form einer zweidimensionalen, vorzugsweise mäanderförmigen, Strukturierung auf der Elastomer-Matrix-Schicht aufgebracht wird. Die Erhöhung der Flexibilität und/oder Elastizität resultiert hierbei letztlich daraus, dass die Dehnung des Bauteils bzw. der Elastomer-Matrix-Schicht in eine Biegung der Metallschicht umgeformt wird.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder Bauteils enthält das Substrat ein Material oder besteht aus diesem, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

- Elastomeren, vorzugsweise Silicon, Fluorsilicon, Polyurethan, Polynorbornen, Naturkautschuk, Styrol-Butadien, Isobutyl-Isopren, Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, Poly-Chlorbutadien, chlórsulfoniertes Polyethylen, Acrylnitril-Butadien, hydriertes Acrylnitril-Butadien, Fluorkautschuk, Flüssigkristallelastomere, thermoplastische Elastomere, besonders bevorzugt thermoplastische Styrol-Copolymere, wie z.B. Styrol-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Propylen-Styrol-, Styrol-Ethylen-Ethylen-Propylen-Styrol- oder Styrol-Isopren-Styrol-Copolymere, teilvernetzte Blends auf Polyolefin-Basis, besonders bevorzugt Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuken und Polypropylen, Blends aus Nitril-Butadien-Kautschuk und

Polypropylen und Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk und Polyethylen, thermoplastischen Urethan-Copolymeren, besonders bevorzugt Copolymere mit aromatischem Hartsegment und Ester-Weichsegment, Copolymere mit aromatischem Hartsegment und Ether-Weichsegment und Copolymere mit aromatischem Hartsegment und Ester/Ether-Weichsegment,

- Thermoplasten, vorzugsweise Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Acrylnitril-Butadien-Styrol, Polyamide, Polylactat, Polymethylmethacrylat, Polyetheretherketon, Polyvinylchlorid, Polycarbonat, Cellulosehydrat/-acetat, Polylactat, Polyethylenterephthalat, Polytetrafluorethylen, Polyester, thermoplastische Polyurethane, thermoplastische Polyimide, thermoplastische Flüssigkristallelastomere,
- Duroplasten, vorzugsweise Kunstharze, wie z.B. Phenolharz, Harnstoffharz, Melaminharz, Epoxidharz, Polyesterharz, duroplastische Polyurethane, duroplastische Polyimide, duroplastische Flüssigkristallelastomere, sowie
- Mischungen, Blends und Aufschäumungen hiervon

[0024] Vorzugsweise ist das Substrat elektrisch nicht-leitfähig.

- [0025]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Elastomer der Elastomer-Matrix-Schicht ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Silicon, Fluorsilicon, Polyurethan, Polynorbornen, Naturkautschuk, Styrol-Butadien, Isobutyl-Isopren, Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, Poly-Chlorbutadien, chlórsulfoniertem Polyethylen, Acrylnitril-Butadien, hydriertem Acrylnitril-Butadien, Fluorkautschuk, Flüssigkristallelastomere, thermoplastischen Elastomeren, vorzugsweise thermoplastischen Styrol-Copolymeren, wie z.B. Styrol-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Propylen-Styrol-, Styrol-Ethylen-Ethylen-Propylen-Styrol- oder Styrol-Isopren-Styrol-Copolymeren, teilvernetzten Blends auf Polyolefin-Basis, vorzugsweise Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuken und Polypropylen, Blends aus Nitril-Butadien-Kautschuk und Polypropylen und Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk und Polyethylen, thermoplastischen Urethan-Copolymeren, vorzugsweise Copolymeren mit aromatischem Hartsegment und Ester-Weichsegment, Copolymeren mit aromatischem Hartsegment und Ether-Weichsegment und Copolymeren mit aromatischem Hartsegment und Ester/Ether-Weichsegment, sowie Mischungen hiervon.

- [0026]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Elastomer der Elastomer-Matrix-Schicht ein nicht-thermoplastisches Elastomer, ganz besonders bevorzugt ein Silikon. Nicht-thermoplastische Elastomere, insbesondere Silikone, haben den Vorteil, dass sie zu-

mindest kurzzeitig auch bei hohen Temperaturen von über 200 °C noch thermisch stabil sind und sich bei solch hohen Temperaturen nicht zersetzen oder zerfließen. Somit können auf das erfindungsgemäße Bauteil problemlos elektrische Bauelemente mittels Lötverfahren, bei welchen hohe Temperaturen von über 200 °C erreicht werden, aufgebracht werden. Zudem kann das so hergestellte Bauteil prinzipiell auch bei Temperaturen von bis zu 200 °C betrieben werden.

[0027] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauteils ist dadurch gekennzeichnet, dass der elektrisch leitfähige partikuläre Füllstoff aus Partikeln besteht, die

- eine zumindest teilweise anisotrope Gestalt besitzen, wobei die Partikel vorzugsweise plättchenförmig, stäbchenförmig oder faserförmig sind, und/oder
- eine unregelmäßige Oberfläche besitzen, die vorzugsweise dadurch hervorgerufen ist, dass die Partikel durch Agglomeration von Nanopartikeln entstanden sind.

