

(19)



(11)

**EP 2 793 314 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.10.2014 Patentblatt 2014/43**

(51) Int Cl.:  
**H01R 13/03<sup>(2006.01)</sup> H01R 13/24<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **13163993.2**

(22) Anmeldetag: **16.04.2013**

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

(72) Erfinder:  
 • **Hopt, Karl-Rudolf  
 78628 Rottweil (DE)**  
 • **Gluche, Peter  
 89081 Ulm (DE)**

(71) Anmelder:  
 • **GFD Gesellschaft für Diamantprodukte mbH  
 89081 Ulm (DE)**  
 • **ddm hopt + schuler GmbH & Co. KG.  
 78628 Rottweil (DE)**

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

(54) **Kontaktfeder und dessen Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kontaktfeder zum Kontaktieren von elektrisch zu kontaktierenden Bauteilen mit einem kontaktseitigen Ende zum elektrischen Kontaktieren mit dem Bauteil und einem verbindungsseitigen Ende zum Verbinden der Kontaktfeder mit dem Bauteil. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kontaktfeder aus einem elastischen Substratmaterial besteht, oder dieses enthält, das von einer isolierenden

Diamantschicht umschlossen ist. Die isolierende Diamantschicht ist dabei im Bereich des kontaktseitigen Endes und im Bereich des verbindungsseitigen Endes bis zum Substratmaterial zumindest kontaktseitig entfernt. Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung einer derartigen Kontaktfeder in einem Kartenlesegerät zur Kontaktierung von Chipkarten.

**EP 2 793 314 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kontaktfeder zum Kontaktieren von elektrisch zu kontaktierenden Bauteilen mit einem kontaktseitigen Ende zum elektrischen Kontaktieren mit dem Bauteil und einem verbindungsseitigen Ende zum Verbinden der Kontaktfeder mit dem Bauteil. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kontaktfeder aus einem elastischen Substratmaterial besteht, oder dieses enthält, das von einer isolierenden Diamantschicht umschlossen ist. Die isolierende Diamantschicht ist dabei im Bereich des kontaktseitigen Endes und im Bereich des verbindungsseitigen Endes bis zum Substratmaterial zumindest kontaktseitig entfernt. Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung einer derartigen Kontaktfeder in einem Kartenlesegerät zur Kontaktierung von Chipkarten.

**[0002]** Kontaktfedern zum Kontaktieren von Strukturen bzw. elektrischen Bauteilen sind bekannt.

**[0003]** So beschreibt die DE 102 01 491 C1 ein Messspitzensystem zum Kontaktieren von Strukturen, das aus einem elektrisch leitfähigen Finger besteht, der ein kontaktseitiges Ende zum Kontakt mit der Struktur und ein Ende zum Verbinden mit mindestens einem Leiter aufweist. Der mindestens eine Finger ist dabei im Bereich des kontaktseitigen Endes ausschließlich aus leitfähigem Diamant gebildet, oder aber der mindestens eine Finger ist im Bereich des kontaktseitigen Endes ausschließlich aus isolierendem Diamant gebildet, wobei dann aber für diese Ausführungsform auf dessen Oberfläche eine leitfähige Diamantschicht und/oder eine Metallisierungsschicht aufgebracht ist.

**[0004]** Ein derartiges Messspitzensystem wird dabei insbesondere zum Testen von beispielsweise auf Wafern hergestellten integrierten, elektronischen Schaltungen und/oder elektronischen Einzelbauteilen auf deren Funktionsfähigkeit und/oder Zuverlässigkeit eingesetzt.

**[0005]** Nachteilig ist dabei, dass das Messspitzensystem vollständig aus Diamant aufgebaut und damit teuer in der Herstellung ist. Damit ist auch der Anwendungsbereich auf Messspitzen mit kleinsten Abmessungen aus Kostengründen limitiert. Derartige Messspitzensysteme sind allerdings für Anwendungen im Bereich der sicherheitsrelevanten Signalübertragung, wie beispielsweise in einem Chipkartenlesegerät nicht geeignet, da grundsätzlich die nach außen gerichtete Oberfläche leitfähig ist. Deshalb kann die leitfähige Schicht von aussen sehr leicht elektrisch kontaktiert werden, so dass es zu einem Auslesen und auch zu einer Manipulation von sicherheitsrelevanten Daten kommen kann.

**[0006]** Aus der WO 2010/136001 A1 ist ein manipulationsgeschützter Kartenleser bekannt. Bei diesem Kartenleser soll die Sicherheit dadurch gewährleistet sein, dass die in dem Kartenleser in der Kontaktiereinheit angeordneten Kontaktfedern mittels einer beweglichen Bohrschutzhaube gesichert sind. Dadurch soll eine unbemerkte Manipulation an den Kontaktenden der Kontaktfedern von der Karteneinführöffnung vermieden wer-

den.

**[0007]** Nachteilig bei der vorstehend beschriebenen Lösung ist allerdings, dass ein derartiger Aufbau aufwendig ist, da nämlich eine separate Vorrichtung nämlich die Bohrschutzhaube in dem Kartenleser beweglich integriert werden muss. Weiterhin hat sich bei dem vorstehend beschriebenen Kartenleser als nachteilig herausgestellt, dass die darin beschriebenen Kontaktfedern aus einer Kupferzinnlegierung gebildet sind, die neben Ihrer Sicherheitslücken in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften ebenfalls verbesserungswürdig sind.

**[0008]** Ausgehend hiervon ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Kontaktfeder zur Übertragung von elektrischen Signalen bereitzustellen, die sowohl hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften wie auch der Manipulationssicherheit Vorteile gegenüber dem Stand der Technik aufweist. Die Kontaktfeder soll dabei auch einfach und kostengünstig in der Herstellung sein.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch gekennzeichnete Merkmale des Patenanspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen an.

**[0010]** Erfindungswesentlich ist, dass die Kontaktfeder nicht indirekt, wie beispielsweise durch Ummantelung oder Gehäuse geschützt wird, sondern direkt selbst manipulationssicher aufgebaut werden soll. Der Schutz gegen Manipulation wird gewissermaßen monolithisch in die Kontaktfeder integriert.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird dazu vorgeschlagen, eine Kontaktfeder zum elektrischen kontaktierenden von Bauteilen mit einem kontaktseitigen Ende zum reversiblen (wiederholdenden) Kontaktieren mit dem Bauteil und einem verbindungsseitigen Ende zum Verbinden mit dem Bauteil so auszubilden, dass die Kontaktfeder aus einem elastischen Substratmaterial besteht und von einer isolierenden Diamantschicht umschlossen ist. Um die entsprechende elektrische Kontaktierung zu gewährleisten, ist erfindungsgemäß bei der Kontaktfeder vorgesehen, dass die isolierende Diamantschicht im Bereich des kontaktseitigen Endes sowie auch im Bereich des verbindungsseitigen Endes bis zum Substratmaterial zumindest lokal entfernt ist, dass ein elektrisch leitfähiger Kontakt zum Bauteil hergestellt werden kann. Dadurch wird nun sichergestellt, dass die Kontaktfeder bis auf die entfernten Bereiche vollständig aus einem nichtleitenden und mechanisch äußerst stabilen, sehr hartem und chemisch intertem Material besteht. Die Kontaktfeder der Erfindung macht sich somit die überragenden mechanischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften von Diamant zunutze und kombiniert diese mit der Elastizität des Substratmaterials. Damit steht eine Kontaktfeder zur Verfügung, die bei entsprechender Anwendung für Sicherheitsaspekte nicht nur hohe Anforderungen in Bezug auf die Manipulationssicherheit erfüllt, sondern die gleichzeitig auch noch aufgrund der überragenden mechanischen und chemischen wie auch physikalischen Eigenschaften von Diamant Vorteile gegenüber dem Stand der Technik aufweist. Hierbei ist auch zu erwäh-

nen, dass auf Diamantoberflächen, aufgrund der chemischen Beständigkeit, Fremdmaterialien, insbesondere Metalle, sehr schlecht haften. Dies ist auch der Grund dafür, dass Diamant nur unter besonderen Bedingungen, bei sehr hohen Temperaturen und unter Vakuum gelötet werden kann. Eine einfache elektrische Kontaktierung von Diamant ist ohne den Einsatz von komplizierten metallischen Schichtabfolgen nicht möglich. Die Freilegung des elektrisch leitfähigen Substrates scheitert an der Härte von Diamant. Dieser ist mechanisch nur mit Diamant zu bearbeiten. Die dabei auftretenden Kräfte sind allerdings so hoch, dass die Kontaktfeder bei einem derartigen Versuch mit hoher Wahrscheinlichkeit brechen würde und die Kontaktfeder damit unbrauchbar wird. Dies erhöht die Manipulationssicherheit einer derartigen Kontaktfeder.

