

(19)



(11)

EP 3 709 455 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.09.2020 Patentblatt 2020/38

(51) Int Cl.:
H01R 43/02 (2006.01) **H01R 4/02** (2006.01)
H01R 103/00 (2006.01) **H01R 24/40** (2011.01)

(21) Anmeldenummer: **19162166.3**

(22) Anmeldetag: **12.03.2019**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Gruber, Andreas**
83410 Laufen (DE)

(74) Vertreter: **Lorenz, Markus**
Lorenz & Kollegen
Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB
Alte Ulmer Straße 2
89522 Heidenheim (DE)

(71) Anmelder: **Rosenberger Hochfrequenztechnik
GmbH & Co. KG**
83413 Fridolfing (DE)

(54) **VERBINDUNGSANORDNUNG, KONTAKTELEMENT UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER VERBINDUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine] Verbindungsanordnung (6), umfassend ein elektrisches Kabel (1) und ein mit einem freien Ende (2.1) eines elektrischen Leiters (2) des Kabels (1) verbundenes Kontaktelement (7), wobei das Kontaktelement (7) mit einem ersten Endabschnitt

(7.1) in eine Stirnfläche (2.2) des freien Endes (2.1) des elektrischen Leiters (2) eindringt. Es ist vorgesehen, dass zumindest ein Bereich des ersten Endabschnitts (7.1) des Kontaktelements (7) unmittelbar stoffschlüssig mit dem elektrischen Leiter (2) verbunden ist.

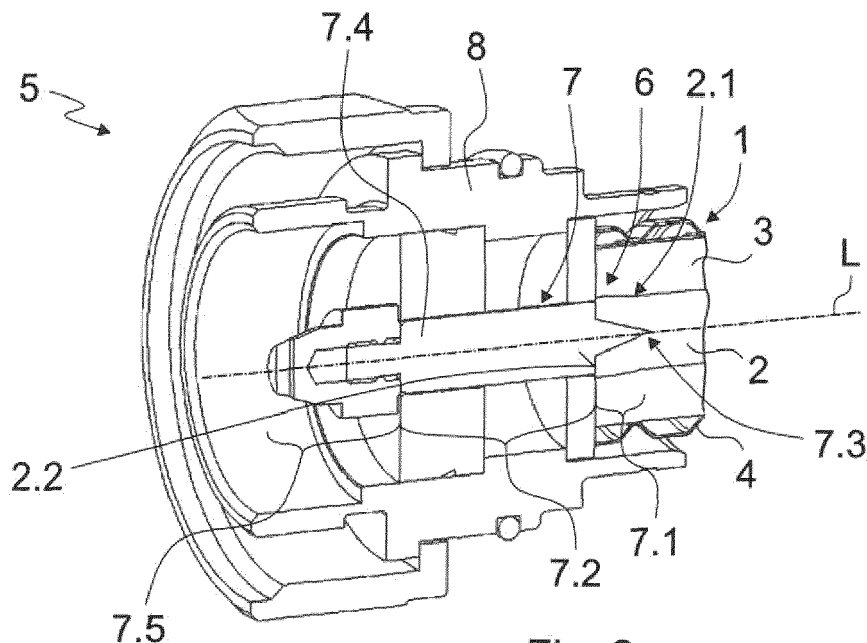


Fig. 2

EP 3 709 455 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verbindungsanordnung, umfassend ein elektrisches Kabel und ein mit einem freien Ende eines elektrischen Leiters des Kabels verbundenes Kontaktelement, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Kontaktelement zur Verbindung mit einem freien Ende eines elektrischen Leiters eines elektrischen Kabels, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

[0003] Die Erfindung betrifft auch einen elektrischen Steckverbinder, umfassend eine Verbindungsanordnung.

[0004] Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Verbindung zwischen einem elektrischen Leiter eines elektrischen Kabels und einem Kontaktelement, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0005] Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Herstellung einer Verbindungsanordnung, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 15.

[0006] Zur Kontaktierung eines elektrischen Leiters eines elektrischen Kabels werden Kontaktelemente verwendet. Bei den Kontaktelementen kann es sich insbesondere um Kontaktelemente eines Steckverbinders handeln, die zur Kontaktierung mit einem weiteren Steckverbinder (nachfolgend auch als "Gegensteckverbinder" bezeichnet) vorgesehen sind.

[0007] Beispielsweise ist es bekannt, den Innenleiter eines Koaxialkabels mittels einer Löt- oder Crimpverbindung mit einem Innenleiter-Kontaktelement eines Koaxialsteckverbinders zu verbinden.

[0008] Diese Verbindungstechnologien sind allerdings mit mechanischen und elektrischen Nachteilen verbunden. So reduziert beispielsweise die für das Löten erforderliche Prozesszeit den Durchsatz bei der Herstellung der Steckverbinder, was insbesondere im Rahmen einer Massenfertigung unwirtschaftlich sein kann. Ferner erhöhen die zusätzlichen Fertigungsmittel (zum Beispiel Lot oder eine Crimphülse) die Kosten bei der Produktion. Hinsichtlich eines Lötvorgangs kann ferner der nötige Wärmeeintrag in die Verbindungsanordnung problematisch sein.

[0009] Aus der gattungsgemäßen US 2016/0079688 A1 ist ein koaxialer Steckverbinder bekannt, bei dem zur Kontaktierung des Innenleiters eines Koaxialkabels ein Pressstift eines zweiteiligen Innenleiter-Kontaktelements in eine stirnseitige Bohrung des Innenleiters eingebracht wird. Der Außendurchmesser des Pressstifts und der Innendurchmesser der Bohrung in dem Innenleiter des Kabels sind dabei derart ausgelegt, dass der Pressstift den Innenleiter durch sein Eindringen radial aufweitet, wodurch es zwischen dem Innenleiter des Kabels und einer den Innenleiter umschließenden Hülse zu einer Presspassung kommt. Die Presspassung bildet damit eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Innenleiter des Kabels und dem Innenleiter-Kontaktelement. Die in der US 2016/0079688 A1 offenbarte Ver-

bindungsanordnung vermag damit einige der vorstehend genannten Nachteile der herkömmlichen Löt- oder Crimpverbindungen zu umgehen.

[0010] Allerdings ist die am Innenleiter des Kabels erforderliche Bohrung fertigungstechnisch nur schwierig einzubringen. Ferner erfordert die Lösung der US 2016/0079688 A1 einen zweiteiligen Aufbau des Kontaktelements, was die Logistikkosten wiederum erhöht.

[0011] Schließlich eignet sich die aus der US 2016/0079688 A1 bekannt gewordene Steckverbindung auch nicht ohne Weiteres für die Hochfrequenztechnik, da der Durchmessersprung aufgrund der auf den Innenleiter aufgetragenen Hülse zu einer Impedanzfehlانpassung führen kann.

[0012] In Anbetracht des bekannten Stands der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte Verbindungsanordnung bereitzustellen, die einfach zu fertigen ist und deren elektrische Eigenschaften sich insbesondere zur Verwendung in der Hochfrequenztechnik eignen.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Kontaktelement zur Verbindung mit einem elektrischen Leiter eines elektrischen Kabels zu schaffen, das einfach zu fertigen ist und insbesondere für die Hochfrequenztechnik vorteilhafte elektrische Eigenschaften aufweist.

[0014] Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, einen elektrischen Steckverbinder bereitzustellen, der eine verbesserte Verbindungsanordnung aufweist.

[0015] Schließlich ist es auch Aufgabe der Erfindung, ein vorteilhaftes Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer Verbindung zwischen einem elektrischen Leiter eines elektrischen Kabels und einem Kontaktelement bereitzustellen, das die bekannten Nachteile des Stands der Technik zumindest verringert.

[0016] Die Aufgabe wird für die Verbindungsanordnung mit den in Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst. Hinsichtlich des Kontaktelements wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 9 und für den elektrischen Steckverbinder mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 11 und betreffend die Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

[0017] Die abhängigen Ansprüche und die nachfolgend beschriebenen Merkmale betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der Erfindung.

[0018] Es ist eine Verbindungsanordnung vorgesehen, umfassend ein elektrisches Kabel und ein mit einem freien Ende eines elektrischen Leiters des Kabels verbundenes Kontaktelement. Das Kontaktelement dringt mit einem ersten Endabschnitt in eine Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters ein.

[0019] Somit kann eine elektrische und mechanische Verbindung zwischen dem Kontaktelement und dem elektrischen Leiter, vorzugsweise einem Innenleiter eines elektrischen Kabels, erzeugt werden.

[0020] Vorzugsweise dringt das Kontaktelement mit

seinem ersten Endabschnitt entlang einer Axialrichtung bezüglich der Längsachse des elektrischen Leiters in den elektrischen Leiter ein.

[0021] Das erfindungsgemäße Kontaktelement kann auch als "Pin" bezeichnet werden.

[0022] Bei dem freien Ende des elektrischen Leiters kann es sich insbesondere um ein steckerseitiges Ende des elektrischen Leiters handeln, das mit dem Kontaktelement eines Steckverbinders verbunden werden soll.

[0023] Vorzugsweise ist der elektrische Leiter aus Kupfer oder Aluminium ausgebildet.

[0024] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zumindest ein Bereich des ersten Endabschnitts des Kontaktelements unmittelbar stoffschlüssig mit dem elektrischen Leiter verbunden ist.

[0025] Unter einer "unmittelbaren stoffschlüssigen Verbindung" ist im Rahmen der Erfindung zu verstehen, dass die stoffschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt des Kontaktelements und dem elektrischen Leiter ohne Zuhilfenahme eines weiteren Materials erfolgt. Es sind für die unmittelbare stoffschlüssige Verbindung insbesondere keine Schweiß- oder Lötzusatzstoffe (z. B. Lot) vorgesehen. Es ist somit in zumindest einem Bereich des ersten Endabschnitts des Kontaktelements eine stoffschlüssige Verbindung mit dem elektrischen Leiter ohne Verwendung von Schweiß- oder Lötzusatzstoffen vorgesehen. Vorzugsweise ist für die unmittelbare stoffschlüssige Verbindung auch kein Klebstoff oder Ähnliches vorgesehen.

