

(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
22. September 2022 (22.09.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/195038 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C25D 5/12 (2006.01) C23C 2/04 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01) C25D 7/00 (2006.01)
C23C 4/08 (2016.01) C25D 7/06 (2006.01)
C23C 24/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/057051

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2022 (17.03.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
21163067.8 17. März 2021 (17.03.2021) EP

(71) Anmelder: **ROSENBERGER HOCHFREQUENZ-
TECHNIK GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Hauptstraße 1,
83413 Fridolfing (DE).

(72) Erfinder: **WAGNER, Reinhard**; Asenweg 3, 5201 See-
kirchen am Wallersee (AT). **DANDL, Christian**; Am Hin-
terfeld 2, 83413 Fridolfing (DE).

(74) Anwalt: **KADOR & PARTNER PARTG MBB**; Corneli-
usstr. 15, 80469 Munich (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, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, IT, LT,
LU, LV, MC, 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).

(54) Title: TRIBOLOGICALLY IMPROVED SURFACES FOR ELECTRICAL CONTACTS

(54) Bezeichnung: TRIBOLOGISCH VERBESSERTE OBERFLÄCHEN FÜR ELEKTRISCHE KONTAKTE

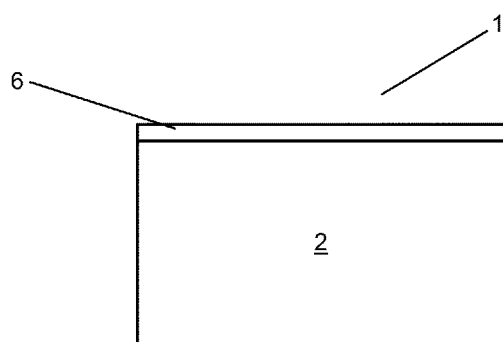


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a process for producing an electrical contact, in particular an electrical plug contact, comprising the steps of a) providing a substrate, wherein the substrate has a metallic and/or metallized surface, and b) applying a low-friction surface to the metallic and/or metallized surface of the substrate, wherein the low-friction surface is applied by mechanical rubbing, polishing and/or buffing of a solid lubricant; or wherein the low-friction surface is applied by spray application of a solid lubricant; or wherein the low-friction surface is applied by applying a solid lubricant by means of a drum washer; and wherein the low-friction surface (6) has a film thickness of 0.001 μm -4 μm .

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, insbesondere eines elektrischen Steckkontakts umfassend die Schritte a) Bereitstellen eines Substrats, wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und b) Aufbringen einer Gleitschicht auf die metallische und/oder metallisierte Oberfläche des Substrats, wobei die Gleitschicht durch mechanisches Einreiben, Aufpolieren und/oder Schwabbeln eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder wobei die Gleitschicht durch Sputtern eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder wobei die Gleitschicht durch Aufsprühen eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder wobei die Gleitschicht durch Aufbringen eines Festschmierstoffs mittels eines Trommelwäschers aufgebracht wird; und wobei die Gleitschicht (6) eine Schichtdicke von 0,001 μm - 4 μm aufweist.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Tribologisch verbesserte Oberflächen für elektrische Kontakte

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, einen elektrischen Kontakt sowie die Verwendung eines elektrischen Kontakts für Steckverbindungen. In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung eines erfindungsgemäß eingesetzten Festschmierstoffs zur Einstellung eines Reibkoeffizienten von Oberflächen von elektrischen Kontakten.

Elektrische Kontakte weisen Kontaktoberflächen auf, die in der Regel aus einem elektrisch leitfähigen Material, vorzugsweise einem metallischen Leiter bestehen. Elektrische Kontakte bestehen vorzugsweise aus einem starren und einem federnden Ende, das die Kontaktkraft aufbringt, wobei beide Enden meist einen metallischen Überzug aufweisen, der sich vom Basismaterial unterscheidet. Diese Beschichtung kann beispielsweise durch Eintauchen in eine Metallschmelze durch physikalische und/oder chemische Gasphasenabscheidung, oder durch außenstromlose bzw. elektrolytische Beschichtung hergestellt werden. Häufig verwendete Beschichtungswerkstoffe sind Gold, Silber, Palladium, Platin, Rhodium, Ruthenium, Nickel, Zinn, Kupfer, Zink oder Legierungen daraus. Durch die Verwendung solcher Beschichtungen können gewünschte Eigenschaften der elektrischen Kontaktoberfläche, wie beispielsweise eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit, ein verbessertes Verschleißverhalten, die Gewährleistung eines stabilen elektrischen Übergangswiderstands, und/oder eine Reduktion des Reibungskoeffizienten erzielt werden.

Um eine weitere Verbesserung des Verschleißverhaltens zu erzielen, werden für elektrische Kontaktoberflächen häufig sogenannte Kontaktschmiermittel verwendet. Aus Chudnovsky (2005; *Lubrication of electrical contacts*; In Proceedings of the Fifty-First IEEE Holm Conference on Electrical Contacts; 2005; pp. 107-114; IEEE) sind eine Reihe entsprechender Kontaktschmiermittel bekannt, wobei im Einzelnen zwischen Mineralölen, Fetten, synthetisch hergestellten Schmiermitteln basierend auf synthetisch hergestellten Verbindungen, wie Polyphenylether (PPE) und perfluorierten Polyether (PFPE), sowie Festschmierstoffen wie Graphit, Molybdändisulfid, Polytetrafluorethylen (PTFE) und Dispersionen aus Festschmierstoffen und den genannten flüssigen/pastösen Schmierstoffen, unterschieden wird.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass die bloße Schmierung von elektrischen Kontaktoberflächen mittels der genannten Festschmierstoffe zu einer Verschlechterung der elektrischen Leitfähigkeit führt, die wiederum in einem hohen Anstieg des elektrischen Übergangswiderstands resultiert, unerwünscht ist, so dass weiterhin Bedarf nach verbesserten elektrischen Kontaktoberflächen bzw. elektrischen Kontakten besteht.

Aus der DE2543082A1 ist ein Silber-Graphit Dispersionsüberzug bekannt, wobei Graphit als Festschmierstoff mittels galvanischer Dispersionsabscheidung in eine Metallmatrix eingelagert wird. Nachteilig ist bei diesem Verfahren die mangelnde Flexibilität durch die Beschränkung auf bestimmte Elektrolytzusammensetzungen sowie die mittels galvanischer Dispersionsabscheidung abscheidbaren Metalle.

Aus Berman et al. (Berman, D.; Erdemir, A.; Sumant, A. V.; 2014; *Graphene as a protective coating and superior lubricant for electrical contacts*; Appl. Phys. Lett. 105, 231907 (2014); DOI: 10.1063/1.4903933) ist eine weitere Beschichtung für elektrische Kontakte bekannt. Die Beschichtung umfasst Graphen, wodurch eine Verbesserung der tribologischen Eigenschaften durch die Reduktion des Reibkoeffizienten sowie eine Reduktion des Verschleißes erzielt wird. Zur Herstellung der Beschichtung werden Graphenpartikel auf ein Goldsubstrat aufgebracht, indem eine Graphen-Ethanol-Suspension mit einem Graphengehalt von 1 mg/mL auf die Goldoberfläche getropft und das Lösungsmittel anschließend verdampft wird. Die resultierende Oberfläche weist einen Bedeckungsgrad von etwa 50 % auf. Der resultierende Kontaktwiderstand dieser Beschichtungen ist jedoch mit einem Wert von 100 Ohm für zahlreiche Anwendungen als elektrische Kontaktoberflächen zu hoch. Zudem ist die Herstellung dieser Beschichtung sehr aufwendig und kostenintensiv.

Aus der US 3,644,133 A ist ein Verfahren zur Herstellung von Festschmierstoff-basierenden Beschichtungen bekannt. Der hierin eingesetzte Festschmierstoff weist eine schichtartige Kristallstruktur auf. Des Weiteren ist aus der US 5,407,590 A sowie aus der WO 96/20083 A1 jeweils ein Schmierstoff bekannt, der aus Übergangsmetalldichalkogeniden und Polymeren gebildet wird.

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts und elektrischen Kontakt bereitzustellen, der einen vorteilhaften Reibkoeffizienten, eine hohe Verschleißbeständigkeit sowie einen guten Kontaktwiderstand aufweist. Das Verfahren soll zudem zeitsparend und kostengünstig sein.

Beschreibung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts gemäß Patentanspruch 1, einen elektrischen Kontakt gemäß Patentanspruch 6, der Verwendung eines elektrischen Kontakts gemäß Patentanspruch 17 sowie der Verwendung eines Festschmierstoffs gemäß Patentanspruch 18.

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, insbesondere eines elektrischen Steckkontakts (1), umfassend, bevorzugt bestehend aus, die Schritte

- a) Bereitstellen eines Substrats (2), wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und
- b) Aufbringen einer Gleitschicht auf die metallische und/oder metallisierte Oberfläche des Substrats (2),

wobei die Gleitschicht (6) durch mechanisches Einreiben, Aufpolieren und/oder Schwabbeln eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht (6) durch Sputtern eines Festschmierstoff aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht (6) durch Aufsprühen eines Festschmierstoffs unter Verwendung eines Trärgases aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht (6) durch Aufbringen eines Festschmierstoffs mittels eines Trommelwäschers, vorzugsweise in Anwesenheit von Füllkörpern, aufgebracht wird; und

wobei die Gleitschicht (6) eine Schichtdicke von 0,001 μm - 4 μm aufweist.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass durch mechanisches Aufbringen, Sputtern, Aufsprühen oder Aufbringen mittels Trommelwäscher einer Gleitschicht auf ein Substrat, welches eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, die tribologischen Eigenschaften eines elektrischen Kontakts signifikant verbessert werden können, ohne dabei die elektrischen Eigenschaften, insbesondere den Kontaktwiderstand, wesentlich negativ zu beeinflussen. Die im Vergleich zum Stand der Technik verbesserten tribologischen Eigenschaften führen gleichzeitig zu einer Reduzierung des Verschleißes, so dass insbesondere die erfindungsgemäßen elektrischen Kontakte, sofern sie für Steckkontakte verwendet werden, höheren Steckzyklen standhalten bei gleichzeitig stabilen Kontaktwiderstandswerten.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren findet eine chemische Umsetzung der Oberfläche des Substrats oder einer etwaigen anderen Oberflächenschicht wie einer Zwischenschicht zur Herstellung des Festschmierstoffs bzw. der Festschmierstoffpartikel auf der Oberfläche nicht statt.

Weiterhin kann in Abhängigkeit des eingesetzten Festschmierstoffs das Auftrageverfahren besonders einfach durchgeführt werden, so dass beispielsweise Hilfsmittel, wie Binder und ähnliche Materialien, nicht erforderlich sind, was sich besonders vorteilhaft auf die Kosten des erfindungsgemäßen Verfahrens auswirkt.

Des Weiteren hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die erfindungsgemäßen elektrischen Kontakte, neben den bereits erläuterten Vorteilen, eine erhöhte Temperaturbeständigkeit aufweisen, so dass ein Einsatz bei höheren Temperaturen und/oder unter Vakuum dieser und/oder der hieraus hergestellten elektrischen Kontakte ermöglicht wird. Zudem halten die elektrischen Kontakte hohen Kontaktdrücken stand, ohne dabei die positiven tribologischen Eigenschaften zu verlieren.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängig formulierten Ansprüchen angegeben. Die in den abhängig formulierten Ansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Ansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

Unter dem Begriff „Festschmierstoff“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Schmierstoff verstanden, der in festem Aggregatzustand vorliegt und in diesem verwendet wird.