**[0012]** Das Substratmaterial der Kontaktfeder ist aus einem elastischen Material gebildet. Dieses ist so ausgewählt, dass es:

- 1) mit Diamant beschichtbar ist
- 2) eine ausreichende Adhäsion der Diamantschicht auf dem Substrat gewährleistet ist
- 3) Zusammen mit der Diamantschicht eine ausreichende elastische Verformung zulässt, um eine entsprechende Andruckkraft der Feder an das Bauteil zu ermöglichen (Overtravel)
- 4) Eine ausreichende Biegebruchfestigkeit aufweist um den Overtravel schadlos zu überstehen
- 5) Eine ausreichende Festigkeit gegen Ermüdungsbruch aufweist.

Geeignete Materialien hierfür sind refraktäre Metalle wie Mo, Ta, Ti, Nb, W, Saphir, Iridium, Silizium, Siliziumcarbid, Magnesiumoxid oder Germanium. Besonders bevorzugt ist hierbei als Substratmaterial Molybdän oder Wolfram.

**[0013]** Die Kontaktfeder nach der Erfindung ist dabei bevorzugt als flaches Band mit einer Bandbreite von 0,1 mm bis 1,2 mm, bevorzugt von 0,2 mm bis 1 mm und einer Banddicke von 0,05 mm bis 2 mm, bevorzugt von 0,05 mm bis 0,8 mm ausgebildet.

**[0014]** Bevorzugterweise ist insbesondere für den Anwendungsfall eines Kartenlesers die Kontaktfeder am kontaktseitigen Ende in Form einer Kugelkalotte ausgebildet, wobei dann für diese Ausführungsform die entfernte Fläche im Bereich der Kugelkalotte angeordnet und so dimensioniert und positioniert ist, dass eine problemlose elektrische Kontaktierung mit dem Bauteil (in diesem Fall Chipkarte) gewährleistet ist.

**[0015]** Die entfernte Fläche, die zur Kontaktierung dient, kann dabei jegliche geometrische Formen aufweisen, d.h. sie kann kreisförmig oder mehreckig wie zum Beispiel rechteckig sein. Die Fläche, die aus der isolierenden Diamantschicht entfernt werden muss, richtet sich nach dem Anwendungsfall.

**[0016]** In Bezug auf das verbindungsseitige Ende ist die Kontaktfeder bevorzugt dabei so aufgebaut, dass sie

am verbindungsseitigen Ende einen verbreiterten Bereich aufweist, in dem dann die entfernte Fläche angeordnet ist, wobei auch hier wieder die Anordnung und Dimensionierung so gewählt wird, dass ein problemloses Verbinden mit dem Bauteil gewährleistet ist. Auch die entfernte Fläche am verbindungsseitigen Ende ist in Bezug auf ihre Geometrie beliebig wählbar und kann somit kreisförmig oval oder mehreckig, bevorzugt rechteckig sein.

**[0017]** Die Kontaktfeder ist dabei am verbindungsseitigen Ende so ausgebildet, dass ein problemloses Verbinden mit dem Bauteil zum Beispiel mit einer Leiterplatte über eine Lötverbindung möglich ist. Es kann deshalb auch vorgesehen sein, dass nach dem Freilegen der Kontaktzone auf dem Substratmaterial noch eine zusätzliche Beschichtung aufgebracht wird, um eine optimale Verbindung (z.B. Lötbarkeit) mit dem Bauteil zum Beispiel mit einer Leiterplatte (z.B. Auswertelektronik) herstellen zu können. Dies gilt insbesondere für Substrate die aus refraktären Metallen wie Mo, W, Nb, Ta oder Ti bestehen, welche sich ebenfalls nur unter hohem Aufwand und hohen Temperaturen löten lassen. Um eine einfache Lötverbindung (Weichlot) mit der Leiterplatte herzustellen, wird vorgeschlagen, die freigelegte Oberfläche mit einer dünnen Goldschicht, welche beispielsweise galvanisch aufgebracht werden kann, zu beschichten. Dies kann u.a. in einem Autogalvanikbad durchgeführt werden. Sollte eine bessere Haftung gewünscht sein, kann auch ein Mehrschichtmetallisierungssystem, z.B. Ti, Pt, Au mittels Sputtern, Verdampfen oder ähnlichen Abscheidemethoden aufgebracht werden.

**[0018]** Bei der Kontaktfeder nach der Erfindung ist es weiterhin bevorzugt, wenn die aufgebrachte isolierende Diamantschicht eine nanokristalline Diamantschicht mit einer Schichtdicke von 1  $\mu\text{m}$  bis 250  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 3  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 3 bis 10  $\mu\text{m}$  ist. Alternativ kann auch eine DLC-Schicht eingesetzt werden. Die nanokristalline Diamantschicht besitzt dabei bevorzugt eine feinkristalline Diamantstruktur und weist kristalline Domänen auf, die eine mittlere Korngröße von  $d_{50} < 100 \text{ nm}$  bevorzugt  $d_{50} < 50 \text{ nm}$ , besonders bevorzugt  $d_{50} < 10 \text{ nm}$  besitzen. Die Oberflächenrauheit einer derartigen bevorzugten nanokristallinen Diamantschicht RMS ist 5-100 nm, bevorzugt 5-50 nm, weiter bevorzugt 5-30 nm, weiter bevorzugt  $< 10 \text{ nm}$ , besonders bevorzugt  $< 2 \text{ nm}$ . Die Rauheit RMS (root-mean-squared-roughness) wird aus dem Mittel der Abweichungsquadrate berechnet und somit auch als "quadratisches Mittel" bezeichnet. Ermittelt wird die Rauheit z.B. durch Messung eines  $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$  Feldes mit dem AFM (Atomic force Microscope) im Tapping modus, d.h. berührungslos.

**[0019]** Die oben genannten Schichten weisen im Vergleich mit polykristallinen Diamantschichten eine hohe Biegebruchfestigkeit und typischerweise ein niedrigeres Elastizitätsmodul auf. Eine hohe Biegebruchfestigkeit ist erwünscht, weil die Kontaktfeder ja mit einer definierten Anpresskraft gegen das zu kontaktierende Bauteil ge-

drückt wird, um einen zuverlässige elektrische Kontaktierung sicherzustellen. Die hierbei entstehenden mechanischen Spannungen, treten aufgrund der unterschiedlichen Elastizitätsmoduli von Diamantschicht und Substratmaterial verstärkt im Bereich der Diamantschicht auf. Brüche sind also hier zu erwarten. Überraschenderweise konnte gezeigt werden, dass nanokristalline Diamantschichten eine Biegebruchspannung von mehr als 5GPa aufweisen.

**[0020]** Bezüglich der Definition der Biegebruchspannung wird auf die folgenden Literaturstellen verwiesen:

- R. Morrell et al., Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials, 28 (2010), S. 508-515;
- R. Danzer et al. in "Technische keramische Werkstoffe", herausgegeben von J. Kriegesmann, HvB Verlag, Ellerau, ISBN 978-3-938595-00-8, Kapitel 6.2.3.1 - Der 4-Kugerversuch zur Ermittlung der biaxialen Biegefestigkeit spröder Werkstoffe".

