

(19)



(11)

EP 4 097 799 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

20.03.2024 Patentblatt 2024/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01R 9/05 ^(2006.01) **H01R 43/28** ^(2006.01)
H01R 24/40 ^(2011.01) **H01R 13/6473** ^(2011.01)
H01R 103/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21702219.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01R 43/28; H01R 9/0518; H01R 13/6473; H01R 24/40; H01R 2103/00; H01R 2201/26

(22) Anmeldetag: **26.01.2021**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2021/051711

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/151869 (05.08.2021 Gazette 2021/31)

(54) **STECKVERBINDERANORDNUNG SOWIE VERFAHREN ZUM KONFEKTIONIEREN EINER STECKVERBINDERANORDNUNG**

PLUG CONNECTOR ASSEMBLY AND METHOD FOR MANUFACTURING A PLUG CONNECTOR ASSEMBLY

ENSEMBLE CONNECTEUR ENFICHABLE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN ENSEMBLE CONNECTEUR ENFICHABLE

(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

- **MIEDL, Thomas**
84529 Tittmoning (DE)

(30) Priorität: **29.01.2020 DE 102020102059**

(74) Vertreter: **Lorenz, Matthias**

Lorenz & Kollegen
Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB
Alte Ulmer Straße 2
89522 Heidenheim (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

07.12.2022 Patentblatt 2022/49

(73) Patentinhaber: **ROSENBERGER HOCHFREQUENZTECHNIK GMBH & CO. KG**
83413 Fridolfing (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A1- 2 303 792 DE-B2- 2 303 792
US-A1- 2013 171 873 US-A1- 2016 134 032
US-B1- 6 319 077

(72) Erfinder:

- **ZEBHAUSER, Martin**
83410 Laufen (DE)

EP 4 097 799 B1

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).

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steckverbinderanordnung sowie ein Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Zum Verbinden eines elektrischen Kabels mit einem weiteren elektrischen Kabel oder einer Leiterplatte wird ein Steckverbinder benutzt. Die elektrische und mechanische Anbindung eines Steckverbinders an ein elektrisches Kabel wird in einem Konfektionsprozess des elektrischen Kabels durchgeführt.

[0003] In der Konfektion eines elektrischen Kabels, insbesondere eines Hochfrequenzkabels, werden der Innenleiter vom Isolationselement, das Isolationselement vom Außenleiterschirm und der Außenleiterschirm vom Kabelmantel jeweils freigelegt. Optional kann daraufhin auf dem freigelegten Außenleiterschirm oder auf dem Kabelmantel eine Stützhülse aufgedrimpt und der Außenleiterschirm um die Stützhülse umgeschlagen werden. Schließlich wird ein derart vorkonfektioniertes elektrisches Kabel in das Außenleiterkontaktelement des Steckverbinders eingefügt und mit dem Außenleiterkontaktelement vercrimpt.

[0004] Für die Übertragung eines Hochfrequenzsignals ist der Übergang zwischen dem elektrischen Kabel und dem Steckverbinder im Hinblick auf den Impedanzverlauf optimiert. Die Impedanz des Steckverbinders sowie der Impedanzverlauf im Übergang zwischen dem elektrischen Kabel und dem Steckverbinder wird hierbei bestmöglich an die Bezugsimpedanz des elektrischen Kabels von beispielsweise 50 Ohm angepasst. Alternativ werden im Steckverbinder geeignete Maßnahmen zur Gegenkompensation der Fehlanpassung getroffen. In beiden Fällen werden Reflexionen des Hochfrequenzsignals entlang des Signalübertragungspfades minimiert.

[0005] Hierbei müssen die geometrischen Abmessungen der einzelnen Komponenten der Steckverbindung - d. h. des Außenleiterschirms, der optionalen Stützhülse, des Isolationselements, des Innenleiterkontaktelements und des Außenleiterkontaktelements - bei geringster Fertigungstoleranz bestmöglich zueinander abgestimmt sein. Außerdem sind die einzelnen Fertigungsschritte der Konfektion mit bestmöglicher Fertigungsgenauigkeit durchzuführen.

[0006] In Abhängigkeit der technischen Anforderungen der unterschiedlichen Anwendungsfelder insbesondere im Automobilbereich sind die einzelnen Bestandteile eines elektrischen Kabels - d. h. des Innenleiters, des Isolationselements, des Außenleiterschirms und des Kabelmantels - aus einem spezifischen Material hergestellt und weisen eine spezifische geometrische Abmessung auf.

[0007] Für den Konfektionsprozess ist hierbei vor al-

lem der Außendurchmesser des Isolationselements von Bedeutung, da er für eine Impedanzanpassung dem Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements entsprechen soll. Somit ist für jedes elektrische Kabel mit einem jeweiligen Außendurchmesser des Isolationselements ein zugehöriges Außenleiterkontaktelement mit einem passenden Innendurchmesser zu fertigen. Dies erfordert eine Vielzahl von Designs, Werkzeugen, Fertigungsplänen und Maschinenprogrammen. Dies macht die Fertigung insgesamt komplizierter und erhöht damit nachteilig die Fertigungskosten erheblich.

[0008] Durch die Bevorratung von Außenleiterkontaktelementen mit unterschiedlichen Innendurchmessern erhöhen sich nachteilig auch die Lagerkosten erheblich.

[0009] Dies ist ein Zustand, den es zu verbessern gilt.

[0010] Zum allgemeinen technischen Hintergrund sei an dieser Stelle noch auf die DE 23 03 792 A1 verwiesen, die ein Verfahren zur gegenseitigen Verbindung von Koaxialkabeln betrifft. Die US 2013/171873 A1 betrifft einen impedanzangepassten, geschirmten elektrischen Verbinder. Die US 6 319 077 B1 betrifft eine Vorrichtung, mit der ein Kabel zur Konfektionierung mit einem Innenleiterkontaktelement für die spätere Montage in einem Steckverbindergehäuse vorbereitet werden kann. Die US 6 319 077 B1 betrifft ein elektrisches Kabel, ein Verfahren zur Herstellung des Kabels und eine dafür bestimmte Vorrichtung.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Steckverbinderanordnung sowie ein Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels jeweils anzugeben, mit denen die oben genannten Fertigungs- und Lagerkosten erheblich minimiert werden können.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Steckverbinderanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst.

[0013] Es ist ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung, dass für elektrische Kabel mit jeweils unterschiedlichen geometrischen Abmessungen, insbesondere mit jeweils unterschiedlichen Außendurchmessern des Isolationselements, jeweils immer das gleiche Außenleiterkontaktelement eines Steckverbinders mit einem bestimmten Innendurchmesser verwendbar ist.