Unter dem Begriff „Schwabbeln“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung die Aufbringung von Festschmierstoffpartikeln durch oszillierende oder rotierende Bewegungen einer Schwabbelscheibe, welche aus vernähten Textilgewebescheiben besteht, oder einer Schwabbelbürste, oder ähnlichen Vorrichtungen, welche die Partikel temporär aufnehmen können und unter Bewegung mechanisch auf die Oberfläche aufbringen können, verstanden.

Unter dem Begriff „mittlere Partikelgröße (d₅₀)“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung verstanden, dass 50% der Partikel eines Feststoffbestandteils einen kleineren Durchmesser haben als der angegebene Wert. Der d₉₀-Wert gibt an, dass 90% der Partikel eines Feststoffbestandteils einen kleineren Durchmesser haben als der angegebene Wert.

Unter dem Begriff „metallische Oberfläche“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Oberfläche eines metallischen Substrats verstanden. Das Substrat kann hierbei aus einem Reinmetall oder einer Legierung bestehen.

Unter dem Begriff „metallisierte Oberfläche“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine metallenthaltende Oberfläche verstanden, die direkt auf ein Substrat, insbesondere Nicht-Metall Substrat, aufgebracht wird. Insbesondere werden die Oberflächen von elektrisch nicht-leitenden Materialien wie Kunststoffen, Glas, Oxiden, Halbleitern oder Keramiken metallisiert. Derartige Oberflächen werden beispielsweise vernickelt, verzinkt, verzinnt, verkupfert, verchromt oder mit anderen Materialien beschichtet, wie mit Aluminium- und Magnesiumlegierungen, Eisen, Stahl, oder technische Legierungen dieser Metalle, oder auch mit Edelmetallen, wie Gold oder Silber oder deren Legierungen. Bevorzugte Legierungen für die Beschichtung von Substratoberflächen

sind Kupfer, Zink, Legierungen aus Zink/Eisen, Zink/Mangan, Zink/Cobalt oder Zinn, Legierungen aus Zinn/Kupfer, Zinn/Zink, Zinn/Blei, Zinn/Silber, Zinn/Bismut. Verschiedene Verfahren zur Metallisierung sind bspw. aus der DE 10 2016222943 B bekannt.

Unter dem Begriff „Zwischenschicht“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Schicht bezeichnet, die auf einem Substrat angeordnet ist, wobei zwischen Substrat und Zwischenschicht eine weitere Metallschicht oder mehrere weitere Metallschichten angeordnet sein können. Auf die Zwischenschicht wird, sofern diese vorhanden ist, die Gleitschicht aufgebracht.

Unter dem Begriff „Gleitschicht“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine aus einem Festschmierstoff bestehende oder einen Festschmierstoff beinhaltende Schicht bezeichnet, die auf einem Substrat oder einer Zwischenschicht angeordnet ist, und tribologisch vorteilhafte Eigenschaften aufweist. Eine Gleitschicht im Sinne der vorliegenden Erfindung wird nicht durch elektrochemische Abscheidung, insbesondere galvanisieren einer Oberfläche, hergestellt. Die tribologisch vorteilhaften Eigenschaften können sich beispielsweise durch einen niedrigen Reibkoeffizienten μ oder eine Verschleißminderung im Vergleich zu Oberflächen ohne Gleitschicht ergeben. Vorzugsweise wird der Festschmierstoff in partikulärer Form aufgebracht. Die Gleitschicht kann dabei geschlossen sein, das heißt der Festschmierstoff bedeckt das darunterliegende Substrat oder die Zwischenschicht vollständig, oder nicht geschlossen sein, das heißt der Festschmierstoff bedeckt das darunterliegende Substrat oder die Zwischenschicht nicht vollständig, sondern beispielsweise in Form von isolierten Festschmierstoffpartikeln und/oder in Form von zusammenhängenden Festschmierstoffpartikeln, wobei das darunterliegende Substrat oder die Zwischenschicht zumindest teilweise noch frei liegt und nicht von Festschmierstoff bedeckt ist.

Die Gleitschicht des elektrischen Kontakts darf eine maximale Schichtdicke nicht überschreiten, da sich diese negativ auf den Kontaktwiderstand auswirken kann. Die Schichtdicke kann aus EDX-REM (Energiedispersive Röntgenspektroskopie-Rasterelektronenmikroskopie) Messungen (rechnerisch) ermittelt werden. Weitere Verfahren zur Schichtdickenbestimmung sind bspw. XRF (Röntgenfluoreszenzspektroskopie) oder LA-ICP-MS (Laser-ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry). Vorzugsweise weist die Gleitschicht eine Schichtdicke von maximal 3 μm , bevorzugt eine Schichtdicke von maximal 2 μm , bevorzugter eine Schichtdicke von maximal 1 μm und noch bevorzugter von 0,01 μm - 1 μm , auf. Die Schichtdicke beträgt mindestens 0,001 μm , bevorzugt mindestens 0,01 μm , bevorzugter mindestens 0,05 μm und noch bevorzugter mindestens 0,1 μm . In einer ganz besonders vorteilhaften Ausführungsvariante beträgt die Schichtdicke der Gleitschicht von 1 nm bis 500 nm, bevorzugt von 10 nm bis 500 nm, bevorzugter von 50 nm bis 500 nm und noch bevorzugter von 100 nm bis 500 nm.

In einer vorteilhaften Ausführungsform beträgt die mittlere Partikelgröße (d_{50}) des Festschmierstoffs von 1 nm – 100 μm , bevorzugt von 50 nm – 75 μm , bevorzugter von 100 nm – 50 μm , noch bevorzugter von 500 nm – 35 μm , und noch mehr bevorzugt von 1 μm – 20 μm .

Die Partikel des Festschmierstoffs sind regelmäßig nicht isometrisch, das heißt kugelig, sondern plättchenförmig, geformt. Die mittlere Partikelgröße (d_{50}) entspricht hier dem Partikeldurchmesser, das heißt der längeren Achse des Partikels, und nicht der Partikeldicke, welche regelmäßig kleiner als der Durchmesser ist. Aufgrund der Ausrichtung der Partikel bei der Auftragung entspricht die Schichtdicke der Gleitschicht daher regelmäßig der Partikeldicke.

Bevorzugt beträgt die die Partikeldicke des Festschmierstoffs von 1 nm – 4 μm , bevorzugter 10 nm – 4 μm , noch bevorzugter von 100 nm – 4 μm und noch mehr bevorzugt von 100 nm bis 3 μm .

Vorzugsweise wird in Schritt b) kein Binder und/oder Lösungsmittel verwendet. Weiterhin bevorzugt wird in Schritt b) kein Schmierstoffzusatz verwendet.

Vorzugsweise wird in Schritt b) der Festschmierstoff in partikulärer Form aufgebracht. Mithin handelt es sich in Schritt b) um das Aufbringen einer Festschmierstoffschicht, die auch als Gleitschicht bezeichnet wird, wobei der Festschmierstoff in Partikelform eingesetzt wird.

Die Schichtdicke der Gleitschicht entspricht einem Ein- oder Vielfachen der Dicke der Festschmierstoffpartikel. In einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Schichtdicke der Gleitschicht der einfachen Dicke der Festschmierstoffpartikel, wobei die Gleitschicht aus einer Monolage von Festschmierstoffpartikeln gebildet wird. Diese Monolage aus Festschmierstoffpartikeln kann dabei geschlossen sein, das heißt der Festschmierstoff bedeckt das darunterliegende Substrat oder die Zwischenschicht vollständig, oder nicht geschlossen sein, das heißt der Festschmierstoff bedeckt das darunterliegende Substrat oder die Zwischenschicht nicht vollständig, sondern beispielsweise in Form von isolierten Festschmierstoffpartikeln und/oder in Form von zusammenhängenden Festschmierstoffpartikeln, wobei das darunterliegende Substrat oder die Zwischenschicht zumindest teilweise noch frei liegt und nicht von Festschmierstoff bedeckt ist.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen elektrischen Kontakte können alle üblichen Substrate, insbesondere metallische Substrate, verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat ein metallisches Substrat. Bevorzugt ist das metallische Substrat aus Kupfer, Eisen, Zink, Zinn, Aluminium und/oder Legierungen hiervon gebildet. Legierungen sind vorzugsweise Bronze oder Messing. Bevorzugter ist das metallische Substrat aus Kupfer, Eisen und/oder aus einer Legierung hiervon gebildet.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat ein nicht-metallisches Substrat. Bevorzugt ist das nicht-metallische Substrat aus Kunststoff, Glas, Oxiden, Halbleitern und/oder Keramiken gebildet, bevorzugter ist das nicht-metallische Substrat aus Kunststoff oder Keramik gebildet. Vorzugsweise weist das nicht-metallische Substrat eine metallisierte Oberfläche auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine Zwischenschicht auf. Die Gleitschicht wird in dieser Ausführungsform auf die Zwischenschicht aufgebracht.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Zwischenschicht aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet.

Vorzugsweise ist die Zwischenschicht eine Zinn- oder Silberschicht.

Vorzugsweise wird die Zwischenschicht galvanotechnisch, durch Eintauchen in eine metallische Schmelze, thermische Spritzverfahren, Verfahren zur physikalischen Gasphasenabscheidung, durch Feuerverzinnung, oder Verfahren zur chemischen Gasphasenabscheidung aufgebracht. Zu den thermischen Spritzverfahren zählen Flamspritzen, Laserspritzen, Plasmaspritzen und weitere verwandte Verfahren. Bevorzugter wird die Zwischenschicht galvanotechnisch oder durch Feuerverzinnung aufgebracht. Weiterhin bevorzugt wird die Zwischenschicht mittels außenstromloser Verfahren aufgebracht. Außenstromlose Verfahren sind aus dem Stand der Technik bekannt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine Zwischenschicht und zumindest eine weitere Metallschicht auf, wobei die zumindest eine weitere Metallschicht zwischen dem Substrat und der Zwischenschicht angeordnet ist, wobei die zumindest eine weitere Metallschicht vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist. Die Gleitschicht wird auf die Zwischenschicht aufgebracht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine Zwischenschicht und zumindest zwei weitere Metallschichten auf, wobei die zumindest zwei weiteren Metallschichten zwischen dem Substrat und der Zwischenschicht angeordnet sind, wobei die zumindest zwei weiteren Metallschichten vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet sind. Die Gleitschicht wird auf die Zwischenschicht aufgebracht.

Legierungen können beispielsweise Cu-Sn-Zn-Legierungen, vorzugsweise Weißbronze, sein.

Die Zwischenschicht und die Metallschichten können neben den vorgenannten Metallen auch bis zu einem Anteil von 0,001 bis 15 Gew.% und bevorzugt von 0,01 bis 10 Gew.% bezogen auf die Gesamtmasse der jeweiligen Schicht weitere anorganische Bestandteile wie Phosphor, Bor, Antimon, Tellur, Cobalt, Indium, Eisen, Wolfram oder Mischungen hieraus enthalten. Ebenso können auch Anteile an Hartmetallen wie Wolfram zugesetzt sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform enthalten die Zwischenschicht und die Metallschichten neben den vorgenannten Metallen 0,01 bis 1 Gew.% und bevorzugt 0,05 bis 0,5 Gew.% bezogen auf die Gesamtmasse der jeweiligen Schicht weitere anorganische Bestandteile wie Phosphor, Bor, Antimon, Tellur, Cobalt, Indium, Eisen, Wolfram oder Mischungen hieraus.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst, vorzugsweise besteht aus, Schritt a) die folgenden Schritte: Bereitstellen eines Substrats und Aufbringen einer Zwischenschicht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst, vorzugsweise besteht aus, Schritt a) die folgenden Schritte: Bereitstellen eines Substrats, Aufbringen zumindest einer weiteren Metallschicht, vorzugsweise einer weiteren ersten Metallschicht und einer weiteren zweiten Metallschicht, und anschließend Aufbringen einer Zwischenschicht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst, vorzugsweise besteht aus, Schritt a) die folgenden Schritte: Bereitstellen eines Substrats, Aufbringen zumindest drei weitere Metallschichten und anschließend Aufbringen einer Zwischenschicht.

