



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 103 258.0**

(22) Anmeldetag: **16.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **17.10.2013**

(51) Int Cl.: **H01R 13/10 (2012.01)**

(71) Anmelder:

**Tyco Electronics AMP GmbH, 64625, Bensheim,
DE**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

(72) Erfinder:

**Listing, Martin, 63225, Langen, DE; Sänger,
Walter, 64658, Fürth, DE; Wittrock, Frank, 69198,
Schriesheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

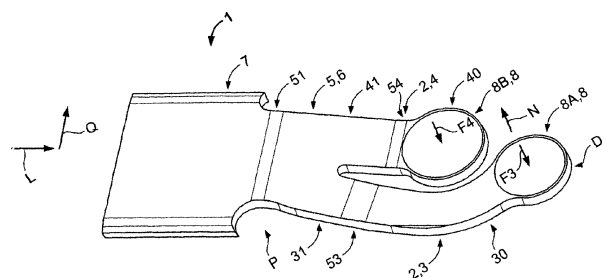
US 4 795 379 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kontaktvorrichtung mit mindestens zwei Kontaktarmen und Kontaktanordnung umfassend eine Kontaktvorrichtung mit mindestens zwei Kontaktarmen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kontaktvorrichtung (1) zur elektrischen Kontaktierung einer Gegenkontaktfläche (11) umfassend wenigstens zwei elastisch auslenkbare Kontaktarme (2) mit Kontaktstelle (8) zur Kontaktierung der Gegenkontaktfläche (11). Ferner betrifft die Erfindung eine Kontaktanordnung (10) umfassend mindestens eine solche Kontaktvorrichtung (1) und eine Gegenkontaktfläche (11), die von den Kontaktstellen (8) elektrisch kontaktiert ist. Bei bekannten Kontaktvorrichtungen (1) mit elastisch auslenkbaren Kontaktarmen (2) verursachen Vibrationen eine Relativbewegung von Kontaktstelle (8) und Gegenkontaktfläche (11), so dass diese im Laufe der Zeit beschädigt werden und sich ihre elektrischen Eigenschaften nachteilig verändern können. Ziel der vorliegenden Erfindung ist es also, eine Kontaktvorrichtung (1) bereit zu stellen, die eine sichere und gleichmäßige elektrische Kontaktierung der Kontaktvorrichtung (1) mit einer Gegenkontaktfläche (11) auch bei langer Benutzung unter Vibrationsbelastung sicherstellt. Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass wenigstens ein Kontaktarm (2) einen Steuerarm (3) und wenigstens ein Kontaktarm (2) einen Folgerarm (4) bildet, wobei der Folgerarm (4) auslenkungsfolgend an den Steuerarm (3) gekoppelt ist und eine Auslenkung des Steuerarms (3) zwangsläufig zu einer Auslenkung des Folgerarms (4) führt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kontaktvorrichtung zur elektrischen Kontaktierung einer Gegenkontaktfläche umfassend wenigstens zwei elastisch auslenkbare Kontaktarme mit Kontaktstelle zur Kontaktierung der Gegenkontaktfläche. Ferner betrifft die Erfindung eine Kontaktanordnung umfassend mindestens eine solche Kontaktvorrichtung und eine Gegenkontaktfläche, die von den Kontaktstellen elektrisch kontaktiert ist.

[0002] Kontaktvorrichtungen mit elastisch auslenkbaren Kontaktarmen sind bekannt. Die Kontaktarme sind meist parallel oder in einem kleinen Winkel zu einer Gegenkontaktfläche angeordnet und kontaktieren die Gegenkontaktfläche an einer Kontaktstelle elektrisch. Die Kontaktvorrichtung und die Gegenkontaktfläche sind oft Vibrationen ausgesetzt. Deshalb ist es notwendig, dass die Kontaktarme an den Kontaktstellen eine relativ hohe Normalkraft auf die Gegenkontaktfläche ausüben, um den Kontakt zwischen der Kontaktstelle und der Gegenkontaktfläche nicht zu verlieren. Die Vibrationen verursachen eine Relativbewegung von Kontaktstelle und Gegenkontaktfläche, so dass diese im Laufe der Zeit beschädigt werden und sich ihre elektrischen Eigenschaften nachteilig verändern können. Beispielsweise kann sich der Übergangswiderstand stark verändern, insbesondere kann er sich verschlechtern. Auch eine an der Gegenkontaktfläche angebrachte Kontakt- oder Schutzschicht kann dadurch abgeschleuert werden.

[0003] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es also, eine Kontaktvorrichtung bereitzustellen, die eine sichere und gleichmäßige elektrische Kontaktierung der Kontaktvorrichtung mit einer Gegenkontaktfläche auch bei langer Benutzung unter Vibrationsbelastung sicherstellt.

[0004] Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass wenigstens ein Kontaktarm einen Steuerarm und wenigstens ein Kontaktarm einen Folgerarm bildet, wobei der Folgerarm auslenkungsfolgend an den Steuerarm gekoppelt ist und eine Auslenkung des Steuerarms zwangsläufig zu einer Auslenkung des Folgerarms führt. Der Steuerarm kann die Vibrationen aufnehmen und sich auslenken. Der Folgerarm folgt der Auslenkung des Steuerarms, so dass die Vibrationen nicht notwendigerweise zu einer Auslenkung des Folgerarms relativ zum Steuerarm führen. Folglich kann die Normalkraft, die der Folgerarm auf die Gegenkontaktfläche ausübt, vergleichsweise klein sein. Eine Beschädigung der Kontaktstelle des Folgerarms und/oder der Gegenkontaktstelle an der Gegenkontaktfläche kann dadurch verhindert oder minimiert werden. Diese Auslenkung, die der Folgerarm durch die auslenkungsfolgende Kopplung an den Steuerarm erfährt, muss dabei nicht der Aus-

lenkung des Steuerarms entsprechen, sie kann auch kleiner sein.

[0005] Im Folgenden sind vorteilhafte Weiterentwicklungen und Ausgestaltungen beschrieben, die beliebig miteinander kombiniert werden können.

[0006] Die Kontaktstelle eines Kontaktarms kann an einem distalen Ende des Kontaktarms, beispielsweise an seinem freien Ende angebracht sein. Im Vergleich zu einer eher mittigen Anordnung stellt diese Ausgestaltung eine simple Lösung dar, die die Berechnung einer Geometrie und/oder der Normalkraft stark vereinfacht, da ein eventuell frei schwingendes Element jenseits der Kontaktstelle nicht berücksichtigt werden muss.

[0007] Die Kopplung des Folgerarms an den Steuerarm kann durch eine Verbindung erfolgen. Insbesondere kann diese Verbindung eine mechanische Verbindung, speziell eine direkte mechanische Verbindung sein. Beispielsweise kann eine starre Verbindung, beispielsweise in Form einer Materialbrücke, zwischen Folgerarm und Steuerarm die Kopplungsfunktion übernehmen. Durch eine solche mechanische Verbindung lässt sich eine zuverlässige Kopplung erreichen.

[0008] Erfindungsgemäß ist es ausreichend, wenn die Auslenkung des Folgerarms der Auslenkung des Steuerarms folgt. Zusätzlich kann eine Auslenkung des Folgerarms auch zu einer Auslenkung des Steuerarms führen. Beide Kontaktarme können der Auslenkung des jeweils anderen Arms folgen. Der Folgerarm und der Steuerarm können also auslenkungsübertragend aneinander gekoppelt sein.

[0009] Eine Auslenkung des Steuerarms kann insbesondere zu einer Auslenkung des Folgerarms führen, die größer ist als die Auslenkung des Steuerarms, wenn dieser einer Auslenkung des Folgerarms folgt. Dies ist etwa möglich, wenn der Folgerarm länger ist als der Steuerarm.