[0026] Vorzugsweise handelt es sich bei der stoffschlüssigen Verbindung um eine stoffschlüssige Verbindung, die ohne die Zuführung externer Wärme bzw. ohne die Verwendung externer Wärmequellen (z. B. Laser, Induktionsofen etc.) erzeugt wurde. Besonders bevorzugt wird die stoffschlüssige Verbindung durch Reibwärme beim Einbringen des Kontaktelements in den elektrischen Leiter erzeugt.

[0027] Vorzugsweise ist der Bereich des ersten Endabschnitts des Kontaktelements zumindest bereichsweise unmittelbar stoffschlüssig mit einem inneren Abschnitt des elektrischen Leiters verbunden. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt den elektrischen Leiter auf seiner Stirnseite zumindest bereichsweise unmittelbar stoffschlüssig kontaktiert.

[0028] Vorzugsweise sind mehrere Bereiche des ersten Endabschnitts des Kontaktelements unmittelbar stoffschlüssig mit dem elektrischen Leiter verbunden. Besonders bevorzugt ist der erste Endabschnitt des Kontaktelements zumindest annähernd vollständig, und ganz besonders bevorzugt vollständig unmittelbar stoffschlüssig mit dem elektrischen Leiter verbunden.

[0029] In vorteilhafter Weise kann also auf zusätzliche Fertigungsmittel, beispielsweise ein zusätzliches Lot, verzichtet werden.

[0030] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kontaktelement derart mit dem freien Ende des elektrischen Leiters verbunden ist, dass das Kontaktelement einen Außenumfang des elektri-

schen Leiters nicht kontaktiert.

[0031] Somit kann beispielsweise auf eine Crimphülse oder eine sonstige Hülse zur mechanischen Verbindung des Kontaktelements mit dem elektrischen Leiter verzichtet werden.

[0032] Der Fügebereich der Verbindungsanordnung kann verglichen mit dem Stand der Technik sehr klein sein, insbesondere da auf zusätzliche Fertigungsmittel sowie eine Hülse zur Verpressung des elektrischen Leiters mit dem Kontaktelement verzichtet werden kann.

[0033] Es kann eine (elektrische und mechanische) Verbindung bzw. Kontaktierung des ersten Endabschnitts des Kontaktelements mit dem elektrischen Leiter ausschließlich im Innenbereich des elektrischen Leiters vorgesehen sein. Optional kann aber auch vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements die Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters kontaktiert.

[0034] Dadurch, dass auf eine Kontaktierung am Außenumfang des elektrischen Leiters, beispielsweise mittels einer Hülse, verzichtet werden kann, kann ein mit der Verbindungsanordnung ausgerüsteter elektrischer Steckverbinder kleiner ausgebildet sein. Gleichzeitig kann aufgrund der Vermeidung eines Durchmesser-sprungs im Verbindungsbereich eine vorteilhafte Verwendung der Verbindungsanordnung in der Hochfrequenztechnik ermöglicht werden, ohne dass aufwändige Impedanzanpassungen erforderlich wären.

[0035] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der elektrische Leiter als Innenleiter des Kabels und das Kontaktelement als Innenleiter-Kontaktelement eines Steckverbinders ausgebildet ist.

[0036] Bei dem Steckverbinder kann es sich beispielsweise um einen Stecker, eine Buchse, einen Kuppler oder um einen Adapter handeln. Die im Rahmen der Erfindung verwendete Bezeichnung "Steckverbinder" steht stellvertretend für alle Varianten.

[0037] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann das elektrische Kabel als Koaxialkabel ausgebildet sein.

[0038] Das Koaxialkabel kann einen einzelnen Innenleiter aufweisen, der von einem Dielektrikum umhüllt und schließlich von einem Außenleiter umgeben ist, um den Innenleiter elektromagnetisch abzuschirmen.

[0039] Vorzugsweise kann die Erfindung mit einem sogenannten Wellmantelkabel verwendet werden. Das Wellmantelkabel kann insbesondere einen Wellmantel aus Kupfer, ein Dielektrikum aus PE-Schaum und einen Innenleiter aus Aluminium aufweisen.

[0040] Die Erfindung eignet sich jedoch auch zur Verwendung mit anderen Kabeln. Beispielsweise kann auch ein ungeschirmtes elektrisches Kabel vorgesehen sein.

[0041] Es können im Rahmen der Erfindung auch elektrische Kabel vorgesehen sein, die mehr als einen Innenleiter aufweisen, beispielsweise Twisted-Pair-Kabel mit verdrehten Aderpaaren oder Parallel-Pair-Kabel oder sonstige mehradrige Kabel. Es kann dann vorgesehen sein, zumindest eine der Adern bzw. einen der Innenleiter

mit einem Kontaktelement erfindungsgemäß zu verbinden, vorzugsweise alle Adern bzw. Innenleiter mit einem jeweiligen Kontaktelement erfindungsgemäß zu verbinden.

[0042] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kontaktelement einteilig ausgebildet ist.

[0043] Vorzugsweise kann der erste Endabschnitt des Kontaktelements, der zur mechanischen und elektrischen Verbindung mit dem elektrischen Leiter vorgesehen ist, einteilig mit dem restlichen Kontaktelement ausgebildet sein. Eine Mehrkomponentenlösung, wie beispielsweise eine den ersten Endabschnitt umgebende Hülse, kann somit entfallen.

[0044] Das Kontaktelement kann neben dem ersten Endabschnitt zur Verbindung mit dem elektrischen Leiter einen zweiten Endabschnitt aufweisen, der am anderen Ende des Kontaktelements angeordnet ist. Der zweite Endabschnitt kann zur Verbindung mit einem Kontaktelement eines Gegensteckverbinders oder zur Verbindung mit einer sonstigen elektrischen Komponente, beispielsweise einer Komponente auf einer elektrischen Leiterplatte, ausgebildet sein. Optional kann zwischen dem ersten Endabschnitt und dem zweiten Endabschnitt ein mittlerer Abschnitt des Kontaktelements vorgesehen sein, beispielsweise zur mechanischen Fixierung des Kontaktelements in einem Steckverbindergehäuse.

[0045] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Außendurchmesser des Kontaktelements zumindest in einem an den ersten Endabschnitt des Kontaktelements angrenzenden mittleren Abschnitt dem Außendurchmesser des elektrischen Leiters entspricht. Es kann auch vorgesehen sein, dass der Außendurchmesser des Kontaktelements in seinem zweiten Endabschnitt dem Außendurchmesser des elektrischen Leiters entspricht.

[0046] Dadurch, dass im Rahmen der Befestigung des Kontaktelements an dem elektrischen Leiter keine Durchmesseränderung an der Übergangsstelle erforderlich ist, kann ein Impedanzsprung vermieden werden. Eine zusätzliche Impedanzanpassung der Verbindungsanordnung kann somit vereinfacht sein oder sogar unterbleiben. Ein mit einer entsprechenden Verbindungsanordnung ausgestatteter Steckverbinder kann kleiner ausgebildet sein als die bekannten Steckverbinder des Standes der Technik, bei gleichzeitig guter Eignung für die Hochfrequenztechnik.

[0047] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein das Kontaktelement umgebendes Außenleiter-Kontaktelement, beispielsweise ein Außengehäuse eines Steckverbinders, in einem axialen Abschnitt, der den Endabschnitt des Kontaktelements radial umgibt, einen konstanten Querschnitt aufweist.

[0048] Insbesondere wenn der Außendurchmesser des Kontaktelements in einem an den ersten Endabschnitt des Kontaktelements angrenzenden mittleren Abschnitt dem Außendurchmesser des elektrischen Leiters entspricht, kann eine im Rahmen einer herkömmli-

chen Impedanzanpassung notwendige Querschnittsänderung des Außenleiter-Kontaktelements gegebenenfalls unterbleiben.

[0049] Die Gestaltungsmöglichkeiten eines entsprechend ausgestatteten Steckverbinders können damit erhöht sein.

[0050] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt des Kontaktelements und dem freien Ende des elektrischen Leiters eine kaltgeschweißte, vorzugsweise eine gasdichte Verbindung ist.

[0051] Während der Herstellung der Verbindungsanordnung treten dadurch in der Regel lediglich lokal begrenzte Erwärmungen auf - ein ggf. schädlicher Wärmeeintrag kann vermieden werden. Ferner kann sich eine gasdichte Verbindung insbesondere zur Bereitstellung von robusten Steckverbindern eignen, die auch unter widrigen Einsatzbedingungen sicher und langlebig verwendet werden können, beispielsweise in Fahrzeugen.

[0052] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt des Kontaktelements und dem freien Ende des elektrischen Leiters eine formschlüssige Verbindung umfasst.

[0053] Im Rahmen der Erfindung kann neben der bereits teilweise unmittelbar stoffschlüssigen Verbindung auch eine formschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt des Kontaktelements und dem freien Ende des elektrischen Leiters von Vorteil sein.

[0054] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich der Querschnitt des ersten Endabschnitts in Richtung auf das freie Ende des ersten Endabschnitts verjüngt.

[0055] Eine Verjüngung des Querschnitts des ersten Endabschnitts in Richtung auf dessen freies Ende kann sich besonders gut zur Herstellung der Verbindung eignen, da das Kontaktelement dann in der Art eines Keils vergleichsweise einfach in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht werden kann.

[0056] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements konisch ausgeformt ist.

[0057] Insbesondere kann der erste Endabschnitt des Kontaktelements derart konisch ausgeformt sein, dass sich der Querschnitt bzw. der Durchmesser des ersten Endabschnitts in Richtung auf das freie Ende des ersten Endabschnitts verringert bzw. verengt.

[0058] Eine konische Ausformung des Eindringbereichs bzw. des ersten Endabschnitts des Kontaktelements kann ein vollständiges Eindringen des ersten Endabschnitts des Kontaktelements in den Innenbereich des elektrischen Leiters begünstigen.

[0059] Eine konische Geometrie kann beim Fügen des ersten Endabschnitts des Kontaktelements mit dem elektrischen Leiter außerdem vergleichsweise viel Reibung erzeugen und damit einen Stoffschluss begünstigen.