Die Metallschichten können galvanotechnisch, durch Eintauchen in eine metallische Schmelze, thermische Spritzverfahren, Verfahren zur physikalischen Gasphasenabscheidung, durch Feuerverzinnung oder Verfahren zur chemischen Gasphasenabscheidung aufgebracht werden. Zu den thermischen Spritzverfahren zählen Flamspritzen, Laserspritzen, Plasmaspritzen und weitere verwandte Verfahren. Bevorzugter wird die Zwischenschicht galvanotechnisch oder durch Feuerverzinnung aufgebracht. Weiterhin bevorzugt können die Metallschichten mittels außenstromloser Verfahren aufgebracht werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Sulfiden, Seleniden und/oder Telluriden. Weiter bevorzugt ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus WS_2 , MoS_2 , NbS_2 , $NbSe_2$, TaS_2 , $MoTe_2$, $MoSe_2$, WTe_2 , WSe_2 , HfS_2 , SnS_2 , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 und/oder Mischungen hiervon.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Graphitoxid, Graphitfluorid, Phthalocyanin, organischen Polymeren, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE) und/oder hiervon abgeleitete Metallkomplexen.

Das Beschichten mit der Gleitschicht kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen. So kann die Gleitschicht mechanisch durch Einreiben, Aufpolieren und/oder Schwabbeln auf die Zwischenschicht aufgetragen werden.

Die Gleitschicht kann auch auf die Zwischenschicht aufgesputtert werden.

Weiterhin kann der partikuläre Festschmierstoff durch ein gasförmiges Trägermedium, beispielsweise Luft, auf die Zwischenschicht aufgesprüht werden. Die Haftung kann hierbei über die Sprühparameter, wie durch den Druck, gezielt eingestellt werden.

Weiterhin kann die Gleitschicht auf die Zwischenschicht gegebenenfalls in Anwesenheit Füllkörpern, über einen Trommelwäscher oder unter Einsatz von vibrierenden Gefäßen aufgetragen werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, insbesondere eines elektrischen Steckkontakts, umfassend die Schritte

- a) Bereitstellen eines Substrats, wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und
- b) Aufbringen einer Gleitschicht auf die metallische und/oder metallisierte Oberfläche des Substrats,

wobei die Gleitschicht durch mechanisches Einreiben, Aufpolieren und/oder Schwabbeln eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht durch Sputtern eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht durch Aufsprühen eines Festschmierstoffs, vorzugsweise unter Verwendung eines Trägergases, aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht durch Aufbringen eines Festschmierstoffs mittels eines Trommelwäschers aufgebracht wird.

Die vorgenannten Ausführungsformen und Modifikationen gelten auch für dieses Verfahren.

In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung einen elektrischen Kontakt, aufweisend ein Substrat (2), wobei das Substrat (2) eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und zumindest eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats (2) angeordnete Gleitschicht (6), die aus einem Festschmierstoff besteht, wobei die Gleitschicht (6) eine Schichtdicke von 0,001 μm - 4 μm aufweist. Vorzugsweise ist der elektrische Kontakt ein elektrischer Steckkontakt.

Vorzugsweise liegt der Festschmierstoff in partikulärer Form vor.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats angeordnete Zwischenschicht auf. Die Zwischenschicht ist vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet. Die Gleitschicht ist auf der Zwischenschicht angeordnet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats angeordnete zumindest eine weitere Metallschicht auf. Die zumindest eine weitere Metallschicht ist vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet. Auf der zumindest einen weiteren Metallschicht ist eine Zwischenschicht angeordnet, wobei die Zwischenschicht vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist. Die Gleitschicht ist auf der Zwischenschicht angeordnet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats angeordnete zumindest eine erste weitere Metallschicht auf, wobei die zumindest eine erste weitere Metallschicht vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, wobei auf der ersten weiteren Metallschicht eine zweite weitere Metallschicht angeordnet ist, wobei die zumindest eine zweite weitere Metallschicht vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, und wobei auf der zumindest zweiten weiteren Metallschicht eine Zwischenschicht angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist. Die Gleitschicht ist auf der Zwischenschicht angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat ein metallisches Substrat. Bevorzugt ist das metallische Substrat aus Kupfer, Eisen, Zink, Zinn, Aluminium und/oder Legierungen

hiervon gebildet. Legierungen sind vorzugsweise Bronze oder Messing. Bevorzugter ist das metallische Substrat aus Kupfer, Eisen und/oder einer Legierung hiervon gebildet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat ein nicht-metallisches Substrat. Bevorzugt ist das nicht-metallische Substrat aus Kunststoff, Glas, Oxiden, Halbleiter und/oder Keramik gebildet, bevorzugter ist das Substrat aus Kunststoff oder Keramik gebildet.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Sulfiden, Seleniden und/oder Telluriden. Weiter bevorzugt ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus WS_2 , MoS_2 , NbS_2 , $NbSe_2$, TaS_2 , $MoTe_2$, $MoSe_2$, WTe_2 , WSe_2 , HfS_2 , SnS_2 , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 und/oder Mischungen hiervon.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Graphitoxid, Graphitfluorid, Phthalocyanin, organischen Polymeren, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE) und/oder hiervon abgeleiteten Metallkomplexen.

Die Gleitschicht des elektrischen Kontakts darf eine maximale Schichtdicke nicht überschreiten, da sich diese negativ auf den Kontaktwiderstand auswirken kann. Vorzugsweise weist die Gleitschicht eine Schichtdicke von maximal 3 μm , bevorzugt eine Schichtdicke von maximal 2 μm , bevorzugter eine Schichtdicke von maximal 1 μm und noch bevorzugter von 0,01 μm - 1 μm , auf. Die Schichtdicke beträgt mindestens 0,001 μm , bevorzugt mindestens 0,01 μm , bevorzugter mindestens 0,05 μm und noch bevorzugter mindestens 0,1 μm . In einer ganz besonders vorteilhaften Ausführungsvariante beträgt die Schichtdicke der Gleitschicht von 10 nm bis 500 nm, bevorzugt von 50 nm bis 500 nm.

In einer vorteilhaften Ausführungsform beträgt die mittlere Partikelgröße (d_{50}) des Festschmierstoffs von 1 nm – 100 μm , bevorzugt von 50 nm – 75 μm , bevorzugter von 100 nm – 50 μm , noch bevorzugter von 500 nm – 35 μm , und noch mehr bevorzugt von 1 μm – 20 μm .

Weiterhin bevorzugt enthält, bevorzugt besteht aus, der Festschmierstoff einen fein-dispersen Feststoffbestandteil mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 1 nm – 100 μm , bevorzugt mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 10 nm – 100 μm , bevorzugter mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 50 nm – 75 μm , noch bevorzugter mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 100 nm – 50 μm , noch mehr bevorzugt mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 500 nm – 35 μm , und noch bevorzugter mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 1 μm – 20 μm .

Weiterhin bevorzugt beträgt die die Partikeldicke des Festschmierstoffs von 1 nm – 4 μm , bevorzugt 10 nm – 4 μm , bevorzugt von 100 nm – 4 μm und bevorzugter von 100 nm bis 3 μm .

Die Gleitschicht wurde nicht mittels elektrochemischer Abscheidung hergestellt.

Grundsätzlich ist vorgesehen, dass die Gleitschicht das darunter angeordnete Substrat oder die darunter angeordnete Zwischenschicht vollständig bedeckt, um die erläuterten tribologischen Vorteile zu erzielen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bedeckt die Gleitschicht das darunter angeordnete Substrat oder die darunter angeordnete Zwischenschicht vollständig.

Allerdings ist es auch möglich, Gleitschichten herzustellen, die das darunter angeordnete Substrat oder die darunter angeordnete Zwischenschicht nur teilweise bedecken, um die Eigenschaften der Oberfläche hierdurch zu beeinflussen. Durch eine gezielte Steuerung der Aufbringungsparameter können unbeschichtete Bereiche gebildet und dennoch eine Verbesserung der tribologischen Eigenschaften erzielt werden. Hierdurch können beispielsweise die günstigen Eigenschaften einer Zwischenschicht, speziell deren niedriger Übergangswiderstand, erhalten bleiben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bedeckt die Gleitschicht das darunter angeordnete Substrat oder die darunter angeordnete Zwischenschicht zumindest teilweise. Vorzugsweise ist das Substrat oder die Zwischenschicht strukturiert; und/oder ist das Substrat oder die Zwischenschicht zumindest teilweise bedeckende Gleitschicht strukturiert.

Bevorzugt liegt der Reibkoeffizient des elektrischen Kontakts im Bereich von 0,02 - 0,90, bevorzugt von 0,10 – 0,87, und bevorzugter von 0,17 – 0,85.

Bevorzugt bleibt der Reibkoeffizient über 1000 Steckzyklen konstant.

Ebenso bevorzugt liegt der Kontaktwiderstand des elektrischen Kontakts im Bereich von 0,1 – 60 mOhm, bevorzugt von 0,6 – 50 mOhm, bevorzugter von 0,7 – 48,5 mOhm, noch bevorzugter von 0,8 – 40 mOhm und noch mehr bevorzugt von 0,8 – 35 mOhm.

Bevorzugt bleibt der Kontaktwiderstand über 1000 Steckzyklen konstant.

Der die Gleitschicht bildende Festschmierstoff kann vorzugsweise ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Sulfiden, Seleniden, Telluriden.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante ist der Festschmierstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus WS_2 , MoS_2 , NbS_2 , $NbSe_2$, TaS_2 , $MoTe_2$, $MoSe_2$, WTe_2 , WSe_2 , HfS_2 , SnS_2 , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 und/oder Mischungen hiervon. Besonders bevorzugt sind hierbei die Sulfide WS_2 und MoS_2 , da sie eine hohe Affinität für Metalloberflächen aufweisen und demnach eine starke Bindung zu diesen ausbilden.

Insbesondere Wolframdisulfid weist ferner den Vorteil aus, dass die Partikel untereinander nahezu keine Wechselwirkung aufweisen, so dass bei der Verwendung von Wolframdisulfid als

Festschmierstoff sehr dünne Gleitschichten auf der Zwischenschicht des elektrischen Kontakts erzeugt werden können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante kann der Festschmierstoff ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Graphitoxid, Graphitfluorid, Phthalocyanin, organischen Polymeren, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE), und/oder hiervon abgeleiteten Metallkomplexen.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch einen elektrischen Kontakt, aufweisend ein Substrat, wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und zumindest eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats angeordnete Gleitschicht, die aus einem Festschmierstoff besteht, wobei der elektrische Kontakt vorzugsweise ein elektrischer Steckkontakt ist.

Die vorgenannten Ausführungsformen und Modifikationen gelten auch für diesen elektrischen Kontakt.

