

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Juni 2025 (19.06.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/124665 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01B 1/24 (2006.01) *C08K 3/04* (2006.01)
H01B 3/00 (2006.01)

IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/200142

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. November 2024 (19.11.2024)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 212 751.2
14. Dezember 2023 (14.12.2023) DE

(71) Anmelder: **CONTITECH DEUTSCHLAND GMBH**
[DE/DE]; Continental-Plaza 1, 30175 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **SOSTMANN, Stefan**; c/o ContiTech Deutsch-
land GmbH, Continental-Plaza 1, 30175 Hannover (DE).
WIGGERT, Maren; c/o ContiTech Deutschland GmbH,
Continental-Plaza 1, 30175 Hannover (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD,
SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY,
KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

(54) Title: RECOVERED CARBON BLACK (RCB)-FILLED ELASTOMER MATERIALS IN COMBINATION WITH THE COM-
PARABLE INDUSTRIAL CARBON BLACK-FILLED MATERIALS

(54) Bezeichnung: „RECOVERED CARBON BLACK“ (RCB)-GEFÜLLTE ELASTOMERWERKSTOFFE IN KOMBINATION
MIT DEN VERGLEICHBAREN INDUSTRIERUSS-GEFÜLLTEN WERKSTOFFEN

(57) Abstract: The invention relates to a component part comprising an electrically conductive component made from an elastomer
material comprising industrial carbon black and an electrically nonconductive component made from an elastomer material compris-
ing recovered carbon black (RCB), wherein the electrically conductive component and the electrically nonconductive component are
connected directly to one another via a contact surface. The component part may be used, for example, as an electronic component,
EMC shield material or invisible marking.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Bauteil, umfassend eine elektrisch leitfähige Komponente aus einem Elastom-
erwerkstoff umfassend Industrieruß und eine elektrisch nicht leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend reco-
vered Carbon Black (rCB), wobei die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente über eine Kon-
taktfläche direkt miteinander verbunden sind. Das Bauteil kann z.B. als elektronisches Bauteil, EMV-Abschirmmaterial oder nicht
sichtbare Markierung eingesetzt werden.

WO 2025/124665 A1

Beschreibung

„Recovered Carbon Black“ (rCB)-gefüllte Elastomerwerkstoffe in Kombination mit den vergleichbaren Industrieruß-gefüllten Werkstoffen

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Bauteile, die eine elektrisch leitfähige Komponente aus einem Industrieruß enthaltenden Elastomerwerkstoff und eine nicht elektrisch leitfähige Komponente aus einem recovered Carbon Black enthaltenden Elastomerwerkstoff umfasst, wobei die beiden Komponenten über eine Kontaktfläche direkt miteinander verbunden sind.

10

Stand der Technik

15

Leitfähige Elastomerwerkstoffe kommen in verschiedenen Bereichen zur Anwendung. Oftmals werden sie zum Verhindern von statischen Aufladungen eingesetzt, z.B. in Antriebsriemen oder Betankungsschläuchen. Oft werden sie aber auch in Anwendungen genutzt, in denen sie erst durch Kombination mit danebenliegenden nicht-leitfähigen Komponenten erfolgreich sind Beispiele dafür sind zumeist im Bereich der Elektronik und Sensorik zu finden, z.B. in Form von Schichtkondensatoren oder in Sensorikanwendungen. Sensorikanwendungen können beispielsweise Anwendungen für Temperatur- oder Belastungsmessungen sein, in denen der leitfähige Elastomerwerkstoff selbst als Sensormaterial fungiert.

20

25

Industrierüße, insbesondere Standardrüße, so wie sie heute in technischen Elastomerwerkstoffen standardmäßig zum Einsatz kommen, sind aufgrund ihres graphitischen Schichtaufbaus leitfähig und bilden bei höheren Füllgraden fast immer die Basis für elektrische Leitfähigkeit in Elastomerwerkstoffen.

30

Als nachhaltige Alternativmaterialien wird seit einiger Zeit unter anderem „recovered Carbon Black“ (rCB) diskutiert. Diese gehen auf Recyclingprozesse von Elastomerartikeln zurück und werden nach anderen Verfahren hergestellt als

die üblichen Industrieruße bzw. Standardruße. Im Vergleich zu Industrierußen weisen rCBs insbesondere veränderte Oberflächeneigenschaften aufgrund der Anwesenheit vieler funktioneller Gruppen und amorpher kohlenstoffhaltiger Rückstände auf. Dies macht sich deutlich in den Leitfähigkeitseigenschaften bemerkbar, während die physikalischen/mechanischen Verstärkungseffekte von rCBs durchaus mit denen von Industrieruß vergleichbar sind.

Ein Nachteil der vorstehend beschriebenen Bauteile nach dem Stand der Technik, bei denen elektrisch leitfähige Elastomerwerkstoffe in Kombination mit elektrisch nicht leitfähigen Komponenten eingesetzt werden, besteht darin, dass die Kontaktflächen, auch als Zusammensetzstellen bezeichnet, der leitfähigen und nicht leitfähigen Materialien in der Regel mechanisch anfällig sind. Es ist schwer zu realisieren, dass diese Materialien ähnliche Rezepturen aufweisen und ähnliche physikalische Eigenschaften besitzen. Das bedeutet, dass bei mechanischer Belastungen, insbesondere bei dynamisch stark beanspruchten Artikeln, diese Verbindungsstellen oft zum Ausgangspunkt für die Trennung bzw. den Ausfall des Bauteils werden.

Beschreibung der Erfindung

Vor diesem Hintergrund besteht ein Bedarf nach Bauteilen, die eine elektrisch leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff in Kontakt mit einer elektrisch nicht leitfähigen Komponente aufweisen, die die vorstehend genannten Nachteile des Standes der Technik lindern oder beseitigen. Insbesondere bestand die Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung von solchen Bauteilen, die sich durch eine geringe Anfälligkeit bei mechanischer Belastung, insbesondere dynamischer Beanspruchung, auszeichnen.