[0060] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das freie Ende des ersten En-

dabschnitts des Kontaktelements eine Spitze oder eine Rundung aufweist.

[0061] Insbesondere im Hinblick auf das nachfolgend noch beschriebene Verfahren zum Herstellen der Verbindungsanordnung kann eine Spitze oder eine Rundung von Vorteil sein, um den ersten Endabschnitt vorteilhaft in den elektrischen Leiter einzubringen.

[0062] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements wenigstens einen radialen Absatz, vorzugsweise wenigstens eine radiale Schnittkante und/oder eine Hinterschneidung aufweist.

[0063] Insbesondere für eine optimierte formschlüssige Befestigung können sich radiale Absätze in dem ersten Endabschnitt gut eignen, hinter denen sich verdrängtes Material des elektrischen Leiters ansammeln kann. Eine radiale Kante kann z. B. eine Hinterschneidung ausbilden und sich dadurch in den elektrischen Leiter einkrallen.

[0064] Schnittkanten und/oder Hinterschneidungen können sich außerdem besonders gut eignen, um gezielt Material des elektrischen Leiters im Rahmen des Einbringens des ersten Endabschnitts von dem elektrischen Leiter bereichsweise abzuschaben, das sich anschließend hinter der Hinterschneidung ansammeln kann. Durch eine Schnittkante kann insbesondere ein vollständig oder zumindest bereichsweise abgetrennter Metallspan erzeugt werden, der anschließend den Einstich einer Hinterschneidung zumindest teilweise auffüllt und hiermit eine formschlüssige Verbindung ermöglichen oder optimieren kann. Der Metallspan kann außerdem einen zusätzlichen Stoffschluss begünstigen.

[0065] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements eine Beschichtung aufweist. Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Beschichtung aus einem Material besteht, das eine stoffschlüssige Verbindung begünstigt.

[0066] Beispielsweise kann eine Beschichtung aus einem Material mit einer geringeren Schmelztemperatur als die des Materials des Kontaktelements und die des Materials des elektrischen Leiters vorgesehen sein. Die Schmelztemperatur des Materials der Beschichtung kann allerdings auch höher sein oder der Schmelztemperatur des Materials des Kontaktelements und der des Materials des elektrischen Leiters entsprechen.

[0067] Eine Beschichtung des ersten Endabschnitts des Kontaktelements kann beispielsweise das Eindringen des ersten Endabschnitts in den elektrischen Leiter erleichtern. Außerdem können die mechanische Verbindung und die elektrische Verbindung durch eine Beschichtung verbessert sein.

[0068] Auf diese Weise kann eine lokal entstehende Erwärmung des Kontaktelements beim Eindringen des ersten Endabschnitts in den elektrischen Leiter ausgenutzt werden.

[0069] Beispielsweise kann eine Beschichtung aus Silber vorgesehen sein oder aus einem Material mit einer

ähnlichen Schmelztemperatur und vergleichbaren elektrischen Eigenschaften. Vorzugsweise kann dann der elektrische Leiter aus Aluminium oder einem Material mit ähnlicher Schmelztemperatur und vergleichbaren elektrischen Eigenschaften ausgebildet sein kann.

[0070] Die Erfindung betrifft auch ein Kontaktelement zur Verbindung mit einem freien Ende eines elektrischen Leiters eines elektrischen Kabels, aufweisend einen Kontaktkörper mit einem ersten Endabschnitt, wobei der erste Endabschnitt gestaltet ist, um in eine Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters einzudringen. Das Kontaktelement ist derart ausgebildet, dass zumindest ein Teilabschnitt des ersten Endabschnitts des Kontaktkörpers unmittelbar stoffschlüssig mit dem ersten Leiter verbindbar ist.

[0071] Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Kontaktelement keine Hülse (beispielsweise eine Presshülse) aufweist, um den elektrischen Leiter an dessen Außenumfang zu kontaktieren und zu verpressen. Eine derartige Hülse würde zu einem Verkleben des Kontaktelements mit dem elektrischen Leiter während des Eindringens des Kontaktelements in den elektrischen Leiter führen, wodurch ein ausreichend hoher Druck oder eine ausreichend hohe Relativgeschwindigkeit zum unmittelbar stoffschlüssigen Verbinden des Kontaktelements mit dem elektrischen Leiter nicht erreicht werden kann.

[0072] Der Kontaktkörper kann derart ausgebildet sein, dass dieser einen Außenumfang des elektrischen Leiters nicht kontaktiert, wenn der erste Endabschnitt des Kontaktkörpers mit dem elektrischen Leiter verbunden ist.

[0073] Vorzugsweise kann das Kontaktelement in seinem ersten Endabschnitt eine spezifische Spitzengeometrie aufweisen, um vorteilhaft in die Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters eindringen zu können.

[0074] Die Erfindung betrifft auch einen elektrischen Steckverbinder, umfassend eine Verbindungsanordnung gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen.

[0075] Vorzugsweise betrifft die Erfindung einen elektrischen Steckverbinder, umfassend eine Verbindungsanordnung mit einem elektrischen Kabel und einem mit einem freien Ende des elektrischen Leiters des Kabels verbundenen Kontaktelement, wobei das Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt in Axialrichtung bezüglich der Längsachse des elektrischen Leiters in den elektrischen Leiter eindringt. Dabei kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Bereich des ersten Endabschnitts des Kontaktelements unmittelbar stoffschlüssig mit dem elektrischen Leiter verbunden ist. Vorzugsweise ist das Kontaktelement derart mit dem freien Ende des elektrischen Leiters verbunden ist, dass das Kontaktelement einen Außenumfang des elektrischen Leiters nicht kontaktiert.

[0076] Die Erfindung ist nicht auf eine spezifische Bauform eines Steckverbinders bzw. auf ein spezifisches

elektrisches Kabel beschränkt. Die Erfindung eignet sich allerdings insbesondere für elektrische Kabel bzw. für Kabelsteckverbinder für die Hochfrequenztechnik, insbesondere für den Einsatz in der Kommunikationstechnik und/oder in Fahrzeugen. Auch die Verwendung der Erfindung mit Kabelsteckverbindern im Hochvolt-Bereich kann vorteilhaft sein.

[0077] Ein erfindungsgemäßer Kabelsteckverbinder kann beispielsweise als PL-Steckverbinder, BNC-Steckverbinder, TNC-Steckverbinder, SMBA (FAKRA)-Steckverbinder, N-Steckverbinder, 7-16-Steckverbinder, SMA-Steckverbinder, SMB-Steckverbinder, SMS-Steckverbinder, SMC-Steckverbinder, SMP-Steckverbinder, BMS-Steckverbinder, HFM-Steckverbinder, HSD-Steckverbinder, H-MTD-Steckverbinder, BMK-Steckverbinder, Mini-Coax-Steckverbinder oder Makax-Steckverbinder ausgebildet sein.

[0078] Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Verbindung zwischen einem elektrischen Leiter eines elektrischen Kabels und einem Kontaktelement, wonach das Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt in eine Stirnfläche eines freien Endes des elektrischen Leiters eingebracht wird. Dabei ist vorgesehen, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements mit einem derart hohen Druck und/oder mit einer derart hohen Relativgeschwindigkeit in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht wird, dass durch den hohen Druck und/oder durch die hohe Relativgeschwindigkeit der erste Endabschnitt des Kontaktelements und der elektrische Leiter zumindest bereichsweise stoffschlüssig miteinander verbunden werden.

[0079] Der Fachmann vermag den "hohen Druck" und die "hohe Relativgeschwindigkeit" anwendungsspezifisch zu bestimmen, um in Abhängigkeit der für den elektrischen Leiter und das Kontaktelement verwendeten Materialien einen unmittelbaren Stoffschluss zwischen den Bestandteilen zu erzeugen.

[0080] Vorzugsweise wird der erste Endabschnitt des Kontaktelements mit einer solchen Geschwindigkeit in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht bzw. eingeschossen, dass eine kaltgeschweißte Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt und dem elektrischen Leiter entsteht.

[0081] Es kann somit ein Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung eines Kontaktelements mit einem elektrischen Leiter vorgesehen sein, bei dem vorzugsweise auf aufwändige Steckkontakte, thermische Schweißverfahren, Ultraschallschweißen oder Löten bei der Herstellung der Verbindung verzichtet wird.

[0082] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die hohe Relativgeschwindigkeit auf einer hohen Lineargeschwindigkeit und/oder auf einer hohen Winkelgeschwindigkeit basiert.

[0083] Insbesondere kann vorgesehen sein, das Kontaktelement mit hoher Lineargeschwindigkeit in den elektrischen Leiter einzuführen (z. B. einzuschießen). Es kann alternativ oder zusätzlich auch vorgesehen sein, den elektrischen Leiter mit hoher Lineargeschwindigkeit

über das Kontaktelement zu schieben. Eine hohe (relative) Lineargeschwindigkeit kann mit einer rotatorischen Bewegung überlagert werden.

[0084] Es kann auch vorgesehen sein, das Kontaktelement mit hoher Winkelgeschwindigkeit bei beliebigem, vorzugsweise langsamem Vorschub bzw. langsamer (relativer) Lineargeschwindigkeit in den elektrischen Leiter einzuführen.

[0085] Eine Überlagerung der axialen Bewegung durch eine rotatorische Bewegung kann von Vorteil sein, um die während des Einbringens des Kontaktelements in den elektrischen Leiter auftretenden lokalen Erwärmungen noch zu erhöhen, um eine stoffschlüssige Verbindung zu optimieren.

[0086] Insbesondere wenn der erste Endabschnitt des Kontaktelements mit einer Beschichtung versehen ist oder auf herkömmliche Weise zusätzliches Lot in die Verbindung eingebracht wird, kann eine rotatorische Bewegung zur Erzeugung von Reibungswärme von Vorteil sein.

[0087] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das Kontaktelement derart in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht wird, dass das Kontaktelement einen Außenumfang des elektrischen Leiters nicht kontaktiert, wenn sich der erste Endabschnitt in seiner Endposition in dem elektrischen Leiter befindet.