In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung einen erfindungsgemäßen elektrischen Kontakt, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlich ist.

In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung eines erfinderischen elektrischen Kontaktes für Steckverbindungen.

In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung eines Festschmierstoffs zur Einstellung eines Reibkoeffizienten von Oberflächen für elektrische Kontakte.

Der Festschmierstoff ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Sulfiden, Seleniden und/oder Telluriden; oder der Festschmierstoff ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus WS_2 , MoS_2 , NbS_2 , $NbSe_2$, TaS_2 , $MoTe_2$, $MoSe_2$, WTe_2 , WSe_2 , HfS_2 , SnS_2 , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 und/oder Mischungen hiervon; oder der Festschmierstoff ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Graphitoxid, Graphitfluorid, Phthalocyanin, organischen Polymeren, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE) und/oder hiervon abgeleiteten Metallkomplexen.

Figurenbeschreibung

Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung und/oder Figuren zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Gegenstände, so dass ggf. Erläuterungen aus anderen Figuren ergänzend herangezogen werden können.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts mit einer Gleitschicht (6) auf einem Substrat (2);
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts mit einer Zwischenschicht (5) auf einem Substrat (2) und einer darauf angeordneten Gleitschicht (6);
- Fig. 3 eine dritte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts mit einer ersten weiteren Metallschicht (3), einer Zwischenschicht (5) und einer Gleitschicht (6) auf einem Substrat (2);
- Fig. 4 eine vierte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts mit einer ersten weiteren Metallschicht (3), einer zweiten weiteren Metallschicht (4), einer Zwischenschicht (5) und einer Gleitschicht (6) auf einem Substrat (2);
- Fig. 5 Kontaktwiderstandsmessungen an beschichteten Messingblechen mit einer Silberschicht (Referenzbleche; VB1) und beschichteten Messingblechen mit einer Silberschicht und darauf aufgebracht erfindungsgemäßer Gleitschicht (EB1);
- Fig. 6 Reibkoeffizientmessungen an beschichteten Messingblechen mit einer Silberschicht (Referenzbleche; VB1) und beschichteten Messingblechen mit einer Silberschicht und darauf aufgebracht erfindungsgemäßer Gleitschicht (EB1);
- Fig. 7 Kontaktwiderstandsmessungen an beschichteten Messingblechen mit einer Zinnschicht (Referenzbleche, VB2) und beschichteten Messingblechen mit einer Zinnschicht und darauf aufgebracht erfindungsgemäßer Gleitschicht (EB2 und EB3);

Fig. 8 Reibkoeffizientmessungen an beschichteten Messingblechen mit einer Zinnschicht (Referenzbleche, VB2) und beschichteten Messingblechen mit einer Zinnschicht und darauf aufgebracht erfindungsgemäßer Gleitschicht (EB2 und EB3).

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts (1), der ein Substrat (2), welches vorliegend aus Messing (CuZn39Pb2) besteht, umfasst. Auf dieses Substrat (2) wurde eine Gleitschicht (6) aufgetragen. Zur Herstellung des elektrischen Kontakts (1) wurde die Gleitschicht (6) durch Aufreiben von Wolframdisulfidpartikeln mit einem Zellstofftuch auf die metallische Oberfläche des Substrats (2) aufgebracht.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts (1), der ein Substrat (2), welches vorliegend aus Messing (CuZn39Pb2) besteht, sowie eine Zwischenschicht (5) und eine Gleitschicht (6), die auf der Zwischenschicht (5) aufgetragen wurde, umfasst. Zur Herstellung des elektrischen Kontakts (1) wurde zunächst eine Schicht aus Reinsilber (5) mit einer Schichtdicke von 5 µm auf die metallische Oberfläche des Substrats (2) galvanotechnisch aufgetragen, so dass die Zwischenschicht (5) bestehend aus Silber entstand. Sodann wurde die Gleitschicht (6) durch Aufreiben von Wolframdisulfidpartikeln mit einem Zellstofftuch auf die Zwischenschicht (5) aufgebracht, die in Form einer Verfärbung der darunter angeordneten Silberschicht, welche die Zwischenschicht (5) darstellt, erkennbar war.

In Figur 3 ist eine dritte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts (1) gezeigt, die ein Substrat (2), welches vorliegend aus Messing (CuZn39Pb2) besteht, sowie eine erste weitere Metallschicht (3), eine Zwischenschicht (5) und eine Gleitschicht (6), die auf der Zwischenschicht (5) aufgetragen wurde, umfasst. Zur Herstellung des elektrischen Kontakts (1) wurde zunächst eine Schicht aus Kupfer, welche die erste weitere Metallschicht (3) darstellt, mit einer Schichtdicke von 2 µm auf dem Messing-Substrat (2) galvanotechnisch aufgetragen. Anschließend wurde eine Schicht aus Reinsilber (5) mit einer Schichtdicke von 5 µm auf die metallische Oberfläche des Substrats (2) galvanotechnisch aufgetragen, so dass die Zwischenschicht (5) bestehend aus Silber entstand. Sodann wurde die Gleitschicht (6) durch Aufreiben von Wolframdisulfidpartikeln mit einem Zellstofftuch auf die Zwischenschicht (5) aufgebracht, die in Form einer Verfärbung der darunter angeordneten Silberschicht, welche die Zwischenschicht (5) darstellt, erkennbar war.

In Figur 4 ist eine vierte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen elektrischen Kontakts (1) gezeigt, die ein Substrat (2), welches vorliegend aus Messing (CuZn39Pb2) besteht, sowie eine erste weitere Metallschicht (3), eine zweite weitere Metallschicht (4), eine Zwischenschicht (5) und eine Gleitschicht (6), die auf der Zwischenschicht (5) aufgetragen wurde, umfasst. Zur

Herstellung des elektrischen Kontakts (1) wurde zunächst eine Schicht aus Kupfer, welche die erste weitere Metallschicht (3) darstellt, mit einer Schichtdicke von 2 μm auf dem Messing-Substrat (2) galvanotechnisch aufgetragen. Anschließend wurde eine Schicht aus Reinnickel, welche die zweite weitere Metallschicht (4) darstellt, mit einer Schichtdicke von 2 μm auf die Kupferschicht (3) und sodann eine Schicht aus Reinzinn, welche die Zwischenschicht (5) darstellte, mit einer Schichtdicke von 5 μm galvanotechnisch aufgetragen. Hiernach wurde die Gleitschicht (6) durch Aufreiben von Wolframdisulfidpartikeln mit einem Zellstofftuch auf die Zwischenschicht (5) aufgebracht, die in Form einer Verfärbung der darunter angeordneten Zinnschicht (5) erkennbar war.

Bezugszeichenliste

- 1 elektrischer Kontakt
- 2 Substrat
- 3 erste weitere Metallschicht
- 4 zweite weitere Metallschicht
- 5 Zwischenschicht
- 6 Gleitschicht

Beispiele

Ausführungsbeispiel 1:

Für das Ausführungsbeispiel 1 wurden Messingbleche (Material: CuZn39Pb2) der Firma Metaq GmbH mit den Maßen 75 mm x 17 mm x 1 mm sowie Bronzekugeln (Material: CuSn6) von der Firma KUGELPOMPEL HSI-Solutions GmbH mit einem Durchmesser von 3 mm verwendet, die galvanotechnisch beschichtet wurden. Hierzu wurden die Messingbleche als auch die Bronzekugeln zunächst verkupfert und anschließend mit einer Reinsilberschicht überzogen. Zwischen jedem Schritt wurde gründlich mit Wasser gespült.

Die Galvanisierung der Messingbleche sowie der Bronzekugeln wurde gemäß den Verfahren, die in der DE 10 2018 005 352 und DE 10 2018 005 348 beschrieben sind, durchgeführt.

Im Anschluss an die Galvanisierung wurde die Gleitschicht aufgetragen.

Ein Teil der beschichteten Messingbleche wurde als Referenz zurückgelegt, Vergleichsbeispiel 1 (VB1).

Der andere Teil wurde mit einer Gleitschicht beschichtet, erfinderisches Beispiel 1 (EB1).

Auftragen der Gleitschicht: Hierzu wurden Wolframdisulfidpartikel (WS_2 , Hersteller Tribotec GmbH, Wien) mit einer mittleren Partikelgröße von $d_{50} = 3 \mu m$ und $d_{90} = 8 \mu m$ mittels Aufreiben mit einem Zellstofftuch aufgebracht.

Die Bronzekugeln wurden analog als Trommelware zunächst mit einer $2 \mu m$ starken Kupferschicht und anschließend mit einer $5 \mu m$ starken Silberschicht beschichtet.

Verschleißprüfung

Für die Verschleißprüfung wurden die beschichteten Messingbleche, EB1 und VB1, in einem Prüfstand zur Simulation von Steckzyklen eingebaut und mit den beschichteten Bronzekugeln gerieben. An die Kugel wurde eine Gewichtskraft von 1,0 N angelegt. Diese rieb mit der ausgewählten Kraft über eine Strecke von 3 mm bei einer Frequenz von 1 Hz über das beschichtete Messingblech. Dies wurde für 1000 Zyklen wiederholt. Während des Versuchs wurde die Reibkraft mit einer Kraftmessdose U9C (Firma HBM) gemessen. Zusätzlich wird nach jedem Zyklus der Kontaktwiderstand am Kontakt zwischen dem beschichteten Messingblech und der Kugel gemessen. Die Messung des Kontaktwiderstands erfolgt mittels Vier-Leiter-Methode mit einem Digitalmultimeter 2750/E (Firma Keithley).

In Fig. 5 sind die Ergebnisse aus der Messung des Kontaktwiderstands gezeigt. Bei den erfindungsgemäß beschichteten Messingblechen, EB1, blieb der Kontaktwiderstand nach über 1000 Steckzyklen sehr stabil im Bereich von 0,8 mOhm, wohingegen die Referenzbleche, VB1, leicht höhere Kontaktwiderstandswerte zeigten. Ferner zeigte sich, dass der Verschleiß durch die Behandlung mit den Wolframdisulfidpartikeln signifikant reduziert werden konnte. Wie Fig. 5 zu entnehmen ist, konnte mit den erfindungsgemäß beschichteten Messingblechen (EB1) über 1000 Steckzyklen durchgeführt werden, wohingegen die unbehandelten Messingbleche (VB1) bereits nach 200 Steckzyklen einen starken Verschleiß zeigten, der sich in Form eines partiellen Durchriebs äußerte. Der Test wurde daher nach 200 Steckzyklen abgebrochen.

Des Weiteren konnte durch die Behandlung mit Wolframdisulfid eine deutliche Reduktion des Reibkoeffizienten erzielt werden (s. Fig. 6). Die Referenzbleche (VB1) zeigten einen Reibkoeffizienten von 1,2, wohingegen die erfindungsgemäß beschichteten Messingbleche (EB1) einen Reibkoeffizienten im Bereich von 0,2 – 0,3 zeigten. Ferner zeigte sich, dass der Reibkoeffizient über 1000 Steckzyklen konstant blieb.

Ausführungsbeispiel 2:

Für das Ausführungsbeispiel 2 wurden Messingbleche (Material: CuZn39Pb2; F49 (hart)) der Firma Metaq GmbH mit den Maßen 75 mm x 17 mm x 1 mm sowie Bronzekugeln (Material: CuSn6) von der Firma KUGELPOMPEL HSI-Solutions GmbH mit einem Durchmesser von 3 mm verwendet, die galvanotechnisch beschichtet wurden. Hierzu wurden die Messingbleche als auch die Bronzekugeln zunächst verkupfert und anschließend mit einer Zwischenschicht aus Nickel und Zinn überzogen. Zwischen jedem Schritt wurde gründlich mit Wasser gespült.

