(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 887 459 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(21) Anmeldenummer: **13306745.4**

(22) Anmeldetag: **17.12.2013**

(51) Int Cl.:
H01R 4/18 *(2006.01)* ***H01R 4/62*** *(2006.01)*
H01R 4/02 *(2006.01)* *H01R 4/26* *(2006.01)*
H01R 43/02 *(2006.01)*

(54) Verfahren zum elektrischen Verbinden eines Leiters auf Basis von Aluminium mit einem Kontaktteil

Method for electrically connecting a conductor on the basis of aluminium with a contact member

Procédé de liaison électrique d'un conducteur à base d'aluminium avec une pièce de contact

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.2015 Patentblatt 2015/26

(73) Patentinhaber: **Nexans**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Erfinder:
- **Steinberg, Helmut**
  92721 Störnstein (DE)
- **Mayer, Udo**
  92637 Weiden (DE)
- **Lindner, Gerhard**
  95703 Plössberg (DE)

(74) Vertreter: **Feray, Valérie**
Ipsilon
Le Centralis
63, avenue du Général Leclerc
92340 Bourg-la-Reine (FR)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 662 934
DE-A1-102011 017 070
US-A- 3 955 044
WO-A1-2010/094005
US-A- 3 831 132
US-A- 4 229 063

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 887 459 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum elektrischen Verbinden eines Leiters auf Basis von Aluminium mit einem Kontaktteil, mit welchem ein kappenartiges Kontaktteil, das einen Boden und eine mit diesem verbundene und von diesem abstehende zylindrische Hülse aufweist, so auf den Leiter aufgesteckt wird, daß die Stirnfläche des Leiters am Boden des Kontaktteils aufliegt.

[0002] In der Elektrotechnik und insbesondere in der Automobilelektronik kommen eine Vielzahl von elektrischen Einzelleitern und mit diesen verbundenen Kontaktelementen auf Kupferbasis zum Einsatz, um elektrische Verbindungen zu Aktuatoren, Sensoren, Steuerelementen, Batterien usw. herzustellen.

[0003] Bei den elektrischen Leitern handelt es sich in den meisten Fällen um flexible isolierte Litzenleiter auf Basis von Aluminium, d.h. bestehend aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Aluminium wird insbesondere in Kraftfahrzeugen und Flugzeugen aus Kosten- und Gewichtsgründen vermehrt verwendet, wobei die geringere elektrische Leitfähigkeit des Aluminiums gegenüber Kupfer für die meisten Anwendungen keine Rolle spielt.

[0004] Die Kontaktteile auf Kupferbasis bestehen aus Kupfer oder aus einer Kupferlegierung, beispielsweise Messing, wobei die Kontaktteile beschichtet, beispielsweise verzinnt, sein können. Die Kontaktteile können beispielsweise mit einem abisolierten Leiterende verschweißt werden. Der elektrische Leiter und das Kontaktelement werden dabei kraft- und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden.

[0005] An der Oberfläche von Aluminium entsteht unter Sauerstoffeinfluß eine elektrisch nicht gut leitende Oxidschicht, deren Dicke mit der Zeit zunimmt. Dieser Mangel macht sich insbesondere bei aus einer Vielzahl von Einzeldrähten bestehenden Litzenleitern bemerkbar, da jeder Einzeldraht, sofern er nicht einer Sonderbehandlung unterlegen ist, von einer solchen Oxidschicht umgeben ist. Um einen einwandfreien elektrischen Kontakt zu gewährleisten, muß die Oxidschicht entweder vor dem Verbinden des Leiters mit dem Kontaktteil entfernt oder während des Verbindens durchdrungen werden. Diese Problematik ist in zahlreichen Druckschriften beschrieben, von denen im Folgenden eine beispielhaft erwähnt wird.

[0006] Die EP 1 032 077 B1 beschreibt ein Verfahren zum Verbinden eines Aluminiumkabels, insbesondere eines Litzenleiters, mit einem Anschlußteil auf Kupferbasis. Dazu wird auf das abisolierte Ende des Leiters eine Hülse aus Aluminium aufgebracht, welche die einzelnen Drähte zusammendrückt und einander annähert, um eine metallische Fläche an der Stirnseite des Kabels zu erhalten. Die Stirnseite wird dann mit dem Anschlußteil stumpf verschweißt, wobei die Oxidschicht an der Stirnseite beseitigt wird.