[0028] Durch die Verwendung solch spezieller Partikel kann eine sehr gute Anhaftung der elektrisch leitfähigen Metallschicht an die Elastomer-Matrix-Schicht erreicht.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der mindestens eine partikuläre Füllstoff

- mindestens einen metallischen partikulären Füllstoff umfasst, dessen Anteil in der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht mindestens 20 Gew.-%, bevorzugt mindestens 60 Gew.-%, beträgt, und/oder
- mindestens einen nicht-metallischen oder nur teilweise metallischen partikulären Füllstoff umfasst, dessen Anteil in der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht mindestens 1 Gew.-%, bevorzugt mindestens 3 Gew.-%, beträgt.

[0030] Weiterhin ist es bevorzugt, dass der Anteil des mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoffs in der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht mindestens 10 Vol.-%, bevorzugt mindestens 20 Vol.-%, beträgt.

[0031] Durch Verwendung eines höheren Anteils an leitfähigem partikulärem Füllstoff kann erreicht werden, dass die Elastomer-Matrix-Schicht eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist.

[0032] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils ist dadurch gekennzeichnet, dass der elektrisch leitfähige partikuläre Füllstoff Partikel enthält oder hieraus besteht, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus

- Partikeln, die mindestens ein Metall ausgewählt aus

der Gruppe bestehend aus Aluminium, Eisen, Zink, Zinn, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Mischungen hiervon enthalten oder daraus bestehen,

- 5 - Kompositpartikeln, welche einen Kern, bevorzugt einen Kern aus Glas oder einem Metall, sowie eine auf dem Kern angeordnete elektrisch leitfähige Beschichtung, bevorzugt eine Beschichtung aus Silber, aufweisen,

- 10 - Partikeln, die aus einem elektrisch leitfähigen, nicht-metallischen Material bestehen, welches bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Ruß, Graphit, Graphen, Kohlenstoff-Nanoröhren, Polyanilin, Polyacetylen, Polypyrrol, Polyparaphenylen, Polythiophen und Mischungen hiervon, und

- Mischungen solcher Partikel.

20 **[0033]** Weiterhin ist es bevorzugt, dass die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht zusätzlich Partikel aus einem elektrisch nicht-leitfähigen, nicht-metallischen Material, bevorzugt Kieselsäuren, enthält.

25 **[0034]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils zeichnet sich dadurch aus, dass die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht

- 30 - ein Metall enthält oder aus diesem besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Zink, Zinn und Mischungen hiervon, und/oder

- 35 - eine Schichtdicke von 100 nm bis 100 µm, bevorzugt von 5 µm bis 50 µm, aufweist, und/oder

- 40 - eine abgeschiedene Schicht, vorzugsweise eine physikalisch abgeschiedene, chemisch abgeschiedene oder elektrochemisch abgeschiedene Schicht, besonders bevorzugt eine galvanisch abgeschiedene Schicht, ist.

45 **[0035]** Durch eine Mindest-Schichtdicke der Metallschicht von 100 nm, bevorzugt von 5 µm, kann eine höhere Leitfähigkeit der Metallschicht erreicht werden. Durch eine maximale Schichtdicke der Metallschicht von 100 µm, bevorzugt 50 µm, kann eine höhere Flexibilität bzw. Elastizität des erfindungsgemäßen Bauteils erreicht werden. Durch Verwendung einer Schichtdicke im Bereich von 100 nm bis 100 µm, bevorzugt von 5 µm bis 50 µm, kann somit sowohl eine höhere Leitfähigkeit der Metallschicht als auch eine höhere Flexibilität und/oder Elastizität des erfindungsgemäßen flexiblen Bauteils erreicht werden.

55 **[0036]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils ist die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht zumindest teilweise in Form von Leiterbahnen

auf dem Substrat angeordnet ist. Hierdurch ergeben sich besonders viele Anwendungsmöglichkeiten des Bauteils als elektrisches Bauteil.

[0037] Bei der elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht kann es sich um eine Elastomerelektrode handeln.

[0038] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass das flexible und/oder elastische Bauteil ein oder mehrere elektrische Bauelemente, vorzugsweise ein SMD-Bauelemente, umfasst, welche über ein Lot mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht in Verbindung stehen. Bei dem Lot handelt es sich vorzugsweise um eine Zinnlegierung, besonders bevorzugt um eine Zinn-Bismut-Legierung. Zudem ist es bevorzugt, dass die Lötstelle, d.h. die Stelle, an der das elektrische Bauelement über das Lot mit der Metallschicht in Verbindung steht, durch mindestens eine Deckschicht und/oder mindestens eine Kapselung mechanisch versteift ist. Beispielsweise können die Lötstellen und/oder das elektrische Bauteil mit einem Elastomer, vorzugsweise einem Elastomer hoher Steifigkeit, eingekapselt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Gesamtaufbau, d.h. die gesamte Vorderseite des Substrats, dann beispielsweise noch einmal mit dem Substratmaterial beschichtet werden.