[0088] Vorzugsweise kann der erste Endabschnitt des Kontaktelements derart in die Stirnfläche des elektrischen Leiters eingebracht werden, dass eine gasdichte Verbindung entsteht. Besonders bevorzugt kann ein Kaltschweißverfahren vorgesehen sein, um das Kontaktelement mit dem elektrischen Leiter zu verbinden.

[0089] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das freie Ende des elektrischen Leiters eine vollständig geschlossene Stirnfläche ausbildet, die durch das Einbringen des ersten Endabschnitts des Kontaktelements durchbrochen wird.

[0090] Vorzugsweise weist die Stirnfläche des elektrischen Leiters keine Bohrung auf.

[0091] Dadurch, dass das freie Ende des elektrischen Leiters zunächst eine vollständig geschlossene Stirnfläche ausbildet, kann auf das Einbringen einer Bohrung in die Stirnfläche verzichtet werden, was die Herstellung der Verbindung stark vereinfacht. In diesem Rahmen soll auch die unbearbeitete Stirnfläche eines als Litze ausgebildeten elektrischen Leiters unter den Begriff "vollständig geschlossene Stirnfläche" fallen.

[0092] Grundsätzlich kann aber auch vorgesehen sein, dass das freie Ende des elektrischen Leiters an der Stirnfläche eine Zentrierbohrung aufweist, deren Durchmesser größer ist als deren Bohrungstiefe.

[0093] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements derart in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht wird, dass sich zusätzlich eine formschlüssige Verbindung ergibt.

[0094] Vorzugsweise sind eine formschlüssige und/oder eine mittelbare stoffschlüssige Verbindung zu-

sätzlich zu der bereichsweise unmittelbaren stoffschlüssigen Verbindung vorgesehen.

[0095] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt des Kontaktelements derart in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht wird, dass das Kontaktelement mit einem radialen Rücksprung an der Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters anschlägt.

[0096] Vorzugsweise wird der erste Endabschnitt des Kontaktelements derart in das freie Ende des elektrischen Leiters eingebracht, dass der erste Endabschnitt sich vollständig innerhalb des elektrischen Leiters befindet, wenn sich das Kontaktelement in seiner axialen Endposition in dem elektrischen Leiter befindet.

[0097] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass als hohe Relativgeschwindigkeit eine Geschwindigkeit von mindestens 5 m/s, vorzugsweise mindestens 10 m/s, besonders bevorzugt mindestens 20 m/s, weiter bevorzugt mindestens 30 m/s und ganz besonders bevorzugt mindestens 40 m/s, vorgesehen ist.

[0098] Die vorgenannten Geschwindigkeitsbereiche haben sich als besonders geeignet herausgestellt.

[0099] Eine Beschleunigung des Kontaktelements zum Erreichen einer entsprechenden Geschwindigkeit kann bevorzugt pneumatisch erfolgen. Es kann aber auch eine mechanische Lösung, beispielsweise das Vorspannen und Lösen einer Feder vorgesehen sein. Ferner kann eine elektromagnetische bzw. elektrodynamische Lösung, beispielsweise unter Ausnutzung der Lorentzkraft zur Beschleunigung des Kontaktelements eingesetzt werden. Auch eine chemische bzw. thermodynamische (z. B. pyrotechnische) Lösung, beispielsweise eine kontrollierte Explosion, kann vorgesehen sein. Schließlich ist es auch möglich, die Gravitationskraft mittels einer "Fall-Vorrichtung" auszunutzen, um das Kontaktelement ausreichend zu beschleunigen. Auch Kombinationen der vorgenannten Varianten sind möglich.

[0100] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Herstellung einer Verbindungsanordnung gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen. Die Vorrichtung weist Mittel auf, um das Kontaktelement mit seinem ersten Endabschnitt zumindest bereichsweise stoffschlüssig in eine Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters mit hoher Geschwindigkeit und/oder mit hoher mechanischer Kraft einzubringen.

[0101] Aufgrund der hohen Geschwindigkeit und/oder der hohen Kraft kann es aufgrund der Reibung zwischen dem ersten Endabschnitt des Kontaktelements und dem elektrischen Leiter zu einer stoffschlüssigen Verbindung kommen. Im Gegensatz zum Reibschweißen kommt es dabei, abgesehen von lokalen Erwärmungen im Mikrobereich, in der Regel allerdings zu keiner hohen Erwärmung der Verbindung.

[0102] Ein Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt zur Verbindung mit dem freien Ende des elektrischen Leiters kann mittels der Vorrichtung vorteilhaft in die Stirnfläche des elektrischen Leiters eingeschossen und dadurch mit diesem verbunden werden. Durch die

hohe Geschwindigkeit stoffschlüssige Verbindung entstehen.

[0103] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Mittel als pneumatische, elektromagnetische, pyrotechnische oder gravitationsgestützte Mittel ausgebildet sind oder dass ein durch Federkraft angetriebenes Mittel vorgesehen ist, um das Kontaktelement mit seinem ersten Endabschnitt in die Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters einzuschließen.

[0104] Grundsätzlich können beliebige Mittel vorgesehen sein, um den ersten Endabschnitt in die Stirnfläche des freien Endes des elektrischen Leiters einzubringen. Die genannten Mittel sind nur beispielhaft zu verstehen.

[0105] Merkmale, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung beschrieben wurden, sind selbstverständlich auch für das erfindungsgemäße Kontaktelement, den elektrischen Steckverbinder, das Verfahren und die Vorrichtung vorteilhaft umsetzbar - und umgekehrt. Ferner können Vorteile, die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung genannt wurden, auch auf das erfindungsgemäße Kontaktelement, den elektrischen Steckverbinder, das Verfahren und die Vorrichtung bezogen verstanden werden - und umgekehrt.

[0106] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass Begriffe wie "umfassend", "aufweisend" oder "mit" keine anderen Merkmale oder Schritte ausschließen. Ferner schließen Begriffe wie "ein" oder "das", die auf eine Einzelzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Merkmalen oder Schritten aus - und umgekehrt.

[0107] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

[0108] Die Figuren zeigen jeweils bevorzugte Ausführungsbeispiele, in denen einzelne Merkmale der vorliegenden Erfindung in Kombination miteinander dargestellt sind. Merkmale eines Ausführungsbeispiels sind auch losgelöst von den anderen Merkmalen des gleichen Ausführungsbeispiels umsetzbar und können dementsprechend von einem Fachmann ohne Weiteres zu weiteren sinnvollen Kombinationen und Unterkombinationen mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele verbunden werden.

[0109] In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0110] Es zeigen schematisch:

Figur 1 einen elektrischen Steckverbinder mit einer Verbindungsanordnung gemäß dem Stand der Technik;

Figur 2 einen elektrischen Steckverbinder, umfassend eine erfindungsgemäße Verbindungsanordnung ;

Figur 3 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer ers-

- ten Ausführungsform mit einem abgerundeten freien Ende;
- Figur 4 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer zweiten Ausführungsform mit einer Spitze;
- Figur 5 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer dritten Ausführungsform mit einem sich verjüngenden Querschnitt;
- Figur 6 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer vierten Ausführungsform mit einem sich verjüngenden Querschnitt;
- Figur 7 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer fünften Ausführungsform mit einem sich verjüngenden Querschnitt;
- Figur 8 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer sechsten Ausführungsform mit einem radialen Absatz;
- Figur 9 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer siebten Ausführungsform mit einem radialen Absatz;
- Figur 10 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer achten Ausführungsform mit einem radialen Absatz;
- Figur 11 ein erfindungsgemäßes Kontaktelement mit einem ersten Endabschnitt gemäß einer neunten Ausführungsform mit einer radialen Schnittkante;
- Figur 12 eine Detailansicht auf die Schnittkante des Kontaktelements der Figur 11 in einer vereinfachten Schnittdarstellung; und
- Figur 13 eine Vorrichtung zur Herstellung einer Verbindungsanordnung.

[0111] Figur 1 zeigt in perspektivischer Schnittdarstellung einen elektrischen Steckverbinder 100 gemäß dem Stand der Technik. Der elektrische Steckverbinder 100 weist eine Verbindungsanordnung 101 auf, die ein elektrisches Kabel 1, im Ausführungsbeispiel ein Wellmantelkabel, und ein mit einem freien Ende 2.1 eines elektrischen Leiters 2, vorliegend der Innenleiter des Kabels 1, verbundenes Kontaktelement 102 umfasst. Das elektrische Kabel 1 weist ein Dielektrikum 3 auf, das den In-

nenleiter bzw. den elektrischen Leiter 2 umhüllt und elektrisch von einem Außenleiter 4 des Kabels 1 trennt. Der elektrische Steckverbinder 100 weist ferner ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse 103 auf, das mit dem Außenleiter 4 des elektrischen Kabels 1 elektrisch verbunden ist.

[0112] Die Verbindungsanordnung 101 des Standes der Technik ist mittels einer Lötverbindung mit dem elektrischen Leiter 2 bzw. dem Innenleiter des Kabels 1 elektrisch und mechanisch verbunden. Für eine ausreichend gute Verbindung und mechanische Stabilität umfasst das Kontaktelement 102 außerdem das freie Ende 2.1 des elektrischen Leiters 2 an dessen Außenumfang. Der verbleibende Zwischenraum ist mit einem Lot aufgefüllt. Eine Alternative zu einer Lötverbindung kann gemäß dem Stand der Technik auch eine Crimpverbindung sein.

[0113] Eine aus dem Stand der Technik bekannte, weitere Alternative kann es sein, das Kontaktelement 102 in eine Stirnfläche 2.2 des freien Endes 2.1 des elektrischen Leiters 2 entlang einer Bohrung (nicht dargestellt) einzubringen, um das Material des elektrischen Leiters 2 radial nach außen zu verdrängen, um eine kraftschlüssige Verbindung mit einer den elektrischen Leiter 2 umhüllenden Hülse herzustellen.

[0114] Bei allen genannten Varianten ergibt sich das Problem, dass die Verbindungsherstellung vergleichsweise aufwändig ist und außerdem ein Durchmesser-sprung im Verbindungsbereich entsteht. Aufgrund des geänderten Querschnitts kann eine Impedanzanpassung erforderlich werden, was die Dimensionen des Steckverbinders 100 insgesamt deutlich vergrößern kann.