[0007] Die WO 2010/094005 A1 beschreibt einen hülsenartigen Kabelschuh, dessen Innenwand mit Vorsprüngen versehen ist. Ein abisoliertes Ende eines Aluminiumkabels wird in den Kabelschuh gesteckt und mit diesem zur Feststellung vercrimpt. Die Vorsprünge sollen dabei die Oxidschicht am Leiter aufbrechen.

[0008] Die US 3 831 132 A beschreibt einen Kabelschuh, welcher an ein abisoliertes Kabelende gecrimpt wird. Der Kabelschuh ist an seiner Innenseite teilweise mit einem Metallblatt ausgelegt, welches mit Oberflächenunebenheiten versehen ist. Diese Oberflächenunebenheiten werden beim Crimpen in die Aluminiumleiter des Kabels hineingedrückt, um den Oxidfilm aufzubrechen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum elektrischen Verbinden eines Leiters auf Aluminiumbasis mit einem Kontaktteil bereitzustellen, durch welches eine wirksame, mindestens den gesamten Querschnitt des Aluminiumleiters erfassende elektrisch leitende Verbindung zu dem Kontaktteil erreicht werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine solide mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem Leiter und dem Kontaktteil in einfachen, kostengünstigen Arbeitsschritten. Durch die unter Spannung an dem Leiter anliegende Hülse des Kontaktteils werden die Vorsprünge der Hülse so in die Außenseite des Leiters gedrückt, daß die äußere Oxidschicht, welche sich auf dem Aluminium gebildet haben kann, zerstört wird. Dadurch ist eine elektrische Verbindung zwischen Leiter und Kontaktteil nicht nur über die Stirnseite des Leiters, sondern auch über dessen Seitenfläche gewährleistet.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische und eine Längsschnittansicht eines Kontaktteils in einem ersten stabilen Zustand,

Fig. 2 eine perspektivische und eine Längsschnittansicht des Kontaktteils in einem zweiten stabilen Zustand,

Fig. 3 einen Leiter und das mit dem Leiter verbundene Kontaktteil im Längsschnitt und in Draufsicht,

Fig. 4, in schematischer Ansicht, das vom Kontaktteil umschlossene Ende des Leiters zusammen mit einem angedeuteten Werkzeug, und

Fig. 5 das Leiterende mit in das Kontaktteil eingedrungenem Werkzeug.

[0012] In den Fig. 1 und 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines Kontaktteils schematisch dargestellt, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren elektrisch mit einem Leiter auf Basis von Aluminium verbunden werden soll.

Fig. 1 zeigt das Kontaktteil 1 ein einem ersten stabilen Zustand in einer perspektivischen und einer Längsschnittansicht. Der erste stabile Zustand entspricht einem offenen Zustand, in welchem das Kontaktteil 1 locker auf den Leiter aufgesteckt werden kann. Fig. 2 zeigt das Kontaktteil 1 in einem zweiten stabilen Zustand in einer perspektivischen und einer Längsschnittansicht. Der zweite stabile Zustand entspricht einem geschlossenen Zustand, in welchem das Kontaktteil 1 fest auf dem Leiter verbunden ist.

[0013] Das kappenartige Kontaktteil 1 weist einen Boden 2 und eine mit dem Boden 2 verbundene und von diesem abstehende, zylindrische Hülse 3 auf. Im gezeigten Beispiel besteht die zylindrische Hülse 3 aus mehreren einzelnen, vom Boden 2 abstehenden Klappen 4. Die Klappen 4 weisen jeweils an deren dem Boden gegenüberliegenden Enden einen in radialer Richtung nach innen zeigenden Vorsprung 5 auf. Im geschlossen Zustand des Kontaktteils 1 bilden die einzelnen Vorsprünge 5 einen geschlossenen Ring, wie in Fig. 2 gezeigt. Das Kontaktteil 1 hat außerdem ein Verbindungselement 6, mittels welchem der mit dem Kontaktteil 1 verbundene Leiter elektrisch mit Aktuatoren, Sensoren, Steuerelementen usw. verbunden werden kann. Das Kontaktteil 1 besteht mit Vorteil aus zwei verschiedenen Materialien. Das Verbindungselement 6 besteht vorzugsweise aus Kupfer oder aus einer Kupferlegierung. Der Boden 2 sowie die Hülse 3 bestehen mit Vorteil aus einem Metall mit für die zwei stabilen Zustände des Kontaktteils 1 geeigneten mechanischen Eigenschaften, beispielsweise aus Federstahl.