[0039] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils weist das flexible und/oder elastische Bauteil mehrere flexible und/oder elastische Substrate und mehrere elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schichten auf, wobei die Substrate und die Elastomer-Matrix-Schichten abwechselnd angeordnet sind. Es ergibt sich somit eine Schichtstruktur aus abwechselnd angeordneten Substraten und Elastomer-Matrix-Schichten, wobei auf der äußersten Elastomer-Matrix-Schicht bzw. den äußersten Elastomer-Matrix-Schichten eine elektrisch leitfähige Metallschicht angeordnet ist. Eine solche Anordnung ist beispielsweise besonders für die Verwendung als Sensor, z.B. Drucksensor, geeignet. Zudem ist es bevorzugt, dass mindestens eines der mehreren Substrate mindestens eine Unterbrechung aufweist, durch welche die an dieses Substrat angrenzenden elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schichten verbunden sind. Dies erlaubt eine Verbindung der leitfähigen Schichten über eine oder mehrere Ebenen hinweg. Weiterhin können die Substratschichten zur Realisierung von Sensorfunktionen auch Gasvolumen beispielsweise durch Aufschäumen oder Hohlstrukturen beinhalten.

[0040] Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße flexible und/oder elastische Bauteil

- eine Antennenstruktur und/oder eine Spulenstruktur, und/oder
- eine Sensorstruktur und/oder eine Aktorstruktur.

[0041] Die vorliegende Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils, bei welchem

a) ein flexibles und/oder elastisches Substrat mit einer Vorderseite und einer Rückseite bereitgestellt wird,

b) die Vorderseite und/oder die Rückseite des Substrats mit mindestens einer bereichsweise angeordneten elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht versehen wird, die mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff enthält, und

c) die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht zumindest bereichsweise mit einer elektrisch leitfähigen Metallschicht versehen wird.

[0042] Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das Versehen der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats mit der mindestens einen bereichsweise angeordneten elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht in Schritt b) dadurch erfolgt, dass

- die Vorderseite und/oder die Rückseite des Substrats bereichsweise mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht versehen wird, oder
- die Vorderseite und/oder die Rückseite des Substrats zunächst vollflächig mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht versehen wird und anschließend mindestens ein Teilbereich der mindestens einen elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht entfernt wird, wobei das Entfernen vorzugsweise mittels Laserbehandlung erfolgt.

[0043] Die Herstellung der Elastomer-Matrix-Schicht auf dem Substrat in Schritt b) kann also auf zwei verschiedene bevorzugte Weisen erfolgen. Entweder die Elastomer-Matrix-Schicht wird direkt lediglich bereichsweise auf das Substrat aufgetragen, sodass eine lediglich bereichsweise angeordnete Elastomer-Matrix-Schicht resultiert. Oder die Elastomer-Matrix-Schicht wird zunächst vollflächig auf das Substrat aufgetragen, wobei im Anschluss ein Teil der Elastomer-Matrix-Schicht durch eine subtraktive Bearbeitung (z.B. durch selektives Abtragen mit einem Licht- oder Materialstrahl, vorzugsweise durch Laserbehandlung) entfernt wird. Natürlich ist es alternativ auch möglich, zunächst die Elastomer-Matrix-Schicht bereichsweise aufzutragen und anschließend einen Teil der Elastomer-Matrix-Schicht zu entfernen.

[0044] Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt c)

- die elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht bereichsweise mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht versehen wird, oder

- die elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht zunächst vollflächig mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht versehen wird und anschließend mindestens ein Teilbereich der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht entfernt wird, wobei das Entfernen vorzugsweise mittels Laserbehandlung erfolgt.

[0045] Prinzipiell kann die elektrische leitfähige Metallschicht so auf der Elastomer-Matrix-Schicht hergestellt werden, dass eine lediglich bereichsweise auf der Elastomer-Matrix-Schicht angeordnete Metallschicht oder eine vollflächig auf der Elastomer-Matrix-Schicht angeordnete Metallschicht erhalten wird. Für die Herstellung einer lediglich bereichsweise angeordneten Metallschicht gibt es zwei bevorzugte Möglichkeiten. Entweder die Metallschicht wird direkt lediglich bereichsweise auf die Elastomer-Matrix-Schicht aufgetragen, sodass eine lediglich bereichsweise angeordnete Metallschicht resultiert. Oder die Metallschicht wird zunächst vollflächig auf die Elastomer-Matrix-Schicht aufgetragen, wobei im Anschluss ein Teil der Metallschicht durch eine subtraktive Bearbeitung (z.B. durch selektives Abtragen mit einem Licht- oder Materialstrahl, vorzugsweise durch Laserbehandlung) entfernt wird. Natürlich ist es alternativ auch möglich, zunächst die Metallschicht bereichsweise aufzutragen und anschließend einen Teil der Metallschicht zu entfernen.

[0046] Eine weitere bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das Versehen der Elastomer-Matrix-Schicht mit der elektrisch leitfähigen Metallschicht in Schritt c) dadurch erfolgt, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht auf der Elastomer-Matrix-Schicht abgeschieden wird. Vorzugsweise erfolgt die Abscheidung dabei mittels

- physikalischer Abscheidung, besonders bevorzugt PVD-Abscheidung, oder
- chemischer Abscheidung, besonders bevorzugt CVD-Abscheidung oder nasschemischer Abscheidung, oder
- elektrochemischer Abscheidung, besonders bevorzugt Galvanisierung oder Elektroplattierung, ganz besonders bevorzugt unter Verwendung eines Tauchbades oder eines Tampon-Verfahrens.