[0010] Die Kontaktarme können eine Basis an ihren proximalen Enden aufweisen. An dieser Basis können sie an weiteren Elementen der Kontaktvorrichtung angebracht sein.

[0011] Der wenigstens eine Steuerarm kann über eine gemeinsame Basis mit dem wenigstens einen Folgerarm verbunden sein. Eine solche gemeinsame Basis stellt eine sehr einfach zu realisierende mechanische Kopplung dar. Vorzugsweise befindet sich die gemeinsame Basis an einem proximalen Ende des Steuerarms, das dem distalen Ende gegenüberliegt. Bei dieser Ausgestaltung können die Schwingungscharakteristiken der beiden Kontaktarme fast isoliert voneinander betrachtet werden. Lediglich die

auslenkungsfolgende Kopplung des Folgerarms an dem Steuerarm muss berücksichtigt werden.

[0012] Alternativ kann sich die gemeinsame Basis an einem proximalen Ende des Folgerarms und einem distalen Ende des Steuerarms befinden. Der Folgerarm kann also vom distalen Ende des Steuerarms weg stehen, beispielsweise in Richtung der Längserstreckung des Steuerarms oder quer dazu. Eine solche Ausgestaltung kann nur über den Steuerarm an weiteren Elementen der Kontaktvorrichtung, insbesondere an Befestigungselementen, angebracht sein. Der Folgerarm kann nur mit dem Steuerarm verbunden sein. Bei einer solchen Ausgestaltung kann der Folgerarm starr mit dem Steuerarm verbunden sein, was eine Berechnung der Geometrie vereinfacht. Bei einer starren Ankopplung des Folgerarms an den Steuerarm kann der Steuerarm die Auslenkungen durch die Vibrationen aufnehmen und der Folgerarm eine fast gleich bleibende Kraft, insbesondere eine fast gleich bleibende Normalkraft, auf die Gegenkontaktfläche ausüben.

[0013] Der wenigstens eine Steuerarm und/oder der wenigstens eine Folgerarm können zumindest teilweise die gemeinsame Basis bilden. Die gemeinsame Basis kann Teil des Steuerarms und/oder des Folgerarms sein. In einer anderen Ausgestaltung kann die gemeinsame Basis ein separates Teil sein, an dem der Steuerarm und der Folgerarm angebracht sind.

[0014] Der wenigstens eine Steuerarm und der wenigstens eine Folgerarm können über wenigstens eine elastisch auslenkbare Basis auslenkungsübertragend aneinander gekoppelt sein. Eine solche mechanische Kopplung über die elastisch auslenkbare Basis stellt eine fertigungstechnisch einfach zu realisierende Lösung dar. Die Basis kann sich dabei an den proximalen Enden der Kontaktarme befinden. Eine Auslenkung des Steuerarms und/oder des Folgerarms kann insbesondere zu einer Auslenkung der Basis führen. Die Auslenkung der Basis kann sich wiederum auf den anderen Kontaktarm übertragen.

[0015] Der Steuerarm und der Folgerarm können einteilig miteinander sein. Beispielsweise können sie über einen Materialschluss miteinander verbunden sein. Vorteilhafterweise bestehen der Folgerarm und der Steuerarm aus einem einzigen Teil. Beispielsweise können beide Teile aus einem einzigen Halbzug gefertigt sein. In einer vorteilhaften Ausgestaltung werden beide durch Stanzen aus einem einzigen Metallblech geformt.

[0016] Der wenigstens eine Steuerarm und/oder der wenigstens eine Folgerarm können einteilig mit anderen Elementen der Kontaktvorrichtung sein. Beispielsweise können der Steuerarm und/oder der Folgerarm einteilig mit einem Befestigungselement sein.

Speziell können der Steuerarm und/oder der Folgerarm einteilig mit der gesamten Kontaktvorrichtung sein. In einer anderen Ausgestaltung können der Steuerarm und/oder der Folgerarm einteilig mit einer gemeinsamen Basis und/oder einer elastisch auslenkbaren Basis sein. Eine einteilige Ausgestaltung stellt eine dauerhafte und sichere Übertragung der Auslenkungen sicher. Ferner ist eine einteilige Ausgestaltung fertigungstechnisch vorteilhaft, beispielsweise weil nur ein einziger Ausformschritt notwendig ist.

[0017] Um eine sichere mechanische Kontaktierung zu gewährleisten, kann der wenigstens eine Steuerarm bei einer vorbestimmten Auslenkung an seinem distalen Ende eine größere Normalkraft ausüben als der wenigstens eine Folgerarm an seinem distalen Ende. Durch eine solche Ausgestaltung kann ferner sichergestellt sein, dass der Steuerarm bei stärkeren Vibrationen einen elektrischen Kontakt herstellt, falls der Folgerarm durch seine geringere Normalkraft dies nicht mehr gewährleisten kann. Auch eine Durchdringung von Kontaminationen oder Oxidschichten kann durch eine stärkere Normalkraft am Steuerarm sichergestellt sein. Um dies bei verschiedenen Intensitäten von Vibrationen sicherzustellen, kann der wenigstens eine Steuerarm bei allen Auslenkungen eine größere Kraft an seinem distalen Ende ausüben als der wenigstens eine Folgerarm an seinem distalen Ende. Eine Auslenkung kann dabei durch eine translatorische oder eine rotatorische Bewegung der Gegenkontaktfläche verursacht sein. Eine Messung der Kraft erfolgt vorzugsweise an der Kontaktstelle. Sie ist das Produkt der Federkonstanten mal der Distanz zwischen der Kontaktstelle und einem Drehzentrum.

[0018] Um die Variation der Normalkraft, die an der Kontaktstelle des Folgerarms wirkt, möglichst gering zu halten, kann bei gleichzeitiger und gleich großer Auslenkung des wenigstens einen Steuerarms und des wenigstens einen Folgerarms ein entgegen einer Auslenkungsrichtung und/oder einer Normalrichtung wirkende Normalkraft im Steuerarm stärker ansteigen als in dem wenigstens einen Folgerarm. Der wenigstens eine Steuerarm und/oder der wenigstens eine Folgerarm können insbesondere eine nicht lineare Kraft-Auslenkungs-Charakteristik aufweisen. Ein inkrementaler Kraftzuwachs pro inkrementalem Auslenkungszuwachs kann im Steuerarm größer sein als im Folgerarm. Der Kraftzuwachs pro Auslenkungsweg kann im Steuerarm größer sein als im Folgerarm. Der stärkere Zuwachs oder das stärkere Ansteigen kann über die gesamte Auslenkung vorhanden sein. Es reicht allerdings aus, wenn dies nur in einem Teilbereich der Auslenkung vorhanden ist. Insbesondere kann dieser Teilbereich der Bereich sein, der bei normaler Vibrationsbelastung auftritt.

[0019] In einer konstruktiv einfachen Ausführungsform ist der wenigstens eine Steuerarm steifer als der wenigstens eine Folgerarm.

[0020] Alternativ kann der wenigstens eine Steuerarm weniger steif als der wenigstens eine Folgerarm sein. Um eine auslenkungsfolgende Kopplung des Folgerarms an den Steuerarm zu erreichen, kann in diesem Fall der Steuerarm länger sein als der Folgerarm. Ferner kann die Art und Position der Kopplung so gewählt sein, dass der Folgerarm dem Steuerarm folgt, selbst wenn der Steuerarm elastischer ist als der Folgerarm.