Eine geringe Anfälligkeit bedeutet dabei insbesondere eine starke Verbindung zwischen der elektrisch leitfähigen Komponente und der elektrisch nicht leitfähigen Komponente, die auch bei mechanischer Belastung haltbar ist, so dass Fehlstellen an der Kontaktfläche oder gar eine Ablösung der beiden Komponenten voneinander und damit ein Ausfall des Bauteils minimiert werden können.

Überraschenderweise haben die Erfinder festgestellt, dass die Aufgabe durch Einsatz einer elektrisch nicht leitfähigen Komponente aus einem recovered Carbon Black (rCB) enthaltenden Elastomerwerkstoff gelöst werden kann.

5

Die Erfindung betrifft somit ein Bauteil, umfassend eine elektrisch leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend Industrieruß und eine elektrisch nicht leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend recovered Carbon Black (rCB), wobei die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente über eine Kontaktfläche direkt miteinander verbunden sind. Wie vorstehend erläutert ist rCB im Gegensatz zu den üblichen Industrierußen elektrisch nicht leitfähig.

10

Die Untersuchungen zum Ersatz von Industrierußen durch rCBs in Elastomerwerkstoffen ergaben, dass die mechanischen und dynamisch-mechanischen Eigenschaften der daraus gebildeten Komponenten sehr ähnlich und in vielerlei Hinsicht sogar identisch sind. Unter den mechanischen Eigenschaften, die ähnlich oder identisch sein können, sind z.B. Härte, Bruchdehnung, Zugfestigkeit oder Rückprallelastizität zu nennen.

15

Da rCBs aufgrund des Herstellprozesses Verunreinigungen enthalten können, werden sie im Vergleich zum Industrieruß in der Regel etwas höher dosiert (angepasst an der Menge an Verunreinigung, z.B. etwa 5-10%). Die Verunreinigungen stören nicht, tragen aber auch nicht positiv zu den mechanischen Eigenschaften bei.

20

Somit ist es möglich, für mit Industrieruß gefüllte Werkstoffe mechanisch nahezu „identische“ rCB-gefüllte Elastomerwerkstoffe herzustellen, die sich im Wesentlichen nur in den elektrischen Eigenschaften, wie elektrischen Leitfähigkeit, dielektrische Polarisierbarkeit, unterscheiden und somit eine Lösung für beschriebenen technische Problem liefern.

25

Erfindungsgemäß können Bauteile bereitgestellt werden, die elektrisch leitfähige Komponenten in Kontakt mit elektrisch nicht leitfähigen Komponenten umfassen, wobei sich die mechanischen Eigenschaften der elektrisch leitfähigen

30

Komponente und der elektrisch nicht leitfähigen Komponente wenig oder praktisch gar nicht unterscheiden können.

Daher zeichnen sich die erfindungsgemäßen Bauteile durch eine ausgezeichnete Verbindung der beiden Komponenten mit einer optimalen Verbindungsfestigkeit und Haltbarkeit, auch bei mechanischer Beanspruchung, aus. So kann bei dynamisch hoch belasteten Bauteilen das Auftreten von Fehlern oder gar Ablösungen über einen deutlich verlängerten Zeitraum vermieden werden.

Die Erfindung ermöglicht die Bereitstellung von Bauteilen, die Elastomerwerkstoffe mit homogenen physikalischen bzw. mechanischen Materialeigenschaften und gleichzeitig strukturierten leitfähigen sowie nicht-leitfähigen Bereichen umfassen.

Da in den Bauteilen das Recyclingprodukt rCB eingesetzt, ist das Bauteil zudem unter Umweltgesichtspunkten nachhaltiger.

Die Erfindung wird nachstehend im Einzelnen beschrieben.

Recovered Carbon Black (rCB), der in Deutschland auch als Reifenpyrolyseruß oder Pyrolyseruß bezeichnet wird, ist ein rückgewonnener Ruß. Das Recyclingprodukt rCB wird dabei in der Regel aus Gummiabfällen, insbesondere Altreifen, üblicherweise über Pyrolyseverfahren gewonnen und ist kommerziell erhältlich. Eine Standardterminologie in Bezug auf recovered Carbon Black (rCB) findet sich in der ASTM D8178:2022, auf die Bezug genommen wird.

Handelsübliche rCB enthalten in der Regel produktionsbedingt Verunreinigungen, die z.B. 2 bis 25 Gew.-%, häufig 5 bis 10 Gew.-%, des Gesamtgewichts des rCB ausmachen können. Die Verunreinigungen sind kein Ruß. Es kann gegebenenfalls auch aufgereinigtes rCB, der wenig oder keine Verunreinigung enthält, eingesetzt werden, was aber nicht bevorzugt ist. Die Verunreinigungen sind gewöhnlich anorganisches Material, z.B. Zinkverbindungen, Siliziumdioxid und/oder Silikate. Diese Verunreinigung geht zurück auf Additiven, die in den Gummiabfällen, insbesondere Altreifen, enthalten sind. Die Menge an Verunreinigung in einem rCB kann auf einfache Weise analytisch, z. B. durch Thermogravimetrie, bestimmt werden.

Wie vorstehend ausgeführt, haben die Verunreinigungen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Eigenschaften des Elastomerwerkstoffs. Es ist aber zu berücksichtigen, dass dieser Anteil an Verunreinigung, den Ruß-Anteil in rCB verringert, der für die Wirkung wie den Verstärkungseffekt verantwortlich ist. Entsprechend dem Anteil an Verunreinigung müssen daher höhere Mengen an rCB eingesetzt werden, um einen Industrieruß (frischen Ruß) hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften äquivalent zu ersetzen.