[0115] Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen elektrischen Steckverbinder 5, umfassend eine erfindungsgemäße Verbindungsanordnung 6. Das elektrische Kabel 1 entspricht beispielhaft dem im Rahmen der Figur 1 bereits beschriebenen Wellmantelkabel.

[0116] Das erfindungsgemäße Kontaktelement 7 dringt mit seinem ersten Endabschnitt 7.1 in die Stirnfläche 2.2 des freien Endes 2.1 des elektrischen Leiters 2 bzw. des Innenleiters des Kabels 1 ein. Im Ausführungsbeispiel ist das Kontaktelement 7 derart mit dem freien Ende 2.1 des elektrischen Leiters 2 verbunden, dass das Kontaktelement 7 einen Außenumfang des elektrischen Leiters 2 nicht kontaktiert. Insbesondere kontaktiert der Kontaktkörper 7.4 des Kontaktelements 7 den Außenumfang des elektrischen Leiters 2 nicht.

[0117] Eine bevorzugte Verwendung der Erfindung sieht vor, dass der elektrische Leiter 2 als Innenleiter des Kabels 1 und das Kontaktelement 7 als Innenleiter-Kontaktelement des Steckverbinders 5 ausgebildet ist, wie dargestellt. Der Steckverbinder 5 kann ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse 8 aufweisen und grundsätzlich beliebig ausgebildet sein. Der freiliegende zweite Endabschnitt 7.5 des Kontaktelements kann zur Kontaktierung eines Kontaktelements eines Gegensteckverbinders ausgebildet sein.

[0118] Im Gegensatz zum Stand der Technik kann das

Kontaktelement 7 in vorteilhafter Weise einteilig ausgebildet sein. Auf eine Hülse oder einen hülsenförmigen Vorsprung des Kontaktelements 102 kann verzichtet werden. Ferner kann die Notwendigkeit entfallen, der Verbindung zusätzliches Lot zuzuführen.

[0119] Zur Vermeidung eines Impedanzsprungs kann es von Vorteil sein, wenn der Außendurchmesser des Kontaktelements 7 in einem an den ersten Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 angrenzenden mittleren Abschnitt 7.2 dem Außendurchmesser des elektrischen Leiters 2 entspricht. Schließlich kann ein das Kontaktelement 7 umgebendes Außenleiter-Kontaktelement, vorliegend das elektrisch leitfähige Außengehäuse 8 des Steckverbinders 5, in einem axialen Abschnitt, der den ersten Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 radial umgibt, einen konstanten Querschnitt aufweisen (im Ausführungsbeispiel nicht dargestellt).

[0120] Bei der Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 und dem freien Ende 2.1 des elektrischen Leiters 2 handelt es sich um eine zumindest bereichsweise unmittelbar stoffschlüssige Verbindung, d. h. um eine stoffschlüssige Verbindung ohne zusätzliche Schweiß- oder Lötzusatzstoffe. Vorzugsweise handelt es sich um eine kaltgeschweißte, insbesondere um eine gasdichte Verbindung. Bevorzugt handelt es sich bei der Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 und dem freien Ende 2.1 des elektrischen Leiters 2 außerdem um eine formschlüssige Verbindung.

[0121] Zum Herstellen der Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter 2 bzw. dem Innenleiter des Kabels 1 und dem Kontaktelement 7 wird der erste Endabschnitt 7.1 in die Stirnfläche 2.2 des freien Endes 2.1 des elektrischen Leiters 2 eingebracht. Dies erfolgt mit einem derart hohen Druck und/oder mit einer derart hohen Relativgeschwindigkeit, dass durch den hohen Druck und/oder durch die hohe Relativgeschwindigkeit der erste Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 und der elektrische Leiter 2 zumindest bereichsweise stoffschlüssig miteinander verbunden werden.

[0122] Vorzugsweise wird der erste Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 außerdem derart in den elektrischen Leiter 2 eingebracht, dass das Kontaktelement 7 den Außenumfang des elektrischen Leiters 2 nicht kontaktiert, wenn sich der erste Endabschnitt 7.1 in seiner Endposition in dem elektrischen Leiter 2 befindet.

[0123] Vorzugsweise handelt es sich bei der Endposition um eine axiale Position, in der das Kontaktelement 7 mit seinem ersten Endabschnitt 7.1 vollständig in den elektrischen Leiter 2 eingedrungen ist. Es kann sich allerdings auch um eine axiale Position handeln, in der das Kontaktelement 7 mit seinem ersten Endabschnitt 7.1 nicht vollständig in den elektrischen Leiter 2 eingedrungen ist und ein Abstand zwischen der Stirnfläche 2.2 des freien Endes 2.1 des elektrischen Leiters 2 und dem mittleren Abschnitt 7.2 des Kontaktelements 7 verbleibt.

[0124] Insbesondere wird das freie Ende 2.1 des elektrischen Leiters 2 in eine zunächst noch vollständig ge-

schlossene Stirnfläche 2.2 eingebracht, die erst durch das Einbringen des ersten Endabschnitts 7.1 des Kontaktelements 7 durchbrochen wird. Eine Bohrung in der Stirnfläche 2.2 ist damit nicht unbedingt erforderlich. Grundsätzlich kann allerdings auch eine Bohrung, insbesondere eine Zentrierbohrung, vorgesehen sein.

[0125] Der erste Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 kann mit einer Relativgeschwindigkeit von mindestens 5 m/s, vorzugsweise mindestens 10 m/s, besonders bevorzugt mindestens 20 m/s, weiterbevorzugt mindestens 30 m/s und ganz besonders bevorzugt mindestens 40 m/s, in das freie Ende 2.1 des elektrischen Leiters 2 eingebracht werden.

[0126] Um die mechanische Verbindung noch zu verbessern, insbesondere um eine stoffschlüssige Verbindung zu optimieren, kann eine axiale Bewegung in Axialrichtung, die sich entlang einer Längsachse L des elektrischen Kabels 1 erstreckt, bei dem Einbringen des ersten Endabschnitts 7.1 des Kontaktelements 7 in den elektrischen Leiter 2 mit einer rotatorischen Bewegung des Kontaktelements 7 überlagert werden. Die entsprechende Reibungsenergie kann das Entstehen einer stoffschlüssigen Verbindung begünstigen.

[0127] Zur Herstellung der Verbindungsanordnung 6 kann eine Vorrichtung 9 vorgesehen sein, die Mittel aufweist, um das Kontaktelement mit seinem ersten Endabschnitt 7.1 zumindest bereichsweise stoffschlüssig in die Stirnfläche 2.2 des freien Endes 2.1 des elektrischen Leiters 2 mit hoher Geschwindigkeit und/oder mit hoher mechanischer Kraft einzubringen. Eine nur schematisch angedeutete, beispielhafte Vorrichtung 9 ist in Figur 13 dargestellt.

[0128] Die Mittel können als pneumatische, elektromagnetische, pyrotechnische oder gravitationsgestützte Mittel ausgebildet sein, um das Kontaktelement 7 ausreichend zu beschleunigen. Es kann auch vorgesehen sein, dass ein durch Federkraft angetriebenes Mittel das Kontaktelement 7 mit seinem ersten Endabschnitt 7.1 in die Stirnfläche 2.2 des freien Endes 2.1 des elektrischen Leiters 2 einschießt.

[0129] In Figur 13 ist beispielhaft eine Vorrichtung 9 mit einem pneumatischen Mittel dargestellt, das als Druckluftkanone 10 zum Einschießen des Kontaktelements 7 ausgebildet ist.

[0130] Um das Eindringen des Kontaktelements 7 bzw. des vorderen Endabschnitts 7.1 des Kontaktelements 7 in die Stirnfläche 2.2 des elektrischen Leiters 2 zu begünstigen, können verschiedene Geometrien des ersten Endabschnitts 7.1 vorgesehen sein.

[0131] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich der Querschnitt des ersten Endabschnitts 7.1 in Richtung auf das freie Ende 7.3 des ersten Endabschnitts 7.1 verjüngt, insbesondere dass der erste Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 konisch ausgeformt ist. Eine entsprechende Gestaltung ist in allen Ausführungsbeispielen der Figuren 2 bis 12 dargestellt. Insbesondere die in den Figuren 5 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispiele zeigen verschiedene Varianten einer vorteilhaften konischen

Ausformung des ersten Endabschnitts.

[0132] Das freie Ende 7.3 des ersten Endabschnitts 7.1 des Kontaktelements 7 kann beispielsweise eine Rundung 11 aufweisen (vgl. z. B. Figur 3) oder eine Spitze 12 (vgl. z. B. Figur 4).

[0133] Insbesondere zur Begünstigung einer formschlüssigen Verbindung kann der erste Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 wenigstens einen radialen Absatz 13, vorzugsweise wenigstens eine radiale Schnittkante 14 und/oder eine Hinterschneidung 15, aufweisen. Die Ausführungsbeispiele der Figuren 8 bis 11 zeigen beispielhaft verschiedene Varianten mit entsprechenden radialen Absätzen 13, die ein Verkrallen des Kontaktelements 7 in dem elektrischen Leiter 2 ermöglichen. Auch eine wie im Ausführungsbeispiel der Figur 4 gezeigte Spitze 12 des freien Endes 7.3 kann einen entsprechenden radialen Absatz 13 aufweisen.

[0134] Figur 11 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der eine radiale Schnittkante 14 mit einer Hinterschneidung 15 vorgesehen ist. Figur 12 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt in einer Schnittdarstellung. Mittels der Schnittkante 14 kann ein Span 16 des elektrischen Leiters 2 vollständig oder teilweise abgeschabt werden. Der Span 16 kann dann in die Hinterschneidung 15 befördert werden, wodurch sich eine formschlüssige und/oder eine stoffschlüssige Verbindung ergeben und optimieren lassen kann.

[0135] Es kann auch vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt 7.1 des Kontaktelements 7 eine Beschichtung aufweist, vorzugsweise eine Beschichtung aus einem Material mit einer geringeren Schmelztemperatur als die des Materials des Kontaktelements 7 und die des Materials des elektrischen Leiters 2. Beispielsweise kann eine Silber-Beschichtung vorgesehen sein, die auf einem aus Messing ausgebildeten Kontaktelement 7 aufgebracht wird.