**[0021]** Gleichzeitig ist wichtig, dass der Unterschied der Elastizitätsmoduli von Diamantschicht und Substratmaterial so gering wie möglich ist, um das Interface zwischen der Diamantschicht und dem Substrat im Biegefall nicht zu stark zu belasten. Das E-Modul der abgeschiedenen Diamantschicht kann an das E-Modul des Substratmaterials dadurch angepasst werden, indem eine "feinkristalline" Diamantschicht verwendet wird, deren kristalline Domänen eine mittlere Korngröße von  $d_{50} \leq 100$  nm aufweisen. Dadurch entsteht eine Diamantschicht, bei der die Kristallinität im Wesentlichen homogen in der Diamantschicht angeordnet sind.

**[0022]** Die Verwendung von feinkristallinen Diamantschichten mit den wie vorstehend angegebenen Korngrößen führt dazu, dass auch das E-Modul gegenüber polykristallinen Diamantschichten deutlich erniedrigt wird, so dass eine bessere Anpassung an das E-Modul des Substrates gewährleistet ist. So weisen polykristalline Diamantschichten meist ein E-Modul von  $> 1000$  GPa auf. Typische Substratmaterialien, wie beispielsweise Silizium oder Siliziumdioxid, besitzen einen deutlich geringeren E-Modul von etwa 90 bis 400 GPa. Der große Unterschied der Biegesteifigkeit zwischen Substrat und Beschichtung führt im mechanischen Belastungsfall zu einer starken Belastung des Interfaces, welches im schlimmsten Fall versagen kann und damit zu einer Delamination der Diamantschicht führen kann. Letzteres hat das Totalversagen des Bauteils zur Folge. Aus diesem Grund ist eine Angleichung der Biegesteifigkeit von Substrat und Beschichtung vorteilhaft. Dies kann nun ebenfalls durch eine Verringerung der Korngröße erreicht werden. Da mit abnehmender Korngröße der Diamantschicht das Korngrenzenvolumen im Verhältnis zum Kristallvolumen (Kornvolumen) zunimmt und an der Korngrenze in der Regel schwächere Bindungen als im Kristall (Korn) vorhanden sind, korreliert das makroskopisch ermittelte E-Modul diametral mit der mittleren Korngröße. Typische Werte für das E-Modul von na-

nokristallinen Diamantschichten (Korngröße etwa 10 nm) liegen im Bereich von  $< 750$  GPa und ganz besonders bevorzugt  $< 500$  GPa.

**[0023]** Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die auf der Kontaktfeder aufgebrachte isolierende nanokristalline Diamantschicht einen möglichst kleinen  $sp^2$ -Anteil aufweist. Erfindungsgemäß wird hierbei ein  $sp^2$ -Anteil  $< 40\%$ , bevorzugt  $< 20\%$ , besonders bevorzugt  $< 10\%$  verstanden. Der Hintergrund ist dabei darin zu sehen, dass je höher der  $sp^2$ -Anteil ist, umso höher ist auch die elektrische Leitfähigkeit der undotierten Diamantschicht. Eine auch nur geringe elektrische Leitfähigkeit, ist allerdings beim erfindungsgemäßen Kontaktfinger möglichst zu vermeiden, so dass es bevorzugt ist, wenn die Diamantschicht, die auf der Kontaktfeder aufgebracht ist, einen möglichst geringen  $sp^2$ -Anteil wie vorstehend definiert aufweist. Die Diamantschicht ist weiterhin bevorzugt texturiert und weist besonders bevorzugt eine 111-, oder 110-, oder eine 110-Textur auf. Es wird von einer Textur gesprochen, wenn mehr als 80% der Oberfläche der Diamantschicht von 111, 110, oder 100 Diamantflächen gebildet wird und die Differenz der Eulerwinkel  $\Delta\gamma$  zwischen den die Orientierung der Diamantschicht definierenden aneinanderliegenden 111, 110 oder 100 Diamantflächen die Bedingung  $|\Delta\gamma| \leq 20^\circ$  erfüllt.

**[0024]** Es hat sich weiterhin als günstig erwiesen, wenn die isolierende Diamantschicht möglichst spannungsfrei ist. Das bedeutet, dass eine freistehende Diamantschicht innere mechanische Spannungen aufweisen muss, die  $< 1$  GPa, bevorzugt  $< 500$  MPa, besonders bevorzugt  $< 200$  MPa sind. Innere Spannungen können nämlich zur Deformation der Kontaktfeder nach dem Abkühlen führen. Ferner wird die innere Spannung der von außen induzierten mechanischen Biegebruchspannung überlagert und führt somit zu einer erhöhten Bruchanfälligkeit. Die Diamantschicht soll deshalb wie vorstehend definiert möglichst spannungsfrei ausgebildet sein.

**[0025]** Erstaunlicherweise konnte festgestellt werden, dass im Falle von Molybdän als Substratmaterial bei der CVD Abscheidung der nanokristallinen Diamantschicht, nach der Abkühlphase nahezu keine mechanische Deformation des Kontaktfingers beobachtet wurde. Dies ist unter normalen Umständen nicht zu erwarten, weil eine Diamantschicht üblicherweise heterogen (bezogen auf die Wachstumsrichtung) aufwächst und damit erhebliche innere Spannungen (typischerweise Zugspannungen) auftreten.

**[0026]** Überraschenderweise hat es sich auch gezeigt, dass sich die Karbidisierung des Substratmaterials in Grenzen hält. Hierunter wird die Durchsetzung des Substratmaterials mit Kohlenstoff verstanden. Wird als Substratmaterial beispielsweise ein refraktäres Metall eingesetzt (z.B. W), diffundieren insbesondere in der Anfangsphase der Gasphasenabscheidung, Kohlenstoffradikale in das Metall ein. Diese führen zu Gefügeänderungen und verspröden typischerweise das Substrat. Im schlimmsten Fall hat sich das Metall nach der Beschich-

tung vollständig in ein Metallkarbid umgewandelt. Die geringe Karbidisierung bei der Erfindung wird darauf zurückgeführt, dass bei der Herstellung der nanokristallinen Diamantschicht eine sehr hohe Keimdichte von Diamantimpfkristallen auf das Substratoberfläche erreicht wird, wobei dabei die Agglomeration von Kristallen vermieden werden kann. Bevorzugte Keimdichten liegen im Bereich von  $> 10^{11} \text{cm}^{-2}$ , besonders bevorzugt im Bereich  $> 10^{12} \text{cm}^{-2}$ . Ist die Keimdichte zu gering, schließt sich die Diamantschicht erst nach einigen 100 nm und bildet Einschlüsse (Porosität). Im diesem Falle ist dadurch auch die Haftung zum Substrat nicht mehr sichergestellt und die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Biegebruchspannung degradieren.