[0021] Um sicherzustellen, dass der elektrische Kontakt zwischen Folgerarm und Gegenkontaktfläche gleich bleibt, kann bei gleichzeitiger und gleich großer Auslenkung des wenigstens einen Steuerarms und des wenigstens einen Folgerarms eine entgegen einer Auslenkungsrichtung und/oder einer Normalrichtung wirkende Normalkraft in dem wenigstens einen Folgerarm gleich bleiben. Oftmals ist es ausreichend, wenn dies nur in einem Teilbereich der Auslenkung der Fall ist. Beispielsweise kann dies der Bereich sein, in dem normale Vibrationsbelastungen auftreten. Vorteilhafterweise bleibt die Normalkraft jedoch über den gesamten Auslenkungsweg konstant. Der Steuerarm kann die Vibrationen und die damit verbundenen Kräfte aufnehmen, so dass die Normalkraft des Folgerarms gleich bleiben kann. Insbesondere kann die Normalkraft des Folgerarms den Wert behalten, den sie in der Ruheposition des Folgerarms hat.

[0022] Ferner kann es erfindungsgemäß ausreichend sein, dass bei gleichzeitiger und gleich großer Auslenkung des wenigstens einen Steuerarms und des wenigstens einen Folgerarms eine entgegen der Auslenkungsrichtung wirkende Normalkraft in dem wenigstens einen Folgerarm deutlich weniger stark ansteigt, als dies bei einer alleinigen Auslenkung des Folgerarms ohne Auslenkung des Steuerarms der Fall wäre. Beispielsweise kann bei gleichzeitiger Auslenkung der Wert der Normalkraft des Folgerarms weniger als 50%, insbesondere weniger als 20%, speziell weniger als 10%, der Normalkraft des Folgerarms bei alleiniger Auslenkung des Folgerarms betragen

[0023] Um die Hebelwirkung maximal auszunutzen, kann der wenigstens eine Steuerarm länger sein als der wenigstens eine Folgerarm. Der Abstand des distalen Endes, insbesondere der Kontaktstelle des Kontaktarms zu einem Auslenkungszentrum, beispielsweise einem Drehzentrum und/oder zur Basis kann beim Steuerarm größer sein als beim Folgerarm. Wirkt eine gleich große Kraft auf Steuerarm und Folgerarm, so übt der Steuerarm im Bereich der Kopplung zwischen Steuerarm und Folgerarm eine größere Kraft als der Folgerarm aus. Dies kann ge-

währleisten, dass der Folgerarm dem Steuerarm stärker folgt als umgekehrt.

[0024] Um Platz zu sparen, können der Steuerarm und der Folgerarm zumindest teilweise nebeneinander verlaufen.

[0025] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Steuerarm länger als der Folgerarm und verläuft in einem Teilbereich neben dem Folgerarm. Am Ende des Folgerarms umgreift der Steuerarm den Folgerarm, so dass die Kontaktstelle des Steuerarms in Richtung der Längserstreckung des Folgerarms auf der Längsachse des Folgerarms liegt. Dies macht die Bauweise noch kompakter.

[0026] Neben dem Steuerarm und/oder dem Folgerarm kann die Kontaktvorrichtung weitere Elemente aufweisen. Beispielsweise können Befestigungselemente vorhanden sein. Der wenigstens eine Steuerarm und/oder der wenigstens eine Folgerarm können unter einem Winkel an solchen weiteren Elementen befestigt sein. Beispielsweise kann der wenigstens eine Steuerarm und/oder der wenigstens eine Folgerarm unter einem Winkel von ca. 6°–10° an Befestigungselementen angebracht sein. In internen Versuchen hat sich ein Winkel von ca. 8° als besonders vorteilhaft erwiesen. Ist ferner eine Basis vorhanden, kann diese unter einem Winkel an den Befestigungselementen und/oder Kontaktarmen angebracht sein. Dies kann insbesondere dazu führen, dass bei der Kontaktherstellung mit einer Gegenkontaktfläche der Steuerarm und/oder der Folgerarm im Ruhezustand vorgespannt ist. Die Vorspannung kann im Steuerarm einen anderen Wert annehmen als im Folgerarm, insbesondere kann sie im Steuerarm größer sein als im Folgerarm.

[0027] Um eine definierte Kontaktposition und einen gleichbleibenden Kontaktwiderstand sicherzustellen, kann der wenigstens eine Steuerarm und/oder der wenigstens eine Folgerarm eine Kontaktfläche an seinem distalen Ende aufweisen. Dies kann insbesondere eine abgerundete Kontaktfläche sein. Die Kontaktfläche kann in einer Längserstreckung des Kontaktarms und/oder quer zu einer Längserstreckung des Kontaktarms abgerundet sein. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung hat die Kontaktfläche eine kugelsegmentartige Ausgestaltung. Dies gewährleistet eine besonders schonende Kontaktierung, insbesondere bei Relativbewegungen zwischen Kontaktfläche und Gegenkontaktfläche, ohne die Gegenkontaktfläche zu zerkratzen.

[0028] Um die Gegenkontaktfläche unter einem besonders günstigen Winkel zu kontaktieren, beispielsweise für eine fast parallele Kontaktierung, kann der Steuerarm und/oder der Folgerarm einen Knick aufweisen, der einen vorderen Teil am distalen Ende des Kontaktarms in Auslenkungsrichtung von einem hin-

teren Teil am proximalen Ende des Kontaktarms abwinkelt. Eine Abwinklung eines hinteren Teils kann dadurch ausgeglichen sein.

[0029] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weist nur der Folgerarm, nicht aber der Steuerarm einen Knick auf, der einen vorderen Teil am distalen Ende von einem hinteren Teil am proximalen Ende abwinkelt. Dadurch wird erreicht, dass der Steuerarm bei Kontakt mit der Gegenkontaktfläche stärker vorgespannt ist als der Folgerarm. Ferner kann eine Bewegung der Gegenkontaktfläche bei dieser Ausgestaltung zu einer schwächeren Auslenkung des Folgerarm verglichen mit dem Steuerarm führen.

[0030] Für eine gut definierte Auslenkung des Steuerarms und/oder des Folgerarms ist es vorteilhaft, wenn der Steuerarm und/oder der Folgerarm flach ist. Der Steuerarm und/oder der Folgerarm kann in Auslenkungsrichtung dünner sein als in einer Querichtung, die senkrecht zur Auslenkungsrichtung und senkrecht zur Längserstreckung des Kontaktarms ist. Der Steuerarm und/oder der Folgerarm können zungenartig ausgestaltet sein.

[0031] Die Kontaktvorrichtung kann ein Stanzteil sein. Beispielsweise kann die Kontaktvorrichtung aus einem einzigen Blechteil bestehen. Dies kann etwa aus einem größeren Blechteil herausgestanzt sein.

[0032] Alternativ können der Steuerarm und/oder der Folgerarm jeweils einzelne Teile sein, die über eine Crimpverbindung aneinander angebracht sind. Ferner können der Steuerarm, der Folgerarm und/oder eine Basis an weiteren Elementen, etwa an Befestigungselementen, über eine Crimpverbindung angebracht sein.

[0033] Eine erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung kann mehr als einen Steuerarm aufweisen. Ferner kann eine erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung mehr als einen Folgerarm aufweisen. Beispielsweise können zwei Folgerarme an einen Steuerarm gekoppelt sein. Ein einziger Folgerarm kann auch über zwei Steuerarme verfügen.

[0034] Um ein Blech von beiden Seiten zu kontaktieren, kann eine erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung auch zwei einzelne Kontaktvorrichtungen, die jeweils aus einem Steuerarm und einem dazu gehörigen Folgerarm bestehen, aufweisen. Die beiden Kontaktvorrichtungen können in entgegengesetzte Richtungen auslenkbar sein. Ein Blech kann dadurch zwischen den beiden einzelnen Kontaktvorrichtungen einklemmbar sein. In den Ruhepositionen können sich die Kontaktstellen der beiden Kontaktvorrichtungen berühren, wenn kein Blech zwischen ihnen angeordnet ist.