Die Galvanisierung der Messingbleche sowie der Bronzekugeln umfasste die folgenden Schritte: Die Entfettung der Substrate, das Ätzen von Kupfer mit Bad von schwefelsaurer, komplexbildnerfreier Kupferaktivierung sowie die Behandlung mit Glanzkupferbad wurde gemäß den Verfahren, die in der DE 10 2018 005 352 und DE 10 2018 005 348 beschrieben sind, durchgeführt.

Die Vernickelung wurde anschließend in einem Nickelbad mit einem Watts'schen Nickелеlektrolyt (HSO Ni 110; Hersteller: HSO Herbert Schmidt GmbH & Co. KG, Solingen) nach bekannten Verfahren durchgeführt.

Danach wurde für die Zinnschicht aus einem Mattzinnelektrolyten (SLOTOTIN 40; Hersteller: Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG, Geislingen), welcher Zinn(II)methansulfonat als Zinnsalz enthielt, nach bekannten Verfahren abgeschieden.

Ein Teil der beschichteten Messingbleche wurde als Referenz zurückgelegt, Vergleichsbeispiel 2 (VB2).

Der andere Teil wurde mit einer Gleitschicht beschichtet, erfinderisches Beispiel 2 (EB2) und erfinderisches Beispiel 3 (EB3).

Auftragen der Gleitschicht: Hierzu wurden Wolframdisulfidpartikel (WS_2 , Hersteller Tribotecnica GmbH, Wien) mit einer mittleren Partikelgröße von $d_{50} = 3 \mu m$ und $d_{90} = 8 \mu m$ mittels Aufreiben mit einem Zellstofftuch aufgebracht. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wurden die Mengen an Wolframdisulfidpartikeln variiert, so dass zwei unterschiedliche Schichtdicken, EB2 und EB3, hergestellt und analysiert worden sind.

Die Bronzekugeln wurden analog als Trommelware zunächst mit einer $2 \mu m$ starken Kupferschicht, sodann mit einer $2 \mu m$ starken Nickelschicht und anschließend mit einer $5 \mu m$ starken Zinnschicht beschichtet.

Verschleißprüfung

Für die Verschleißprüfung wurden die beschichteten Messingbleche, EB2, EB3 und VB2, in einem Prüfstand zur Simulation von Steckzyklen eingebaut und mit den beschichteten Bronzekugeln gerieben. An die Kugel wurde eine Gewichtskraft von $1,0 N$ angelegt. Diese rieb mit der ausgewählten Kraft über eine Strecke von $3 mm$ bei einer Frequenz von $1 Hz$ über das beschichtete Messingblech. Dies wurde für 50 Zyklen wiederholt. Während des Versuchs wurde die Reibkraft mit einer Kraftmessdose U9C (Firma HBM) gemessen. Zusätzlich wird nach jedem Zyklus der Kontaktwiderstand am Kontakt zwischen dem beschichteten Messingblech und der Kugel gemessen. Die Messung des Kontaktwiderstands erfolgt mittels Vier-Leiter-Methode mit einem Digitalmultimeter 2750/E (Firma Keithley).

In Fig. 7 sind die Ergebnisse aus der Messung des Kontaktwiderstands gezeigt. Bei den erfindungsgemäß beschichteten Messingblechen stieg der Kontaktwiderstand bei den Proben mit einer höheren Wolframdisulfidmenge (EB3) nach über 50 Steckzyklen von $5 m\Omega$ auf $50 m\Omega$. Bei den Proben mit einer geringeren Wolframdisulfidmenge (EB2) stieg der Kontaktwiderstand nach über 50 Steckzyklen von $5 m\Omega$ auf $30 m\Omega$.

In der Fig. 8 sind die Ergebnisse aus den Messungen des Reibkoeffizienten zusammengefasst. In Abhängigkeit der Wolframdisulfidmenge wurde bei den Proben EB2 und EB3 ein Reibkoeffizient von $0,15 - 0,3$ ermittelt. Bei der Probe ohne Gleitschicht (VB2) konnte ein Reibkoeffizient von $0,7 - 0,8$ beobachtet werden.

Oberflächenbestimmung EB1, EB2 und EB3 mit EDX-REM

Die chemische Zusammensetzung des oberflächennahen Bereichs wurde semiquantitativ mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie bestimmt. Dazu wurden mit einem X-Flash Detector 410-M (Bruker AXS Microanalysis GmbH), welches in einem Elektronenmikroskop JSM-6610 LV (Hersteller: JEOL) eingebaut ist, mit Anregungsspannungen von 10 kV sowie 20 kV Messungen an den Proben durchgeführt. Es wurde jeweils eine Fläche von etwa 1 mm² im Umfeld jener Bereiche, die zur Bestimmung des Kontaktwiderstandes und des Reibkoeffizienten verwendet wurden, analysiert. Jede Fläche wurde mit beiden Anregungsspannungseinstellungen analysiert. Die Auswertung der Messungen erfolgte mit dem Programm Esprit (Bruker).

Bei den Messungen handelt es sich um einzelne Messungen von Bereichen mit jeweils 1 mm² Fläche. Die Messungen erfolgten dabei im unmittelbaren Nahbereich der aus den Steckzyklenversuchen resultierenden Verschleißspuren.

Tabelle 1

Beispiel	EB1		EB2		EB3	
	(Ag-WS2)		(Sn-WS2)		(Sn-WS2)	
Beschleunigungsspannung (kV)	20	10	20	10	20	10
Elektronenwechselwirkungstiefe der Analyse (berechnet) (µm)	1,0	0,3	1,4	0,4	1,3	0,4
Ag (Gew%)	99,70	99,31	-	-	-	-
Sn (Gew%)	-	-	99,22	96,14	95,56	85,15
W (Gew%)	0,00	0,46	0,38	3,02	2,89	10,11
S (Gew%)	0,30	0,23	0,40	0,84	1,55	4,74

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, wurde durch die Variation der Beschleunigungsspannung des Elektronenstrahls die Elektronenwechselwirkungstiefe variiert. Bei den Analysen mit 10 kV Beschleunigungsspannung ist die Elektronenwechselwirkungstiefe geringer und die resultierenden Wolfram- bzw. Schwefelgehalte sind höher, da sich diese Elemente an der Oberfläche, d.h. in

der Gleitschicht, befinden. Da sich die WS_2 -Partikel nur auf der Oberfläche befinden, zeigen die EDX-Analysen bei geringerer Anregungsspannung höhere Festschmierstoffgehalte, da hier ausschließlich die obersten Bereiche analytisch erfasst werden. Im Gegensatz dazu wird bei den Analysen mit höherer Anregungsspannung und damit ausgedehnterer Wechselwirkungstiefe ein größerer Anteil der festschmierstoffpartikelfreien tieferen Abschnitte der Zwischenschichten mit-erfasst, wodurch der Festschmierstoffgehalt entsprechend niedriger ist. Die Messungen bestätigen, dass die Festschmierstoffe im oberflächennahen Bereich in höheren Konzentrationen vorhanden sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, insbesondere eines elektrischen Steckkontakts (1), umfassend die Schritte
 - a) Bereitstellen eines Substrats, wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und
 - b) Aufbringen einer Gleitschicht auf die metallische und/oder metallisierte Oberfläche des Substrats (2),

wobei die Gleitschicht (6) durch mechanisches Einreiben, Aufpolieren und/oder Schwabbeln eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht (6) durch Sputtern eines Festschmierstoff aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht (6) durch Aufsprühen eines Festschmierstoffs unter Verwendung eines Trägergases aufgebracht wird; oder

wobei die Gleitschicht (6) durch Aufbringen eines Festschmierstoffs mittels eines Trommelwäschers aufgebracht wird; und

wobei die Gleitschicht (6) eine Schichtdicke von 0,001 μm - 4 μm aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt b) der Festschmierstoff in partikulärer Form aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Substrat (2) eine Zwischenschicht (5) aufweist, wobei die Zwischenschicht (5) bevorzugt galvanotechnisch, durch Eintauchen in eine metallische Schmelze, thermische Spritzverfahren, Verfahren zur physikalischen Gasphasenabscheidung, durch Feuerverzinnung oder Verfahren zur chemischen Gasphasenabscheidung aufgebracht wird, bevorzugter galvanotechnisch oder durch Feuerverzinnung auf das Substrat (2) aufgebracht wird, und wobei die Gleitschicht auf der Zwischenschicht (5) aufgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Substrat (2) zumindest eine weitere Metallschicht (3) aufweist, wobei die zumindest eine weitere Metallschicht (3) zwischen dem Substrat (2) und der Zwischenschicht (5) angeordnet ist, wobei die zumindest eine weitere Metallschicht (3) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au),

Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist; und/oder

wobei das Substrat (2) zumindest zwei weitere Metallschichten (3, 4) aufweist, wobei die zumindest zwei weiteren Metallschichten (3, 4) zwischen dem Substrat (2) und der Zwischenschicht (5) angeordnet sind, wobei die zumindest zwei weiteren Metallschichten (3, 4) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet sind; und/oder

wobei die Zwischenschicht (5) eine Zinn- oder Silberschicht ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Schritt a) die folgenden Schritte umfasst:

- Bereitstellen eines Substrats (2) und Aufbringen einer Zwischenschicht (5); oder
- Bereitstellen eines Substrats (2), Aufbringen zumindest einer weiteren Metallschicht (3), vorzugsweise einer weiteren ersten Metallschicht (3) und einer weiteren zweiten Metallschicht (4), und anschließend Aufbringen einer Zwischenschicht (5); oder
- Bereitstellen eines Substrats (2), Aufbringen zumindest drei weitere Metallschichten und anschließend Aufbringen einer Zwischenschicht (5).

6. Elektrischer Kontakt, aufweisend

ein Substrat (2), wobei das Substrat (2) eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und

zumindest eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats (2) angeordnete Gleitschicht (6), die aus einem Festschmierstoff besteht, wobei die Gleitschicht (6) eine Schichtdicke von 0,001 μm - 4 μm aufweist;

wobei der elektrische Kontakt vorzugsweise ein elektrischer Steckkontakt ist.

7. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 6,

wobei das Substrat (2) eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats (2) angeordnete Zwischenschicht (5) aufweist, wobei die Zwischenschicht vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber

(Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, und wobei die Gleitschicht (6) auf der Zwischenschicht (5) angeordnet ist; oder

wobei das Substrat (2) eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats (2) angeordnete zumindest eine weitere Metallschicht (3) aufweist, wobei die zumindest eine weitere Metallschicht (3) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, und wobei auf der zumindest einen weiteren Metallschicht (3) eine Zwischenschicht (5) angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht (5) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, wobei die Gleitschicht (6) auf der Zwischenschicht (5) angeordnet ist.

8. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 6,

wobei das Substrat (2) eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats (2) angeordnete zumindest eine erste weitere Metallschicht (3) aufweist, wobei die zumindest eine erste weitere Metallschicht (3) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, wobei auf der ersten weiteren Metallschicht (3) eine zweite weitere Metallschicht (4) angeordnet ist, wobei die zumindest eine zweite weitere Metallschicht (4) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, und wobei auf der zumindest zweiten weiteren Metallschicht (4) eine Zwischenschicht (5) angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht (5) vorzugsweise aus einem der Metalle ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gold (Au), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platin (Pt), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Silber (Ag), Zink (Zn), Zinn (Sn) und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist, und wobei die Gleitschicht (6) auf der Zwischenschicht (5) angeordnet ist.