Patentansprüche

1. Verbindungsanordnung (6), umfassend ein elektrisches Kabel (1) und ein mit einem freien Ende (2.1) eines elektrischen Leiters (2) des Kabels (1) verbundenes Kontaktelement (7), wobei das Kontaktelement (7) mit einem ersten Endabschnitt (7.1) in eine Stirnfläche (2.2) des freien Endes (2.1) des elektrischen Leiters (2) eindringt,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Bereich des ersten Endabschnitts (7.1) des Kontaktelements (7) unmittelbar stoffschlüssig mit dem elektrischen Leiter (2) verbunden ist.
2. Verbindungsanordnung (6) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kontaktelement (7) derart mit dem freien Ende (2.1) des elektrischen Leiters (2) verbunden ist, dass das Kontaktelement (7) einen Außenumfang des

elektrischen Leiters (2) nicht kontaktiert.

3. Verbindungsanordnung (6) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der elektrische Leiter (2) als Innenleiter des Kabels (1) und das Kontaktelement (7) als Innenleiter-Kontaktelement eines Steckverbinders (5) ausgebildet ist.
4. Verbindungsanordnung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Außendurchmesser des Kontaktelements (7) in einem an den ersten Endabschnitt (7.1) des Kontaktelements (7) angrenzenden mittleren Abschnitt (7.2) dem Außendurchmesser des elektrischen Leiters (2) entspricht.
5. Verbindungsanordnung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verbindung zwischen dem ersten Endabschnitt (7.1) des Kontaktelements (7) und dem freien Ende (2.1) des elektrischen Leiters (2) eine kaltgeschweißte, vorzugsweise eine gasdichte Verbindung ist.
6. Verbindungsanordnung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich der Querschnitt des ersten Endabschnitts (7.1) in Richtung auf das freie Ende (2.1) des ersten Endabschnitts (7.1) verjüngt.
7. Verbindungsanordnung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Endabschnitt (7.1) des Kontaktelements (7) wenigstens einen radialen Absatz (13), vorzugsweise wenigstens eine radiale Schnittkante (14) und/oder eine Hinterschneidung (15) aufweist.
8. Verbindungsanordnung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Endabschnitt (7.1) des Kontaktelements (7) eine Beschichtung aufweist.
9. Kontaktelement (7) zur Verbindung mit einem freien Ende (2.1) eines elektrischen Leiters (2) eines elektrischen Kabels (1), aufweisend einen Kontaktkörper (7.4) mit einem ersten Endabschnitt (7.1), wobei der erste Endabschnitt (7.1) gestaltet ist, um in eine Stirnfläche (2.2) des freien Endes (2.1) des elektrischen Leiters (2) einzudringen,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Teilabschnitt des ersten Endabschnitts (7.1) des Kontaktkörpers (7.4) unmittel-

bar stoffschlüssig mit dem ersten Leiter (2) verbindbar ist.

10. Elektrischer Steckverbinder (5), umfassend eine Verbindungsanordnung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 8. 5

11. Verfahren zum Herstellen einer Verbindung zwischen einem elektrischen Leiter (2) eines elektrischen Kabels (1) und einem Kontaktelement (7), wonach das Kontaktelement (7) mit einem ersten Endabschnitt (7.1) in eine Stirnfläche (2.2) eines freien Endes (2.1) des elektrischen Leiters (2) eingebracht wird, 10

dadurch gekennzeichnet, dass 15

der erste Endabschnitt (7.1) des Kontaktelements (7) mit einem derart hohen Druck und/oder mit einer derart hohen Relativgeschwindigkeit in das freie Ende (2.1) des elektrischen Leiters (2) eingebracht wird, dass durch den hohen Druck und/oder durch die hohe Relativgeschwindigkeit der erste Endabschnitt (7.1) des Kontaktelements (7) und der elektrische Leiter (2) zumindest bereichsweise stoffschlüssig miteinander verbunden werden. 20

25

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

die hohe Relativgeschwindigkeit auf einer hohen Lineargeschwindigkeit und/oder auf einer hohen Winkelgeschwindigkeit basiert. 30

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Kontaktelement (7) derart in das freie Ende (2.1) des elektrischen Leiters (2) eingebracht wird, dass das Kontaktelement (7) einen Außenumfang des elektrischen Leiters (2) nicht kontaktiert, wenn sich der erste Endabschnitt (7.1) in seiner Endposition in dem elektrischen Leiter (2) befindet. 35

40

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

das freie Ende (2.1) des elektrischen Leiters (2) eine vollständig geschlossene Stirnfläche (2.2) ausbildet, die durch das Einbringen des ersten Endabschnitts (7.1) des Kontaktelements (7) durchbrochen wird. 45

15. Vorrichtung (9) zur Herstellung einer Verbindungsanordnung (6) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass 50

Mittel (10) vorgesehen sind, um das Kontaktelement (7) mit seinem ersten Endabschnitt (7.1) zumindest bereichsweise stoffschlüssig in eine Stirnfläche (2.2) des freien Endes (2.1) des elektrischen Leiters (2) mit hoher Geschwindigkeit und/oder mit hoher mechanischer Kraft einzubringen. 55