[0035] Eine erfindungsgemäße Kontaktanordnung umfasst eine erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung und eine Gegenkontaktfläche, die von den Kontaktstellen der Kontaktvorrichtung elektrisch kontaktiert ist. Insbesondere kann an den Kontaktstellen eine Normalkraft auf die Gegenkontaktfläche ausgeübt sein.

[0036] Die Gegenkontaktfläche kann zumindest einen Kontaktarm im Ruhezustand, d. h. ohne Vibrationen, elastisch auslenken und/oder vorspannen. Dadurch ist eine sichere Kontaktierung gewährleistet.

[0037] In einer vorteilhaften Ausführungsform übt der Steuerarm eine größere Normalkraft auf die Gegenkontaktfläche aus als der Folgerarm. Der Steuerarm stellt somit vor allem eine mechanische Kontaktierung sicher, wohingegen der Folgerarm eine elektrische Kontaktierung gewährleistet, die sich im Laufe der Zeit weniger stark verändert als beim Steuerarm.

[0038] Die größte Kraft des Steuerarms kann durch die mechanischen Eigenschaften des Steuerarms hervorgerufen sein. Alternativ und/oder zusätzlich kann der Steuerarm durch die Gegenkontaktfläche stärker vorausgelenkt und vorgespannt sein als der Folgerarm. Beispielsweise kann die Kontaktvorrichtung so ausgestaltet sein, dass der Steuerarm die Gegenkontaktfläche bei der Kontaktherstellung eher berührt als der Folgerarm. Der Folgerarm kann also schon ausgelenkt und vorgespannt sein, bevor der Folgerarm die Gegenkontaktfläche berührt.

[0039] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von verschiedenen Ausführungsformen erläutert. Die dabei geschilderten Weiterentwicklungen sind jeweils für sich vorteilhaft und können beliebig miteinander kombiniert werden.

[0040] In den Figuren zeigt:

[0041] [Fig. 1](#) eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Kontaktvorrichtung;

[0042] [Fig. 2](#) eine weitere schematische Perspektivansicht der erfindungsgemäßen Kontaktvorrichtung aus [Fig. 1](#) aus einer gegenüberliegenden Position;

[0043] [Fig. 3](#) eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Kontaktanordnung umfassend die erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung aus [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) und eine Gegenkontaktfläche;

[0044] [Fig. 4](#) eine schematische Perspektivansicht der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung aus [Fig. 3](#) aus einer seitlichen Richtung;

[0045] [Fig. 5](#) eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Kontaktanordnung umfas-

send mehrere erfindungsgemäße Kontaktvorrichtungen und Gegenkontaktflächen.

[0046] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung 1. Die Kontaktvorrichtung 1 weist zwei Kontaktarme 2 auf. Ein Kontaktarm 2 bildet einen Steuerarm 3, der andere Kontaktarm 2 bildet einen Folgerarm 4. Der Folgerarm 4 ist auslenkungsfolgend an den Steuerarm 3 gekoppelt. Eine Auslenkung des Steuerarms 3 führt zwangsweise zu einer Auslenkung des Folgerarms 4.

[0047] Die Kopplung zwischen Folgerarm 4 und Steuerarm 3 ist mechanisch ausgestaltet. An einer gemeinsamen Basis 5 ist der Folgerarm 4 mit dem Steuerarm 3 verbunden. Bei der gemeinsamen Basis 5 handelt es sich ferner um eine elastisch auslenkbare Basis 6. Wird der Steuerarm 3 in Normalrichtung N ausgelenkt, so führt dies zu einer Auslenkung der gemeinsamen Basis 5. Die gemeinsame Basis 5 gibt die Auslenkung an den Folgerarm 4 weiter, so dass dieser dem Steuerarm 3 in seiner Auslenkung folgt. Der Folgerarm 4 muss dabei nicht notwendigerweise durch Kontakt mit einer Gegenkontaktfläche selbst ausgelenkt werden.

[0048] Die gemeinsame Basis 5 befindet sich an einem proximalen Ende P des Steuerarms 3 und an einem proximalen Ende des Folgerarms 4.

[0049] Die gemeinsame Basis 5 ist wiederum an einem Befestigungselement 7 der Kontaktvorrichtung 1 angebracht. Die gemeinsame Basis 5 lässt sich zumindest an ihrem distalen Ende D gegenüber den Befestigungselementen 7 der Kontaktvorrichtung 1 elastisch auslenken, stellt also eine elastisch auslenkbare Basis 6 dar.

[0050] Der Steuerarm 3 und der Folgerarm 4 sind in dieser Ausgestaltung auslenkungsübertragend aneinander gekoppelt. Folglich führt nicht nur eine Auslenkung des Steuerarms 3 zu einer Auslenkung des Folgerarms 4, sondern auch eine Auslenkung des Folgerarms 4 zumindest teilweise zu einer Auslenkung des Steuerarms 3.

[0051] Der Steuerarm 3, der Folgerarm 4, die gemeinsame Basis 5 sowie das Befestigungselement 7 sind in dieser Ausgestaltung einteilig miteinander. Sie bestehen aus einem einzigen Stück Metallblech. Sie wurden durch Stanzen aus einem größeren Stück Metallblech geformt. In einem weiteren Verfahrensschritt wurde die gemeinsame Basis 5 zusammen mit den Kontaktarmen 2 an der Verbindungsstelle 51 leicht geknickt. Um den vorderen Teil 30 des Steuerarms 3 parallel zu einer Gegenkontaktfläche zu halten, wurde der vordere Teil 30 des Kontaktarms 3 an einer weiteren Knickstelle 53 relativ zu einem hinteren Teil 31 des Steuerarms 3 entgegen der ersten Biegung etwas zurückgebogen. Analog wurde ein

vorderer Teil 40 des Folgerarms 4 an einer Knickstelle 54 relativ zu einem hinteren Teil 41 des Folgerarms 4 zurückgebogen.

[0052] In einer nicht gezeigten vorteilhaften Ausführungsform weist nur der Folgerarm 4 eine Knickstelle 54 auf, während der Steuerarm 3 gerade ausgebildet ist.

[0053] Alternativ zu der hier gezeigten einteiligen Ausführungsform können einzelne Elemente der Kontaktvorrichtung 1 über Crimpverbindungen miteinander verbunden und/oder aneinander angebracht sein. Beispielsweise kann die gemeinsame Basis 5 an einem Befestigungselement 7 über eine Crimpverbindung angebracht sein.

[0054] Der Steuerarm 3 verläuft zumindest teilweise neben dem Folgerarm 4. Dadurch ist der Platzbedarf in einer Querrichtung Q, die quer zu einer Längsrichtung L der Kontaktarme 2 und quer zur Normalrichtung N verläuft, minimiert.

[0055] Der Steuerarm 3 ist in der Längsrichtung L länger als der Folgerarm 4. Durch die größere Hebelwirkung übt der Steuerarm 3 an der gemeinsamen Basis 5 eine größere Kraft aus, als dies der Folgerarm 4 bei einer gleich großen Auslenkung in Normalrichtung N tun würde. Der Folgerarm 4 folgt dem Steuerarm 3 also stärker als umgekehrt.

[0056] Um den Platzbedarf weiter zu minimieren, umgreift der Steuerarm 3 am distalen Ende D den Folgerarm 4. Die Kontaktstelle 8A des Steuerarms 3 liegt auf einer Verlängerung des Folgerarms 4 in der Längsrichtung L. Die Kontaktstelle 8A des Folgerarms 4 liegt also zwischen der Kontaktstelle 8A des Steuerarms 3 und der gemeinsamen Basis 5.