- 10 Recovered Carbon Black wird aus einem Rückgewinnungsprozess erhalten und unterscheidet sich von sogenannten erneuerbaren Füllstoffen bzw. Rußen ("renewable Carbon Black"), die aus biobasierten, nachwachsenden Rohstoffen, wie Holz, gewonnen werden.
- 15 Industrieruß ist ein gezielt als Industrie-Grundstoff hergestellter Ruß, der in der Regel aus fossilen Rohstoffen hergestellt wird, insbesondere durch unvollständige Verbrennung oder Pyrolyse von Kohlenwasserstoffen ("frischer Ruß"). Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Typen mit jeweils spezifischen Eigenschaften. International üblich ist die Klassifizierung in „Standardruße“ nach der US-
- 20 amerikanischen ASTM-Norm. In der ASTM D 1765 werden die Industrieruße in verschiedene Rußtypen bzw. Standardruße nach Verarbeitungs- und Vulkanisationseigenschaften eingeteilt. Die Bezeichnungen der Ruße setzen sich aus einem Buchstaben, S oder N, einer einstelligen Zahl, 1 bis 9, gefolgt von einer zweistelligen Zahl zusammen. Der Buchstabe N steht für eine „normale“
- 25 Vulkanisationskinetik. Die erste Zahl kennzeichnet die Partikelgröße. Eine kleine Zahl bedeutet einen kleinen Partikeldurchmesser.

- Das erfindungsgemäße Bauteil umfasst einen eine elektrisch leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend Industrieruß. Es können
- 30 eine oder mehrere Industrieruße enthalten sein. Der enthaltene Industrieruß verleiht dem Elastomerwerkstoff bzw. der daraus gebildeten Komponente die elektrische Leitfähigkeit.

Industrieruß wird in der Elastomerindustrie als verstärkender Füllstoff eingesetzt. Die Verwendung von Industrieruß hat den Vorteil, dass er grundsätzlich alterungsbeständig und sehr gut mit Elastomeren und thermoplastischen Elastomeren verträglich ist.

5

Der Industrieruß in der elektrisch leitfähigen Komponente ist bevorzugt aus der N500er-Serie bis N900er-Serie gemäß ASTM, bevorzugter aus der N500er-Serie bis N700er-Serie, gemäß ASTM, ausgewählt, wobei die ASTM-Typen N550 und/oder N772 am meisten bevorzugt sind. Diese Serien gemäß ASTM beziehen sich dabei auf eine Gruppe von Industrierußen, die den genannten Buchstaben (N) und die genannte erste einstellige Zahl (5, 6, 7 8 oder 9) aufweisen, wobei die folgende zweistellige Zahl jede beliebige Zahl sein kann, die einem Standardruß zugeordnet ist. Beispielsweise umfasst die N500er-Serie gemäß ASTM alle Industrieruße, die mit N5 beginnen, z.B. N550.

10

15

Industrieruße ausgewählt aus der N500er-Serie bis N900er-Serie gemäß ASTM und insbesondere aus der N500er-Serie bis N700er-Serie, sind bevorzugt, da im Vergleich zu rCB nahezu identische Werkstoffe hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften hergestellt werden können, die sich im Wesentlichen nur in den elektrischen Eigenschaften unterscheiden (elektrische Leitfähigkeit, dielektrische Polarisierbarkeit).

20

Die rCB verhalten sich besonders ähnlich wie die Standard-Ruße vom Typ N550 oder N772, so dass hier der Austausch in einem Elastomerwerkstoff ohne wesentliche Änderungen der mechanischen Eigenschaften besonders gut möglich ist.

25

Das erfindungsgemäße Bauteil umfasst eine elektrisch nicht leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend recovered Carbon Black (rCB). Es können eine oder mehrere rCB-Typen enthalten sein. Recovered Carbon Black wurde vorstehend beschrieben, so darauf verwiesen wird. Wie vorstehend ausgeführt, kann der enthaltene rCB dem Elastomerwerkstoff bzw. der daraus gebildeten Komponente keine elektrische Leitfähigkeit verleihen.

30

Der Elastomerwerkstoff der nicht leitfähigen Komponente kann neben dem recovered Carbon Black (rCB) gegebenenfalls zusätzlich Industrieruß enthalten.

Die Art und/oder Menge an Industrieruß, der gegebenenfalls in dem

- 5 Elastomerwerkstoff der nicht leitfähigen enthaltenen Komponente enthalten sein kann, ist so zu wählen, dass dem Elastomerwerkstoff bzw. der daraus gebildeten Komponente keine elektrische Leitfähigkeit verliehen wird. Bevorzugte Beispiele für zusätzlich einsetzbare Industrierüße sind aus der N500er-Serie bis N900er-Serie gemäß ASTM, besonders bevorzugt aus der N500er-Serie bis N700er-Serie
- 10 (aufgrund der ähnlichen mechanischen Eigenschaften). Durch den optionalen zusätzlichen Einsatz von Industrieruß in der rCB enthaltenden elektrisch nicht leitfähigen Komponente können z.B. gewünschte elektrische und mechanische Eigenschaften eingestellt werden.

- 15 Die Komponente aus einem Elastomerwerkstoff, der Industrieruß enthält, ist elektrisch leitfähig. Die Komponente aus einem Elastomerwerkstoff, der rCB enthält, ist elektrisch nicht leitfähig.

Unter einer elektrisch leitfähigen Komponente aus einem Elastomerwerkstoff wird

- 20 im Allgemeinen eine Komponente verstanden, die einen elektrischen Durchgangswiderstand von weniger als $10 \cdot 10^3 \Omega$, gemessen nach DIN EN 62631-3-1:2017, aufweist. Unter einer elektrisch nicht leitfähigen Komponente aus einem Elastomerwerkstoff wird im Allgemeinen eine Komponente verstanden, die einen elektrischen Durchgangswiderstand von mehr als $10 \cdot 10^9 \Omega$, gemessen nach DIN
- 25 EN 62631-3-1:2017, aufweist.