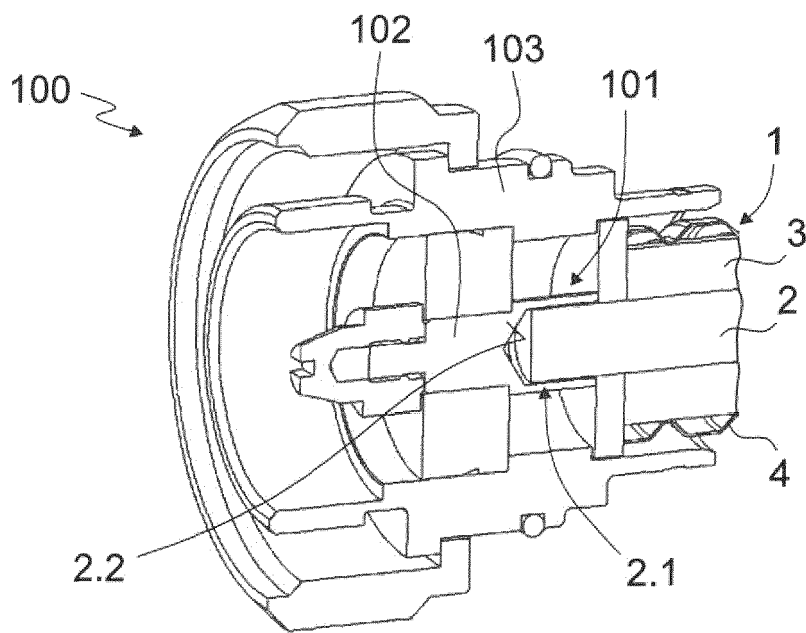


Fig. 1
STAND DER TECHNIK

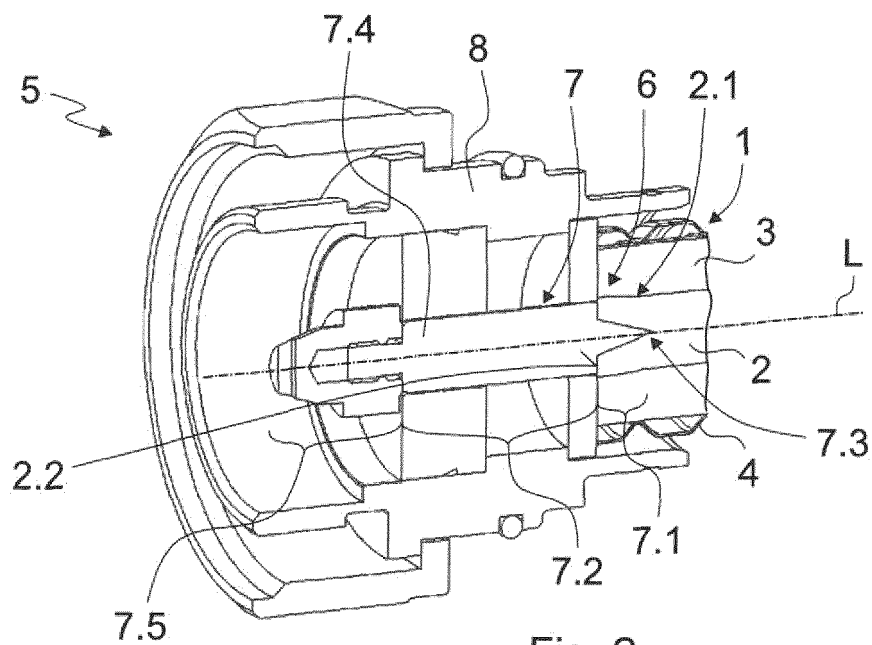
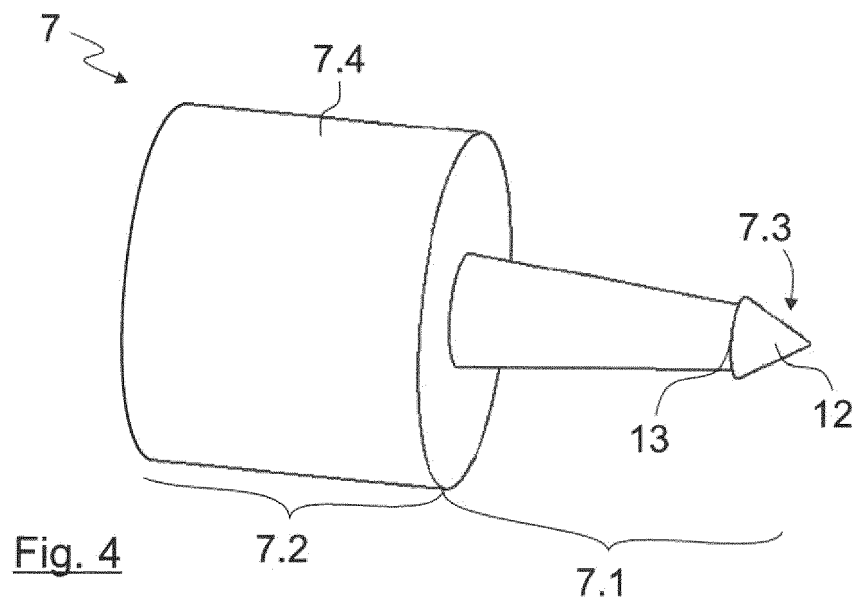
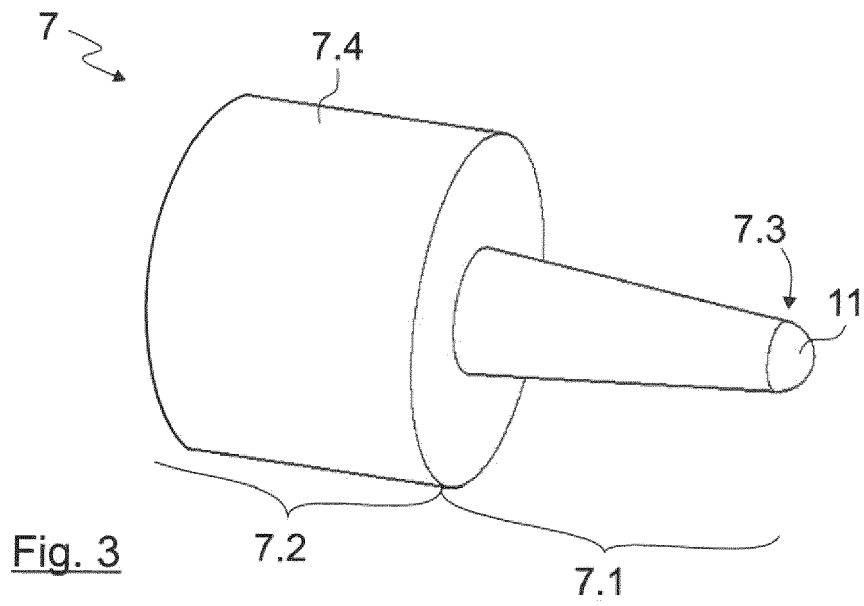
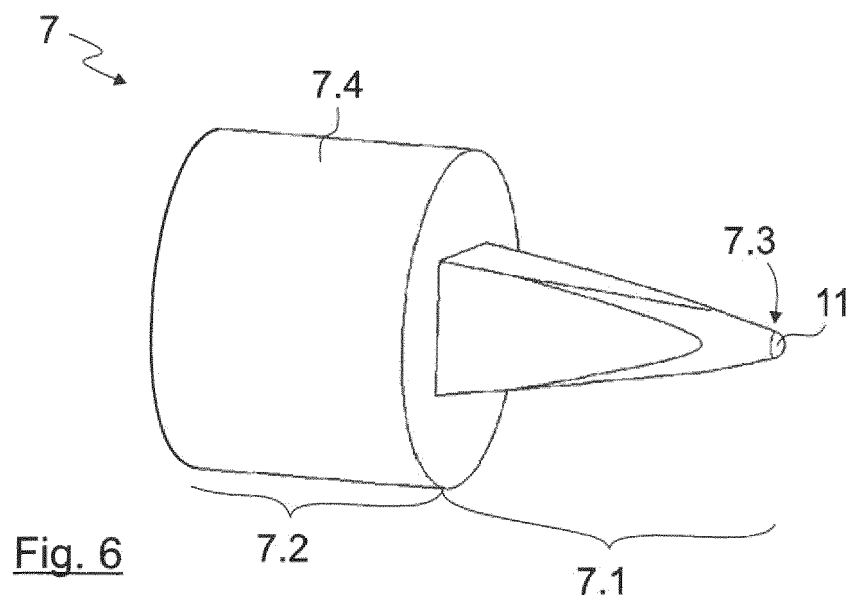
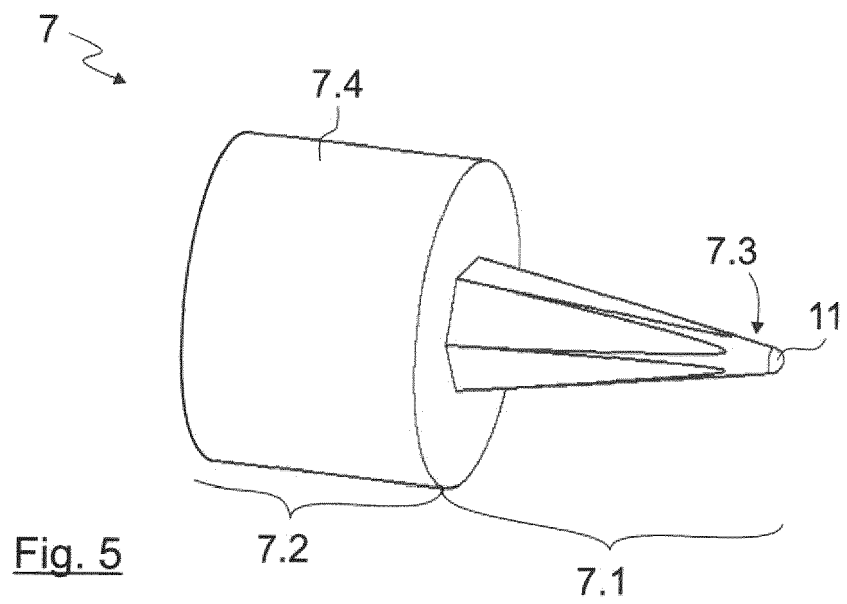
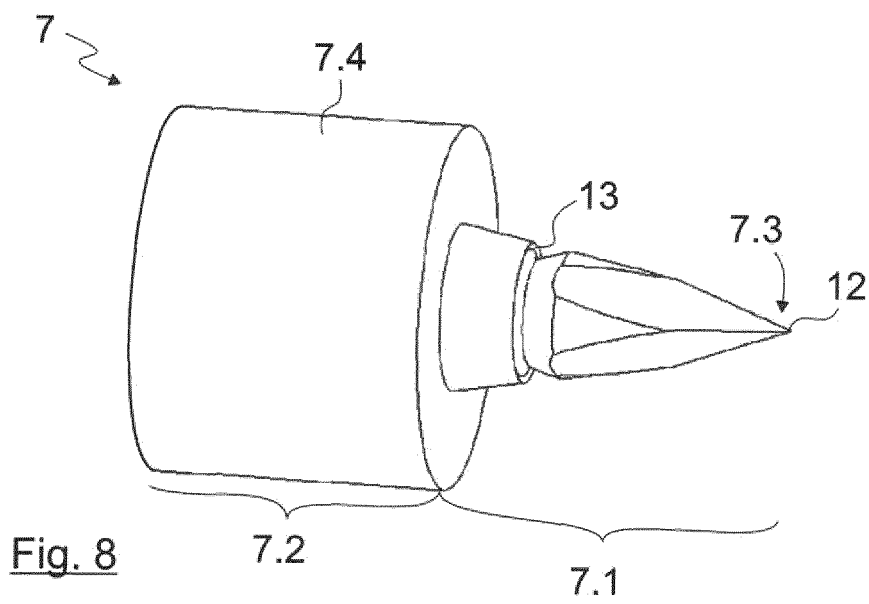
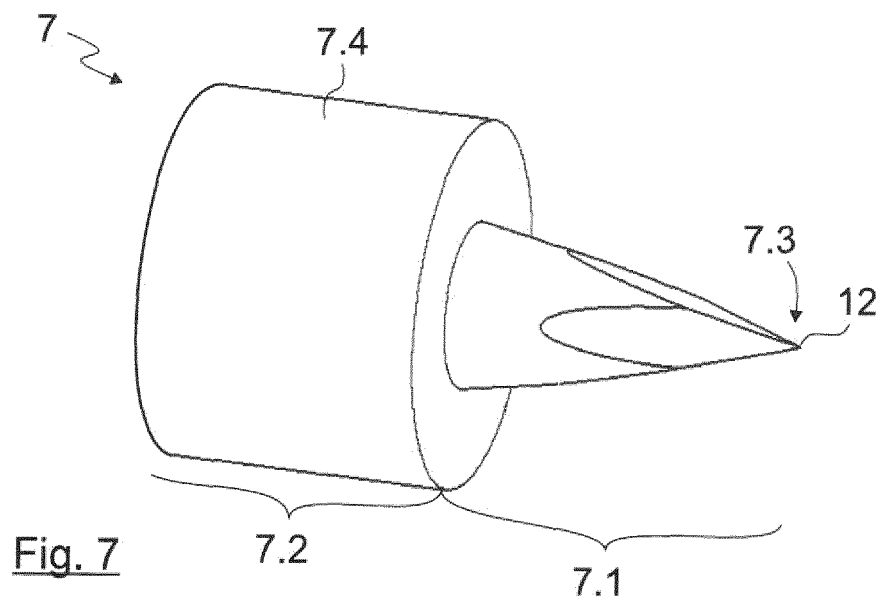
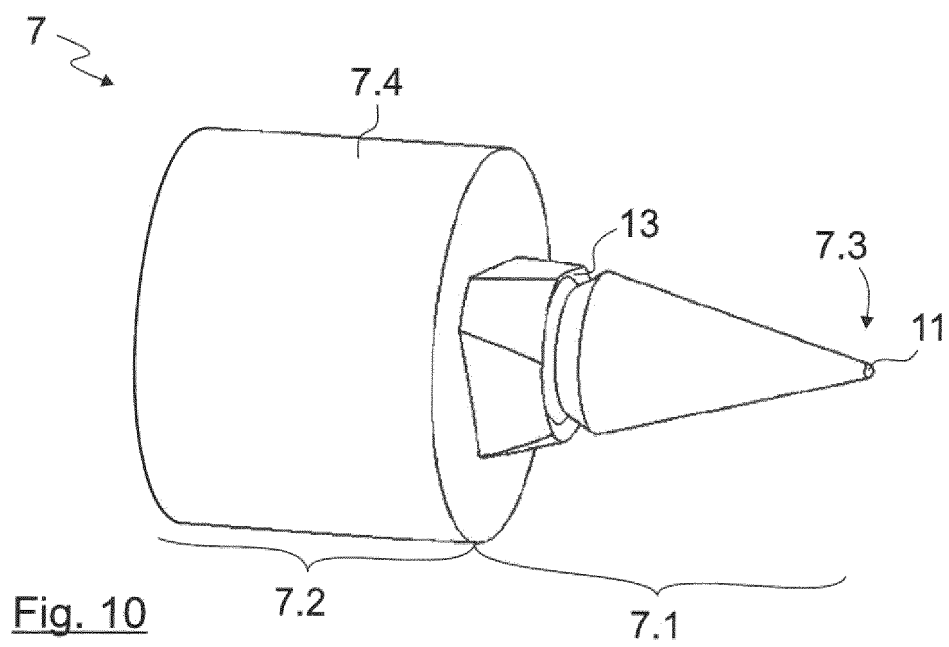
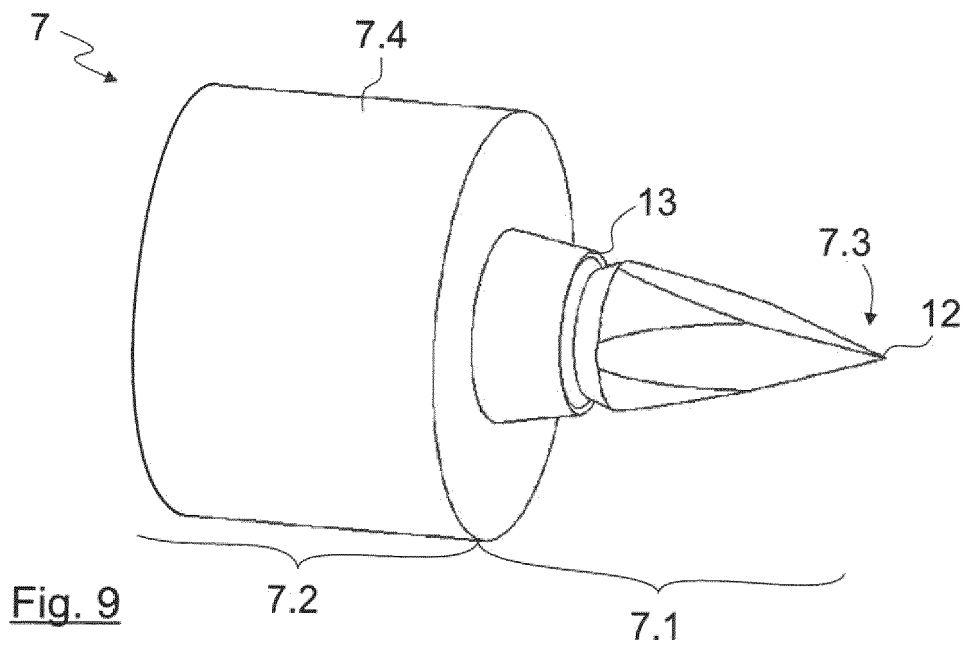