**[0027]** Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kontaktfeder schlägt vor, dass zwischen dem Substratmaterial und der isolierenden Diamantschicht noch zusätzlich eine elektrisch leitfähige Diamantschicht aufgebracht ist. Diese Diamantschicht umschließt somit sandwichartig das Substratmaterial und wird Ihrerseits sandwichartig durch die isolierende Diamantschicht umschlossen. Der Vorteil des Aufbringens einer derartigen isolierenden Diamantschicht besteht in einem weiter verbesserten Schutz der elektrisch aktiven Kontaktflächen. Diese werden kontaktseitig nur bis zur elektrisch leitfähigen Diamantschicht bereichsweise freigelegt. Damit ist auch im Bereich der Kontaktfläche eine Manipulation durch haftende Metallisierung, insbesondere Klebeverbindungen mit elektrisch leitfähigen Klebstoffen oder Weichlötverbindungen weitestgehend ausgeschlossen. Darüber hinaus nimmt die Verschleißfestigkeit und damit die Lebensdauer des Kontaktfingers aufgrund der Härte von Diamant deutlich zu. Für diese Ausführungsform ist dann sicherzustellen, dass am kontaktseitigen Ende die isolierende Diamantschicht bis auf die elektrisch leitfähige Diamantschicht entfernt ist. Am verbindungsseitigen Ende hingegen, können beide Diamantschichten bis auf das Substrat entfernt werden. Optional kann auch hier die Substratöffnung noch zusätzlich metallisiert werden. Die elektrisch leitfähige Diamantschicht kann ebenfalls nanokristallin sein und eine Schichtdicke wie die isolierende Diamantschicht aufweisen. Die Leitfähigkeit der nanokristallinen Diamantschicht kann zum Beispiel durch Dotierung mit P, B, N, S und/oder  $\text{NH}_3$  hergestellt werden, wobei Dotierstoffkonzentrationen  $> 5 \times 10^{17}$  bevorzugt sind. Üblicherweise werden die Dotierstoffe während der Abscheidung der Diamantschicht in die Gasphase zugeführt. Im Fall von  $\text{NH}_3$  Zugabe, handelt es sich nicht um eine Dotierung sondern vielmehr eine elektrische Leitfähigkeit, welche von den Korngrenzen herrührt. Diese ist im übrigen n-Typ mit einer geringen Aktivierungsenergie von weniger als 100meV.

**[0028]** Die Kontaktfeder, wie vorstehend beschrieben, wird bevorzugt in einem Kartenleser zum Datenaustausch einer in einem Kartenleser einzuführenden Chipkarte angewendet. Für diesen Anwendungsfall ist somit das kontaktseitige Ende der Kontaktfeder zum Kontak-

tieren mit der Chipkarte vorgesehen und das verbindungsseitige Ende der Kontaktfeder zum Verbinden mit einer Leiterplatte im Kartenleser. Ein derartiger Kartenleser ist in der vorstehend schon genannten WO 2010/136001 A1 beschrieben.

**[0029]** Die Erfindung umfasst somit insbesondere eine Kontaktfeder für einen Kartenleser.

**[0030]** Letztlich betrifft die Erfindung auch die Verwendung einer Kontaktfeder wie vorstehend beschrieben für einen Kartenleser entsprechend der WO 2010/136001.

**[0031]** Nachfolgend wird die Herstellung einer Kontaktfeder beschrieben.

### 1) Stanzen und Prägen der Substratfinger aus einem Molybdänblech

**[0032]** Hierbei ist darauf zu achten, dass Risse in der Flanke möglichst vermieden werden. Geringfügige Risse sind nicht schadhaft, da sie wieder 3 dimensional vom Diamant beschichtet werden. Resultat ist ein Endlosband von Kontaktfingern welche zunächst alle mittels Verbindungsstegen miteinander verbunden sind. Auch die 3D-Form mit kontaktseitiger Kalotte ist bereits vorgegeben. Die Verbindungsstege sind vorteilhafterweise in Bereichen der Kontaktfeder angeordnet, die der Fixierung der Kontaktfinger dienen. Diese Bereiche werden üblicherweise mit Kunststoff umspritzt und sind dadurch auch nur sehr schwer zugänglich.

### 2. Reinigung

**[0033]** Dazu wird eine chemische Grundreinigung durchgeführt. Dies ist angelehnt an die Reinigungskette der Herstellung von Silizium Mikroelektronikbauteilen und besteht im einfachsten Falle aus einer organischen Reinigung mittels Aceton und Isopropanol. Je nach verwendetem Substratmaterial und Verschmutzung können auch stärkere Reinigungslösungen, wie z.B. Schwefelsäure, Salzsäure, Peroxid oder ammoniakhaltige Reinigungsmedien zum Einsatz kommen. Teilweise kann die Reinigung auch dazu genutzt werden, die Substratoberfläche gezielt im Nanometerbereich aufzurauen. Dieser Effekt ermöglicht eine zusätzliche mechanische Verzahnung zwischen dem Substrat und der anschließend aufzubringenden Diamantschicht.

### 3. Nukleation

**[0034]** Nach der Reinigung erfolgt dann eine Nukleation des Substratmaterials durch das Aufbringen von kohlenstoffhaltigen Edukten zur Bildung von Diamantkeimen, bzw. durch das Aufbringen feinkristallinen Diamantimpfkristallen. Im Anschluss daran erfolgt ein Aufwachsen der Diamantschicht mittels einer Gasphasenabscheidung (CVD - Chemical vapor deposition), vorzugsweise durch Hot Filamentgestützte Verfahren. Mikrowellen Plasma-gestützte Verfahren sind weniger geeignet, da aufgrund der komplexen Geometrie der Kontaktfinger

nicht sichergestellt werden kann, dass der Diamant die Finger hermetisch umhüllt.

**[0035]** Wichtig ist, dass eine möglichst hohe Keimdichte von Diamantimpfkristallen auf der Substratoberfläche erreicht wird, um die Karbidisierung des Substratmaterials durch die folgende Gasphasenabscheidung zu minimieren und dass dabei die Agglomeration von Impfkristallen vermieden wird. Gute Keimdichten liegen im Bereich von  $>10^{11}\text{cm}^{-2}$ , bevorzugt im Bereich  $>10^{12}\text{cm}^{-2}$ . Ist die Keimdichte zu gering, schließt sich die Diamantschicht erst nach einigen 100nm und bildet Einschlüsse (Porosität). Ferner ist dadurch die Haftung zum Substrat nicht mehr sichergestellt.

**[0036]** Vorteilhafterweise wird die Substrattemperatur in der Anfangsphase der Beschichtung so hoch gewählt, dass sich zwischen den Diamantkeimen bzw. der Diamantschicht und dem Substratwerkstoff chemische Bindungen bilden können. Die chemische Bindung der Diamantschicht an das Substrat erhöht die Haftung und damit die Belastbarkeit des Interfaces.

**[0037]** Eine exemplarische Verfahrensführung zur Herstellung der kristallinen Diamantschicht ist nachfolgend angegeben:

**[0038]** Die feinkristallinen Diamantschichten werden z.B. mittels eines "Heißdraht-CVD-Verfahrens" hergestellt. Bei diesem Verfahren wird in einer Vakuumkammer mittels heißer Drähte, z.B. Wolframdrähte, eine Gasphase bestehend aus z.B. 1 bis 5 Vol.-%  $\text{CH}_4$  und 95 bis 99 Vol.-% Wasserstoff aktiviert. Die Drahttemperatur liegt beispielsweise in einem Bereich von  $1.800^\circ\text{C}$  bis  $2.400^\circ\text{C}$ . Bei einem Abstand zwischen dem Substrat und den Drähten von 1 cm bis 5 cm wird dabei eine Substrattemperatur von  $600^\circ\text{C}$  bis  $900^\circ\text{C}$  eingestellt. Der Druck der Gasatmosphäre liegt zwischen 3 mbar und 30 mbar. Dabei erfolgt eine Abscheidung der feinkristallinen Diamantschicht auf dem Substrat.

**[0039]** In Bezug auf das Beschichtungsverfahren unterliegt die Erfindung selbstverständlich keinerlei Beschränkungen, so dass beim erfindungsgemäßen Verfahren eine an und für sich bekannte chemische Gasphasenabscheidung (CVD), bevorzugt eine Hot Filamentabscheidung, erfolgen kann.