Der Begriff elektrischer Durchgangswiderstand wird in der DIN EN 62631-3-1

definiert. Als Einheit für den elektrischen Durchgangswiderstand wird Ohm

definiert. Der elektrische Durchgangswiderstand gemessen nach DIN EN 62631-3-

- 30 1:2017 wurde dabei an vulkanisierten Elastomermaterialien mit einer Dicke von 6 mm und einem Durchmesser von 60 mm bestimmt. Wie in der DIN EN 62631-3-1 vorgeschlagen, wurde Silberleitlack als Kontaktierungsmaterial auf die Ober- und Unterseite der Proben aufgebracht. Für die leitfähigen Proben erfolgte

anschließend die Bestimmung des Durchgangswiderstandes zwischen Ober- und Unterseite gemäß DIN EN 62631-3-1 bei 6 V Messspannung. Für die nicht-leitfähigen Proben erfolgte die Bestimmung des Durchgangswiderstandes zwischen Ober- und Unterseite gemäß DIN EN 62631-3-1 bei 100 V

5 Messspannung.

In dem erfindungsgemäßen Bauteil sind die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente über eine Kontaktfläche direkt miteinander verbunden. Direkt miteinander verbunden bedeutet dabei, dass die
10 beiden Komponenten über die Kontaktfläche unmittelbar ohne dazwischenliegende Schichten, wie z.B. Klebschichten, miteinander verbunden sind.

Vorzugsweise sind in dem erfindungsgemäßen Bauteil die elektrisch leitfähige
15 Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente über eine Kontaktfläche durch Vulkanisation direkt miteinander verbunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt die Menge an Industrieruß in der elektrisch leitfähigen Komponente im Bereich von 20 bis 50 Gew.-%, bezogen auf
20 das Gesamtgewicht der elektrisch leitfähigen Komponente.

Der Ruß insgesamt in der elektrisch nicht leitfähigen Komponente bezieht sich auf die Gesamtmenge an Ruß (rCB und Industrieruß) in der elektrisch nicht leitfähigen Komponente. In einer bevorzugten Ausführungsform liegt die Menge an Ruß
25 insgesamt in der elektrisch nicht leitfähigen Komponente im Bereich von 20 bis 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der elektrisch nicht leitfähigen Komponente, wobei mindestens 50 Gew.-%, bevorzugt mindestens 80 Gew.-%, besonders bevorzugt mindesten 95 Gew.-%, des Rußes insgesamt recovered Carbon Black (rCB) sind. Für die Menge an in der Komponente enthaltenem rCB
30 wird dabei der in dem rCB enthaltene Anteil an Verunreinigung nicht berücksichtigt. Wenn ein rCB mit einem Anteil von 10 Gew.-% Verunreinigung eingesetzt wird, wird z.B. eine eingesetzte Menge von 10 g des rCB als 9 g rCB gewertet (der Anteil von 1 g Verunreinigung wird nicht berücksichtigt).

Es ist bevorzugt, dass die gesamte Menge an Ruß in der elektrisch nicht leitfähigen Komponente rCB ist.

- 5 Vorzugsweise basiert der Elastomerwerkstoff der elektrisch leitfähigen Komponente und der Elastomerwerkstoff der elektrisch nicht leitfähigen Komponente auf mindestens einem Elastomer und/oder mindestens einem thermoplastischen Elastomer. Der Elastomerwerkstoff der elektrisch leitfähigen Komponente und der Elastomerwerkstoff der elektrisch nicht leitfähigen
- 10 Komponente basieren bevorzugt auf mindestens einem Elastomer. Das mindestens eine Elastomer kann ein Elastomer oder eine Mischung von zwei oder mehr Elastomeren sein. Das mindestens eine thermoplastische Elastomer kann ein thermoplastisches Elastomer oder eine Mischung von zwei oder mehr thermoplastischen Elastomeren sein.

- 15 Elastomerwerkstoffe auf Basis von mindestens einem Elastomer werden durch Vulkanisation eines Compounds gebildet, das eine oder mehrere unvulkanisierte Elastomere umfasst. Das Compound enthält ferner in der Regel Vulkanisiermittel, z.B. Schwefel-basierte Vulkanisiermittel oder Peroxid-Vulkanisiermittel, und ein
- 20 oder mehrere Additive, die auf dem Gebiet der Kautschuktechnologie üblich sind. In dem Compound für den Elastomerwerkstoff für die elektrisch leitfähige Komponente ist der Industrieruß wie vorstehend beschrieben enthalten. In dem Compound für den Elastomerwerkstoff für die elektrisch nicht leitfähige Komponente ist rCB wie vorstehend beschrieben enthalten.

- 25 Das Vulkanisieren kann durch jedwedes übliche Vulkanisationsverfahren erfolgen. Vorzugsweise erfolgt das Vulkanisieren bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 250°C, besonders bevorzugt bei einer Temperatur im Bereich von 130 bis 180°C. Das Vulkanisieren kann beispielsweise bei einem Druck von 10 bis 200 bar
- 30 durchgeführt werden, gegebenenfalls in einem Autoklav.

Wie bereits ausgeführt, werden die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente bevorzugt durch Vulkanisation über eine

Kontaktfläche direkt miteinander verbunden. Hierfür wird ein unvulkanisierter Compound für die elektrisch leitfähige Komponente und ein unvulkanisierter Compound für die elektrisch nicht leitfähige Komponente, die in der jeweils dafür vorgesehenen Form vorliegen, miteinander in Kontakt gebracht und gemeinsam vulkanisiert.

Elastomerwerkstoffe auf Basis von mindestens einem thermoplastischen Elastomer benötigen keine Vulkanisation, da thermoplastische Elastomere nicht nur elastomere Eigenschaften, sondern auch thermoplastische Eigenschaften aufweisen. Sie können daher über übliche thermoplastische Verfahren verarbeitet werden, z.B. durch Extrusion.

Elastomerwerkstoffe auf Basis von mindestens einem thermoplastischen Elastomer werden aus einem Compound gebildet, das eine oder mehrere thermoplastische Elastomere umfasst. Das Compound kann ein oder mehrere übliche Additive enthalten. In dem Compound für den Elastomerwerkstoff für die elektrisch leitfähige Komponente ist der Industrieruß wie vorstehend beschrieben enthalten. In dem Compound für den Elastomerwerkstoff für die elektrisch nicht leitfähige Komponente ist rCB wie vorstehend beschrieben enthalten.