[0014] Entspricht der Außendurchmesser des Isolationselements dem Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements, so liegt das Isolationselement des elektrischen Kabels nach einem Fügeprozess im Außenleiterkontaktelement des Steckverbinders an und das Isolationselement des Kabels ist an das Außenleiterkontaktelement des Steckverbinders kalibriert. Kalibrierung heißt in diesem Zusammenhang, dass im ersten Längsabschnitt der Querschnitt des Isolationselements, insbesondere der Außendurchmesser des Isolationsele-

ments, an den Querschnitt des Außenleiterkontaktelements, insbesondere an den Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements, angepasst ist. Der erste Längsabschnitt des Isolationselements ist ohne eine dazwischen befindliche Luftschicht im Außenleiterkontaktelement des Steckverbinders eingefügt.

[0015] Ist der Außendurchmesser des Isolationselements hingegen unterschiedlich zum Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements, so kann erfindungsgemäß die Querschnittsfläche des Längsabschnitts des Isolationselements, der vom Außenleiterschirm freigelegt ist und im Folgenden als erster Längsabschnitt bezeichnet wird, gegenüber der Querschnittsfläche des Längsabschnitts des Isolationselements, der vom Außenleiterschirm umschlossen ist und im Folgenden als zweiter Längsabschnitt bezeichnet wird, verändert werden. Die Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts kann dabei derart geändert werden, dass der erste Längsabschnitt des Isolationselements in einem Längsabschnitt des Außenleiterkontaktelements einfügbar ist und im ersten Längsabschnitt das Isolationselement an das Außenleiterkontaktelement kalibriert ist. Der Längsabschnitt des universell einsetzbaren Außenleiterkontaktelements, in dem der erste Längsabschnitt des Isolationselements eingefügt wird und an das Außenleiterkontaktelement kalibriert ist, wird im Folgenden als erster Steckverbinderabschnitt bezeichnet.

[0016] Die Änderung der Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts zur Querschnittsfläche des zweiten Längsabschnitts des Isolationselements wird bevorzugt in einem zusätzlichen Konfektionsschritt vor dem Fügeprozess des elektrischen Kabels in den Steckverbinder durchgeführt. Alternativ ist dieser zusätzliche Konfektionsschritt auch während des Crimpens der Stützhülse auf den Außenleiterschirm durchführbar.

[0017] Das erfindungsgemäße vorkonfektionierte elektrische Kabel ist also derart eingerichtet, dass die Querschnittsfläche in einem ersten Längsabschnitt, in dem das Isolationselement vom Außenleiterschirm freigelegt ist, gegenüber der Querschnittsfläche eines zweiten Längsabschnitts, in dem das Isolationselement vom Außenleiterschirm umschlossen ist, derart veränderbar ist, dass der erste Längsabschnitt des Isolationselements in den ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelements einfügbar ist und im ersten Längsabschnitt das Isolationselement an das Außenleiterkontaktelement kalibriert ist.

[0018] Bei der Querschnittsfläche des Isolationselements im ersten und im zweiten Längsabschnitt handelt es sich jeweils um eine Querschnittsfläche, deren Flächennormalvektor parallel zur Längsachse des elektrischen Kabels orientiert ist. Unter einem Flächennormalvektor wird hierbei und im Folgenden ein Vektor verstanden, der senkrecht zur Querschnittsfläche orientiert ist.

[0019] Durch die Verwendung eines somit universell einsetzbaren Außenleiterkontaktelements lassen sich trotz eines zusätzlich benötigten Konfektionsschrittes die Fertigungs- und Lagerkosten bei der Konfektion eines

elektrischen Kabels mit einem Steckverbinder erheblich reduzieren.

[0020] Bei dem elektrischen Kabel handelt es sich bevorzugt um ein Hochfrequenzkabel, d. h. um ein elektrisches Kabel zum Übertragen eines Hochfrequenzsignals. Unter einem Hochfrequenzsignal wird hierbei ein elektrisches Signal in einem Frequenzbereich von 5 MHz bis 5 THz, d. h. im wesentlichen Frequenzbereich einer elektromagnetischen Welle, verstanden. Ein derartiger Frequenzbereich ist für die Übertragung in einer Datenübertragungsrate von vorzugsweise mindestens 50 Gbit/s, besonders bevorzugt mindestens 100 Gbit/s, ganz besonders bevorzugt mindestens 200 Gbit/s, weiter bevorzugt mindestens 500 Gbit/s und noch weiter bevorzugt mindestens 1000 Gbit/s geeignet.

[0021] Ein derartiges Hochfrequenzkabel weist bevorzugt einen Innenleiter, ein den Innenleiter umschließendes Isolationselement, ein das Isolationselement umschließendes Außenleiterschirm und ein den Außenleiterschirm umschließenden Kabelmantel auf. Ein Hochfrequenzkabel, das derart ausgebildet ist und nur einen einzigen Innenleiter aufweist, wird auch als Koaxialkabel bezeichnet. Daneben kann das Hochfrequenzkabel auch mehrere Innenleiter bzw. Kabeladern, beispielsweise zwei Innenleiter, drei Innenleiter, vier Innenleiter und noch mehr Innenleiter aufweisen. Diese Innenleiter sind durch ein gemeinsames Isolationselement voneinander wie auch zum Außenleiterschirm elektrisch isoliert und mechanisch beabstandet.

[0022] Im Fall von mehreren Innenleitern können diese innerhalb des Kabels in der Art eines "Twisted Pair"-Kabels verdreht sein oder auch parallel wie beispielsweise bei einem "Parallel-Pair"-Kabel geführt sein.

[0023] Bei dem Außenleiterschirm kann es sich insbesondere um ein Außenleiterschirmgeflecht aus miteinander verflochtenen Einzeldrähten handeln.

[0024] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung.

[0025] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0026] Der zweite Längsabschnitt des Isolationselements bleibt hinsichtlich seiner Querschnittsfläche vorzugsweise im ursprünglichen Zustand und damit unverändert. Somit ist das erfindungsgemäße vorkonfektionierte elektrische Kabel vorzugsweise derart eingerichtet, dass der Außendurchmesser des zweiten Längsabschnitts im Isolationselement unterschiedlich zum Innendurchmesser des ersten Steckverbinderabschnitts im Außenleiterkontaktelement ist. Ein Einfügen des Isolationselements des vorkonfektionierten Kabels in das Außenleiterkontaktelement des Steckverbinders kann somit einzig auf den ersten Längsabschnitt des Isolationselements

onselements beschränkt sein, dessen Außendurchmesser an den Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelelements angepasst ist.

[0027] In einer ersten Ausprägung der Erfindung ist die Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselements gegenüber dem zweiten Längsabschnitt derart verändert, dass das Isolationselement im ersten und im zweiten Längsabschnitt einen unterschiedlichen Außendurchmesser aufweist. Der Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt des Isolationselements entspricht hierbei dem bevorzugt konstanten Innendurchmesser im ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements.

[0028] Bevorzugt weist das Isolationselement entlang des gesamten ersten Längsabschnitts und des gesamten zweiten Längsabschnitts jeweils einen konstanten Außendurchmesser auf, die zueinander unterschiedlich sind. Auf diese Weise ist das vorkonfektionierte elektrische Kabel mit dem ersten Längsabschnitt seines Isolationselements vergleichsweise einfach und gleichzeitig kalibriert in den ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelement einfügbar, der ebenfalls bevorzugt einen konstanten Innendurchmesser aufweist. Die Außenwandung im ersten Längsabschnitt des Isolationselements liegt somit vollumfänglich an der Innenwandung im ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements an.