#### 4) Freilegen der Kontaktzonen

##### **[0040]**

a. Abdecken der Kontaktfinger mittels einer Schattenmaske (z.B. aus Silizium). Hierbei bleiben nur die zu öffnenden Kontaktzonen frei.

b. Entfernung der Isolierenden Diamantschicht mittels  $\text{Ar}/\text{O}_2$  Plasma (reaktives Ionenätzen)

c. Optional: Entfernung der gesamten Diamantschicht mittels  $\text{Ar}/\text{O}_2$  Plasma

d. Teilschritte a-c können im Falle einer Sandwichstruktur (dotierter Diamant und isolierender Diamant) auch mehrfach durchgeführt werden, so dass das kontaktseitige Ende bis zur elektrisch leitfähigen

Diamantschicht freigelegt und das verbindungsseitige Ende bis zum Substrat freigelegt wird.

5) **Optional:** Vereinzelung der Kontaktfinger

6) **Optional:** Umspritzen der Kontaktfinger mit Kunststoff

7) **Optional:** Segmentierung des Endlosbandes nach Schritt 1 in Teilstücke und Behandlung der Teilstücke gem. Schritten 2-7

**[0041]** >

**[0042]** Zu Schritt 5: Die Verbindungsstruktur der Kontaktfinger im Endlosband ist vorzugsweise so positioniert, dass sie im Bereich der später zu umspritzenden Zone des Kontaktfingers liegt und damit schwer zugänglich und geschützt ist.

**[0043]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von fünf Figuren näher beschrieben.

Figur 1 zeigt in den Figuren 1a und 1b in perspektivischer Darstellung eine erfindungsgemäße Kontaktfeder aus zwei Richtungen, sowie in Figur 1c und 1d Schnitte durch die Feder.

Figur 2 zeigt die Anwendung der erfindungsgemäßen Kontaktfedern in einer Kontaktiereinheit für einen Kartenleser.

Figur 3 zeigt das Funktionsprinzip und Deformationsverhalten der erfindungsgemäßen Kontaktfeder.

Figur 4 zeigt den "Overtravel" der Kontaktfeder.

Figur 5 zeigt ein Endlosband.

**[0044]** In Figuren 1a und 1b ist eine erfindungsgemäße Kontaktfeder 1 dargestellt. Die Figur 1b zeigt die Aufsicht auf die erfindungsgemäße Kontaktfeder 1 von oben, wohingegen die Figur 1a die Ansicht von unten darstellt.

**[0045]** Die Kontaktfeder 1 nach der Ausführungsform nach Figur 1b weist dabei eine Breite von 0,8 mm auf und besitzt am kontaktseitigen Ende 5 die Form einer Kugelkalotte 3. Das verbindungsseitige Ende 6 ist in Form einer Verbreiterung ausgeführt, die rechteckig ausgebildet ist. Die Abmessungen sind aus Figur 1a zu entnehmen und betragen 1,5 mm bzw. 1,8 mm. Im Bereich der Kugelkalotte 3 ist die isolierende Diamantschicht 2 entfernt, so dass ein Kontakt mit dem elektrisch zu kontaktierenden Bauteil möglich ist. Im Beispielsfall der Figur 1 ist das Basismaterial der Kontaktfeder 1 Molybdän. Die Fläche des entfernten Bereichs 4 liegt hier im Beispielsfall bei ca.  $0,64\text{ mm}^2$ . Figur 1a zeigt nun die identische Kontaktfeder 1 jedoch in der Sicht von unten, so dass im verbindungsseitigen Ende 6 die entfernte Fläche 7 sichtbar wird. Die entfernte Fläche 7, die im Beispielfall als Kreis ausgebildet ist, muss nun so gestaltet sein, dass eine Lötverbindung mit der Leiterplatte ermöglicht wird.

Die entfernte Fläche 7 weist im Beispielsfall der Figur 1 eine Fläche von ca. 0,8 mm<sup>2</sup> auf.

**[0046]** Die Materialdicke der Kontaktfeder 1 liegt in der Ausführungsform so wie sie in Figur 1 dargestellt ist bei 0,25 mm. Die Kugelkalotte 3 weist dabei einen vorgegebenen Radius R auf. Die Kugelkalotte 3 sollte dabei bevorzugt riss- und gratfrei ausgebildet sein, sowie eine möglichst geringe Oberflächenrauheit aufweisen um die Metallisierung der zu kontaktierenden elektrischen Kontakte nicht zu zerstören.

**[0047]** In Figur 1a ist zudem noch verdeutlicht, in welcher Weise sich die Kugelkalotte 3 bewegen kann (Pfeile).

**[0048]** Diese Bewegung, auch oft als Overtravel bezeichnet, ist notwendig um die Kugelkalotte mit einer definierten Kraft auf die Metallisierung der zu kontaktierenden Struktur zu pressen. Hierbei wird die Kontaktfeder elastisch verformt.

**[0049]** In den Figuren 1c und 1d sind nun die Schnittdarstellungen sowie in Figur 1a angezeigt dargestellt.

**[0050]** Die Schnittdarstellungen der Figur 1c zeigen eine Ausführungsform, bei der das Substratmaterial 8 mit einer isolierenden Diamantschicht 2 überzogen ist. In der ersten Schnittdarstellung A-A ist auch die freigelegte Fläche 7 am verbindungsseitigen Ende dargestellt. Aus der Schnittdarstellung A-A ist erkennbar, dass die isolierende Diamantschicht 2 bis auf das Substratmaterial 8 entfernt worden ist. Die Schnittdarstellung B-B zeigt, wie das Substratmaterial 8 in diesem Beispielsfalle Molybdän von der Diamantschicht 2 umschlossen ist. Letztlich zeigt die Schnittdarstellung C-C die Ausbildung der erfindungsgemäßen Kontaktfeder, wie sie in der Figur 1a dargestellt ist bezüglich des kontaktseitigen Ende. Auch hier ist die isolierende Diamantschicht 2 am kontaktseitigen Ende 4 entfernt.

**[0051]** In der Figur 1d sind nun die gleichen Schnitte dargestellt wie vorstehend schon bei Figur 1c beschrieben, jedoch für eine Ausführungsform bei der zusätzlich zur isolierenden Diamantschicht 2 noch eine leitfähige Diamantschicht 30 vorgesehen ist. Wie aus der Schnittdarstellung A-A hervorgeht, ist im Beispielsfall der Kontaktfeder nach der Figur 1 am verbindungsseitigen Ende sowohl die isolierende Diamantschicht 2 wie auch die leitfähige Diamantschicht 30 bis auf das Substratmaterial 8 entfernt worden. Bezüglich der Verbindungstechniken wird auf die Beschreibung verwiesen. Die Schnittdarstellung B-B zeigt wiederum wie schon bei der Figur 1c die Ausbildung der Kontaktfeder im mittleren Bereich.

**[0052]** Im Unterschied zur Ausführungsform wie bei Figur 1c beschrieben, ist nun am kontaktseitigen Ende nur die isolierende Diamantschicht 2 entfernt worden. Am kontaktseitigen Ende ist es nicht erforderlich, auch die leitfähige Diamantschicht zu entfernen, so dass am kontaktseitigen Ende der Bereich 4 durch die leitfähige Diamantschicht 30 gebildet wird. Dies hat auch anwendungstechnische Vorteile im Bezug auf die Beanspruchung, da nun noch eine zusätzliche Diamantschicht zur Verfügung steht und deren mechanische und physikalische

Eigenschaften genutzt werden können.

**[0053]** Die Definition des Overtravels ist in Figur 4 schematisch illustriert.

**[0054]** Wesentlich bei der Erfindung ist dabei, dass durch das Substratmaterial, hier Molybdän in Verbindung mit der isolierenden Diamantschicht 2 eine hohe mechanische Stabilität gewährleistet ist, so dass ein dauerhafter Betrieb sichergestellt ist.