9. Elektrischer Kontakt nach Ansprüchen 6 bis 8,

wobei das Substrat aus Kupfer, Eisen, Zink, Zinn, Aluminium und/oder einer Legierung hiervon gebildet ist; oder

wobei das Substrat aus Kunststoff oder Keramik besteht.

10. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 6 bis 9,

wobei der Festschmierstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Sulfiden, Seleniden und/oder Telluriden; oder

wobei der Festschmierstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus WS_2 , MoS_2 , NbS_2 , $NbSe_2$, TaS_2 , $MoTe_2$, $MoSe_2$, WTe_2 , WSe_2 , HfS_2 , SnS_2 , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 und/oder Mischungen hiervon.

11. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 6 bis 9,

wobei der Festschmierstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Graphitoxid, Graphitfluorid, Phthalocyanin, organischen Polymeren, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE) und/oder hiervon abgeleitete Metallkomplexen.

12. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 6 bis 11,

wobei die Gleitschicht (6) eine Schichtdicke von maximal 3 μm , bevorzugt eine Schichtdicke von maximal 2 μm , bevorzugter eine Schichtdicke von maximal 1 μm und noch bevorzugter eine Schichtdicke von 0,01 μm - 1 μm aufweist; und/oder

wobei der Festschmierstoff in partikulärer Form vorliegt; und/oder

wobei der Festschmierstoff einen fein-dispersen Feststoffbestandteil mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 1 nm – 100 μm , bevorzugt mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 10 nm – 100 μm , bevorzugter mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 100 nm – 50 μm , noch bevorzugter mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 500 nm – 35 μm , und noch mehr bevorzugt mit einer mittleren Partikelgröße (d_{50}) von 1 μm – 20 μm , enthält.

13. Elektrischer Kontakt nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 12,

wobei die Gleitschicht (6) das darunter angeordnete Substrat oder die darunter angeordnete Zwischenschicht (5) vollständig bedeckt; oder

wobei die Gleitschicht (6) das darunter angeordnete Substrat oder die darunter angeordnete Zwischenschicht (5) zumindest teilweise bedeckt.

14. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 13,

wobei das Substrat oder die Zwischenschicht (5) strukturiert ist; und/oder

wobei die das Substrat oder die Zwischenschicht (5) zumindest teilweise bedeckende Gleitschicht (6) strukturiert ist.

15. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 6 bis 14,

wobei der Reibkoeffizient des elektrischen Kontakts im Bereich von 0,02 - 0,90, bevorzugt von 0,10 – 0,87 und bevorzugter von 0,17 – 0,85; und/oder

wobei der Reibkoeffizient über 1000 Steckzyklen konstant bleibt; und/oder

wobei der Kontaktwiderstand des elektrischen Kontakts im Bereich von 0,1 – 60 mOhm, bevorzugt 0,6 – 50 mOhm, und bevorzugter 0,7 – 48,5 mOhm liegt; und/oder

wobei der Kontaktwiderstand über 1000 Steckzyklen konstant bleibt.

16. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 6 bis 15 erhältlich nach dem Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 5.

17. Verwendung eines elektrischen Kontaktes nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 16 für Steckverbindungen.

18. Verwendung eines Festschmierstoffs zur Einstellung eines Reibkoeffizienten von Oberflächen für elektrische Kontakte, wobei der Festschmierstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Sulfiden, Seleniden und/oder Telluriden; oder wobei der Festschmierstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus WS_2 , MoS_2 , NbS_2 , $NbSe_2$, TaS_2 , $MoTe_2$, $MoSe_2$, WTe_2 , WSe_2 , HfS_2 , SnS_2 , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 und/oder Mischungen hiervon; oder wobei der Festschmierstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Graphit, Graphitoxid, Graphitfluorid, Phthalocyanin, organischen Polymeren, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE) und/oder hiervon abgeleiteten Metallkomplexen.