Eine elektrisch leitfähige Komponente und eine elektrisch nicht leitfähige Komponente, die jeweils auf einem Elastomerwerkstoff auf Basis mindestens eines thermoplastischen Elastomers basieren, können beispielsweise durch Coextrusion direkt miteinander verbunden werden.

Das mindestens eine Elastomer für die elektrisch leitfähige Komponente und das mindestens eine Elastomer für die elektrisch nicht leitfähige Komponente können z.B. unabhängig voneinander ausgewählt sein aus der Gruppe, bestehend aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), Carboxylgruppen-haltigem Nitril-Kautschuk (XNBR), Ethylen-Vinylacetat-Copolymer (EVAC), Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk (EVM), hydriertem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Perfluorkautschuk (FFKM), Ethylen-Acrylat-Kautschuk (AEM), Polyacrylat-Kautschuk (ACM), Chlorpolyethylen-Kautschuk (CM), Chlorsulphonyl-Polyethylen-Kautschuk (CSM),

Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM), Fluor-Kautschuk (FKM), Epichlorhydrin-Kautschuk (CO), Epichlorhydrin-Copolymer-Kautschuk (ECO), Epichlorhydrin-Terpolymer (GECO), Polydimethylsiloxan (PDMS), Propylenoxid-Copolymer-Kautschuk (GPO),
5 Butadien-Kautschuk (BR), Chloropren-Kautschuk (CR), Isobuten-Isopren-Kautschuk (IIR), Brombutyl-Kautschuk (BIIR), Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR), Isopren-Kautschuk (IR), Natur-Kautschuk (NR), Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), Fluor-Silicon-Kautschuk (FVMQ), Methyl-Phenyl-Silicon-Kautschuk (PMQ), Methyl-Phenyl-Vinyl-Silicon-Kautschuk (PVMQ), Methyl-Silicon-Kautschuk (MQ),
10 Methyl-Vinyl-Silicon-Kautschuk (VMQ), Polyester-Urethanen (AU), Polyether-Urethanen (EU) und Kombinationen davon.

Das thermoplastische Elastomer für die elektrisch leitfähige Komponente und das thermoplastische Elastomer für die elektrisch nicht leitfähige Komponente können
15 z.B. unabhängig voneinander ausgewählt sein aus der Gruppe, bestehend aus thermoplastischem Vulkanisat (TPV), thermoplastischem Polyolefin (TPO), thermoplastischem Polyurethan (TPU) und Kombinationen davon.

Der Elastomerwerkstoff für die elektrisch leitfähige Komponente und der
20 Elastomerwerkstoff für die elektrisch nicht leitfähige Komponente können unabhängig voneinander ein oder mehrere weitere Additive enthalten, die in der Technik üblich sind. Beispiele für solche Additive sind Weichmacher, zusätzliche Füllstoffe, die von Ruß verschieden sind, wie z.B. Kieselsäure oder Calciumcarbonat, Verarbeitungshilfsmittel, Alterungsschutzmittel oder
25 Kombinationen davon. Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass in dem Elastomerwerkstoff für die elektrisch leitfähige Komponente und dem Elastomerwerkstoff für die elektrisch nicht leitfähige Komponente keine von Ruß verschiedene Füllstoffe enthalten sind.

30 Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Bauteile besteht darin, dass die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente aus Elastomerwerkstoffen hergestellt werden können, die sich nur durch die Art und gegebenenfalls Menge des eingesetzten Rußes unterscheiden. Es kann also

für beide Komponenten die gleiche Formulierung für den Grundcompound verwendet werden, der dann mit der jeweiligen Art und Menge an Ruß versetzt wird, um die Elastomerwerkstoffe für die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente zu erhalten. Hierdurch ergibt sich eine Vereinfachung des Herstellungsverfahrens und gleichzeitig zeigen die Komponenten nahezu identische mechanischen Eigenschaften, wodurch die Verbindungsstärke und Haltbarkeit der Verbindung der Komponenten deutlich verbessert werden kann.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Elastomerwerkstoff der elektrisch leitfähigen Komponente und der Elastomerwerkstoff der elektrisch nicht leitfähigen Komponente das gleiche mindestens eine Elastomer und/oder thermoplastische Elastomer.

15 Das erfindungsgemäße Bauteil ist in einer bevorzugten Ausführungsform zur elektrischen Kontaktierung vorgesehen. Die erfolgt beispielsweise, indem ein metallisches Kontaktelement wie eine Klemme, eine Elektrode oder ein Festigkeitsträger in Verbindung mit der elektrisch leitfähigen Komponente gebracht wird. Diese Kontaktierung kann weiter durch ein definiertes
20 Andruckmoment unterstützt werden. Je nach vorgesehener Anwendung sind daher die Punkte auf der Oberfläche der elektrisch leitfähigen Komponente auszuwählen, die für eine Kontaktierung vorgesehen sind. Diese Punkte kann der Fachmann in geeigneter Weise auswählen.

25 Daher ist die elektrisch leitfähige Komponente in dem erfindungsgemäßen Bauteil in einer bevorzugten Ausführungsform mit elektrischen Kontaktierungspunkten versehen.

Das erfindungsgemäße Bauteil eignet sich für beliebig ausgestaltete und
30 komplexe Bauteile. Die elektrisch leitfähige Komponente kann z.B. als elektrischer Leiter oder Elektrode fungieren. Die elektrisch nicht leitfähige Komponente kann z.B. als Isolator fungieren. Sowohl die Form als auch die Anzahl an elektrisch

leitfähigen Komponenten und an elektrisch nicht leitfähigen Komponenten ist in dem erfindungsgemäßen Bauteil nicht beschränkt.