**[0055]** Figur 2 zeigt nun die Anwendung der erfindungsgemäßen Kontaktfeder 1 in einem Kartenleser 10. Der in Figur 3 gezeigte Kartenleser 10 ist ein sogenannter Push/Pull-Kartenleser, bei dem eine Chipkarte (nicht abgebildet) in dem Kartenleser 10 bis in ihre Datenaustauschposition eingeführt und nach dem Datenaustausch vom Benutzer wieder aus dem Kartenleser 10 herausgezogen wird. Die Chipkarte trägt dabei zum Speichern der Daten einen Mikrochip (nicht gezeigt). Die Kalotten 3 der elektrischen Kontaktfedern sind deshalb so positioniert, dass sie mit der Lage der Kontakte der Chipkarte übereinstimmen. In dem Kartenleser 10 sind dabei wie aus der Figur 2 hervorgeht, mehrere (hier 8) elastisch verformbare Kontaktfedern 1 vorgesehen, die mit dem verbindungsseitigen Ende 6 mit dem Kartenleser 10 verbunden sind und die ein kontaktseitiges Ende 5 aufweisen, das wie in Figur 3 gezeigt in Form einer Kugelkalotte ausgebildet ist. Dadurch, dass nun die Kontaktfeder nahezu vollständig von einer isolierenden Diamantschicht umhüllt wird, ist diese einer Manipulation nicht zugänglich. Somit wird eine hohe Sicherheit in Bezug auf die Manipulation erreicht. Gleichzeitig ist darauf hinzuweisen, dass auch aufgrund der Materialkombination Molybdän/nanokristalliner Diamant überragende Eigenschaften in Bezug auf die Dauerbelastung einer derartigen Kontaktfeder erreicht werden. Es hat sich gezeigt, dass in entsprechenden Belastungsversuchen die erfindungsgemäße Kontaktfeder sich den bisher bekannten Federn aus einer Kupferzinnlegierung deutlich überlegen zeigen. Ferner ist es nicht notwendig, alle Kontaktfedern mit Diamant zu beschichten. Es genügt prinzipiell, wenn der I/O Pin, d.h. der oder die Kontaktfedern, welche sicherheitsrelevante Daten übertragen, entsprechend beschichtet werden.

**[0056]** Figur 3 zeigt, wie die erfindungsgemäße Kontaktfeder 1 in einem Kartenleser 10 deformiert wird. Die Figur 3a zeigt dabei den Zustand, bei dem keine Karte in den Kartenleser eingeschoben ist, wohingegen Figur 3b den Zustand darstellt, bei dem eine Chipkarte 20 in den Kartenleser eingeschoben worden ist. Hierbei wird die Kontaktfeder um 0,5mm aus Ihrer Ruhelage nach unten ausgelenkt.

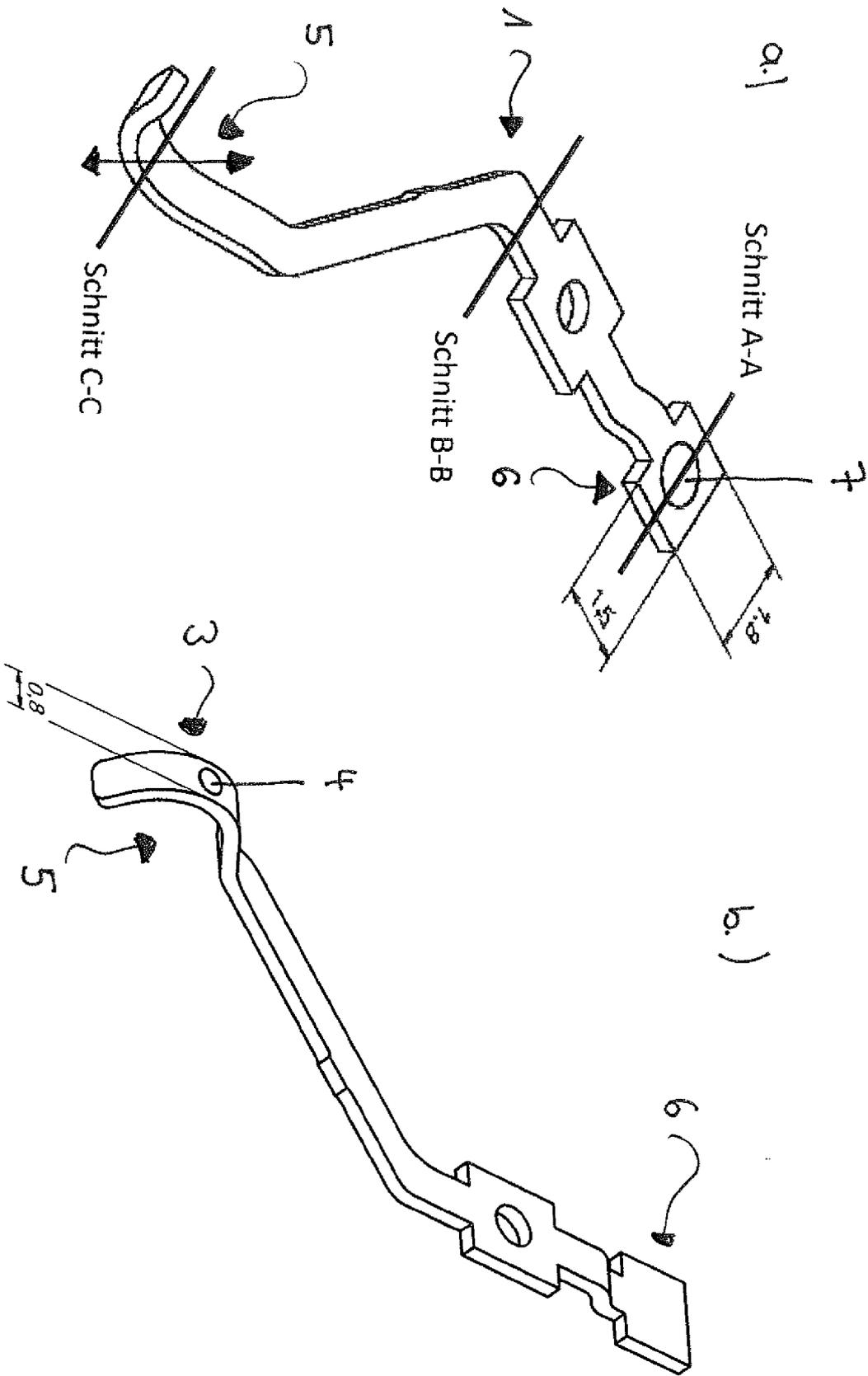
**[0057]** Figur 4 zeigt, wie die Position der Kugelkalotte 3 durch elastische Verformung der Kontaktfeder um die Strecke s (hier 0,5mm) aus Ihrer Ruhelage ausgelenkt wird. Bei einer typischen Kartendicke von 0,8 mm entspricht dies einer Kraft von 0,5 N. Nach der ISO Norm muss die Kontaktkraft des Fingers im Bereich zwischen 0,2 N und 0,6 N liegen. Die erfindungsgemäße Kontaktfeder erfüllt somit diese Forderung.

**[0058]** Figur 5 zeigt ein bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Kontaktfedern erzeugtes Endlosband. Die Kontaktfedern sind dabei über einen Stege 21 miteinander verbunden. Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Kontaktfedern ist dabei auf die genaue Einhaltung der vorgegebenen Größen zu achten. Bei einer Bandunterbrechung ist an der Außenseite der Spule in Höhe der Unterbrechung eine Kennzeichnung anzubringen. Wesentlich ist weiterhin, dass bei Prägung der Kugelkalotte eine Riss- und Gratfreiheit gewährleistet ist. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass der Faserverlauf nicht gebrochen ist. Dies kann mittels Schlibfbild überprüft werden.