[0029] Eine derartige Veränderung der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselements stellt vorteilhaft die fertigungstechnisch einfachste Verformung des Isolationselements im Sinne der Erfindungsaufgabe dar.

[0030] In einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steckverbinderanordnung ist der Außendurchmesser des Isolationselements größer als der Innendurchmesser im ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements ausgebildet. Durch eine Verkleinerung des Außendurchmessers im gesamten ersten Längsabschnitt des Isolationselements gegenüber dem Außendurchmesser im zweiten Längsabschnitt mittels eines Quetsch- oder Schneidprozesses kann der Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt des Isolationselements an den Innendurchmesser im ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements angepasst werden.

[0031] Hierzu wird der Außendurchmesser des Isolationselements im ersten Längsabschnitt bevorzugt mittels eines Umformprozesses, d. h. mittels eines radialen Prägens mit einer Prägeeinrichtung reduziert. Die Prägeeinrichtung umfasst einen Prägestempel und eine Prägematrize mit jeweils einer halbzylindrischen Ausnehmung, die jeweils gegenüber angeordnet sind. Typischerweise bewegt sich der Prägestempel in Richtung der stationär positionierten Prägematrize, solange bis die beiden halbzylindrischen Ausnehmungen eine gemeinsame vollzylindrische Ausnehmung bilden. Der Durchmesser des radial innerhalb der Ausnehmung des Prägestempels und der Prägematrize eingefügten ersten

Längsabschnitts des Isolationselements wird auf den Durchmesser der geschlossenen vollzylindrischen Ausnehmung des Prägestempels und der Prägematrize gequetscht.

[0032] Alternativ kann der Umformprozess mittels Heißprägen mit einem temperierten halbzylindrischen Prägestempel und einer temperierten halbzylindrischen Prägematrize durchgeführt werden.

[0033] Auch das Verändern der Querschnittsfläche mittels eines Trennwerkzeugs, insbesondere eines nachfolgend noch näher beschriebenen Trennwerkzeugs, kann vorgesehen sein.

[0034] Das Isolationselement kann einerseits aus einem porösen dielektrischen Isolationswerkstoff hergestellt sein. Die Porosität eines derartigen dielektrischen Isolationswerkstoffs liegt vorzugsweise zwischen 20 und 75 Vol.-%, besonders bevorzugt zwischen 50 und 75 Vol.-%. Ein poröser dielektrischer Isolationswerkstoff ist beispielsweise geschäumter Polyethylen oder geschäumtes Polypropylen. Bei einem porösen dielektrischen Isolationswerkstoff führt die radiale Kompression des Isolationselements im ersten Längsabschnitt mittels Prägen bzw. Heißprägen zu keiner wesentlichen Verdrängung des Isolationsmaterials in axialer Richtung aus dem ersten Längsabschnitt heraus.

[0035] Liegt dagegen ein nicht poröser oder ein nur geringfügig poröser Isolationswerkstoff vor, so liegt die Porosität unter 20 Vol.-% bzw. deutlich unter 20 Vol.-%. Ein nicht poröser oder nur geringfügig poröser Isolationswerkstoff ist beispielsweise nicht geschäumtes Polytetrafluorethylen oder nicht geschäumtes Polypropylen. Bei einem nicht porösen oder nur geringfügig porösen Isolationswerkstoff kommt es bei beiden Umformungsprozessen durch die radiale Kompression des Isolationselements zu einer Verdrängung des Isolationsmaterials in axialer Richtung aus dem ersten Längsabschnitt heraus.

[0036] Um ein unerwünschtes Verdrängen des Isolationsmaterials in Richtung des zweiten Längsabschnitts des Isolationselements zu verhindern, schneidet sich zeitgleich zum radialen Prägen des Isolationselements im Übergangsbereich zwischen dem ersten und dem zweiten Längsabschnitt bevorzugt vollumfänglich ein am Prägestempel und an der Prägematrize jeweils ausgebildeter scharfkantiger Steg in das Isolationselement ein. Die sich dadurch im Isolationselement bevorzugt vollumfänglich ausbildende Nut, in der der scharfkantige Steg während des Prägevorgangs gehalten wird, weist eine geeignet dimensionierte Tiefe auf. Diese Nuttiefe ist in Abhängigkeit der Durchmesseränderung im ersten Längsabschnitt auszulegen.

[0037] Das in Richtung des kableseitigen Endes durch den radialen Prägeprozess axial verdrängte Isolationsmaterial oder die Isolationsschicht, die durch den nachfolgend noch beschriebenen Prozess mit dem Trennwerkzeug abgelöst werden kann ist erforderlichenfalls durch einen Schnittprozess in einem weiteren Konfektionsschritt vom ersten Längsabschnitt des Isolationselements zu trennen. Für diesen Schnittprozess kann eine

üblicherweise verwendete Schneidvorrichtung benutzt werden.

[0038] Neben einer Verkleinerung des Außendurchmessers im ersten Längsabschnitt des Isolationselements mittels Prägens bzw. Heißprägens kann der Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt auch mittels eines Trennprozesses reduziert werden. Aufgrund der Filigranität der Außendurchmesserbearbeitung im Isolationselement erfolgt der Trennprozess bevorzugt mittels eines exakt positionierbaren Laser-, Photonen-, Elektronen-, Ionen- oder Wasserstrahls. Hierbei wird entweder das vorkonfektionierte elektrische Kabel mit seinem Isolationselement relativ zur Strahlungsquelle oder die Strahlungsquelle relativ zum Isolationselement des vorkonfektionierten elektrischen Kabels bewegt.

[0039] Alternativ sind aber auch Zerspanungsverfahren mit entsprechend filigran ausgebildeten Zerspanungswerkzeugen denkbar.

[0040] Neben einer Reduzierung des Außendurchmessers entlang des ersten Längsabschnitts des Isolationselements sind in einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Kabels aber auch andere Änderungen der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt gegenüber der Querschnittsfläche im zweiten Längsabschnitt ohne eine Änderung des Außendurchmessers möglich. Die Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselements ist hierbei derart auszubilden, dass das Isolationmaterial des Isolationselements im ersten Längsabschnitt vollständig den Zwischenbereich zwischen dem Innenleiter des vorkonfektionierten elektrischen Kabels und dem Außenleiterkontaktelelement in seinem ersten Steckverbinderabschnitt ausfüllt. Die Außenwandung im ersten Längsabschnitt des Isolationselements liegt somit vollumfänglich an der Innenwandung im ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements an. Außerdem ist der Zwischenbereich zwischen dem Innenleiter des vorkonfektionierten elektrischen Kabels und dem Außenleiterkontaktelelement des Steckverbinders im ersten Längsabschnitt des Isolationselements bevorzugt frei von einem Lufteinschluss.