Zeichnungen

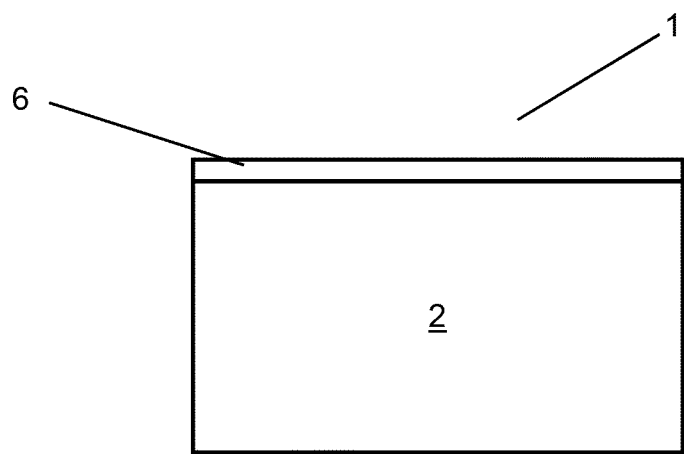


Fig. 1

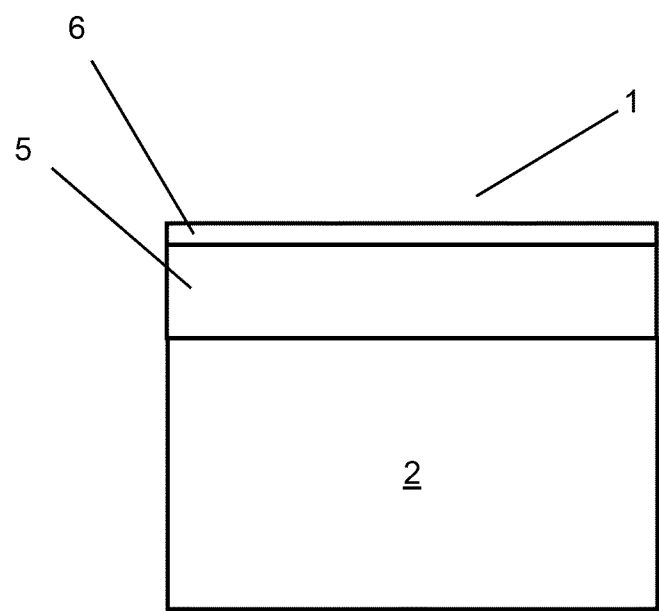


Fig. 2

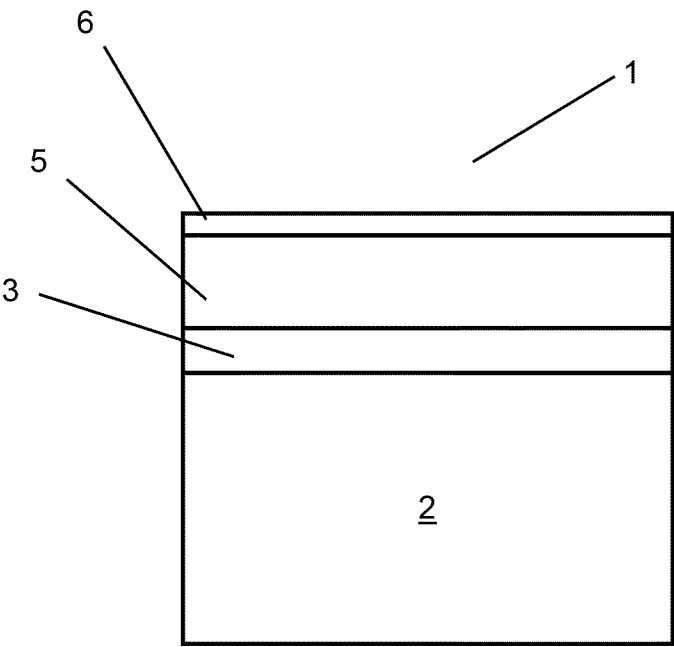


Fig. 3

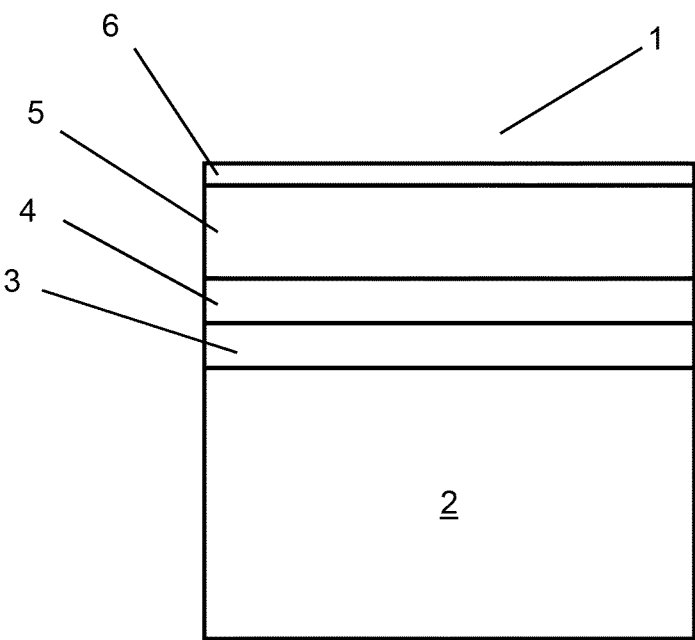


Fig. 4

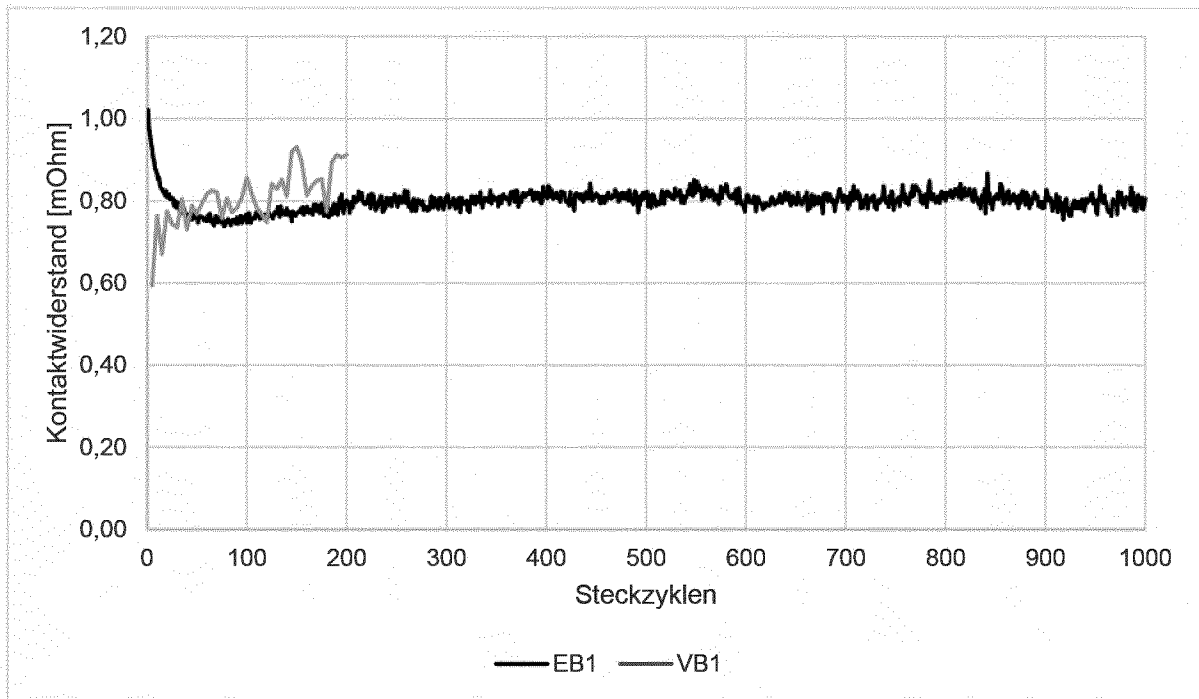


Fig. 5

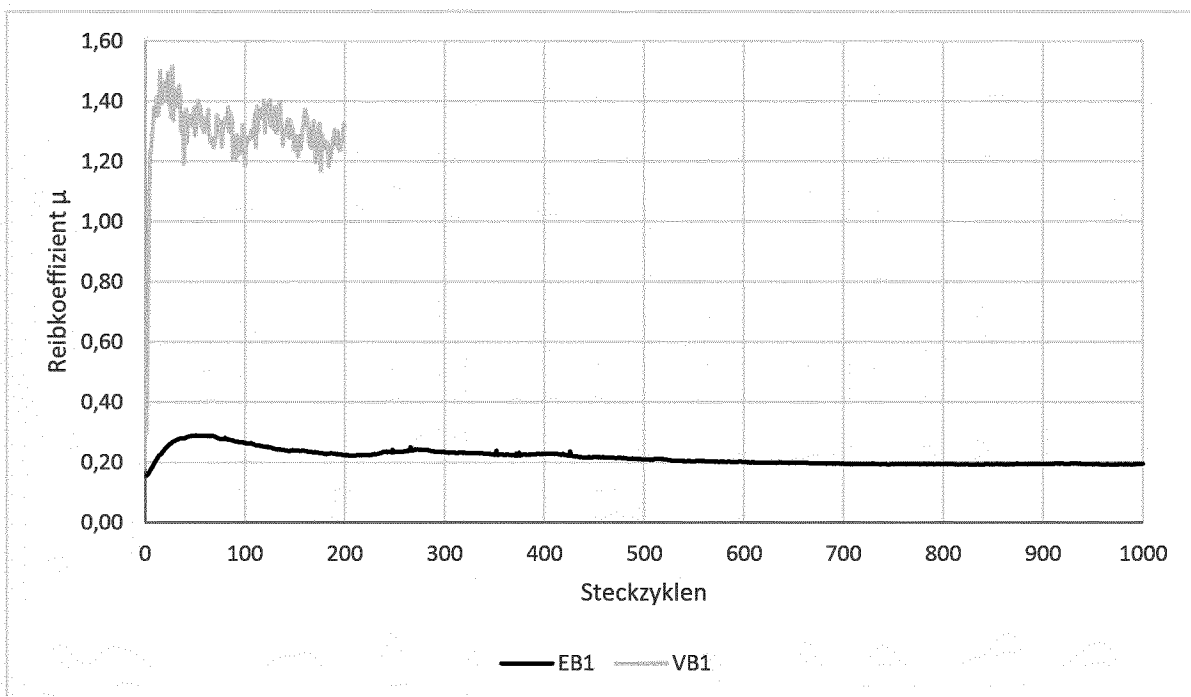


Fig. 6

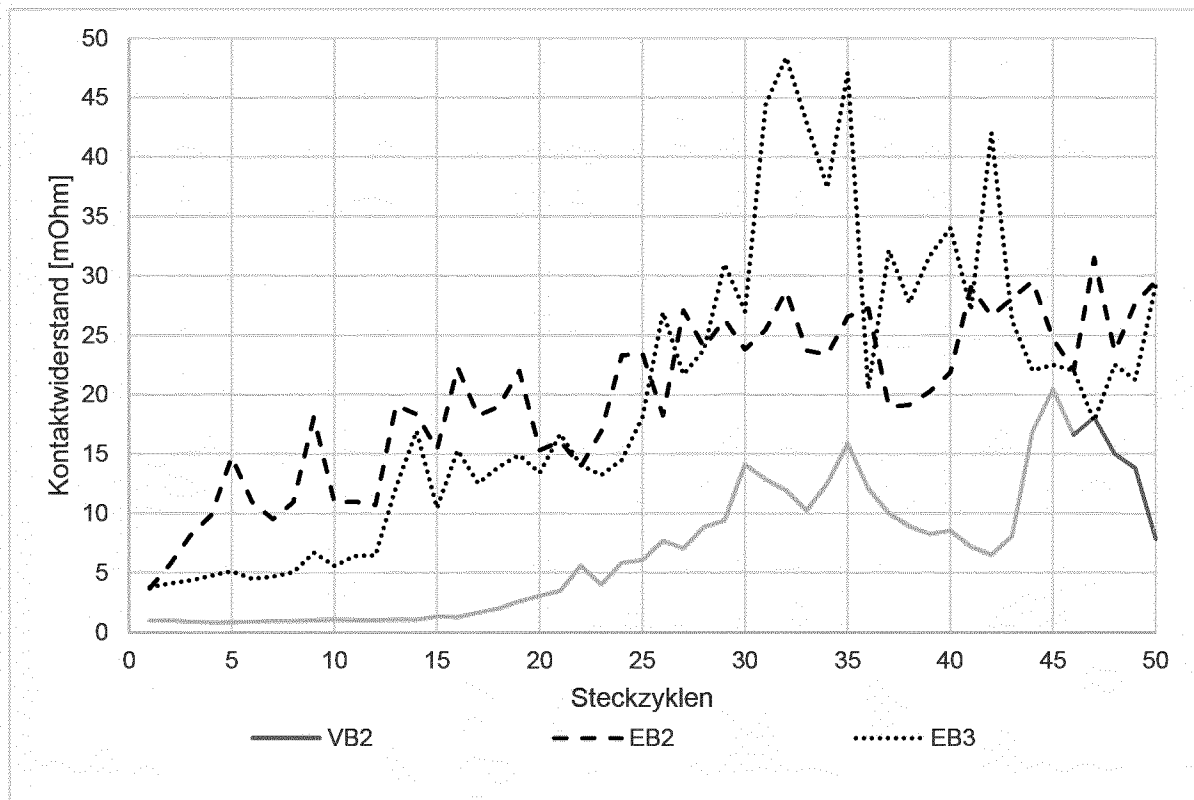


Fig. 7

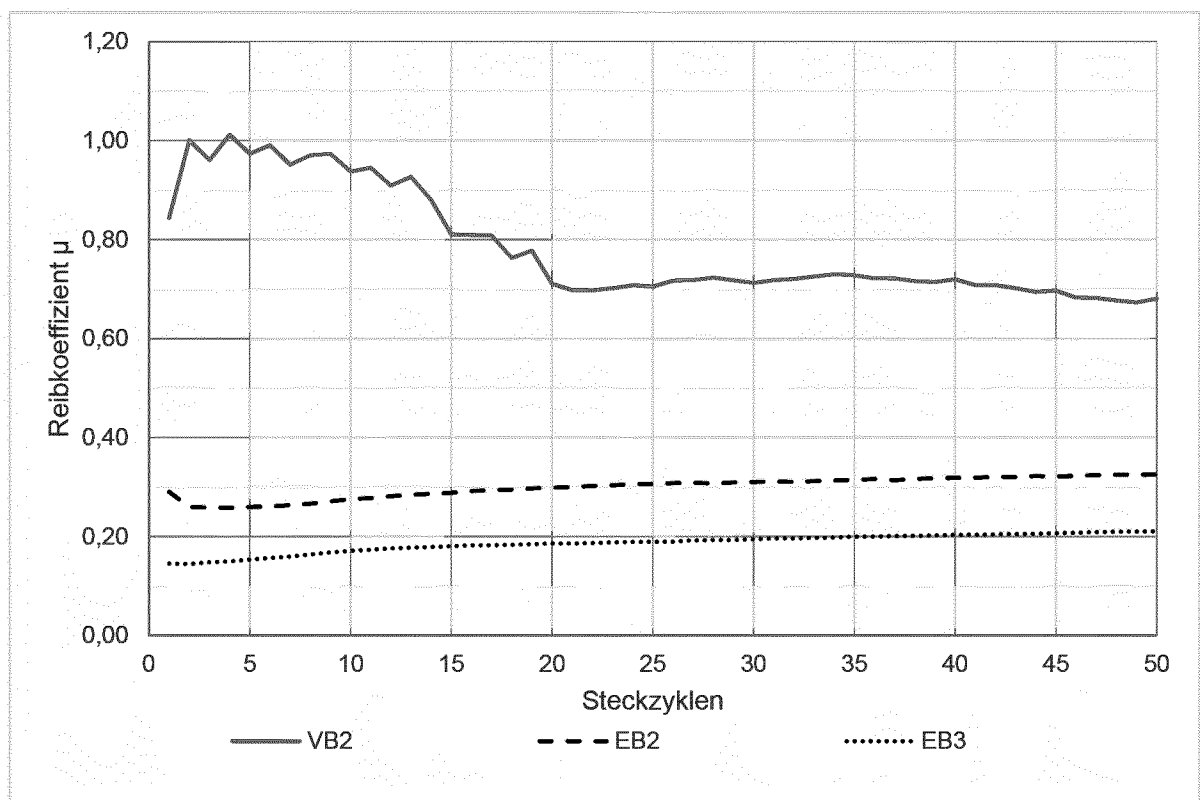


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/057051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C25D 5/12</i> (2006.01)i; <i>C23C 28/00</i> (2006.01)i; <i>C23C 4/08</i> (2016.01)i; <i>C23C 24/06</i> (2006.01)i; <i>C23C 2/04</i> (2006.01)i; <i>C25D 7/00</i> (2006.01)n; <i>C25D 7/06</i> (2006.01)n 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) C25D; C23C 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, WPI Data														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>EP 3633256 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]; VALLOUREC OIL & GAS FRANCE [FR]) 08 April 2020 (2020-04-08) abstract figure 5 paragraphs [0053] - [0054], [0092], [0100], [0107], [0112] - [0116]</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2021066834 A1 (MYERS MARJORIE KAY [US]) 04 March 2021 (2021-03-04) abstract figures 2, 5 paragraphs [0006] - [0007], [0014] - [0015], [0018], [0032]</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2364781 C1 (SUMITOMO METAL IND [JP]; VALLUREK MANNESMANN OJL EHND G [FR]) 20 August 2009 (2009-08-20) abstract figures 5, 6 table 1</td> <td>1-18</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	EP 3633256 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]; VALLOUREC OIL & GAS FRANCE [FR]) 08 April 2020 (2020-04-08) abstract figure 5 paragraphs [0053] - [0054], [0092], [0100], [0107], [0112] - [0116]	1-18	A	US 2021066834 A1 (MYERS MARJORIE KAY [US]) 04 March 2021 (2021-03-04) abstract figures 2, 5 paragraphs [0006] - [0007], [0014] - [0015], [0018], [0032]	1-18	A	RU 2364781 C1 (SUMITOMO METAL IND [JP]; VALLUREK MANNESMANN OJL EHND G [FR]) 20 August 2009 (2009-08-20) abstract figures 5, 6 table 1	1-18
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	EP 3633256 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]; VALLOUREC OIL & GAS FRANCE [FR]) 08 April 2020 (2020-04-08) abstract figure 5 paragraphs [0053] - [0054], [0092], [0100], [0107], [0112] - [0116]	1-18												
A	US 2021066834 A1 (MYERS MARJORIE KAY [US]) 04 March 2021 (2021-03-04) abstract figures 2, 5 paragraphs [0006] - [0007], [0014] - [0015], [0018], [0032]	1-18												
A	RU 2364781 C1 (SUMITOMO METAL IND [JP]; VALLUREK MANNESMANN OJL EHND G [FR]) 20 August 2009 (2009-08-20) abstract figures 5, 6 table 1	1-18												
☒ 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 13 June 2022		Date of mailing of the international search report 22 June 2022												
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lange, Ronny Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/057051

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001287079 A (NIPPON STEEL WELDING PROD ENG; NIPPON STEEL CORP) 16 October 2001 (2001-10-16) abstract paragraphs [0002], [0024], [0036], [0040] - [0050] examples 11-13	1-16,18
X	DE 102018005348 A1 (DR ING MAX SCHLOETTER GMBH & CO KG [DE] ET AL.) 09 January 2020 (2020-01-09) cited in the application abstract embodiments table 1 claim 7 paragraphs [0001], [0058], [0072] - [0077], [0082] - [0084], [0101], [0103]	1-18
X	DE 102018005352 A1 (DR ING MAX SCHLOETTER GMBH & CO KG [DE] ET AL.) 09 January 2020 (2020-01-09) abstract embodiments tables 1, 23 paragraphs [0001], [0073], [0085], [0113]	1-18
X	WO 2012074132 A1 (JFE STEEL CORP [JP]; NAKAJIMA SEIJI [JP] ET AL.) 07 June 2012 (2012-06-07) abstract examples paragraph [0025]	1-16,18

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-18

A method for establishing an electrical contact, and an electrical contact.