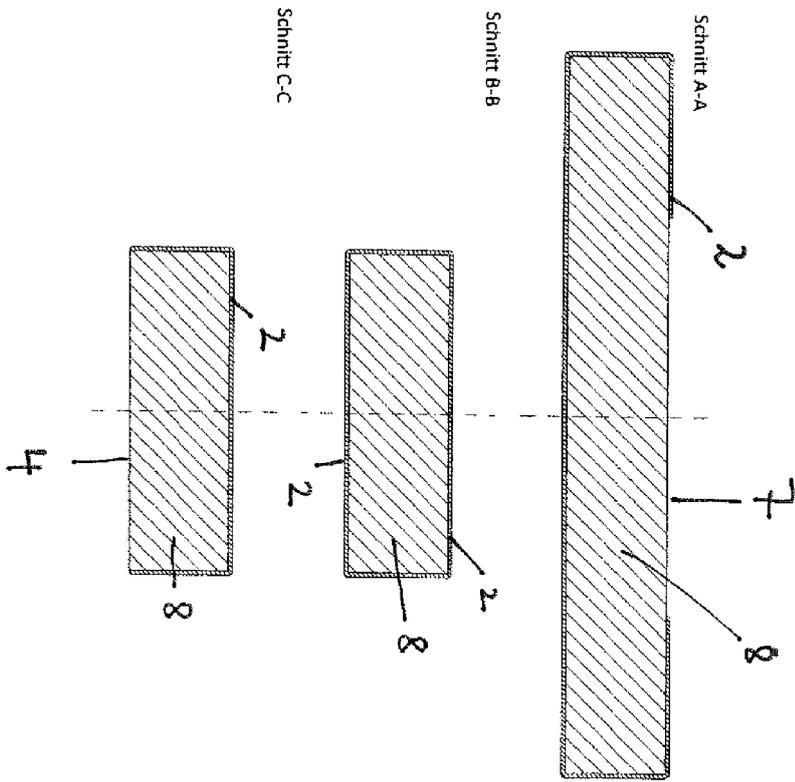
### Patentansprüche

1. Kontaktfeder (1) zum Kontaktieren von elektrisch zu kontaktierenden Bauteilen mit einem kontaktseitigen Ende zum Kontaktieren mit dem Bauteil und einem verbindungsseitigen Ende zum Verbinden mit dem Bauteil,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfeder (1) aus einem elastischen Substratmaterial 8 besteht oder dieses enthält, das von einer isolierenden Diamantschicht (2) umschlossen ist, wobei die isolierende Diamantschicht (2) im Bereich des kontaktseitigen Endes (5) und im Bereich des verbindungsseitigen Endes (6) zumindest bereichsweise bis zum Substratmaterial entfernt ist.
2. Kontaktfeder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfeder (1) ein flaches Band mit einer Bandbreite von 0,1 mm bis 1,2 mm und einer Banddicke von 0,05 mm bis 2 mm ist.
3. Kontaktfeder nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfeder (1) am kontaktseitigen Ende (5) in Form einer Kugelkalotte (3) ausgebildet ist und die entfernte Fläche (4) am kontaktseitigen Ende (5) im Bereich der Kugelkalotte (3) angeordnet und so dimensioniert und positioniert ist, dass eine elektrische Kontaktierung mit dem Bauteil gewährleistet ist.
4. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfeder (1) am verbindungsseitigen Ende (6) einen verbreiterten Bereich aufweist, in dem die entfernte Fläche (7) angeordnet und so dimensioniert und positioniert ist, dass eine Verbindung mit dem Bauteil gewährleistet ist.
5. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfeder (1) zwischen dem kontaktseitigen Ende (5) und dem verbindungsseitigen Ende (6) mindestens eine Abwinklung aufweist.
6. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substratmaterial (8) ausgewählt ist aus refraktären Metallen wie Mo, Ta, Ti, Nb oder W, Siliziumcarbid, Glas, Silizium, Saphir, Iridium, Magnesiumoxid oder Germanium.
7. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die isolierende Diamantschicht eine Dicke von 1 bis 250  $\mu\text{m}$  aufweist.
8. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Diamantschicht 2 eine Biegebruchspannung  $\delta_0 < 5$  GPa aufweist.
9. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Diamantschicht 2 ein E-Modul  $< 850$  GPa, bevorzugt  $< 700$  GPa aufweist.
10. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Substratmaterial (8) und der isolierenden Diamantschicht (2) eine elektrisch leitfähige Diamantschicht (30) angeordnet ist.
11. Kontaktfeder nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Diamantschicht (30) eine nanokristalline Diamantschicht oder eine DLC-Schicht mit einer Schichtdicke von  $1\mu\text{m} - 250\mu\text{m}$  ist.
12. Kontaktfeder nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitfähigkeit der nanokristallinen Diamantschicht (30) durch Dotierung mit P, B, N, S, oder Beigabe von  $\text{NH}_3$  während des Diamantwachstums hergestellt worden ist.
13. Kontaktfeder nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dass die Diamantschicht einen spezifischen Widerstand von  $0,25\text{m}\Omega\text{cm} - 5\text{M}\Omega\text{cm}$  aufweist
14. Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch zu kontaktierende Struktur ein Kartenleser zum Datenaustausch einer in einen Kartenleser (10) einzuführenden Chipkarte ist.
15. Verwendung einer Kontaktfeder nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 14 in einem Kartenleser.

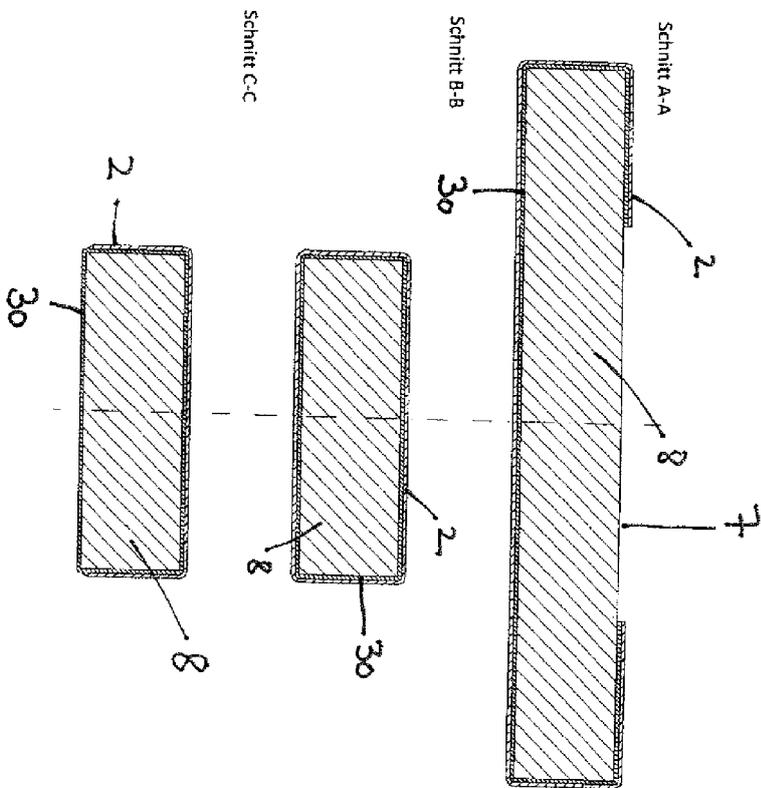
Figur: 1



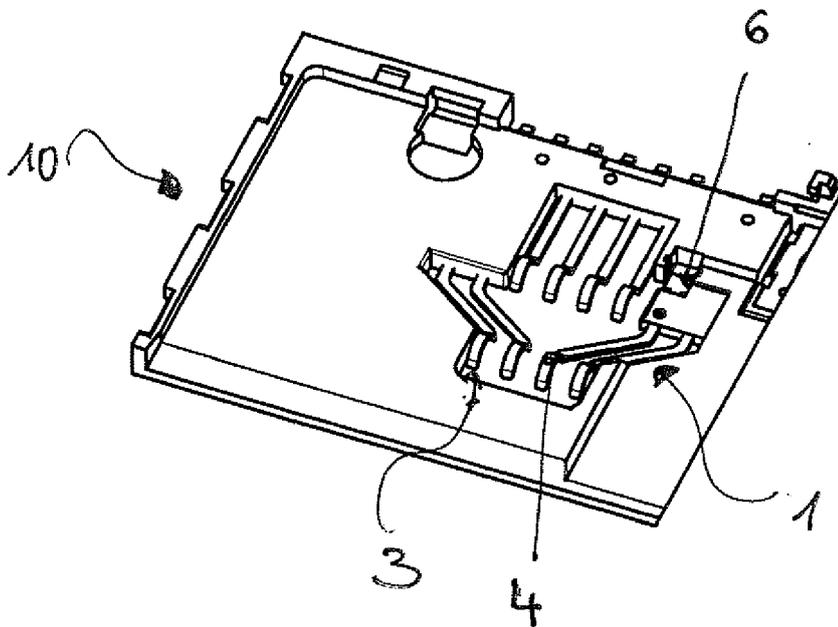
Figur 1c.)