[0041] Bevorzugt wird hierzu mittels einer geeignet ausgebildeten Prägeeinrichtung an der Oberfläche des Isolationselements mindestens eine Ausnehmung ausgeformt, die sich bevorzugt nutzen- oder kerbenförmig entlang des gesamten ersten Längsabschnitts erstreckt. Um eine geeignete Koaxialität zwischen dem Innenleiter des elektrischen Kabels und dem Außenleiterkontaktelelement zu erzielen, sind mehrere Ausnehmungen vorgesehen, die bevorzugt als gleichmäßig über den Umfang des ersten Längsabschnitts verteilte nutzen- oder kerbenförmige Ausnehmungen ausgebildet sind. Diese nutzen- oder kerbenförmigen Ausnehmungen im ersten Längsabschnitt werden beim Einfügen in das Außenleiterkontaktelelement vorzugsweise geschlossen.

[0042] Die bevorzugt nutzen- oder kerbenförmig verlaufenden Ausnehmungen an der Oberfläche des ersten Längsabschnitts können alternativ auch über geeignete

Trennverfahren hergestellt werden.

[0043] Bevorzugt verlaufen die einzelnen nutzen- oder kerbenförmigen Ausnehmungen linear und parallel auf der Oberfläche des ersten Längsabschnitts im Isolationselement. Denkbar sind aber auch andere geeignete Verläufe der einzelnen nutzen- oder kerbenförmigen Ausnehmungen, beispielsweise Zickzack-förmige Verläufe. Schließlich sind auch einzelne zueinander versetzte Ausnehmungsabschnitte, beispielsweise einzelne (Langloch)-Bohrungen, entlang des ersten Längsabschnitts des Isolationselements denkbar.

[0044] Schließlich sind auch mehrere gleichmäßig in der Querschnittsfläche des Isolationselements verteilte Bohrungen denkbar, welche sich jeweils entlang des gesamten ersten Längsabschnitts erstrecken. Diese Bohrungen sind jeweils beispielsweise über axial in das Isolationselement eingeführte Bohr- oder Prägeeinrichtung erzeugbar. Um eine einzig zum steckerseitigen Ende des elektrischen Kabels gerichtete Verdrängung des Isolationmaterials zu erzielen, kann der erste Längsabschnitt des Isolationselements mit einem geeignet dimensionierten Prägestempel und einer zugehörigen Prägematrize zu umschließen sein. Außerdem kann im Übergang zwischen dem ersten und dem zweiten Längsabschnitt ein am Prägestempel und an der Prägematrize jeweils ausgebildeter scharfkantiger Steg in eine bevorzugt vollumfänglich ausgebildete Nut im Isolationselement eingeschnitten.

[0045] Der Außendurchmesser des Isolationselements kann aber auch kleiner als der Innendurchmesser im ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements ausgebildet sein.

[0046] In dieser dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steckverbinderanordnung wird der Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt gegenüber dem Außendurchmesser im zweiten Längsabschnitt des Isolationselements mittels eines Stauchungsprozesses derart vergrößert, dass der erste Längsabschnitt des Isolationselements kalibriert in den ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelelements einfügbar und positionierbar ist.

[0047] Hierzu wird der erste Längsabschnitt des Isolationselements durch einen geeignet ausgebildeten Prägestempel, der an der Stirnseite des ersten Längsabschnitts eine axiale Kompressionsbewegung in Richtung des zweiten Längsabschnitts ausführt, in axialer Richtung gestaucht. Zusätzlich zum axial beweglichen Prägestempel weist die Prägeeinrichtung einen weiteren Prägestempel auf, der radial zu einer typischerweise stationär positionierten Prägematrize bewegbar ist.

[0048] Die Bewegung des axial bewegbaren Prägestempels erfolgt erst, wenn der radial bewegbare Prägestempel mit der Prägematrize eine gemeinsame geschlossene und vollzylindrische Ausnehmung bildet, in der der erste Längsabschnitt des Isolationselements konzentrisch positioniert ist. Der Durchmesser der gemeinsamen geschlossenen und vollzylindrischen Ausnehmung des radial bewegbaren Prägestempels und der

Prägematrize ist so zu bemessen, dass der erste Längsabschnitt des Isolationselements nach dem Stauchungsprozess an der Innenwandung der geschlossenen Ausnehmung anstößt und damit seinen vergrößerten Außendurchmesser erlangt.

[0049] Um den Stauchungsprozess einzig auf den ersten Längsabschnitt des Isolationselements zu beschränken, kann im Übergang zwischen dem ersten und dem zweiten Längsabschnitt ein am radial bewegbaren Prägestempel und an der Prägematrize jeweils ausgebildeter scharfkantiger Steg in eine bevorzugt vollumfänglich verlaufende Nut im Isolationselement eingeschnitten werden.

[0050] Die Länge des ersten Längsabschnitts im Isolationselement, dessen Querschnittsfläche gegenüber der Querschnittsfläche im zweiten Längsabschnitt des Isolationselements geändert wird, entspricht vorzugsweise mindestens der Länge des ersten Steckverbinderabschnitts des Außenleiterkontaktelements bzw. entspricht bevorzugt der Länge des ersten Steckverbinderabschnitts des Außenleiterkontaktelements.

[0051] Eine derartige Länge des ersten Längsabschnitts im Isolationselement wird durch eine geeignete Dimensionierung des Verformungswerkzeugs, beispielsweise des Prägestempels und der Prägematrize, durch einen exakt durchgeführten Verformungsprozess und optional durch einen zusätzlichen Schnittprozess realisiert, der eine exakte Längung des ersten Längsabschnitts bewirkt.

[0052] Um das Einfügen des ersten Längsabschnitts des Isolationselements in den ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelements zu vereinfachen, ist in einer bevorzugten Erweiterung des erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabels eine Fase an demjenigen Ende des ersten Längsabschnitts vorgesehen, das in Richtung des steckerseitigen Endes des elektrischen Kabels weist. Dies ist insbesondere bei einem ersten Längsabschnitt des Isolationselements vorteilhaft, in dem die Verkleinerung der Querschnittsfläche gemäß der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabels nicht über eine Verkleinerung des Außendurchmessers realisiert ist und somit der Außendurchmesser des ersten Längsabschnitts gegenüber dem Innendurchmesser des ersten Steckverbinderabschnitts des Außenleiterkontaktelements vergrößert ist.

[0053] Die Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselements wird vorzugsweise um einen Faktor größer als 0,5, besonders bevorzugt um einen Faktor größer als 0,7 und ganz besonders bevorzugt um einen Faktor größer als 0,8 gegenüber der Querschnittsfläche im zweiten Längsabschnitt des Isolationselements verkleinert. Analog wird die Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselements vorzugsweise um einen Faktor kleiner als 2, besonders bevorzugt um einen Faktor kleiner als 1,5 und ganz besonders bevorzugt um einen Faktor kleiner als 1,2 gegenüber der Querschnittsfläche im zweiten Längsabschnitt des Isolations-

elements vergrößert.