[0057] Beide Kontaktarme 2 sind flach. Ihre in Normalrichtung N gemessene Dicke ist kleiner als ihre in Querrichtung Q gemessene Breite und viel kleiner als ihre in Längsrichtung L gemessene Länge. Eine Kraft, die auf eine der Kontaktstellen 8 ausgeübt wird, führt also zu einer Auslenkung, die hauptsächlich in Normalrichtung N verläuft.

[0058] Die hier gezeigte spezielle Geometrie des Steuerarms 3, des Folgerarms 4, der gemeinsamen Basis 5 und des Befestigungselements 7 führt dazu, dass bei gleichzeitiger Auslenkung der Kontaktstelle 8A des Steuerarms und der Kontaktstelle 8B des Folgerarms 4 eine Normalkraft F4, die entgegen der Normalrichtung N verläuft und vom Folgerarm 4 an der Kontaktstelle 8B erzeugt wird, über einen weiten Bereich fast den gleichen Betrag aufweist. Bei einer solchen gleichzeitigen und gleich großen Auslenkung nimmt der Steuerarm 3 die auf die Kontaktvorrichtung 1 wirkenden Kräfte größtenteils auf. Die vom Kontaktarm 3 erzeugte Normalkraft F3, die der Normalrich-

tung N entgegengerichtet ist und vom Steuerarm **3** an der Kontaktstelle **8A** ausgeübt wird, steigt also mit zunehmender Auslenkung stärker an als die Normalkraft F_4 des Folgerarms **4**.

[0059] In [Fig. 2](#) ist die in [Fig. 1](#) gezeigte Kontaktvorrichtung aus einer anderen Perspektive dargestellt. Gut zu erkennen sind die Kontaktstellen **8** der Kontaktarme **2**. Diese Kontaktstellen **8** sind als Kontaktflächen **9** ausgeformt. Die Kontaktfläche **8A** des Steuerarms **3** ist genau wie die Kontaktfläche **9B** des Folgerarms **4** in Längsrichtung L und in Querrichtung Q abgerundet. Die Kontaktflächen **9** haben also die Form eines Kugelsegments. Durch diese Ausgestaltung lassen sie sich leicht und ohne eine Zerstörung zu verursachen auf einer Gegenkontaktfläche hin und her bewegen. Dabei ist die Größe der tatsächlichen Kontaktierungsfläche zwischen der Kontaktfläche **9** und der Gegenkontaktfläche bei diesen Bewegungen annähernd gleich.

[0060] Ein Übergangsbereich **52** zwischen der gemeinsamen Basis **5** und dem Befestigungselement **7** ist als ein abgerundeter Übergangsbereich **52'** ausgeführt. Eine solche Ausgestaltung ist fertigungstechnisch vorteilhaft und bietet im Betrieb keine Ansatzpunkte für eine Rissbildung, durch die die Funktionsweise der Kontaktvorrichtung **1** verschlechtert werden könnte.

[0061] [Fig. 3](#) zeigt eine erfindungsgemäße Kontakthanordnung **10**. Die Kontakthanordnung **10** besteht aus der Kontaktvorrichtung **1** und einer Gegenkontaktfläche **11**. Die beiden Kontaktarme **2** drücken in einer Verbindungsrichtung C auf die Gegenkontaktfläche **11** und stellen somit einen elektrischen Kontakt zwischen Kontaktvorrichtung **1** und Gegenkontaktfläche **11** her. Treten durch Vibrationen verursachte Relativbewegungen zwischen Kontaktvorrichtung **1** und Gegenkontaktfläche **11** auf, so können diese durch die elastisch auslenkbaren Kontaktarme **2** abgefangen werden. Der Steuerarm **3** nimmt dabei den größten Teil der durch die Auslenkung der Kontaktarme **2** auftretenden Kräfte auf. Der Steuerarm **3** stellt einen mechanischen Kontakt sicher.

[0062] Über den Steuerarm **3** ist zusätzlich eine elektrische Kontaktierung möglich. Insbesondere kann die stärkere Normalkraft F_3 , die der Steuerarm **3** an der Kontaktstelle **8A** auf das Gegenelement **11** ausübt, dazu führen, dass Oxidschichten oder Verunreinigungen durchdrungen werden und ein sicherer Kontakt möglich ist.

[0063] Bei dieser speziellen Ausgestaltung der Kontaktvorrichtung **1** bleibt die Normalkraft F_4 , die der Folgerarm **4** an der Kontaktstelle **8B** des Folgerarms **4** auf die Gegenkontaktfläche **11** ausübt, über einen weiten Auslenkungsbereich nahezu gleich. Dadurch wird verhindert, dass sich die Verbindung zwischen

der Kontaktstelle **8B** des Folgerarms **4** und der Gegenkontaktfläche **11** im Laufe der Zeit verändert, insbesondere verschlechtert. Die Normalkraft F_4 ist so eingestellt, dass ein Abrieb minimiert ist, während ein elektrischer Kontakt zwischen der Kontaktfläche **8B** und der Gegenkontaktfläche **11** sichergestellt ist.

[0064] Durch die kugelsegmentartige Ausgestaltung der Kontaktflächen **8A**, **8B** führen auch Relativbewegungen zwischen der Kontaktvorrichtung **1** und der Gegenkontaktfläche **11** in einer ersten Querrichtung T1, die senkrecht zur Verbindungsrichtung C ist und in einer zweiten Querrichtung T2, die senkrecht zur Verbindungsrichtung C und senkrecht zur ersten Querrichtung T1 ist, nur zu minimalen Abnutzungen, da keine scharfen Kanten im Kontaktierungsbereich vorhanden sind.

[0065] Die Kontakthanordnung **10** ist in einem Ruhezustand R ohne Vibration dargestellt. In diesem Ruhezustand R lenkt die Gegenkontaktfläche **11** den Steuerarm **3** aus. Der Steuerarm **3** ist deshalb in diesem Ruhezustand R schon vorgespannt. Die Gegenkontaktfläche **11** lenkt auch den Folgerarm **4** aus. Auch er ist in dieser Ruheposition R schon vorgespannt.

[0066] Der Steuerarm **3** übt eine größere Kraft auf die Gegenkontaktfläche **11** aus als der Folgerarm **4**. Die Normalkraft F_3 des Steuerarms **3** ist in diesem Ruhezustand größer als die Normalkraft F_4 , die der Folgerarm **4** auf die Gegenkontaktfläche **11** ausübt. Werden die beiden Kontaktarme **2** durch Vibrationen in einer Normalrichtung N, die in diesem Fall der Verbindungsrichtung C entgegengerichtet ist, ausgelenkt, so reagiert der Steuerarm **3** stärker als der Folgerarm **4**. Pro Auslenkungseinheit der Gegenkontaktfläche **11** ist sein Kraftzuwachs größer als der Kraftzuwachs des Folgerarms **4**.

[0067] In [Fig. 4](#) ist die Kontakthanordnung aus [Fig. 3](#) in einer seitlichen Ansicht gezeigt. Die gemeinsame Basis **5** ist gegenüber dem Befestigungselement **7** der Kontaktvorrichtung **1** um einen Winkel α abgewinkelt. Die Richtung der gemeinsamen Basis **5** schließt also mit der Richtung L7 des Befestigungselements **7** einen Winkel α ein. In diesem Beispiel ist der Winkel α ca. 8° . Dazu ist die gemeinsame Basis **5** an einer Verbindungsstelle **51** vom Befestigungselement **7** und gemeinsamer Basis **5** gegenüber dem Befestigungselement **7** in Richtung der Gegenkontaktfläche **11** hin geknickt.