1.1. claims: 1-5, 18

Inventive concept I relates to a method for establishing an electrical contact, more particularly a plug-type electrical contact, comprising the steps of a) providing a substrate, wherein the substrate has a metallic and/or metallised surface, and b) applying an anti-friction layer to the metallic and/or metallised surface, wherein the anti-friction layer is applied by mechanically rubbing in, polishing and/or buffing a solid lubricant; or wherein the anti-friction layer is applied by sputtering a solid lubricant; or wherein the anti-friction layer is applied by spraying on a solid lubricant, preferably using a carrier gas; or wherein the anti-friction layer is applied by applying a solid lubricant using a barrel washer. Inventive concept I relates to the use of a solid lubricant for modifying a coefficient of friction of surfaces for electrical contacts.

1.2. claims: 6-17

Inventive concept II relates to an electrical contact, having a substrate, wherein the substrate has a metallic and/or metallised surface, and at least one anti-friction layer consisting of a solid lubricant on the metallic and/or metallised surface of the substrate, wherein the electrical contact is preferably a plug-type electrical contact. Inventive concept II also relates to the corresponding use in plug-type connections.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/057051

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
EP	3633256	A1	08 April 2020	AR	111948	A1	04 September 2019
				BR	112019023551	A2	26 May 2020
				CA	3062608	A1	06 November 2019
				CN	110651147	A	03 January 2020
				EP	3633256	A1	08 April 2020
				JP	6815498	B2	20 January 2021
				JP	WO2018216497	A1	12 March 2020
				RU	2729482	C1	07 August 2020
				US	2021364119	A1	25 November 2021
				WO	2018216497	A1	29 November 2018
US	2021066834	A1	04 March 2021	CN	112448196	A	05 March 2021
				CN	212462092	U	02 February 2021
				DE	102020122664	A1	04 March 2021
				US	2021066834	A1	04 March 2021
RU	2364781	C1	20 August 2009	AR	055151	A1	08 August 2007
				BR	PI0616121	A2	07 June 2011
				CA	2621036	A1	08 March 2007
				CN	101300443	A	05 November 2008
				EP	1920180	A1	14 May 2008
				ES	2594653	T3	21 December 2016
				JP	4275656	B2	10 June 2009
				JP	2007071231	A	22 March 2007
				NO	340418	B1	18 April 2017
				PL	1920180	T3	31 July 2017
				RU	2364781	C1	20 August 2009
				US	2008217916	A1	11 September 2008
				WO	2007026970	A1	08 March 2007
				JP	2001287079	A	16 October 2001
DE	102018005348	A1	09 January 2020	CN	112368423	A	12 February 2021
				DE	102018005348	A1	09 January 2020
				EP	3797184	A2	31 March 2021
				KR	20210025600	A	09 March 2021
				US	2021254231	A1	19 August 2021
				WO	2020007408	A2	09 January 2020
DE	102018005352	A1	09 January 2020	CN	112368422	A	12 February 2021
				DE	102018005352	A1	09 January 2020
				EP	3797183	A2	31 March 2021
				KR	20210025599	A	09 March 2021
				US	2021254230	A1	19 August 2021
				WO	2020007407	A2	09 January 2020
WO	2012074132	A1	07 June 2012	BR	112013013443	A2	04 May 2021
				CA	2820571	A1	07 June 2012
				CN	103237927	A	07 August 2013
				EP	2647739	A1	09 October 2013
				JP	5834587	B2	24 December 2015
				JP	2012233248	A	29 November 2012
				KR	20140019299	A	14 February 2014
				MX	364477	B	29 April 2019
				TW	201244847	A	16 November 2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/057051

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 2013333436 A1	19 December 2013
		WO 2012074132 A1	07 June 2012

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung;; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	C25D5/12	C23C28/00 C23C4/08 C23C24/06 C23C2/04
ADD.	C25D7/00	C25D7/06
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C25D C23C		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 3 633 256 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]; VALLOUREC OIL & GAS FRANCE [FR]) 8. April 2020 (2020-04-08) Zusammenfassung Abbildung 5 Absätze [0053] - [0054], [0092], [0100], [0107], [0112] - [0116] -----	1-18
A	US 2021/066834 A1 (MYERS MARJORIE KAY [US]) 4. März 2021 (2021-03-04) Zusammenfassung Abbildungen 2, 5 Absätze [0006] - [0007], [0014] - [0015], [0018], [0032] ----- -/-	1-18
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Juni 2022		22/06/2022
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 Lange, Ronny

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	RU 2 364 781 C1 (SUMITOMO METAL IND [JP]; VALLUREK MANNESMANN OJL EHND G [FR]) 20. August 2009 (2009-08-20) Zusammenfassung Abbildungen 5, 6 Tabelle 1 -----	1-18
X	JP 2001 287079 A (NIPPON STEEL WELDING PROD ENG; NIPPON STEEL CORP) 16. Oktober 2001 (2001-10-16) Zusammenfassung Absätze [0002], [0024], [0036], [0040] - [0050] Beispiele 11-13 -----	1-16, 18
X	DE 10 2018 005348 A1 (DR ING MAX SCHLOETTER GMBH & CO KG [DE] ET AL.) 9. Januar 2020 (2020-01-09) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Ausführungsbeispiele Tabelle 1 Anspruch 7 Absätze [0001], [0058], [0072] - [0077], [0082] - [0084], [0101], [0103] -----	1-18
X	DE 10 2018 005352 A1 (DR ING MAX SCHLOETTER GMBH & CO KG [DE] ET AL.) 9. Januar 2020 (2020-01-09) Zusammenfassung Ausführungsbeispiele Tabellen 1, 23 Absätze [0001], [0073], [0085], [0113] -----	1-18
X	WO 2012/074132 A1 (JFE STEEL CORP [JP]; NAKAJIMA SEIJI [JP] ET AL.) 7. Juni 2012 (2012-06-07) Zusammenfassung Beispiele Absatz [0025] -----	1-16, 18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/057051

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3633256 A1	08-04-2020	AR 111948 A1	04-09-2019
		BR 112019023551 A2	26-05-2020
		CA 3062608 A1	06-11-2019
		CN 110651147 A	03-01-2020
		EP 3633256 A1	08-04-2020
		JP 6815498 B2	20-01-2021
		JP WO2018216497 A1	12-03-2020
		RU 2729482 C1	07-08-2020
		US 2021364119 A1	25-11-2021
		WO 2018216497 A1	29-11-2018
US 2021066834 A1	04-03-2021	CN 112448196 A	05-03-2021
		CN 212462092 U	02-02-2021
		DE 102020122664 A1	04-03-2021
		US 2021066834 A1	04-03-2021
RU 2364781 C1	20-08-2009	AR 055151 A1	08-08-2007
		BR PI0616121 A2	07-06-2011
		CA 2621036 A1	08-03-2007
		CN 101300443 A	05-11-2008
		EP 1920180 A1	14-05-2008
		ES 2594653 T3	21-12-2016
		JP 4275656 B2	10-06-2009
		JP 2007071231 A	22-03-2007
		NO 340418 B1	18-04-2017
		PL 1920180 T3	31-07-2017
		RU 2364781 C1	20-08-2009
		US 2008217916 A1	11-09-2008
		WO 2007026970 A1	08-03-2007
JP 2001287079 A	16-10-2001	KEINE	
DE 102018005348 A1	09-01-2020	CN 112368423 A	12-02-2021
		DE 102018005348 A1	09-01-2020
		EP 3797184 A2	31-03-2021
		KR 20210025600 A	09-03-2021
		US 2021254231 A1	19-08-2021
		WO 2020007408 A2	09-01-2020
DE 102018005352 A1	09-01-2020	CN 112368422 A	12-02-2021
		DE 102018005352 A1	09-01-2020
		EP 3797183 A2	31-03-2021
		KR 20210025599 A	09-03-2021
		US 2021254230 A1	19-08-2021
		WO 2020007407 A2	09-01-2020
WO 2012074132 A1	07-06-2012	BR 112013013443 A2	04-05-2021
		CA 2820571 A1	07-06-2012
		CN 103237927 A	07-08-2013
		EP 2647739 A1	09-10-2013
		JP 5834587 B2	24-12-2015
		JP 2012233248 A	29-11-2012
		KR 20140019299 A	14-02-2014
		MX 364477 B	29-04-2019
		TW 201244847 A	16-11-2012
		US 2013333436 A1	19-12-2013
		WO 2012074132 A1	07-06-2012

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-18

Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontaktes und elektrischer Kontakt.

1.1. Ansprüche: 1-5, 18

Erfinderische Idee I betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, insbesondere eines elektrischen Steckkontakts, umfassend die Schritte

a) Bereitstellen eines Substrats, wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und
b) Aufbringen einer Gleitschicht auf die metallische und/oder metallisierte Oberfläche des Substrats, wobei die Gleitschicht durch mechanisches Einreiben, Aufpolieren und/oder Schwabbeln eines Festschmierstoffs aufgebracht wird; oder wobei die Gleitschicht durch Sputtern eines Festschmierstoff aufgebracht wird; oder wobei die Gleitschicht durch Aufsprühen eines Festschmierstoffs, vorzugsweise unter Verwendung eines Trägergases, aufgebracht wird; oder wobei die Gleitschicht durch Aufbringen eines Festschmierstoffs mittels eines Trommelwäschers aufgebracht wird.

Erfinderische Idee I betrifft auch die Verwendung eines Festschmierstoffs zur Einstellung eines Reibkoeffizienten von Oberflächen für elektrische Kontakte.

1.2. Ansprüche: 6-17

Erfinderische Idee II betrifft einen elektrischen Kontakt, aufweisend ein Substrat, wobei das Substrat eine metallische und/oder metallisierte Oberfläche aufweist, und zumindest eine auf der metallischen und/oder metallisierten Oberfläche des Substrats angeordnete Gleitschicht, die aus einem Festschmierstoff besteht, wobei der elektrische Kontakt vorzugsweise ein elektrischer Steckkontakt ist.

Erfinderische Idee II betrifft auch die entsprechende Verwendung in Steckverbindungen.