[0014] Der elektrische Leiter auf Aluminiumbasis kann entweder ein aus einer Vielzahl von Einzeldrähten bestehender Litzenleiter oder ein massiver Einzelleiter sein.

[0015] Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mit Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. Zunächst muß das Leiterende von gegebenenfalls vorhandenen Schichten, z.B. von einer eventuell vorhandenen Isolierung 8, befreit werden. Das kappenartige Kontaktteil 1 wird anschließend so weit auf den Leiter 7 aufgesteckt, bis die Stirnfläche 9 des Leiters 7 am Boden 2 des Kontaktteils 1 anliegt. Während des Aufsteckens des Kontaktteils 1 befindet sich dieses in seinem ersten stabilen Zustand (s. Fig. 1), so daß die Hülse 3 nicht an dem Leiter 7 anliegt. Der Boden 2 des Kontaktteils ist dabei nach innen gewölbt. Anschließend wird das Kontaktteil 1 in seinen zweiten stabilen Zustand (s. Fig. 2) gebracht, so daß die zylindrische Hülse 3 unter Spannung an der Außenseite des Leiters anliegt. Dabei werden die Vorsprünge 5 der Hülse 3 in die Außenseite des Leiters 7 gedrückt und die Stirnseite 9 des Leiters 7 zusätzlich fest an den Boden des Kontaktteils angedrückt. Eventuell vorhandene Oxidschichten auf dem Leiter 7 werden durch die in die Leiteraußenseite eingedrückten Vorsprünge 5 aufgebrochen, so daß sie die elektrisch leitende Verbindung zwischen Leiter und Kontaktteil nicht behindern. Der Boden 2 des Kontaktteils 1 ist nun nach außen gewölbt. Durch die Vorsprünge 5 wird die Stirnfläche 9 des Leiters 7 in Kontakt mit dem Boden 2 des Kontaktteils 1 gehalten. Abschließend werden der Boden 2 des Kontaktteils 1 und die Stirnfläche 9 des Leiters 7 stoffschlüssig miteinander verbunden.

[0016] Der Übergang zwischen dem ersten und dem zweiten stabilen Zustand des Kontaktteils 1 kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Klappen 4 der Hülse 3 zusammengedrückt werden. Diese elastische Verformung ist rückgängig zu machen, indem beispielsweise auf den Boden 2 des Kontaktteils 1 gedrückt wird.

[0017] Das stoffschlüssige Verbinden des Bodens des Kontaktteils mit der Stirnfläche des Leiters kann durch ein geeignetes Schweißverfahren erfolgen, beispielsweise durch Rührreibschweißen. Beim Rührreibschweißen wird die für eine Verschweißung von Kontaktteil und Leiter benötigte erhöhte Temperatur durch Reibung erzeugt. Dabei verbindet sich das Aluminium oder die Aluminiumlegierung des Leiters bei einer unterhalb der Schmelztemperatur derselben liegenden Temperatur sich mit dem Kupfer oder Kupferlegierung des Kontaktteils stoffschlüssig. Bei diesem Verfahrensschritt wird der Boden des Kontaktteils nicht durchbrochen. Wie in Fig. 4 schematisch angedeutet, wird an das Kontaktteil 1 ein Werkzeug 10 angelegt, welches an seiner Stirnfläche mit einem stiftartigen Vorsprung 11 ausgerüstet sein kann. Das Werkzeug 10 besteht mit Vorteil aus Stahl. Durch die Drehung des Werkzeugs 10 um seine Achse A wird der Boden 2 des Kontaktteils 1 durch Reibung erwärmt. Das Werkzeug 10 wird in Richtung des Pfeiles P bewegt und mit anhaltendem Druck gegen den Boden 2 des Kontaktteils 1 gedrückt, so daß das Material desselben durch Reibung erwärmt wird. Die Wärme wird vom Kontaktteil 1 auf die Stirnseite des Leiters 7 übertragen. Das Material des Leiters 7 verbindet sich daraufhin stoffschlüssig mit dem Kontaktteil 1. Der von der Stirnseite des Werkzeugs in axialer Richtung abstehende Vorsprung 11 drückt den Boden 2 des Kontaktteils 1 bei Anlage an demselben ein, wie es aus Fig. 5 hervorgeht. Dadurch erhöht sich die Kontaktoberfläche zwischen dem Leiter 7 und dem Kontaktteil 1. Auch hier werden eventuell vorhandene Oxidschichten am Leiter 7 beim Verschweißen aufgebrochen, so daß sie die elektrisch leitende Verbindung zwischen Leiter 7 und Kontaktteil 1 nicht behindern.