[0068] Um eine möglichst parallele Kontaktierung der Kontaktarme **2** an den Kontaktstellen **8** zu gewährleisten, sind die Kontaktarme **8** gegenüber der gemeinsamen Basis **5** zurückgebogen. Der Steuerarm **3** ist an einer Knickstelle **53** in einen vorderen Teil **30** und einen hinteren Teil **31** aufgeteilt. Der vordere Teil **30** hat dieselbe Richtung wie das Befesti-

gungselement **7**, d.h. die Richtung des vorderen Abschnitts **30** des Steuerarms **3** ist parallel zu der Richtung L7 des Befestigungselements **7**. Die Richtung L3 des Steuerarms **3** schließt folglich mit der Richtung L5 der gemeinsamen Basis **5** einen Winkel α ein.

[0069] Der Folgerarm **4** besitzt einen vorderen Abschnitt **40**, der gegenüber einem hinteren Abschnitt **41** um einen Winkel α abgewinkelt ist. Dies ist über einen Knick an einer Knickstelle **54** des Folgerarms realisiert. Die Richtung des vorderen Abschnitts **40** des Vorderarms **4** ist zumindest in der hier gezeigten Position parallel zur Richtung **30** des vorderen Abschnitts des Steuerarms **3**. Die hier gezeigten Richtungen verändern sich jedoch bei einer Auslenkung der Kontaktarme **2**. Folglich können die Orientierungen der Richtungen zueinander in anderen Positionen voneinander abweichen.

[0070] Abweichend von der hier gezeigten Ausführungsform kann der Steuerarm **3** ohne Knick **53** ausgeführt sein. Dies kann dazu führen, dass der Steuerarm **3** die Gegenkontaktfläche **11** eher berührt als der Folgerarm **4**. Dadurch kann der Steuerarm **3** eine größere Vorspannung als der Folgerarm **4** aufbauen. Bei dieser Ausführungsform verläuft also der vordere Teil **30** nicht parallel zum Befestigungselement **7** beziehungsweise zur Richtung L7.

[0071] Die Gegenkontaktfläche **11** wird in dem hier gezeigten Beispiel von einer einzigen Seite, der Vorderseite **60** kontaktiert. Um eine blechartige Gegenkontaktfläche **11** beidseitig zu kontaktieren, könnte zusätzlich zu der hier gezeigten Kontaktvorrichtung **1** eine weitere Kontaktvorrichtung vorhanden sein, die die Gegenkontaktfläche **11** von der Rückseite **61** kontaktiert. Die beiden Kontaktvorrichtungen könnten die Gegenkontaktfläche einklemmen. Insbesondere könnten die Kontaktvorrichtungen **1** so angeordnet sein, dass sich die Kontaktstellen **8** ohne eingeführte Gegenkontaktfläche **11** gegenseitig berühren.

[0072] In [Fig. 5](#) ist eine erfindungsgemäße Kontaktanordnung **10** in Form einer hülsenartigen Verbindung **12** gezeigt. Die hier gezeigte Kontaktanordnung **10** verfügt über mehrere erfindungsgemäße Kontaktvorrichtungen **1**, die an mehreren Stellen entsprechende Gegenkontaktflächen **11** kontaktieren.

[0073] Ein Hülsenstecker **20** ist durch die Kontaktvorrichtung **1** mit einer Hülsenbuchse **21** elektrisch verbunden. Bei Relativbewegungen zwischen dem Hülsenstecker **20** und der Hülsenbuchse **21**, die z.B. durch Vibrationen verursacht sein können, stellt die erfindungsgemäße Kontaktvorrichtung **1** sicher, dass der elektrische Kontakt vorhanden ist. Dabei ist die Normalkraft F4 der Folgerarme **4** durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung über einen weiteren Bereich konstant. Dies gewährleistet auch bei einem Gebrauch über einen längeren Zeitraum, dass ein im-

mer gleicher Kontakt mit gleichen Übergangswiderständen hergestellt werden kann, da die Kontaktflächen **8B** der Folgerarme **4** die Gegenkontaktflächen **11** nur leicht abnutzen.

Bezugszeichenliste

1	Kontaktvorrichtung
2	Kontaktarm
3	Steuerarm
4	Folgerarm
5	gemeinsame Basis
6	elastisch auslenkbare Basis
8	Kontaktstelle
8A	Kontaktstelle des Steuerarms
8B	Kontaktstelle des Folgerarms
9	Kontaktfläche
9A	Kontaktfläche des Steuerarms
9B	Kontaktfläche des Folgerarms
10	Kontaktanordnung
11	Gegenkontaktfläche
12	hülsenartige Verbindung
20	Hülsenstecker
21	Hülsenbuchse
30	vorderer Teil des Steuerarms
31	hinterer Teil des Steuerarms
40	vorderer Teil des Folgerarms
41	hinterer Teil des Folgerarms
51	Verbindungsstelle Befestigungselement – Basis
52	Übergangsbereich Basis – Befestigungselement
52'	abgerundeter Übergangsbereich Basis – Befestigungselement
53	Knickstelle des Steuerarms
54	Knickstelle des Folgerarms
60	Vorderseite
61	Rückseite
D	distales Ende
N	Normalrichtung
L	Längsrichtung
P	proximales Ende
Q	Querrichtung
R	Ruhezustand
T1	erste Querrichtung
T2	zweite Querrichtung
L3	Richtung des vorderen Teils des Steuerarms
L4	Richtung des vorderen Teils des Folgerarms
L5	Richtung der gemeinsamen Basis
L7	Richtung des Befestigungselements
F3	Kraft an der Kontaktstelle des Steuerarms
F4	Kraft an der Kontaktstelle des Folgerarms

Patentansprüche

1. Kontaktvorrichtung (**1**) zur elektrischen Kontaktierung einer Gegenkontaktfläche (**11**), umfassend wenigstens zwei elastisch auslenkbare Kontaktarme

(2) mit Kontaktstelle (8) zur Kontaktierung der Gegenkontaktfläche (11), **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Kontaktarm (2) einen Steuerarm (3) und wenigstens ein Kontaktarm (2) einen Folgerarm (4) bildet, wobei der Folgerarm (4) auslenkungsfolgend an den Steuerarm (3) gekoppelt ist und eine Auslenkung des Steuerarms (3) zwangsweise zu einer Auslenkung des Folgerarms (4) führt.

2. Kontaktvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Steuerarm (3) über eine gemeinsame Basis (5) mit dem wenigstens einen Folgerarm (4) verbunden ist.

3. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Steuerarm (3) und der wenigstens eine Folgerarm (4) über wenigstens eine elastisch auslenkbare Basis (6) auslenkungsübertragend aneinander gekoppelt sind.

4. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Steuerarm (3) und der wenigstens eine Folgerarm (4) einteilig miteinander sind.

5. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Steuerarm (3) bei wenigstens einer vorbestimmten Auslenkung an einem distalen Ende (D) eine größere Kraft ausübt als der wenigstens eine Folgerarm (4) an einem distalen Ende (D).

6. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Steuerarm (3) länger ist als der wenigstens eine Folgerarm (4).

7. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens ein Steuerarm (3) und der wenigstens ein Folgerarm (4) zumindest teilweise nebeneinander verlaufen.

8. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei gleichzeitiger und gleich großer Auslenkung des wenigstens einen Steuerarms (3) und des wenigstens einen Folgerarms (4) eine entgegen einer Normalrichtung (N) wirkende Normalkraft (F3) im Steuerarm (3) stärker ansteigt als eine entgegen der Normalrichtung (N) wirkende Normalkraft (F4) des wenigstens einen Folgerarms (4).

9. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Folgerarm (4) steifer ist als der wenigstens eine Steuerarm (3).

10. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei gleichzeitiger und gleich großer Auslenkung des wenigstens einen Steuerarms (3) und des wenigstens einen Folgerarms (4) eine entgegen einer Normalrichtung (N) wirkende Normalkraft (F4) in dem wenigstens einen Folgerarm (4) gleich bleibt.

11. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei gleichzeitiger und gleich großer Auslenkung des wenigstens einen Steuerarms (3) und des wenigstens einen Folgerarms (4) eine entgegen einer Normalrichtung (N) wirkende Normalkraft (F4) in dem wenigstens einen Folgerarm (4) weniger als 50%, vorzugsweise weniger als 20%, insbesondere weniger als 10% der Normalkraft (F4) in dem wenigstens einen Folgerarm (4) bei alleiniger Auslenkung des Folgerarms (4) beträgt.

12. Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Steuerarm (3) und/oder der wenigstens eine Folgerarm (4) eine Kontaktfläche (9) an seinem distalen Ende (D) aufweist, die in Richtung (L) der Längserstreckung und/oder in einer Richtung (Q) quer zur Längserstreckung des Kontaktarms (2) zumindest teilweise rund ist.

13. Kontaktanordnung (10), umfassend eine Kontaktvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und eine Gegenkontaktfläche (11), die von den Kontaktstellen (8) der Kontaktarme (2) elektrisch kontaktiert ist.

14. Kontaktanordnung (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkontaktfläche (11) zumindest einen Kontaktarm (2) in einem Ruhezustand (R) elastisch auslenkt.

15. Kontaktanordnung (10) nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Normalkraft (F3), die der Steuerarm (3) auf die Gegenkontaktfläche (11) ausübt, größer ist als eine Normalkraft (F4), die der Folgerarm (4) auf die Gegenkontaktfläche (11) ausübt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