[0054] Das elektrische Kabel weist einen Außenleiterschirm und ein Isolationselement auf. Das Isolationselement weist wiederum einen ersten Längsabschnitt, in dem das Isolationselement vom Außenleiterschirm freigelegt ist, und einen sich an den ersten Längsabschnitt anschließenden zweiten Längsabschnitt auf, in dem das Isolationselement vom Außenleiterschirm umschlossen ist.

[0055] Erfindungsgemäß ist die Querschnittsfläche des Isolationselements im ersten Längsabschnitt gegenüber der Querschnittsfläche des Isolationselements im zweiten Längsabschnitt derart verändert, dass der erste Längsabschnitt des Isolationselements in einen ersten Steckverbinderabschnitt eines Außenleiterkontaktelements des Steckverbinders kalibriert eingefügt ist und im ersten Längsabschnitt das Isolationselement an das Außenleiterkontaktelement kalibriert ist. Die Querschnittsfläche im ersten und im zweiten Längsabschnitt des Isolationselements ist hierbei so orientiert, dass der zugehörige Flächennormalvektor parallel zur Längsachse der Steckverbinderanordnung verläuft.

[0056] Der Steckverbinder ist nicht auf einen spezifischen Steckverbindertyp beschränkt, wobei sich die Erfindung insbesondere für Steckverbinder und Steckverbindungen für die Hochfrequenztechnik eignet. Es kann sich dabei insbesondere um Steckverbinder bzw. Steckverbindungen des Typs PL, BNC, TNC, SMBA (FAKRA), SMA, SMB, SMS, SMC, SMP, BMS, HFM (FAKRA-Mini), H-MTD, BMK, Mini-Coax oder Makax handeln. Besonders bevorzugt ist der Steckverbinder als H-MTD-Steckverbinder ausgebildet.

[0057] Der Steckverbinder kann besonders vorteilhaft innerhalb eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, verwendet werden. Mögliche Einsatzgebiete sind autonomes Fahren, Fahrer-Assistenz-Systeme, Navigationssysteme, "Infotainment"-Systeme, Fond-Entertainment-Systeme, Internetverbindungen und Wireless Gigabit (IEEE 802.11ad Standard). Mögliche Anwendungen betreffen hochauflösende Kameras, beispielsweise 4K- und 8K-Kameras, Sensorik, Onboard-Computer, hochauflösende Bildschirme, hochauflösende Armaturenbretter, 3D-Navigationsgeräte und Mobilfunkgeräte.

[0058] Der Begriff "Fahrzeug" beschreibt dabei jegliches Fortbewegungsmittel, insbesondere Fahrzeuge zu Lande, zu Wasser oder in der Luft, eingeschlossen auch Raumfahrzeuge.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Steckverbinder einen zweiten Steckverbinderabschnitt auf, der sich an den ersten Steckverbinderabschnitt anschließt. In diesem zweiten Steckverbinderabschnitt befindet sich innerhalb des Außenleiterkontaktelements mindestens ein dielektrisches Material. Mit diesem mindestens einen dielektrischen Material wird einerseits eine elektrische Isolierung zwischen dem Außenleiterkontaktelement und dem Innenleiterkontaktelement bewirkt. Andererseits kann durch eine geeignete

Werkstoffauswahl und durch eine geeignete Formgebung des mindestens einen dielektrischen Materials ein Signalabschnitt mit einem kapazitiven oder einem induktiven Übertragungsverhalten realisiert werden, der eine induktive bzw. kapazitive Störstelle durch die sprunghafte Änderung der Querschnittsfläche im Übergang zwischen dem ersten und dem zweiten Längsabschnitt des im elektrischen Kabel enthaltenen Isolationselements kompensiert.

[0060] Im Fall einer Verkleinerung der Querschnittsfläche im Übergang vom zweiten zum ersten Längsabschnitt des im elektrischen Kabel enthaltenen Isolationselements, d.h. im Fall einer kapazitiven Störstelle, kann zur Kompensation ein Signalabschnitt mit einem induktiveren Übertragungsverhalten als im Fall ohne Vorliegen einer kapazitiven Störstelle zu realisiert werden.

[0061] Hierzu wird bevorzugt ein Isolationselement im zweiten Steckverbinderabschnitt innerhalb des Außenleiterkontaktelements des Steckverbinders verwendet, das mindestens eine sich über den zweiten Steckverbinderabschnitt erstreckende Ausnehmung aufweist. Die mindestens eine Ausnehmung, die mit Luft gefüllt ist, bewirkt in Kombination mit dem dielektrischen Material des Isolationselements im zweiten Steckverbinderabschnitt einen Signalabschnitt mit einer effektiven Permittivität, die geringer als im Fall eines Isolationselements ohne Ausnehmung ist. Auf diese Weise wird ein Signalabschnitt mit einer induktiveren Übertragungscharakteristik als im Fall ohne Vorliegen einer Ausnehmung realisiert.

[0062] Im Fall einer Vergrößerung der Querschnittsfläche im Übergang vom zweiten zum ersten Längsabschnitt des im elektrischen Kabel enthaltenen Isolationselements, d.h. im Fall einer induktiven Störstelle, kann zur Kompensation ein Signalabschnitt mit einem kapazitiveren Übertragungsverhalten als im Fall ohne Vorliegen einer kapazitiven Störstelle realisiert werden.

[0063] Hierzu wird ein Isolationselement im zweiten Steckverbinderabschnitt innerhalb des Außenleiterkontaktelements des Steckverbinders verwendet, das aus einem dielektrischen Material mit einer höheren Permittivität als im Fall ohne Kompensation einer induktiven Störstelle hergestellt wird.

[0064] Von der Erfindung ist schließlich auch ein Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels abgedeckt.

[0065] Im erfindungsgemäßen Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels wird ein innerer Leiter umschließendes Isolationselement des elektrischen Kabels in einem ersten Längsabschnitt von einem Außenleiterschirm des elektrischen Kabels freigelegt, insofern das Isolationselement nicht bereits zuvor anderweitig entsprechend freigelegt wurde. Anschließend wird die Querschnittsfläche des Isolationselements im ersten Längsabschnitt gegenüber der Querschnittsfläche des Isolationselements in einem sich an den ersten Längsabschnitt anschließenden zweiten Längsabschnitt verändert. Schließlich kann das elektrische Kabel in ein Außenleiterkontaktelement eines Steckverbinders einge-

fügt und mit dem Außenleiterkontaktelement verbunden, vorzugsweise vercrimpt, werden (dies kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens oder unabhängig von dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgen). Erfindungsgemäß wird die Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts gegenüber der Querschnittsfläche des zweiten Längsabschnitts derart verändert, dass der erste Längsabschnitt des Isolationselements in einen ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelements des Steckverbinders kalibriert einfügbar ist und im ersten Längsabschnitt das Isolationselement an das Außenleiterkontaktelement kalibriert ist.