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrischen Verbinden eines Leiters (7) auf Basis von Aluminium mit einem Kontaktteil (1), mit welchem ein kappenartiges Kontaktteil (1), das einen Boden (2) und eine mit diesem verbundene und von diesem abstehende zylindrische Hülse (3) aufweist, so auf den Leiter (7) aufgesteckt wird, daß die Stirnfläche (9) des Leiters (7) am Boden (2) des Kontaktteils (1) aufliegt, **dadurch gekennzeichnet,**

- **daß** das Kontaktteil (1) einen ersten stabilen Zustand aufweist, in dem das Kontaktteil (1) auf den Leiter (7) aufgesteckt wird, ohne daß die Hülse (3) an dem Leiter (7) anliegt,
- **daß** die zylindrische Hülse (3) aus mehreren einzelnen Klappen (4) besteht, welche an deren dem Boden gegenüberliegenden Enden in radialer Richtung nach innen weisende Vorsprünge (5) aufweisen, und in einem zweiten stabilen Zustand unter Spannung an der Außenseite des Leiters (7) anliegt, wobei die Klappen (4) zusammengedrückt, die Vorsprünge (5) in die Außenseite des Leiters (7) gedrückt und die Stirnseite (9) des Leiters (7) zusätzlich fest an den Boden (2) des Kontaktteils (1) angedrückt werden, und
- **daß** der Boden (2) des Kontaktteils (1) und die Stirnfläche (9) des Leiters (7) anschließend miteinander verschweißt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stirnfläche (9) des Leiters (7) und der Boden (2) des Kontaktteils (1) mittels Rührreibschweißen miteinander verschweißt werden, wobei der Boden (2) des Kontaktteils (1) nicht durchbrochen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein sich drehendes Werkzeug an den Boden (2) des Kontaktteils (1) mit anhaltendem Druck angelegt wird, bis infolge von dabei durch Reibung erzeugter höherer Temperatur das Material des Leiters (7) so erweicht wird, daß es sich stoffschlüssig mit dem Kontaktteil (1) verbindet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Werkzeug an seiner zur Anlage am Kontaktteil (1) bestimmten Stirnfläche einen von derselben in axialer Richtung abstehenden Vorsprung aufweist, welcher den Boden (2) des Kontaktteils (1) bei Anlage an demselben eindrückt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Leiter (7) ein aus einer Vielzahl von Einzeldrähten bestehender Litzenleiter ist.

Claims

1. Method for electrically connecting a conductor (7) based on aluminum with a contact part (1), to which a cap-like contact part (1) comprising a base (2) and a cylindrical sleeve (3) which is connected to it and is positioned at a distance from it, and is plugged onto the conductor (7) in such a way that the end face (9) of the conductor (7) rests on the base (2) of the contact part (1),
characterized in that

- the contact part (1) has a first stable state in which the contact part (1) is plugged onto the conductor (7) without the sleeve (3) being in contact with the conductor (7)
- the cylindrical sleeve (3) consists of a plurality of individual flaps (4) comprising have projections (5) facing inwards in the radial direction, and in a second stable state under tension on the outer side of the conductor (7), wherein the flaps (4) are pressed together, the projection (5) is pressed into the outer side of the conductor (7), and the end face (9) of the conductor (7) is additionally firmly fixed to the base (2) of the contact part (1), and
- the base (2) of the contact part (1) and the end face (9) of the conductor (7) are subsequently welded together.

2. Method according to claim 1,
characterized in that
the end face (9) of the conductor (7) and the base (2) of the contact part (1) are welded together by means of friction stir welding, wherein the base (2) of the contact part (1) is not pierced.

3. Method according to claim 2,
characterized in that
a rotating tool is applied to the base (2) of the contact part (1) with a sustained pressure until the material of the conductor (7) so softens as a result of the higher temperature generated by friction that it is firmly bonded to the contact part (1).

4. Method according to claim 3,
characterized in that
the tool comprises, on its end face intended for abutment on the contact part (1), a projection protruding from the same in the axial direction and pressing the base (2) of the contact part (1) upon application of the same.

5. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the conductor (7) is a stranded wire conductor consisting of a plurality of individual wires.