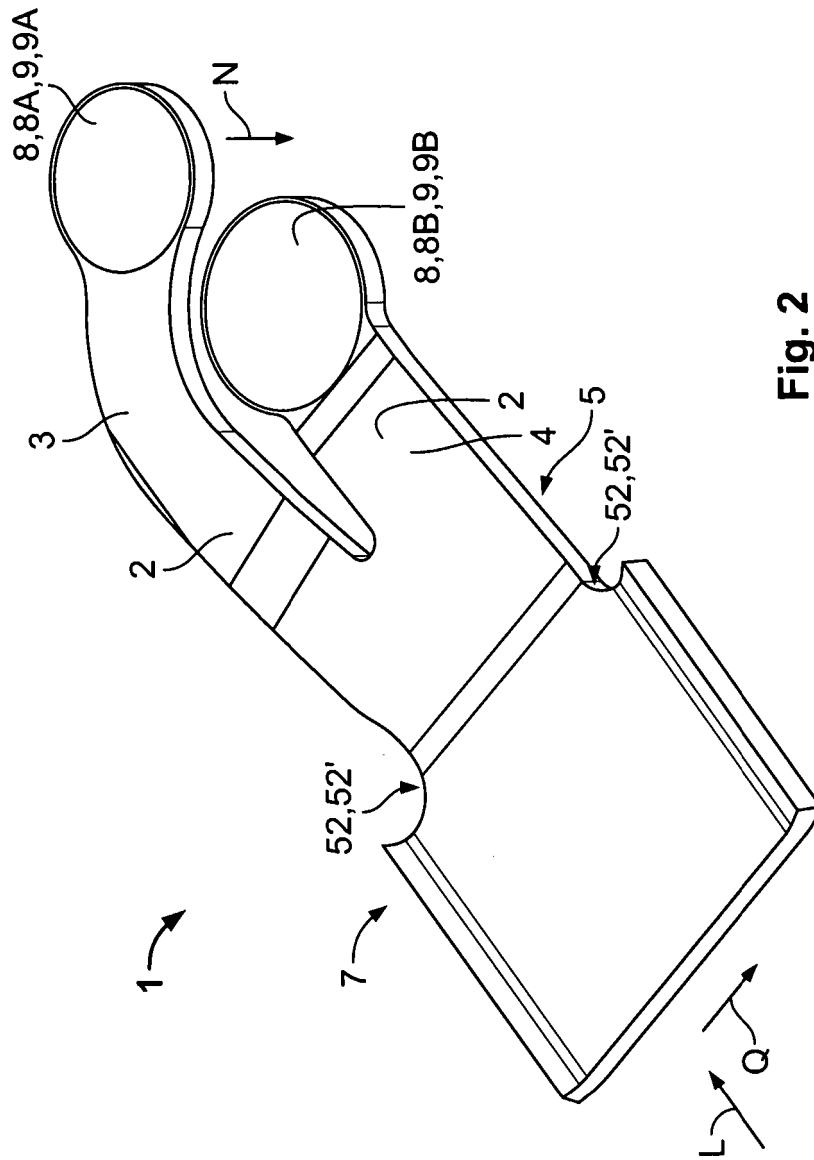


Fig. 2

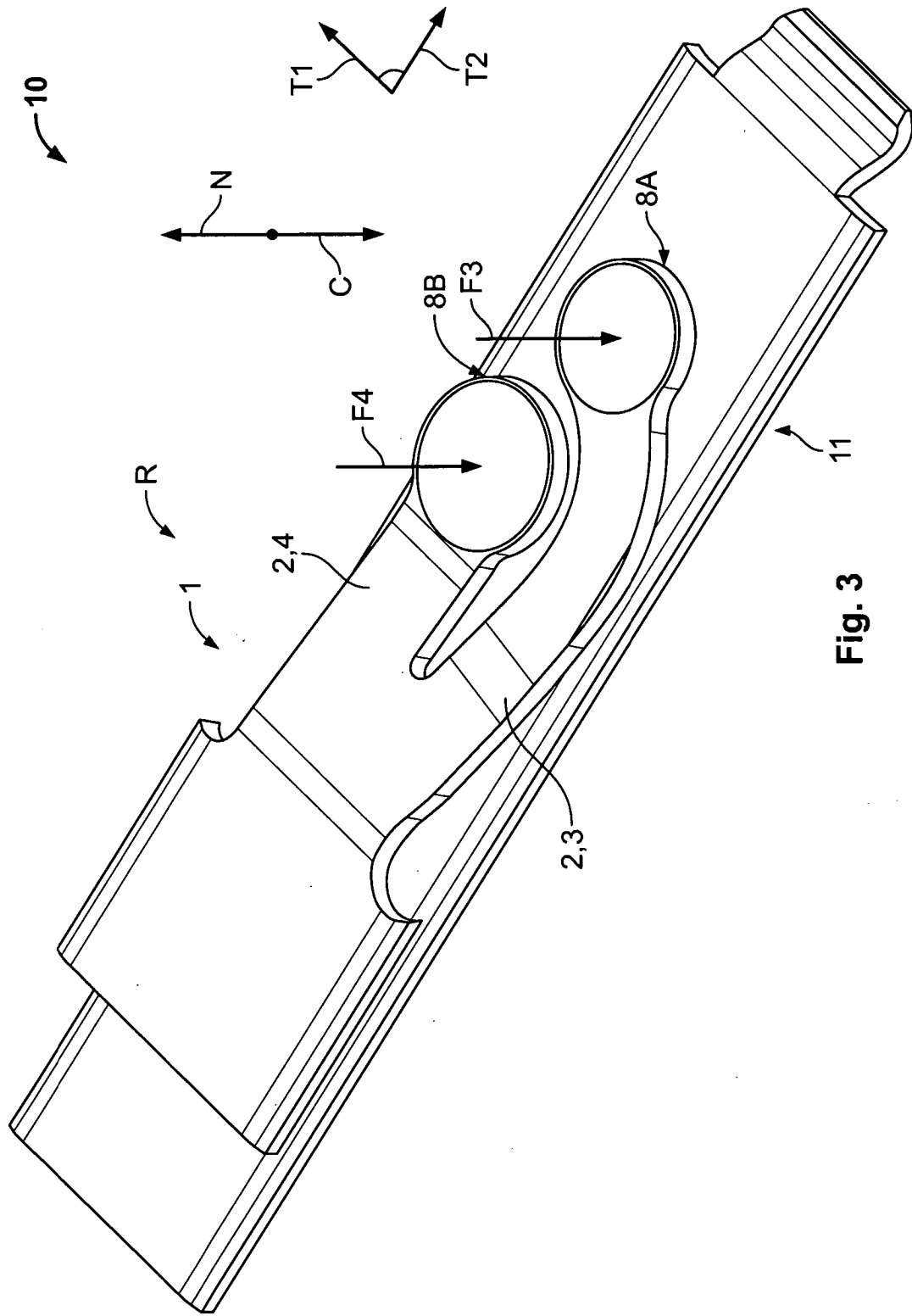


Fig. 3

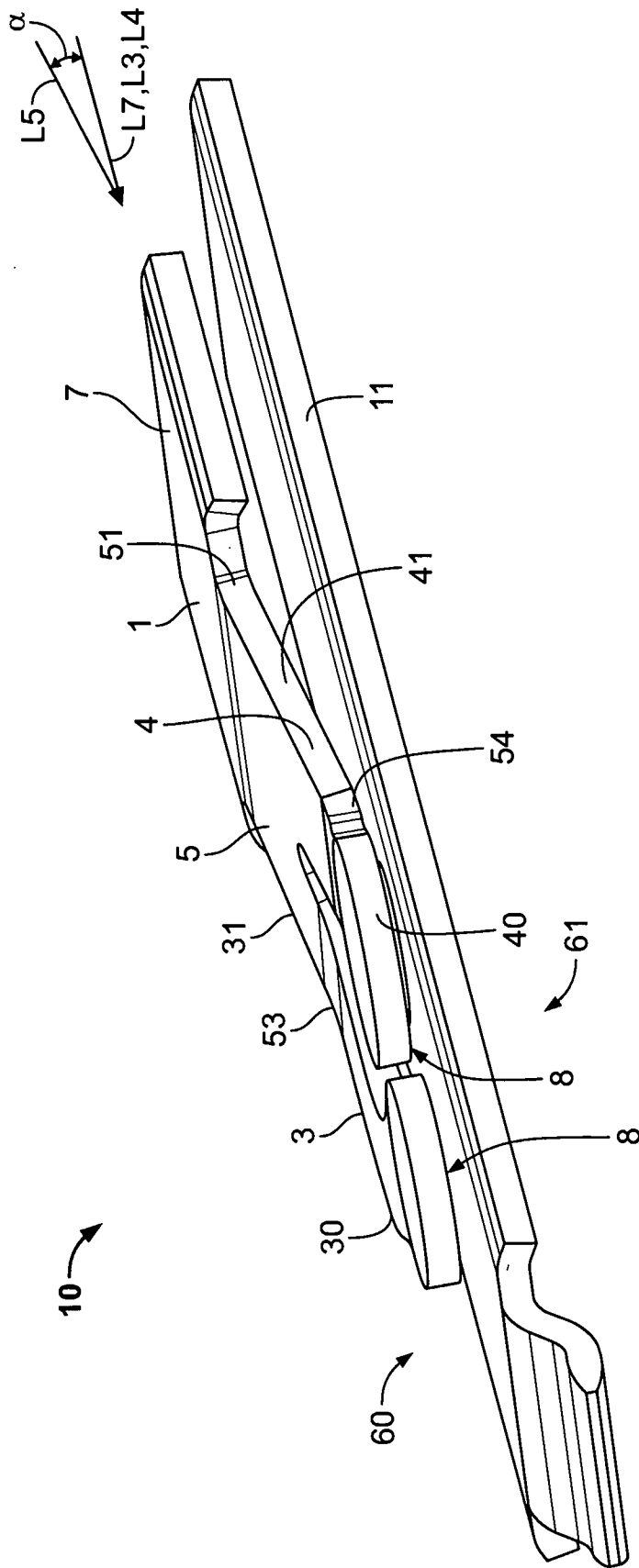


Fig. 4

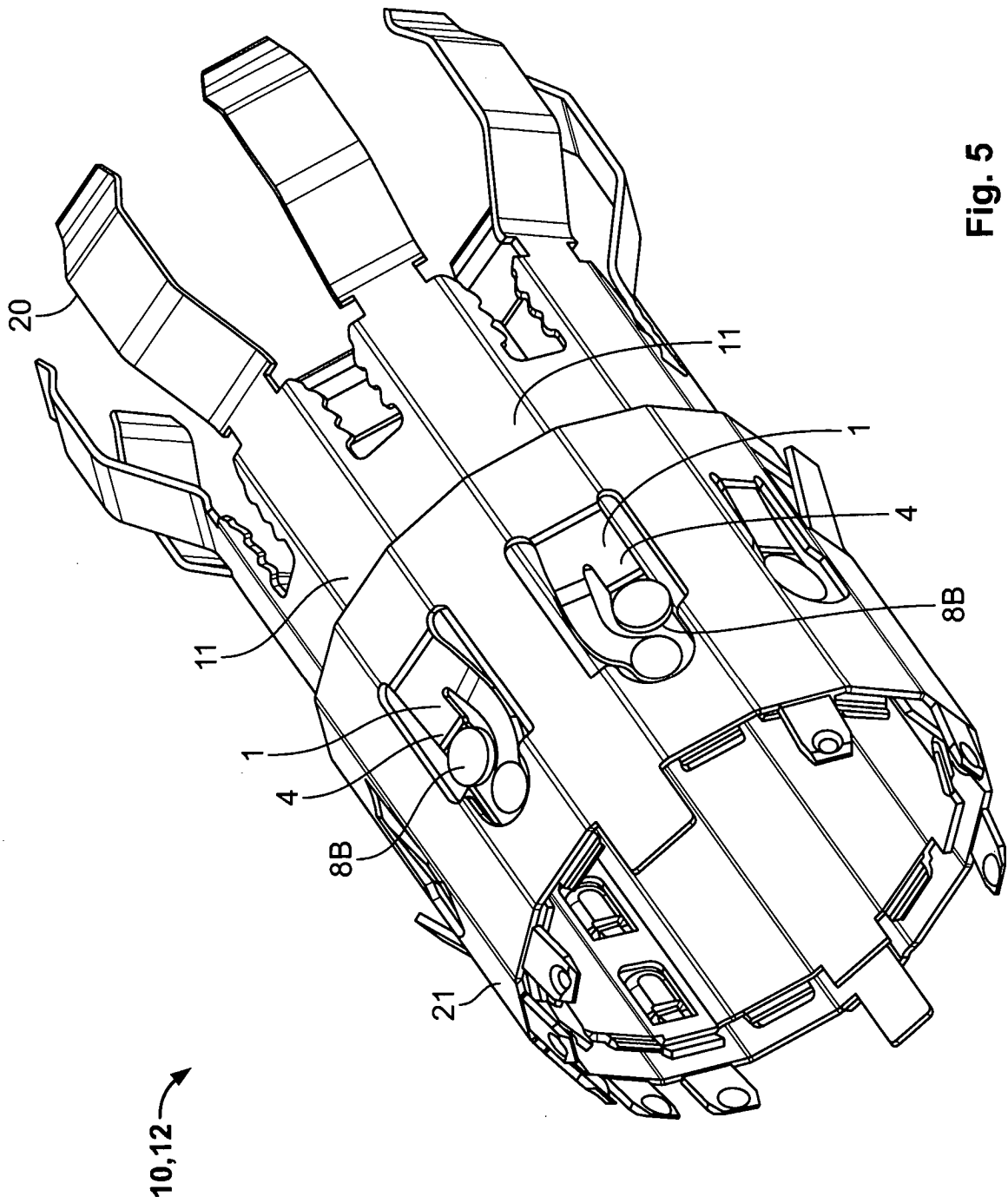


Fig. 5