[0047] Auf diese Weise ist ein besonders einfaches und kostengünstiges Aufbringen der Metallschicht möglich. Ganz besonders bevorzugt ist hierbei die elektrochemische Abscheidung, insbesondere die Abscheidung durch Galvanisierung, z.B. unter Verwendung eines Tauchbades oder eines Tampon-Verfahrens, da hier die Abscheidung auf eine ganz besonders einfache und kostengünstige Weise realisiert werden kann.

[0048] In einer weiteren bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Versehen der

Elastomer-Matrix-Schicht mit der elektrisch leitfähigen Metallschicht in Schritt c) dadurch, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht elektrochemisch unter Verwendung eines Elektrolyten abgeschieden wird, wobei die Abscheidung an einer Phasengrenze zwischen dem Elektrolyten und der noch unvernetzten oder nur teilvernetzten Elastomer-Matrix-Schicht erfolgt. Hierbei erfolgt die elektrochemische Abscheidung an der entweder unvernetzten oder nur teilvernetzten, d.h. der noch nicht vollständig vernetzten, Elastomer-Matrix-Schicht. Durch die Abscheidung an der Phasengrenze kann sich die Metallschicht partiell in die noch nicht vollständig vernetzte Elastomer-Matrix-Schicht einfallen. Durch anschließendes Aushärten kann dann die vollständige Vernetzung der Elastomer-Matrix-Schicht mit der darin partiell eingefalteten Metallschicht erreicht werden. Auf diese Weise resultiert eine deutlich bessere Anbindung der Metallschicht an die Elastomer-Matrix-Schicht.

[0049] Eine weitere bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt c) die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht zumindest bereichsweise mit einer elektrisch leitfähigen Metallschicht versehen wird, während sich die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht in einem gedehnten Zustand befindet. Auf diese Weise weist die Metallschicht dann, wenn sich die Elastomer-Matrix-Schicht wieder in einem nicht-gedehnten Zustand befindet, eine (dreidimensionale) gewellte Struktur auf, da sich die aufgetragene nicht-gewellte Metallschicht nach dem Entspannen der Elastomer-Matrix-Schicht aufwellt. Durch diese gewellte Struktur wird erreicht, dass die Metallschicht die Dehnbarkeit der Elastomer-Matrix-Schicht nicht beschränkt, da sich die Wellen bei einer erneuten Dehnung glätten können. In der Folge wird so ein deutlich flexibleres Verhalten der beschichteten Elastomer-Matrix-Schicht ermöglicht. Damit wird durch diese Verfahrensvariante die Flexibilität des hergestellten Bauteils deutlich erhöht.

[0050] Weiterhin ist es bevorzugt, dass zwischen Schritt b) und c) die mindestens eine elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht mit mindestens einem weiteren flexiblen und/oder elastischen Substrat und mindestens einer weiteren elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht versehen wird, so dass die Substrate und die Elastomer-Matrix-Schichten abwechselnd angeordnet sind.

[0051] Im Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung des erfindungsgemäßen flexiblen und/oder elastischen Bauteils als Heizelement, als Spule, als Antenne, als Leiterplatte, als Sensor, vorzugsweise Temperatursensor, Lichtsensor, Feuchtigkeitssensor, Beschleunigungssensor, Lagesensor, Drucksensor, Näherungssensor, Dehnungssensor, Scherkraftsensor, als magnetischer bzw. magnetorheologischer oder dielektrischer Aktor, als dielektrischer Generator, als dielektrischer oder resistiver Sensor, oder als integriertes Bauteil, welches mehrere der genannten Funktionen erfüllt.

[0052] Anhand der nachfolgenden Beispiele und Figu-

ren soll die vorliegende Erfindung näher erläutert werden, ohne diese auf die hier gezeigten spezifischen Ausführungsformen und Parameter zu beschränken.

[0053] In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und elastischen Bauteils in Form einer elastischen Platine in einer Schnittansicht gezeigt. Das Bauteil umfasst ein flexibles und elastisches Substrat 1 mit einer Vorderseite und einer Rückseite sowie eine auf der Vorderseite des Substrats bereichsweise angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht 2, bei welcher es sich um eine Elastomerelektrode handelt. Das Substrat 1 ist ein elektrisch nichtleitfähiges Elastomer-Substrat. Die Elastomer-Matrix-Schicht 2 enthält einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff. Auf der Elastomer-Matrix-Schicht 2 ist bereichsweise eine elektrisch leitfähige Metallschicht 3 angeordnet, bei welcher es sich um eine galvanisch abgeschiedene Metallschicht handelt. Ferner umfasst das Bauteil ein elektrisches Bauelement 6 mit Löt pads 5, bei welchem es sich um ein SMD-Bauelement handelt. Das Bauelement 6 steht über ein Lot 4 mit der elektrisch leitfähigen Metallschicht 3 in Verbindung.