Revendications

1. Procédé de liaison électrique d'un conducteur (7) à base d'aluminium avec une partie de contact (1), avec lequel une partie de contact (1) en forme de capuchon, qui comprend un fond (2) et un manchon cylindrique (3) relié avec celui-ci et éloigné de celui-ci, est enfiché sur le conducteur (7) de façon à ce que la face frontale (9) du conducteur (7) repose sur le fond (2) de la partie de contact (1), **caractérisé en ce que**

- la partie de contact (1) présente un premier état stable, dans lequel la partie de contact (1) est enfiché sur le conducteur (7), sans que le manchon (3) s'appuie contre le conducteur (7),
- le manchon cylindrique (3) est constitué de plusieurs clapets individuels (4), qui comprennent, au niveau des extrémités opposées au fond, des saillies (5) orientées vers l'intérieur dans la direction radiale et s'appuie, dans un deuxième état stable, sous tension, contre le côté extérieur du conducteur (7), les clapets (4) étant comprimés, les saillies (5) étant comprimées dans le côté extérieur du conducteur (7) et la face frontale (9) du conducteur (7) étant comprimée en outre fermement contre le fond (2) de la partie de contact (1) et
- le fond (2) de la partie de contact (1) et la face frontale (9) du conducteur (7) sont ensuite soudés entre eux.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la face frontale (9) du conducteur (7) et le fond (2) de la partie de contact (1) étant soudés entre eux par soudure par friction, le fond (2) de la partie de contact (1) n'étant pas percée.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**un outil rotatif est appuyé contre le fond (2) de la partie de contact (1) avec une pression constante jusqu'à ce que, du fait de la température plus élevée produite par la friction, le matériau du conducteur (7) soit ramolli de façon à ce qu'il soit relié par liaison de matière avec la partie de contact (1).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'outil comprend, au niveau de sa face frontale conçue pour s'appuyer contre la partie de contact (1), une saillie éloignée de celle-ci dans la direction axiale, qui comprime le fond (2) de la partie de contact (1) lors de l'appui contre celui-ci.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le conducteur (7) est un conducteur à torons constitué d'une pluralité de fils individuels.