[0066] Für die Verformung der Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts gegenüber der Querschnittsfläche des zweiten Längsabschnitts im Isolationselement sind die obig beim erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabel bereits besprochenen Ausbildungen von Querschnittsflächenveränderungen und die zugehörigen Verarbeitungsprozesse äquivalent anwendbar.

[0067] Hierbei sei darauf hingewiesen, dass das vorkonfektionierte elektrische Kabel derart im Außenleiterkontaktelement des Steckverbinders eingefügt und positioniert wird, dass sich der erste Längsabschnitt des Isolationselements bevorzugt ohne axialen Versatz innerhalb des ersten Steckverbinderabschnitts des Außenleiterkontaktelements erstreckt.

[0068] Die Positionierung des vorkonfektionierten elektrischen Kabels innerhalb des Außenleiterkontaktelements des Steckverbinders kann über eine Sensoreinrichtung, bevorzugt einen Messtaster, ermittelt werden. Der Messtaster kontaktiert hierbei die Stirnseite eines auf dem Innenleiter des elektrischen Kabels gecrimpten Innenleiterkontaktelements.

[0069] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Konfektionieren des elektrischen Kabels kann neben den genannten Verfahrensschritten auch zusätzliche Verfahrensschritte enthalten, die vor oder nach den genannten Verfahrensschritten durchgeführt werden. Beispielsweise enthält ein Konfektionsprozess in der Regel auch das Freilegen des Außenleiterschirms vom Kabelmantel oder das Freilegen des Innenleiters vom Isolationselement sowie das anschließende Crimpen eines Innenleiterkontaktelements auf den freigelegten Innenleiter.

[0070] Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Querschnittsfläche in dem ersten Längsabschnitt verändert wird indem mittels eines Trennwerkzeugs in radialer Richtung in das Isolationselement eingeschnitten wird, wonach anschließend das Trennwerkzeug in seiner in dem Isolationselement befindlichen radialen Schnittposition relativ zu dem Isolationselement axial in Richtung auf das Kabelende (vorstehend auch als "vorderes Kabelende" bezeichnet) bewegt wird, um eine zu entfernende Isolationsschicht von dem Isolationselement abzulösen.

[0071] Durch den vorstehenden Bearbeitungsprozess mittels des Trennwerkzeugs kann die Querschnittsfläche einerseits mit technisch besonders einfachen Mitteln ent-

fernt werden, wobei dennoch eine hohe Prozesssicherheit und Genauigkeit gewährleistet sind. Die Isolationsschicht, die in der Regel hohlzylindrisch ausgeprägt sein wird, kann quasi von dem verbleibenden Isolationselement bzw. von der auf dem Innenleiter verbleibenden Isolationsschicht des Isolationselements abgeschabt und/oder abgerissen werden.

[0072] Die relative axiale Bewegung des Trennwerkzeugs kann durch eine Bewegung des Trennwerkzeugs selbst und/oder durch eine Bewegung des Kabels verursacht werden.

[0073] Es kann vorgesehen sein, dass das Kabel und/oder das Trennwerkzeug während des Einschneidens und/oder nach dem Einschneiden (beispielsweise während der axialen Bewegung zwischen dem Trennwerkzeug und dem Isolationselement) gedreht werden. Der Schneidvorgang kann hierdurch weiter verbessert sein.

[0074] Es kann vorgesehen sein, dass im Bereich des Kabelendes oder genau an dem Kabelende ein Nullschnitt durchgeführt wird, um die abzutrennenden Isolationsschicht mit einer geraden Schnittkante abzutrennen.

[0075] Vorzugsweise wird durch das Trennwerkzeug zumindest teilringförmig, vorzugsweise jedoch vollständig ringförmig umlaufend in das Isolationselement eingeschnitten, wobei gegebenenfalls aber einer oder mehrere Stege zwischen verschiedenen teilringförmigen Einschnitten zurückbleiben können.

[0076] Vorzugsweise sind zwei Trennwerkzeuge vorgesehen, insbesondere zwei aufeinander zustellbare Trennwerkzeuge, die vorzugsweise genau gegenüberliegend angeordnet sind. Es können gegebenenfalls aber auch mehr als zwei Trennwerkzeuge vorgesehen sein. Grundsätzlich kann auch nur ein einziges Trennwerkzeug vorgesehen sein, insbesondere dann, wenn das Trennwerkzeug und/oder das Kabel während des Einschneidens gedreht werden und/oder wenn das Trennwerkzeug als Formmesser mit einer an den Verlauf des Isolationselements zumindest teilweise angepassten Form ausgebildet ist.

[0077] Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Trennwerkzeug genau ein an die vorgesehene Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts angepasstes Formmesser aufweist. Vorzugsweise sind allerdings genau zwei oder mehr an die vorgesehene Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts angepasste Formmesser vorgesehen, die zum Einbringen des radialen Einschnitts aufeinander zugestellt werden. Insbesondere die Verwendung von genau gegenüberliegend angeordneten Formmessern hat sich als geeignet herausgestellt.

[0078] Gemäß einer Weiterbildung kann es von Vorteil sein, das Isolationselement unmittelbar vor und/oder während der Veränderung der Querschnittsfläche zumindest in dem ersten Längsabschnitt zu erwärmen. Auf diese Weise kann das Isolationselement weicher werden, was dessen Bearbeitbarkeit erleichtern kann, ins-

besondere die Bearbeitbarkeit mittels des vorstehend beschriebenen Trennwerkzeugs. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Werkzeuge (beispielsweise die Prägeeinrichtung, Teile der Prägeeinrichtung, das Trennwerkzeug oder die Schneidvorrichtung) entsprechend erhitzt werden, um einen entsprechenden Wärmeeintrag in das Isolationselement zu bewirken. Die Wärme kann aber auch auf andere Weise zugeführt werden, beispielsweise durch einen heißen Luftstrom.

[0079] Vorzugsweise wird das Isolationselement nur bis unterhalb dessen Schmelztemperatur erwärmt, um das Isolationselement nicht zu schmelzen, sondern lediglich zu erweichen. Es kann insbesondere eine Erwärmung bis knapp unterhalb der Schmelztemperatur vorgesehen sein.

[0080] Es kann grundsätzlich aber auch vorgesehen sein, das Isolationselement bis zu seiner Schmelztemperatur oder über die Schmelztemperatur hinaus zu erwärmen (beispielsweise bis knapp über die Schmelztemperatur oder gegebenenfalls auch deutlich über die Schmelztemperatur hinaus).

[0081] In einer Weiterbildung kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Trennwerkzeug erhitzt ist, vorzugsweise auf eine Betriebstemperatur zwischen 50° C und 250° C, besonders bevorzugt auf eine Betriebstemperatur zwischen 170° C und 200° C.

[0082] Insbesondere ein erhitztes Trennwerkzeug mit zwei Formmessern hat sich als besonders geeignet herausgestellt, um die Isolationsschicht in dem ersten Längsabschnitt abzulösen, während das Trennwerkzeug axial relativ zu dem Isolationselement bewegt wird. Das Trennwerkzeug bzw. die Formmesser vermögen dann das überschüssige Material bzw. die abzutrennende Isolationsschicht vor sich herzuschieben.