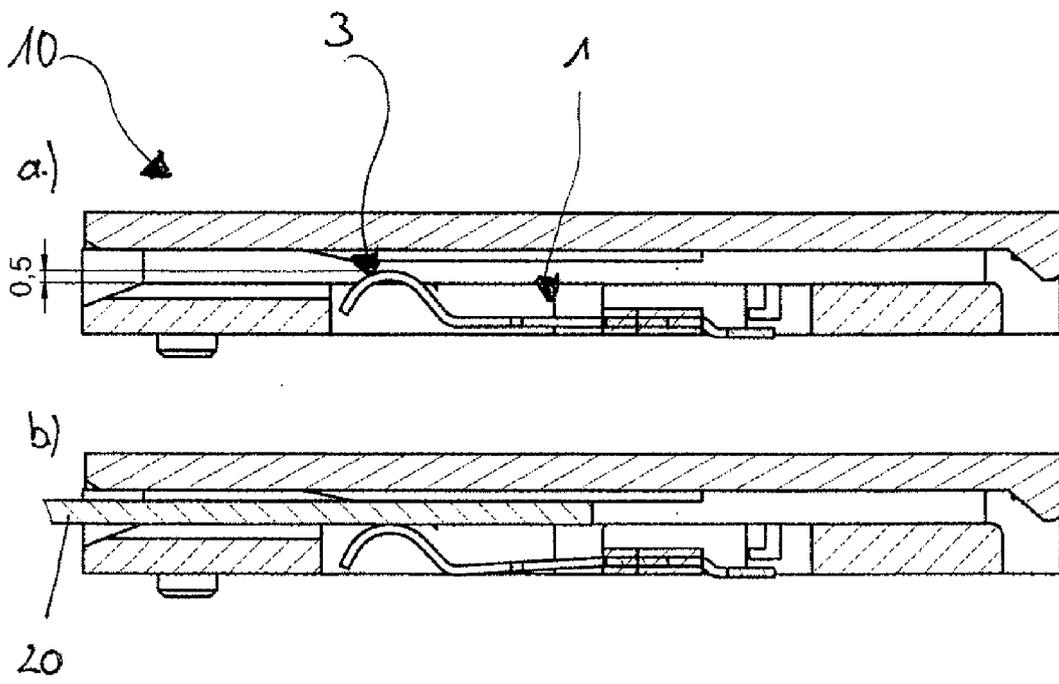
Figur 1d.)



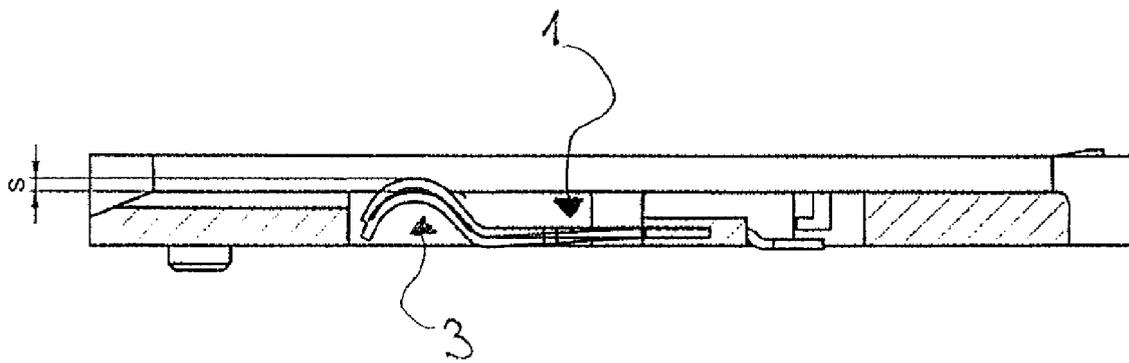
Figur: 2



Figur: 3



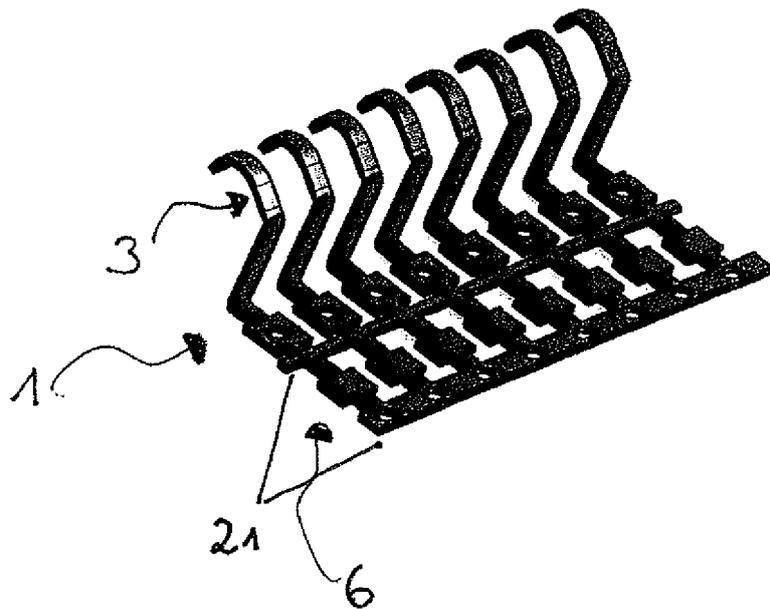
Figur : 4



$s = 0,5\text{mm} \cong 0,5\text{N}$

Kontaktandruck nach ISO =  $0,2\text{N} < F < 0,6\text{N}$

Figure : 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 16 3993

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 166 623 A1 (KITAGAWA IND CO LTD [JP]) 24. März 2010 (2010-03-24) * das ganze Dokument *	1-15	INV. H01R13/03 H01R13/24
A,D	DE 102 01 491 C1 (GFD GES FUER DIAMANTPRODUKTE M [DE]) 28. August 2003 (2003-08-28) * das ganze Dokument *	1-15	
A,D	WO 2010/136001 A1 (HOPT & SCHULER DDM [DE]; HOPT KARL-RUDOLF [DE]; STORZ MICHAEL [DE]) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	26. August 2013	Salojärvi, Kristiina	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 16 3993

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

26-08-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2166623 A1	24-03-2010	EP 2166623 A1 JP 2010073341 A US 2010068901 A1	24-03-2010 02-04-2010 18-03-2010
DE 10201491 C1	28-08-2003	AU 2002361410 A1 DE 10201491 C1 WO 03060529 A1	30-07-2003 28-08-2003 24-07-2003
WO 2010136001 A1	02-12-2010	DE 102009026466 B3 WO 2010136001 A1	01-07-2010 02-12-2010

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10201491 C1 [0003]
- WO 2010136001 A1 [0006] [0028]
- WO 2010136001 A [0030]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **R. MORRELL et al.** *Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, 2010, vol. 28, 508-515 [0020]
- Technische keramische Werkstoffe. **R. DANZER et al.** Der 4-Kugelversuch zur Ermittlung der biaxialen Biegefestigkeit spröder Werkstoffe. HvB Verlag [0020]