Das erfindungsgemäße Bauteil kann z.B. mehr als eine elektrisch leitfähige

- 5 Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend Industrieruß wie vorstehend beschrieben und/oder mehr als eine elektrisch nicht leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend rCB wie vorstehend beschrieben umfassen, die bevorzugt alternierend angeordnet sind.

- 10 Das erfindungsgemäße Bauteil kann bevorzugt ein elektronisches Bauteil, ein EMV-Abschirmmaterial oder eine nicht sichtbare Markierung, bevorzugt Sicherheitsmarkierung, sein. Bevorzugte Beispiele für ein elektronisches Bauteil sind ein Kondensator, bevorzugt ein elastischer Kondensator, ein Sensorikbauteil oder ein elektrisches Schaltelement. Der Kondensator, insbesondere der
- 15 elastische Kondensator, ist bevorzugt ein Schichtkondensator.

EMV steht als Abkürzung für elektromagnetische Verträglichkeit und bezeichnet die Fähigkeit eines EMV-Abschirmmaterials, Vorrichtungen oder Geräte vor ungewollten elektrischen oder elektromagnetischen Effekten zu schützen.

20

Eine nicht sichtbare Markierung, bevorzugt Sicherheitsmarkierung, durch das erfindungsgemäße Bauteil kann z.B. durch mustermäßige Anordnung der elektrisch leitfähigen Komponente und/oder der elektrisch nicht leitfähigen Komponente erreicht werden. Wenn die Komponenten mit gleicher Farbe

- 25 ausgebildet sind, sind sie optisch nicht voneinander unterscheidbar, insbesondere wenn eine oder beide Komponenten mit einer geringer Dicke ausgebildet sind. Eine durch das Muster gebildete Markierung kann aber durch Messung der unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeit ausgelesen werden.

- 30 Die Form und Dimensionierung der beiden Komponenten ist weitgehend frei wählbar.

In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauteils kann z.B. die elektrisch leitfähige Komponente schnurartig ausgebildet sein und von der elektrisch nicht leitfähigen Komponente ummantelt sein. Auf diese Weise kann das Bauteil eine kabelförmige Gestalt aufweisen. In dieser Ausführungsform kann das erfindungsgemäße Bauteil beispielsweise als elektrische Leitung verwendet werden. Die elektrisch leitfähige Komponente kann z.B. einen kreisförmigen, ovalen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen.

Ebenso ist es möglich, dass eine oder beide Komponenten des erfindungsgemäßen Bauteils mustermäßig angeordnet sind. Hierbei ist es besonders günstig, wenn die jeweiligen Komponenten optisch nicht voneinander unterscheidbar sind. Da sich die Komponenten in ihren elektrischen Eigenschaften unterscheiden, können so versteckte bzw. nicht sichtbare Informationen mithilfe entsprechender Messinstrumente, die Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit bestimmen können, ausgelesen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauteils bildet daher eine Komponente, vorzugsweise die elektrisch nicht leitfähige Komponente, eine Oberfläche, auf die die andere Komponente, vorzugsweise die elektrisch leitfähige Komponente, mustermäßig angeordnet ist, wobei das Muster bevorzugt optisch nicht sichtbar ist. Dies kann erreicht werden, indem beide Komponenten die gleiche Farbe aufweisen, insbesondere wenn die mustermäßig angeordnete Komponente eine geringe Dicke aufweist. Das Muster kann z.B. Worte, Zahlen, Symbole, Strichcodes und/oder eine Sicherheitsmarkierung darstellen. Die Information kann dann mit entsprechenden Messinstrumente bzw. Sensoren ausgelesen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauteils sind die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente jeweils in Form von Schichten ausgebildet. Dabei kann das erfindungsgemäße Bauteil auch mehr als eine elektrisch leitfähige Komponente und/oder mehr als eine elektrisch nicht leitfähige Komponente umfassen.

Auf diese Weise sind mehrschichtige Bauteile darstellbar, die z.B. als elastische Kondensatoren bzw. Schichtkondensatoren genutzt werden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Bauteil daher mehr als eine elektrisch leitfähige Komponente und/oder mehr als eine elektrisch nicht leitfähige Komponente, die jeweils in Form von Schichten ausgebildet sind, wobei die elektrisch leitfähigen und elektrisch nicht leitfähigen Komponenten bevorzugt alternierend angeordnet sind.

- Ein erfindungsgemäßes Bauteil kann z.B. in Form eines Schichtkondensators vorliegen. Dabei bilden zwei elektrisch leitfähige Komponenten in Form von Schichten die Elektroden, zwischen die eine elektrisch nicht leitfähige Komponente in Schichtenform als Dielektrikum angeordnet ist und mit den beiden elektrisch leitfähigen Komponenten direkt verbunden ist. Die elektrisch leitfähigen Komponenten sind jeweils mit elektrischen Kontaktierungspunkten versehen, über die der Schichtkondensator mit einem elektrischen Schaltkreis verbunden werden kann.

- Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung des erfindungsgemäßen Bauteils wie vorstehend beschrieben als elektronisches Bauteil, EMV-Abschirmmaterial oder nicht sichtbare Markierung, bevorzugt Sicherheitsmarkierung. Das elektronische Bauteil ist bevorzugt ein Kondensator, bevorzugt ein elastischer Kondensator, ein Sensorikbauteil oder ein elektrisches Schaltelement. Der Kondensator, insbesondere der elastische Kondensator, ist bevorzugt ein Schichtkondensator.

Für die erfindungsgemäße Verwendung gelten alle Angaben, die vorstehend für das erfindungsgemäße Bauteil angeführt wurden, in gleicher Weise, so dass darauf Bezug genommen wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die den Umfang der Erfindung in keiner Weise einschränken sollen.