[0083] Eine Vorrichtung zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels weist eine Verarbeitungseinrichtung zum Verändern einer Querschnittsfläche in einem von einem Außenleiterschirm freigelegten ersten Längsabschnitt eines Isolationselements des elektrischen Kabels und eine Fügeeinrichtung zum Einfügen des elektrischen Kabels in ein Außenleiterkontaktelement eines Steckverbinders auf. Hierbei ist die Verarbeitungseinrichtung derart eingerichtet, dass sie eine Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselements derart verändert, dass der erste Längsabschnitt formschlüssig in einem ersten Steckverbinderabschnitt des Außenleiterkontaktelements kalibriert einfügbar ist.

[0084] Bei der Verarbeitungseinrichtung handelt es sich hierbei typischerweise um ein angesteuertes Werkzeug, das eine vorgegebene und einstellbare Veränderung der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt des Isolationselement erzielt. Bei dem angesteuerten Werkzeug handelt es sich im Falle des Prägens oder Heißprägens um eine Prägeeinrichtung. Diese Prägeeinrichtung weist einen positionierbaren Prägestempel und eine zugehörige stationär positionierte Prägematrize auf. Nach Einstellung eines vorzugebenden Positionswertes kann die Ansteuerung des positionierbaren

Prägestempels nach gängigen physikalischen Wirkprinzipien, d. h. elektrisch, hydraulisch, pneumatische usw., erfolgen.

[0085] Alternativ kann es sich im Falle eines Trennverfahrens bei der Verarbeitungseinrichtung bzw. dem angesteuerten Werkzeug um eine Laser-, Photonen-, Elektronen-, Ionen- oder Wasser-Quelle handeln, die eingerichtet ist, die Intensität des jeweiligen Strahles zu dosieren und im ersten Längsabschnitt des Isolationselement zu positionieren. Schließlich kann bei einem Trennverfahren auch eine Zerspannungseinrichtung mit einem Zerspannungswerkzeug zum Einsatz kommen.

[0086] Bei der Verarbeitungseinrichtung kann es sich gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung auch um ein Trennwerkzeug handeln, um in radialer Richtung in das Isolationselement einzuschneiden. Das Trennwerkzeug und/oder eine Kabeltransporteinrichtung können eingerichtet sein, um das Trennwerkzeug in seinem in das Isolationselement eingeschnittenen Zustand axial in Richtung auf das Kabelende zu bewegen. Auf diese Weise kann eine überschüssige Isolationsschicht von dem Kabel abgelöst, insbesondere abgeschabt werden. Vorzugsweise weist das Trennwerkzeug zwei aneinander zustellbare Formmesser auf, wie vorstehend beschrieben. Das Trennwerkzeug kann beheizbar sein.

[0087] Bei der Fügeeinrichtung handelt es sich bevorzugt um einen positionierbaren Greifarm, der das elektrische Kabel geeignet greift und in das Außenleiterkontaktelelement des Steckverbinders einfügt und positioniert. Die Fügeeinrichtung wird dabei bevorzugt Sensorinformationen der obig erwähnten Sensoreinrichtung verwenden, die die aktuelle Position des elektrischen Kabels im Fügeprozess kennzeichnen.

[0088] Ein nicht beanspruchtes Beispiel betrifft ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (insbesondere gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen) durchzuführen, wenn das Programm auf einer Steuereinrichtung einer Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (insbesondere gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen) ausgeführt wird.

[0089] Die Erfindung betrifft auch ein unabhängiges Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels, wonach eine äußere Isolationsschicht von einem elektrischen Isolator des elektrischen Kabels abgelöst wird, indem mittels eines Trennwerkzeugs in radialer Richtung bis zu einer definierten Tiefe in das Isolationselement eingeschnitten wird, wobei das Trennwerkzeug anschließend in seiner in dem Isolationselement befindlichen radialen Schnittposition relativ zu dem Isolationselement axial in Richtung auf das Kabelende bewegt wird, um die Isolationsschicht von dem Isolationselement abzulösen. Die Patentansprüche sowie die vorstehend und nachfolgenden Ausführungen können optionale Weiterbildungen dieses Verfahrens darstellen.

[0090] Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen

lassen sich, sofern sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmalen der Erfindung.

INHALTSANGABE DER ZEICHNUNG

[0091] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

- 15 Fig. 1A - 1G isometrische Darstellungen einer ersten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels in den einzelnen Konfektionsschritten,
- Fig. 2A - 2E Querschnittsdarstellungen einer ersten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels nach einzelnen Konfektionsschritten,
- 20 Fig. 3A, 3B isometrische Darstellungen einer zweiten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels in den einzelnen Konfektionsschritten,
- 25 Fig. 4A, 4B Querschnittsdarstellungen einer zweiten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels nach einzelnen Konfektionsschritten,
- 30 Fig. 5A - 5E isometrische Darstellungen einer dritten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels in den einzelnen Konfektionsschritten,
- 35 Fig. 6A, 6B Querschnittsdarstellungen einer dritten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels nach einzelnen Konfektionsschritten,
- 40 Fig. 7A eine Seitenansicht einer Steckverbinderanordnung,
- Fig. 7B eine Querschnittsdarstellung einer Steckverbinderanordnung und
- 45 Fig. 8A - 8C isometrische Darstellungen einer vierten Ausführungsform eines zu konfektionierenden elektrischen Kabels nach einzelnen Konfektionsschritten.

[0092] Die beiliegenden Figuren der Zeichnung sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

[0093] In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche und gleich wirkende Elemente, Merk-

male und Komponenten - sofern nichts anderes ausgeführt ist - jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0094] Im Folgenden werden die Figuren zusammenhängend und übergreifend beschrieben.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0095] Aus Figur 1A geht ein elektrisches Kabel 1, insbesondere ein Hochfrequenzkabel, hervor, an dessen steckerseitigem Ende 2 bereits eine Reihe von Konfektionsschritten durchgeführt wurden.

[0096] Dieses elektrische Kabel 1, das ein Hochfrequenzkabel darstellt, umfasst bevorzugt einen Innenleiter 3, der von einem Isolationselement 4 umschlossen ist. Anstelle eines Innenleiters 3 kann das elektrische Kabel 1 auch ein Paar von Innenleitern zur Übertragung eines differenziellen Signals aufweisen. Hierbei werden die beiden Innenleiter des Innenleiterpaares durch das Isolationselement 4 zueinander beanstandet und elektrisch voneinander isoliert. Schließlich kann das elektrische Kabel 1 auch mehrere Paare von Innenleitern aufweisen, die jeweils zueinander parallel oder zueinander überkreuzt angeordnet sind und durch das Isolationselement 4 voneinander beabstandet und elektrisch isoliert sind.