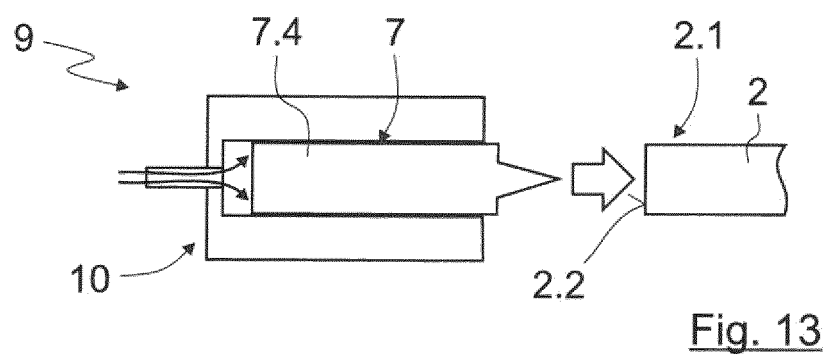
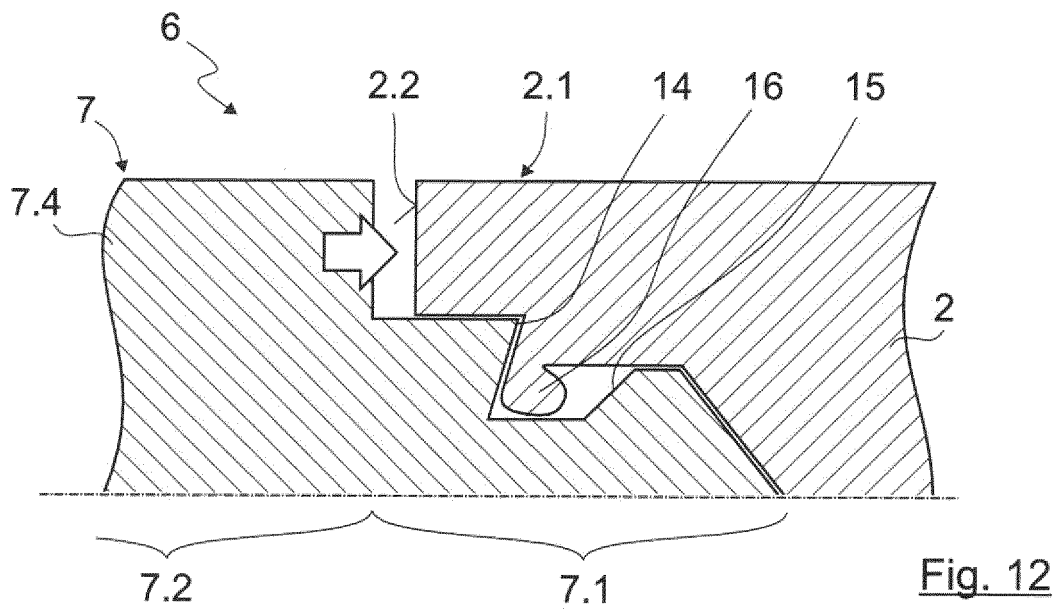
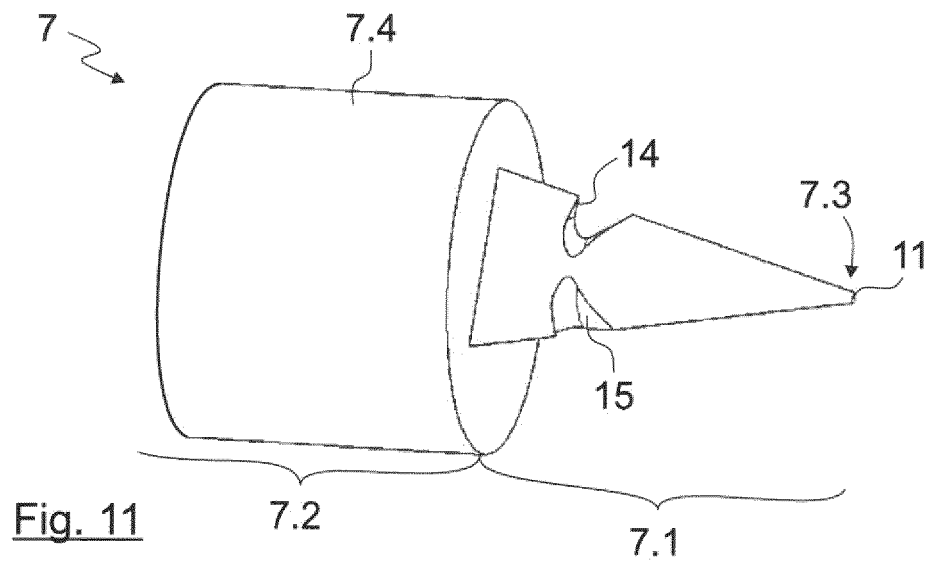
Fig. 2













EUROPÄISCHER TEILRECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

nach Regel 62a und/oder 63 des Europäischen Patent-
übereinkommens. Dieser Bericht gilt für das weitere
Verfahren als europäischer Recherchenbericht.

EP 19 16 2166

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 098 449 A (NOESEN STANLEY J) 4. Juli 1978 (1978-07-04)	1-6,8, 11,13-15	INV. H01R43/02
Y	* Abbildungen 1-5 *	7,12	
Y	----- CN 202 119 459 U (GEN ENG RES INST CHINA ACADEMY ENGINEERING PHYSICS) 18. Januar 2012 (2012-01-18)	7	ADD. H01R4/02 H01R103/00 H01R24/40
A	* Abbildung 3 *	1	
Y,D	----- US 2016/079688 A1 (HARWATH FRANK A [US]) 17. März 2016 (2016-03-17) * Absatz [0029]; Abbildung 1 *	12	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE			
Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß ein oder mehrere Ansprüche, den Vorschriften des EPÜ nicht entspricht bzw. entsprechen, so daß nur eine Teilrecherche (R.62a, 63) durchgeführt wurde.			
Vollständig recherchierte Patentansprüche:			
Unvollständig recherchierte Patentansprüche:			
Nicht recherchierte Patentansprüche:			
Grund für die Beschränkung der Recherche:			
Siehe Ergänzungsblatt C			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		15. Oktober 2019	Esmiol, Marc-Olivier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04E09)



**UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE
ERGÄNZUNGSBLATT C**

Nummer der Anmeldung

EP 19 16 2166

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Vollständig recherchierbare Ansprüche:

1-8, 11-15

Nicht recherchierte Ansprüche:

9, 10

Grund für die Beschränkung der Recherche:

Siehe Antwort auf die Aufforderung gemäß Regel 62a(1) EPÜ vom 09.10.2019.

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

EP 19 16 2166

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.

15-10-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4098449 A	04-07-1978	JP S53122791 A	26-10-1978
		US 4098449 A	04-07-1978
-----	-----	-----	-----
CN 202119459 U	18-01-2012	KEINE	
-----	-----	-----	-----
US 2016079688 A1	17-03-2016	CN 107078407 A	18-08-2017
		EP 3195420 A1	26-07-2017
		US 2016079688 A1	17-03-2016
		US 2017317434 A1	02-11-2017
		WO 2016040578 A1	17-03-2016
-----	-----	-----	-----

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

- US 20160079688 A1 [0009] [0010] [0011]