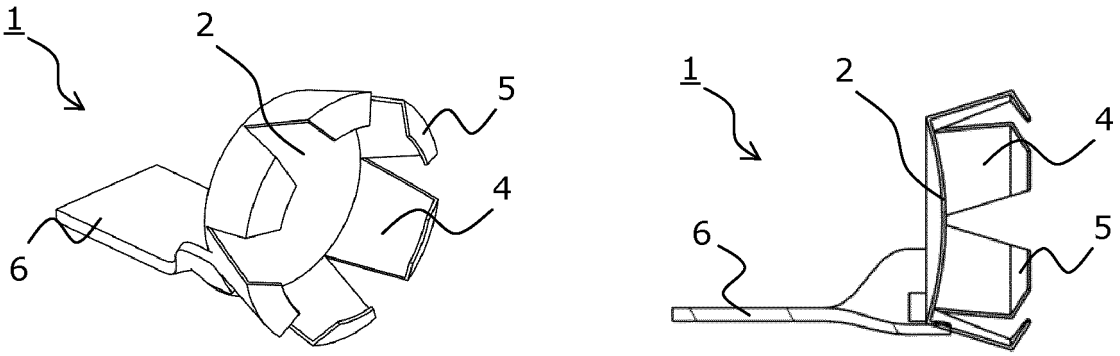


FIG. 1

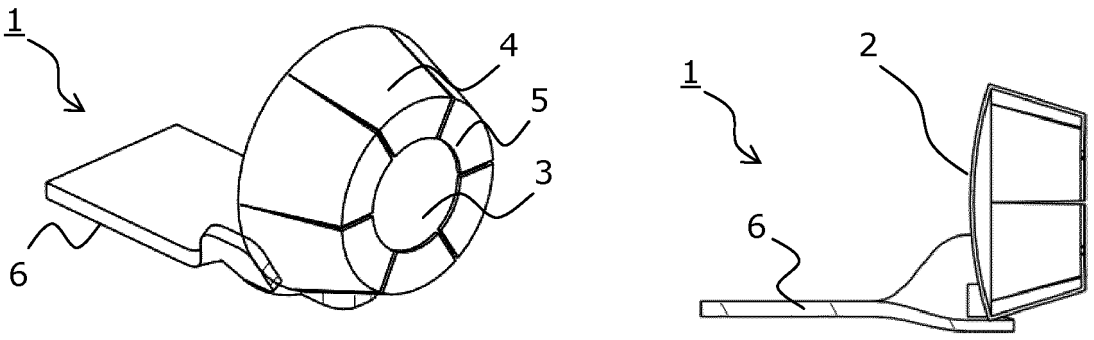


FIG. 2

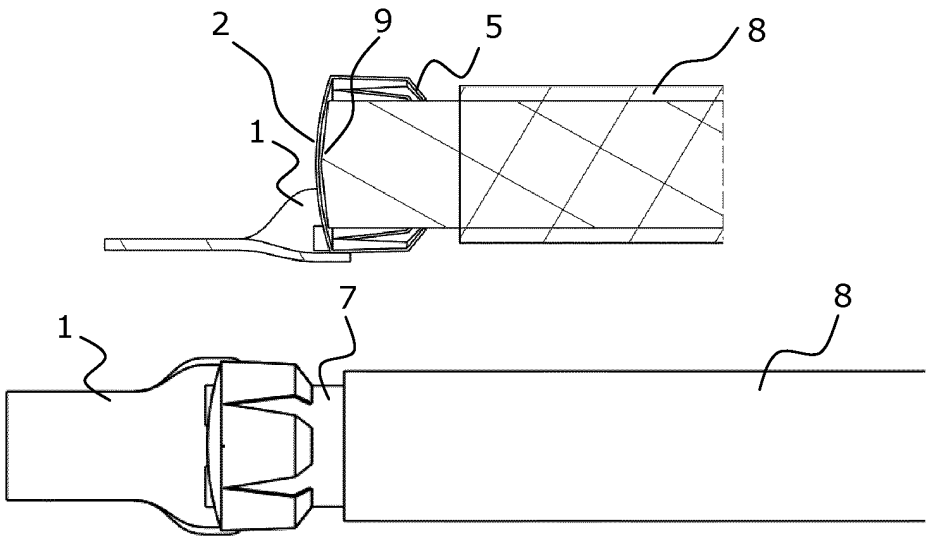


FIG. 3

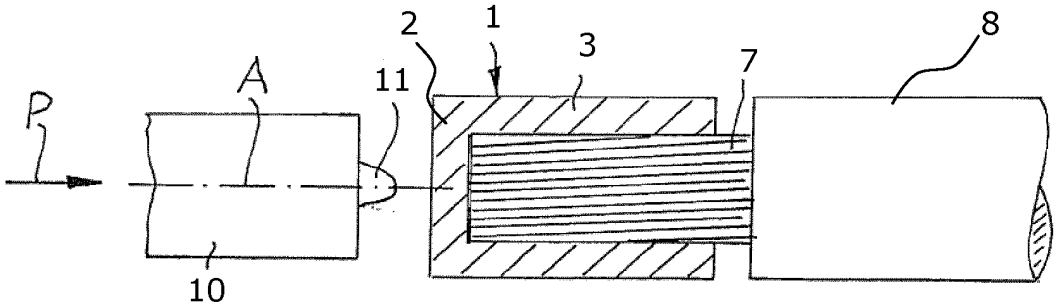


FIG. 4

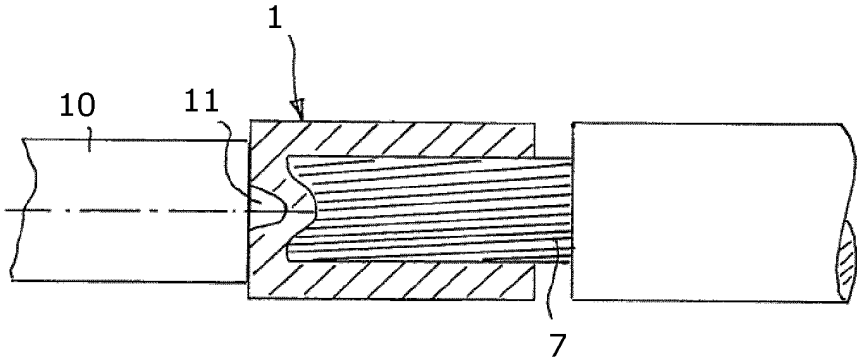


FIG. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1032077 B1 **[0006]**
- WO 2010094005 A1 **[0007]**
- US 3831132 A **[0008]**