[0054] In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und elastischen Bauteils gezeigt, welches auf der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform aufbaut. Zusätzlich zum in Fig. 1 gezeigten Bauteil ist im Bauteil in Fig. 2 die Lötstelle noch durch eine Deckschicht 8 sowie durch eine Kapselung 7 mechanisch versteift. Beispielsweise können Lötstellen und/oder SMD-Bauteil mit einem Elastomer hoher Steifigkeit eingekapselt werden. Zusätzlich kann der Gesamtaufbau noch einmal mit dem Substratmaterial beschichtet werden.

[0055] In Fig. 3 ist eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen flexiblen und elastischen Bauteils gezeigt. Das Bauteil umfasst ein flexibles und/oder elastisches Substrat 1 mit einer Vorderseite und einer Rückseite sowie eine auf der Vorderseite des Substrats bereichsweise angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht 2, welche in Form von Leiterbahnen auf dem Substrat 1 angeordnet ist. Die Elastomer-Matrix-Schicht 2 enthält einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff. Auf der Elastomer-Matrix-Schicht 2 ist bereichsweise eine elektrisch leitfähige Metallschicht 3 angeordnet, auf welcher elektrische Bauelemente 6 angebracht sind, bei welchen es sich um SMD-Bauelemente handelt. Die SMD-Bauteile 6 selbst sind in Fig. 3 der Übersicht halber nicht mit eingezeichnet. Die Metallschicht 3 dient dabei als Löt pads für die elektrischen Bauteile 6. Zudem umfasst das Bauteil eine lediglich schematisch dargestellte Antennen- bzw. Spulenstruktur 9 sowie eine Sensor- bzw. Aktorstruktur 10.

Patentansprüche

1. Flexibles und/oder elastisches Bauteil umfassend ein zumindest teilweise flexibles und/oder elastisches Substrat (1) mit einer Vorderseite und einer Rückseite sowie mindestens eine auf der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats (1) bereichsweise angeordnete elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht (2), wobei die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff enthält, und wobei auf der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht (2) zumindest bereichsweise mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht (3) angeordnet ist.
2. Bauteil nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Oberfläche der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht (2) mindestens einen metallisierten Teilbereich, in dem die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht (3) auf der Elastomer-Matrix-Schicht (2) angeordnet ist, und mindestens einen nicht-metallisierten Teilbereich aufweist, und/oder
 - die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht (3) eine gewellte Struktur aufweist, wenn sich die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) in einem nicht-gedehnten Zustand befindet, und/oder
 - die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) mit der mindestens einen leitfähigen Metallschicht (3) zweidimensional strukturiert ist, vorzugsweise mäanderförmig strukturiert ist.
3. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (1) ein Material enthält oder aus diesem besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus
 - Elastomeren, vorzugsweise Silicon, Fluorsilicon, Polyurethan, Polynorbornen, Naturkautschuk, Styrol-Butadien, Isobutylene-Isopren, Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, Poly-Chlorbutadien, chloresulfoniertes Polyethylen, Acrylnitril-Butadien, hydriertes Acrylnitril-Butadien, Fluorkautschuk, Flüssigkristall-elastomere, thermoplastische Elastomere, besonders bevorzugt thermoplastische Styrol-Copolymere, wie z.B. Styrol-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Propylen-Styrol-, Styrol-Ethylen-Ethylen-Propylen-Styrol- oder Styrol-Isopren-Styrol- Copolymere, teilvernetzte Blends auf Polyolefin-Basis, besonders bevorzugt Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuken und Polypropylen, Blends aus Nitril-Butadien-Kautschuk und Poly-