Beispiele

Es wurden fünf exemplarische Elastomerrezepturen hergestellt, die entweder einen Industrieruß oder recovered Carbon Black (rCB) enthielten. Bei dem rCB handelt es sich um einen kommerziell erhältlichen rCB des Herstellers Birla Carbon mit der Handelsbezeichnung Continua™ 8000 SCM. Die wesentlichen Bestandteile der Rezepturen sind in nachstehender Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

	1. Rezeptur	2. Rezeptur	3. Rezeptur
Kautschuk	EPDM-Kautschuk (100 phr)	EPDM-Kautschuk (100 phr)	EPDM-Kautschuk (100 phr)
Füllstoff	Standardruß N550 (50 phr)	Standardruß N772 (50 phr)	Recovered Carbon Black (55 phr)
Vernetzungssystem	Peroxidische Vernetzung	Peroxidische Vernetzung	Peroxidische Vernetzung
	4. Rezeptur	5. Rezeptur	
Kautschuk	Naturkautschuk (100 phr)	Naturkautschuk (100 phr)	
Füllstoff	Standardruß N550 (50 phr)	Recovered Carbon Black (55 phr)	
Vernetzungssystem	Schwefelvernetzung	Schwefelvernetzung	

Anschließend wurde der elektrische Durchgangswiderstand der vulkanisierten Elastomerwerkstoffe gemäß DIN EN 62631-3-1:2017 nach der vorstehend angeführten Messmethode bestimmt.

Tabelle 2

	Elektrischer Durchgangswiderstand in Ohm
1. Rezeptur	116 (Messspannung: 6 Volt)
2. Rezeptur	267 (Messspannung: 6 Volt)

3. Rezeptur	$4,8 \cdot 10^{11}$ (Messspannung: 100 Volt)
4. Rezeptur	2941 (Messspannung: 6 Volt)
5. Rezeptur	$2,8 \cdot 10^{11}$ (Messspannung: 100 Volt)

Mechanischen Eigenschaften der Rezepturen sind in der nachstehenden Tabelle 3 aufgeführt.

5 Tabelle 3

	Härte	Rückprallelastizität
1. Rezeptur	69 Shore A	55,2 %
2. Rezeptur	65 Shore A	59,8 %
3. Rezeptur	66 Shore A	59,6 %
4. Rezeptur	62 Shore A	55,8 %
5. Rezeptur	57 Shore A	57,8 %

Die Härte der vulkanisierten Elastomerwerkstoffe wurde gemäß bestimmt DIN ISO 48-4:2021 bestimmt.

- 10 Die Rückprallelastizität der vulkanisierten Elastomerwerkstoffe wurde gemäß DIN 53512:2000 und DIN ISO 23529:2020 bestimmt.

Patentansprüche

1. Bauteil, umfassend

eine elektrisch leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend

5 Industrieruß und

eine elektrisch nicht leitfähige Komponente aus einem Elastomerwerkstoff umfassend recovered Carbon Black (rCB),

wobei die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente über eine Kontaktfläche direkt miteinander verbunden sind.

10

2. Bauteil nach Anspruch 1, wobei der Industrieruß aus der N500er-Serie bis N900er-Serie gemäß ASTM, bevorzugt aus der N500er-Serie bis N700er-Serie gemäß ASTM, ausgewählt ist, wobei die Ruße N550 und/oder N772 gemäß ASTM bevorzugt sind.

15

3. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Komponente einen elektrischen Durchgangswiderstand von weniger als $10 \cdot 10^3 \Omega$, gemessen nach DIN EN 62631-3-1:2017, und die elektrisch nicht leitfähige Komponente einen elektrischen Durchgangswiderstand von mehr als $10 \cdot 10^9 \Omega$, gemessen nach DIN EN 62631-3-1:2017, aufweist.

20

4. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente durch Vulkanisation direkt miteinander verbunden sind.

25

5. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Komponente Industrieruß in einer Menge von 20 bis 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der elektrisch leitfähigen Komponente, enthält, und

30 die elektrisch nicht leitfähige Komponente 20 bis 50 Gew.-% Ruß insgesamt, bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponente, enthält, wobei mindestens 50 Gew.-%, bevorzugt mindestens 80 Gew.-%, besonders bevorzugt mindestens 95 Gew.-%, des Rußes insgesamt, recovered Carbon Black (rCB) sind, wobei für die

Menge an rCB der in dem rCB enthaltene Anteil an Verunreinigung nicht berücksichtigt wird.

6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der

- 5 Elastomerwerkstoff der elektrisch leitfähigen Komponente und der Elastomerwerkstoff der elektrisch nicht leitfähigen Komponente auf mindestens einem Elastomer und/oder mindestens einem thermoplastischen Elastomer, bevorzugt mindestens einem Elastomer, basiert.

- 10 7. Bauteil nach Anspruch 6,

wobei das mindestens eine Elastomer der elektrisch leitfähigen Komponente und das mindestens eine Elastomer der elektrisch nicht leitfähigen Komponente unabhängig voneinander ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus

- 15 Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), Carboxylgruppen-haltigem Nitril-Kautschuk (XNBR), Ethylen-Vinylacetat-Copolymer (EVAC), Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk (EVM), hydriertem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Perfluorkautschuk (FFKM), Ethylen-Acrylat-Kautschuk (AEM), Polyacrylat-Kautschuk (ACM), Chlorpolyethylen-Kautschuk (CM), Chlorsulphonyl-Polyethylen-Kautschuk (CSM), Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM),
20 Fluor-Kautschuk (FKM), Epichlorhydrin-Kautschuk (CO), Epichlorhydrin-Copolymer-Kautschuk (ECO), Epichlorhydrin-Terpolymer (GECO), Polydimethylsiloxan (PDMS), Propylenoxid-Copolymer-Kautschuk (GPO), Butadien-Kautschuk (BR), Chloropren-Kautschuk (CR), Isobuten-Isopren-Kautschuk (IIR), Brombutyl-Kautschuk (BIIR), Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR),
25 Isopren-Kautschuk (IR), Natur-Kautschuk (NR), Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), Fluor-Silicon-Kautschuk (FVMQ), Methyl-Phenyl-Silicon-Kautschuk (PMQ), Methyl-Phenyl-Vinyl-Silicon-Kautschuk (PVMQ), Methyl-Silicon-Kautschuk (MQ), Methyl-Vinyl-Silicon-Kautschuk (VMQ), Polyester-Urethanen (AU), Polyether-Urethanen (EU) und Kombinationen davon, und/oder
30 wobei das mindestens eine thermoplastische Elastomer der elektrisch leitfähigen Komponente und das mindestens eine thermoplastische Elastomer der elektrisch nicht leitfähigen Komponente unabhängig voneinander ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus thermoplastischem Vulkanisat (TPV), thermoplastischem

Polyolefin (TPO), thermoplastischem Polyurethan (TPU) und Kombinationen davon.

8. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der
5 Elastomerwerkstoff der elektrisch leitfähigen Komponente und der Elastomerwerkstoff der elektrisch nicht leitfähigen Komponente das gleiche mindestens eine Elastomer und/oder mindestens eine thermoplastische Elastomer umfassen.
- 10 9. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Komponente mit elektrischen Kontaktierungspunkten versehen ist.
10. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bauteil ein elektronisches Bauteil, ein EMV-Abschirmmaterial oder eine nicht sichtbare
15 Markierung, bevorzugt Sicherheitsmarkierung, ist, wobei das elektronische Bauteil bevorzugt ein Kondensator, insbesondere ein elastischer Kondensator, ein Sensorikbauteil oder ein elektrisches Schaltelement ist, wobei der Kondensator bevorzugt ein Schichtkondensator ist.
- 20 11. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Komponente schnurartig ausgebildet ist und von der elektrisch nicht leitfähigen Komponente ummantelt ist.
12. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei eine Komponente,
25 vorzugsweise die elektrisch nicht leitfähige Komponente, eine Oberfläche bildet und die andere Komponente, vorzugsweise die elektrisch leitfähige Komponente, mustermäßig auf die Oberfläche aufgebracht ist, wobei das Muster bevorzugt optisch nicht sichtbar ist, wobei das Muster insbesondere ein versteckter Schriftzug und/oder eine versteckte Sicherheitsmarkierung ist.
- 30 13. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Komponente und die elektrisch nicht leitfähige Komponente jeweils in Form von Schichten ausgebildet sind, wobei das Bauteil bevorzugt mehr als eine

elektrisch leitfähige Komponente und/oder mehr als eine elektrisch nicht leitfähige Komponente umfasst, die jeweils in Form von Schichten und bevorzugt alternierend ausgebildet sind.

- 5 14. Verwendung eines Bauteils nach einem der vorhergehenden Ansprüche als elektronisches Bauteil, EMV-Abschirmmaterial oder nicht sichtbare Markierung, bevorzugt Sicherheitsmarkierung, wobei das elektronische Bauteil bevorzugt ein Kondensator, insbesondere ein Schichtkondensator, bevorzugt ein elastischer Kondensator, ein Sensorikbauteil oder ein elektrisches Schaltelement ist, wobei
10 der Kondensator bevorzugt ein Schichtkondensator ist.

15. Verwendung eines Bauteils nach Anspruch 11 als elektrische Leitung.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/200142

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01B 1/24**(2006.01)i; **H01B 3/00**(2006.01)i; **C08K 3/04**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01B; C08K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DEVARAJ HARISH ET AL. "Highly elastic and flexible multi-layered carbon black/elastomer composite based capacitive sensor arrays for soft robotics" <i>MEASUREMENT: SENSORS</i> , Vol. 2-4, 01 August 2019 (2019-08-01), page 100004, Retrieved from the Internet: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665917420300015 DOI: 10.1016/j.measen.2020.100004 ISSN: 2665-9174, XP093249334 figures 1(c), 1(d)	1-15
X	YONG SHI ET AL. "Multi-Layered Carbon-Black/Elastomer-Composite-Based Shielded Stretchable Capacitive Sensors for the Underactuated Robotic Hand" <i>ROBOTICS</i> , Vol. 11, No. 3, 07 May 2022 (2022-05-07), page 58, Retrieved from the Internet: https://www.mdpi.com/2218-6581/11/3/58/pdf DOI: 10.3390/robotics11030058 ISSN: 2218-6581, XP093249323 figures 3, 4	1-15
A	WO 2015173722 A1 (STORA ENSO OYJ [FI]) 19 November 2015 (2015-11-19) examples	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 2025

Date of mailing of the international search report

25 February 2025

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lehnert, Andreas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2024/200142

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2015173722	A1	19 November 2015	CN	106459475	A	22 February 2017
				EP	3143079	A1	22 March 2017
				US	2017081497	A1	23 March 2017
				WO	2015173722	A1	19 November 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01B1/24 H01B3/00 C08K3/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01B C08K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, CHEM ABS Data, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DEVARAJ HARISH ET AL: "Highly elastic and flexible multi-layered carbon black/elastomer composite based capacitive sensor arrays for soft robotics", MEASUREMENT: SENSORS, Bd. 2-4, 1. August 2019 (2019-08-01), Seite 100004, XP093249334, ISSN: 2665-9174, DOI: 10.1016/j.measen.2020.100004 Gefunden im Internet: URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665917420300015> Abbildungen 1(c), 1(d) ----- - / - -	1 - 15
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 12. Februar 2025		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 25/02/2025
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lehnert, Andreas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	YONG SHI ET AL: "Multi-Layered Carbon-Black/Elastomer-Composite-Based Shielded Stretchable Capacitive Sensors for the Underactuated Robotic Hand", ROBOTICS, Bd. 11, Nr. 3, 7. Mai 2022 (2022-05-07), Seite 58, XP093249323, ISSN: 2218-6581, DOI: 10.3390/robotics11030058 Gefunden im Internet: URL:https://www.mdpi.com/2218-6581/11/3/58/pdf Abbildungen 3,4 -----	1 - 15
A	WO 2015/173722 A1 (STORA ENSO OYJ [FI]) 19. November 2015 (2015-11-19) Beispiele -----	1 - 15

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/DE2024/200142

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)