- propylen und Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk und Polyethylen, thermoplastischen Urethan-Copolymeren, besonders bevorzugt Copolymere mit aromatischem Hartsegment und Ester-Weichsegment, Copolymere mit aromatischem Hartsegment und Ether-Weichsegment und Copolymere mit aromatischem Hartsegment und Ester/Ether-Weichsegment,
- Thermoplasten, vorzugsweise Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Acrylnitril-Butadien-Styrol, Polyamide, Polylactat, Polymethylmethacrylat, Polyetheretherketon, Polyvinylchlorid, Polycarbonat, Cellulosehydrat/-acetat, Polylactid, Polyethylenterephthalat, Polytetrafluorethylen, Polyester, thermoplastische Polyurethane, thermoplastische Polyimide, thermoplastische Flüssigkristallelastomere
 - Duroplasten, vorzugsweise Kunstharze, wie z.B. Phenolharz, Harnstoffharz, Melaminharz, Epoxidharz, Polyesterharz, duroplastische Polyurethane, duroplastische Polyimide, duroplastische Flüssigkristallelastomere sowie
 - Mischungen, Blends und Aufschäumungen hiervon.
4. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Elastomer ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Silikon, Fluorsilikon, Polyurethan, Polynorbornen, Naturkautschuk, Styrol-Butadien, Isobutylen-Isopren, Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, Poly-Chlorbutadien, chloresulfoniertem Polyethylen, Acrylnitril-Butadien, hydriertem Acrylnitril-Butadien, Fluorkautschuk, Flüssigkristallelastomeren, thermoplastischen Elastomeren, vorzugsweise thermoplastischen Styrol-Copolymeren, wie z.B. Styrol-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-, Styrol-Ethylen-Propylen-Styrol-, Styrol-Ethylen-Ethylen-Propylen-Styrol- oder Styrol-Isopren-Styrol- Copolymeren, teilvernetzten Blends auf Polyolefin-Basis, vorzugsweise Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuken und Polypropylen, Blends aus Nitril-Butadien-Kautschuk und Polypropylen und Blends aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk und Polyethylen, thermoplastischen Urethan-Copolymeren, vorzugsweise Copolymeren mit aromatischem Hartsegment und Ester-Weichsegment, Copolymeren mit aromatischem Hartsegment und Ether-Weichsegment und Copolymeren mit aromatischem Hartsegment und Ester/Ether-Weichsegment, sowie Mischungen hiervon.
5. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Elastomer ein nicht-thermoplastisches Elastomer, vorzugsweise ein Silikon, ist.
6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrisch leitfähige partikuläre Füllstoff aus Partikeln besteht, die
- eine zumindest teilweise anisotrope Gestalt besitzen, wobei die Partikel vorzugsweise plättchenförmig, stäbchenförmig oder faserförmig sind, und/oder
 - eine unregelmäßige Oberfläche besitzen, die vorzugsweise dadurch hervorgerufen ist, dass die Partikel durch Agglomeration von Nanopartikeln entstanden sind.
7. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine partikuläre Füllstoff
- mindestens einen metallischen partikulären Füllstoff umfasst, dessen Anteil in der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht (2) mindestens 20 Gew.-%, bevorzugt mindestens 60 Gew.-%, beträgt, und/oder
 - mindestens einen nicht-metallischen oder nur teilweise metallischen partikulären Füllstoff umfasst, dessen Anteil in der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht (2) mindestens 1 Gew.-%, bevorzugt mindestens 3 Gew.-%, beträgt.
8. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoffs in der mindestens einen Elastomer-Matrix-Schicht (2) mindestens 10 Vol.-%, bevorzugt mindestens 20 Vol.-%, beträgt.
9. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrisch leitfähige partikuläre Füllstoff Partikel enthält oder hieraus besteht, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus
- Partikeln, die mindestens ein Metall ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Eisen, Zink, Zinn, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Mischungen hiervon enthalten oder daraus bestehen,
 - Kompositpartikeln, welche einen Kern, bevorzugt einen Kern aus Glas oder einem Metall, sowie eine auf dem Kern angeordnete elektrisch leitfähige Beschichtung, bevorzugt eine Beschichtung aus Silber, aufweisen,
 - Partikeln, die aus einem elektrisch leitfähigen, nicht-metallischen Material bestehen, welches bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Ruß, Graphit, Graphen, Kohlenstoff-Nanoröhren, Polyanilin, Polyacetylen, Polypyrrol, Polyparaphenylen, Polythiophen und Mi-

schungen hiervon, und
- Mischungen solcher Partikel.

10. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) zusätzlich Partikel aus einem elektrisch nicht-leitfähigen, nicht-metallischen Material, bevorzugt Kieselsäuren, enthält. 5
11. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine elektrisch leitfähige Metallschicht (3) 10
- ein Metall enthält oder aus diesem besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Zink, Zinn und Mischungen hiervon, und/oder 15
 - eine Schichtdicke von 100 nm bis 100 µm, bevorzugt von 5 µm bis 50 µm, aufweist, und/oder 20
 - eine abgeschiedene Schicht, vorzugsweise eine physikalisch abgeschiedene, chemisch abgeschiedene oder elektrochemisch abgeschiedene Schicht, besonders bevorzugt eine galvanisch abgeschiedene Schicht, ist. 25
12. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) zumindest teilweise in Form von Leiterbahnen auf dem Substrat (1) angeordnet ist. 30
13. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible und/oder elastische Bauteil ein elektrisches Bauelement (6), vorzugsweise ein SMD-Bauelement, umfasst, welches über ein Lot (4), bei dem es sich vorzugsweise um eine Zinnlegierung, besonders bevorzugt um eine Zinn-Bismut-Legierung handelt, mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) in Verbindung steht, wobei die Lötstelle vorzugsweise durch mindestens eine Deckschicht (8) und/oder mindestens eine Kapselung (7) mechanisch versteift ist. 35
14. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible und/oder elastische Bauteil mehrere flexible und/oder elastische Substrate (1) und mehrere elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schichten (2) aufweist, wobei die Substrate und die Elastomer-Matrix-Schichten abwechselnd angeordnet sind, und wobei vorzugsweise mindestens eines der mehreren Substrate mindestens eine Unterbrechung aufweist, durch welche die an dieses Substrat angrenzenden elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schichten verbunden sind. 40

15. Verfahren zur Herstellung eines flexiblen und/oder elastischen Bauteils gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, bei welchem

- a) ein flexibles und/oder elastisches Substrat (1) mit einer Vorderseite und einer Rückseite bereitgestellt wird,
- b) die Vorderseite und/oder die Rückseite des Substrats (1) mit mindestens einer bereichsweise angeordneten elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht (2) versehen wird, die mindestens einen elektrisch leitfähigen partikulären Füllstoff enthält, und
- c) die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) zumindest bereichsweise mit mindestens einer elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) versehen wird. 45

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Versehen der Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats (1) mit der mindestens einen bereichsweise angeordneten elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht (2) in Schritt b) dadurch erfolgt, dass

- die Vorderseite und/oder die Rückseite des Substrats (1) bereichsweise mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht (2) versehen wird, oder
- die Vorderseite und/oder die Rückseite des Substrats (1) zunächst vollflächig mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht (2) versehen wird und anschließend mindestens ein Teilbereich der mindestens einen elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht (2) entfernt wird, wobei das Entfernen vorzugsweise mittels Laserbehandlung erfolgt. 50

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt c)

- die elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht (2) bereichsweise mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) versehen wird, oder
- die elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht (2) zunächst vollflächig mit der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) versehen wird und anschließend mindestens ein Teilbereich der mindestens einen elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) entfernt wird, wobei das Entfernen vorzugsweise mittels Laserbehandlung erfolgt. 55

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Versehen der Elastomer-Matrix-Schicht (2) mit der elektrisch leit-

fähigen Metallschicht (3) in Schritt c) dadurch erfolgt, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht (3) auf der Elastomer-Matrix-Schicht (2) abgeschieden wird, wobei die Abscheidung vorzugsweise mittels

Funktionen erfüllt.

5

- physikalischer Abscheidung, besonders bevorzugt PVD-Abscheidung, oder
- chemischer Abscheidung, besonders bevorzugt CVD-Abscheidung oder nasschemischer Abscheidung, oder
- elektrochemischer Abscheidung, besonders bevorzugt Galvanisierung oder Elektroplattierung, ganz besonders bevorzugt unter Verwendung eines Tauchbades oder eines Tampon-Verfahrens,

10

15

erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Versehen der Elastomer-Matrix-Schicht (2) mit der elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) in Schritt c) dadurch erfolgt, dass die elektrisch leitfähige Metallschicht (3) elektrochemisch unter Verwendung eines Elektrolyten abgeschieden wird, wobei die Abscheidung an einer Phasengrenze zwischen dem Elektrolyten und der noch unvernetzten oder nur teilvernetzten Elastomer-Matrix-Schicht erfolgt. 20
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt c) die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) zumindest bereichsweise mit einer elektrisch leitfähigen Metallschicht (3) versehen wird, während sich die mindestens eine Elastomer-Matrix-Schicht (2) in einem gedehnten Zustand befindet. 30
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Schritt b) und c) die mindestens eine elektrisch leitfähige Elastomer-Matrix-Schicht (2) mit mindestens einem weiteren flexiblen und/oder elastischen Substrat und mindestens einer weiteren elektrisch leitfähigen Elastomer-Matrix-Schicht versehen wird, so dass die Substrate und die Elastomer-Matrix-Schichten abwechselnd angeordnet sind. 35
22. Verwendung eines flexiblen und/oder elastischen Bauteils gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 als Heizelement, als Spule, als Antenne, als Leiterplatte, als Sensor, vorzugsweise Temperatursensor, Lichtsensor, Feuchtigkeitssensor, Beschleunigungssensor, Lagesensor, Drucksensor, Näherungssensor, Dehnungssensor, Scherkraftsensor, als magnetischer bzw. magnetorheologischer oder dielektrischer Aktor, als dielektrischer Generator, als dielektrischer oder resistiver Sensor, oder als integriertes Bauteil, welches mehrere der genannten 40

40

45

50

55

Fig. 1

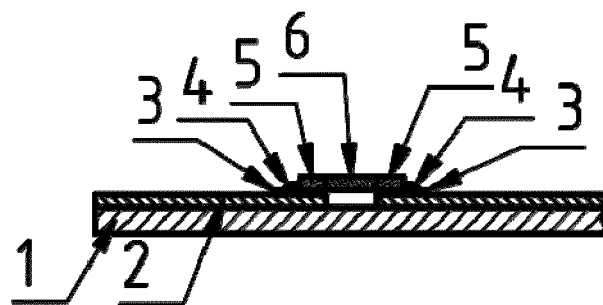


Fig. 2

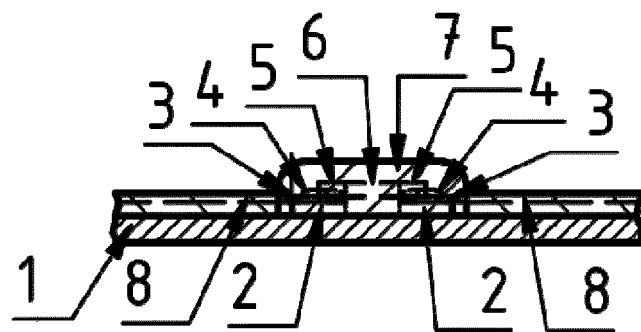
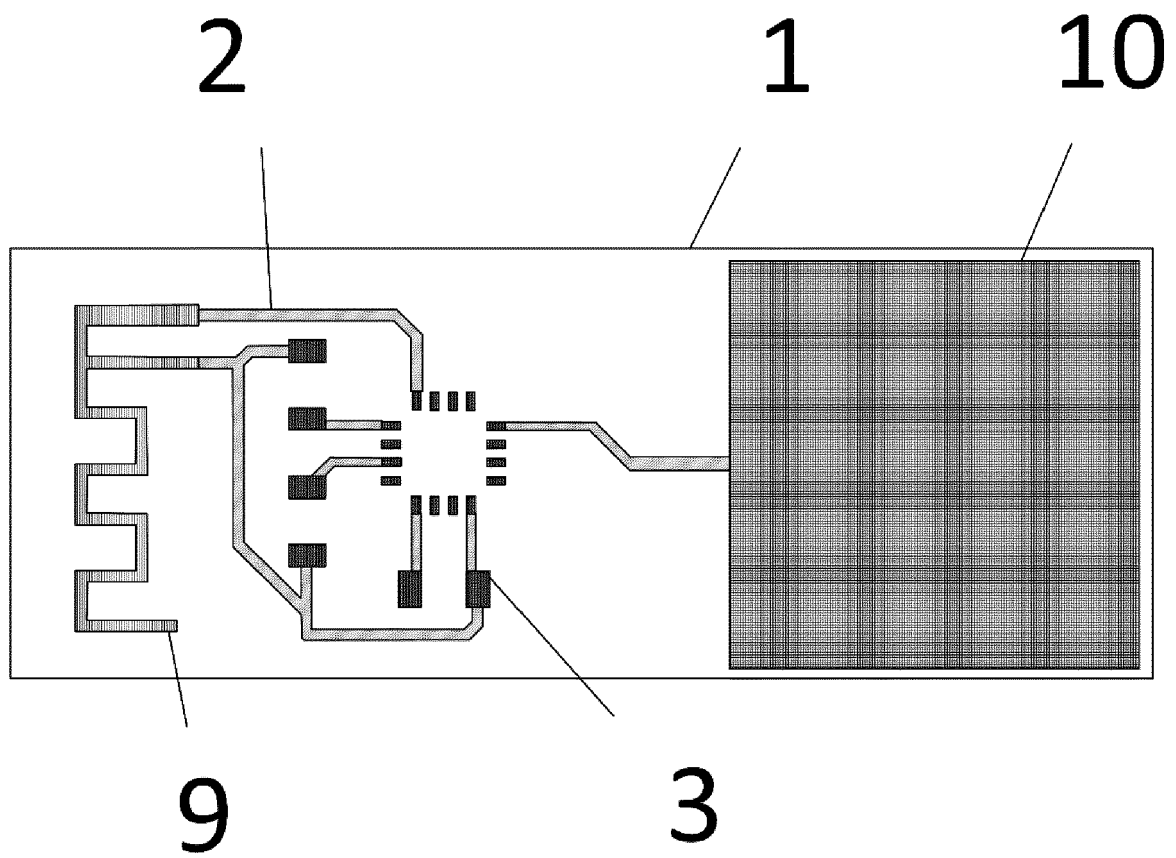


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 18 9608

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KR 2018 0068312 A (AMOGREENTECH CO LTD [KR]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) * Abbildungen * - & US 2019/320562 A1 (SEO IN YONG [KR] ET AL) 17. Oktober 2019 (2019-10-17) * Absatz [0030]; Abbildung 1 * -----	1-22	INV. H01B1/22 H01B1/24
X	US 7 695 647 B2 (UNIV MARYLAND [US]) 13. April 2010 (2010-04-13) * Ansprüche 1-15; Beispiel 2 * -----	1-22	
A	DE 10 2017 001097 A1 (GENTHERM GMBH) 9. August 2018 (2018-08-09) * Ansprüche 1-23; Abbildungen 1-4 * -----	1-22	
A	DE 199 39 174 A1 (WET AUTOMOTIVE SYSTEMS AG [DE]) 5. April 2001 (2001-04-05) * Ansprüche 1-14 * -----	1-22	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. Dezember 2019	Prüfer Lehnert, Andreas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 18 9608

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-12-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 20180068312 A	21-06-2018	CN 110073733 A	30-07-2019
		KR 20180068307 A	21-06-2018
		KR 20180068312 A	21-06-2018
		US 2019320562 A1	17-10-2019

US 2019320562 A1	17-10-2019	CN 110073733 A	30-07-2019
		KR 20180068307 A	21-06-2018
		KR 20180068312 A	21-06-2018
		US 2019320562 A1	17-10-2019

US 7695647 B2	13-04-2010	KEINE	

DE 102017001097 A1	09-08-2018	CN 110268800 A	20-09-2019
		DE 102017001097 A1	09-08-2018
		KR 20190097194 A	20-08-2019
		WO 2018145682 A1	16-08-2018

DE 19939174 A1	05-04-2001	CA 2316434 A1	20-02-2001
		DE 19939174 A1	05-04-2001
		JP 2001110554 A	20-04-2001
		US 6686562 B1	03-02-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2775483 B1 [0003]