[0097] Das Isolationselement 4 kann optional von einer in den Figuren nicht dargestellten elektrisch isolierenden Kabelfolie umschlossen sein. Das Isolationselement 4 bzw. die Kabelfolie ist schließlich von einem Außenleiterschirm 5 umschlossen, welcher typischerweise aus einem Geflecht von einzelnen elektrisch leitenden Drähten aufgebaut ist. Schließlich ist der Außenleiterschirm 5 von einem elektrisch isolierenden Kabelmantel 6 umschlossen.

[0098] Wie aus Fig. 1A hervorgeht, ist der Außenleiterschirm 5 bevorzugt in einem ersten Konfektionsschritt im Bereich des steckerseitigen Endes 2 des elektrischen Kabels 1 vom Kabelmantel 6 freigelegt.

[0099] Auf den vom Kabelmantel 6 freigelegten Außenleiterschirm 5 ist, wie in der isometrischen Darstellung in Fig. 1A angedeutet und in der Querschnittsdarstellung in Fig. 2A deutlicher sichtbar ist, in einem weiteren Konfektionsschritt am steckerseitigen Ende des Hochfrequenzkabels 1 eine Stützhülse 7 aufgebracht. Diese Stützhülse 7 ist bevorzugt mittels Vercrimpen am Außenleiterschirm 5 befestigt. Der Außenleiterschirm 5 ist um die Stützhülse 7 zurückgeschlagen.

[0100] Durch das Zurückschlagen des Außenleiterschirms 5 um die Stützhülse 7 liegt am steckerseitigen Ende 2 des Hochfrequenzkabels 1 ein vom Außenleiterschirm 5 freigelegten Bereich des Isolationselements 4 vor.

[0101] Bis zu diesem Verfahrensstand ist die Kabelkonfektion eines elektrischen Kabels 1 nach dem Stand der Technik bekannt.

[0102] In einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahrensschritt der Kabelkonfektion gemäß Fig. 1B wird mit einer geeigneten Prägeeinrichtung 8 die Querschnitts-

fläche des Isolationselements 4 in einem ersten Längsabschnitt L_1 (vgl. Fig. 2A) gegenüber der Querschnittsfläche in einem zweiten Längsabschnitt L_2 (vgl. Fig. 2A) reduziert. Unter Querschnittsfläche wird hierbei diejenige

5 Querschnittsfläche des Isolationselements 4 verstanden, deren Flächennormalvektor parallel zur Längsachse 9 des elektrischen Kabels 1 orientiert ist. Sie stellt somit diejenige Querschnittsfläche des Isolationselements 4 dar, die transversal zur Längsachse 9 des Hochfrequenzkabels 1 orientiert ist.

[0103] Bevorzugt erstreckt sich der erste Längsabschnitt L_1 über die gesamte Längserstreckung des elektrischen Kabels 1, in dem das Isolationselement 4 vom Außenleiterschirm 5 freigelegt ist. Folglich erstreckt sich der zweite Längsabschnitt L_2 des Isolationselements 4 über die gesamte Längserstreckung des elektrischen Kabels 1, in dem das Isolationselement 4 vom Außenleiterschirm 5 umschlossen ist. Dies ist also die restliche Längserstreckung des elektrischen Kabels 1.

[0104] Alternativ kann sich der erste Längsabschnitt L_1 mit einer reduzierten Querschnittsfläche des Isolationselements 4 auch nur in einem Teilbereich der Längserstreckung des vom Außenleiterschirm 5 freigelegten Isolationselements 4 erstrecken.

[0105] Die Reduktion der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 ist bevorzugt konstant entlang des gesamten ersten Längsabschnitts L_1 ausgebildet.

[0106] In der ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 ist die Reduktion der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 durch ein Quetschen des Außendurchmessers des Isolationselements 4 realisiert.

[0107] Die Verarbeitungseinrichtung 21, die das Quetschen des Außendurchmessers im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 durchführt, ist bevorzugt eine Prägeeinrichtung 8.

[0108] Die Prägeeinrichtung 8 weist typischerweise einen radial zum Isolationselement 4 bewegbaren Prägestempel 8_1 und eine radial zum Isolationselement 4 positionierte Prägematrize 8_2 auf. Der Prägestempel 8_1 und die Prägematrize 8_2 weisen jeweils ein Querschnittsprofil mit einer halbzyklindrischen Ausnehmung auf. Der Durchmesser der halbzyklindrischen Ausnehmung von Prägestempel 8_1 und von Prägematrize 8_2 entspricht dem durch den Prägeprozess zu erzielenden reduzierten Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4. Werden der Prägestempel 8_1 und die Prägematrize 8_2 im Prägeprozess gemäß Fig. 1C zusammengeführt, so bilden deren halbzyklindrische Ausnehmungen eine gemeinsame vollzyklindrische Ausnehmung, in der der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 axial gelagert ist. Der Außendurchmesser des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 wird dadurch auf den reduzierten Innendurchmesser der gemeinsamen vollzyklindrischen Ausnehmung des Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 gebracht.

[0109] Am kabeelseitigen Ende der halbzyklindrischen Ausnehmungen des Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 ist jeweils ein scharfkantiger Steg 10 ausgebildet, der wie ein Messer wirkt und im Übergang zwischen dem ersten Längsabschnitt L_1 und dem zweiten Längsabschnitt L_2 eine bevorzugt vollumfänglich verlaufende Nut 11 in das Isolationselement 4 einschneidet (siehe hierzu insbesondere die Fig. 2A). Diese bevorzugt vollumfänglich verlaufende Nut 11 verhindert beim Prägeprozess ein unerwünschtes Verdrängen des Isolationsmaterials vom ersten Längsabschnitt L_1 in den zweiten Längsabschnitt L_2 .

[0110] Beim Auseinanderfahren des Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 gemäß Fig. 1D entsteht ein elektrischer Kabel 1 mit einem Isolationselement 4, das in seinem ersten Längsabschnitt L_1 an seinem steckerseitigen Ende 2 einen verkleinerten Außendurchmesser gegenüber dem Außendurchmesser im zweiten Längsabschnitt L_2 aufweist. Das durch den verkleinerten Außendurchmesser aus dem ersten Längsabschnitt L_1 verdrängte Isolationsmaterial bewegt sich axial in Richtung des steckerseitigen Endes 2 des elektrischen Kabels 1.

[0111] In einem weiteren Konfektionsschritt gemäß der Fig. 1E wird der steckerseitige Endbereich 12 des Isolationselements 4 mit einer Schneidvorrichtung 13 entfernt. Wie aus Fig 1F hervorgeht, ist am steckerseitigen Ende des Hochfrequenzkabels 1 der Innenleiter 3 vom Isolationselement 4 freigelegt. Hierbei ist der Innenleiter 3 insbesondere auch von dem Isolationsmaterial freigelegt, das durch den Prägeprozess aus den ersten Längsabschnitt L_1 axial verdrängt wurde.

[0112] Alternativ zum mechanischen Prägeprozess kann alternativ auch ein Heißprägeprozess Verwendung finden. Hierbei werden der Prägestempel 8_1 und die Prägematrize 8_2 auf eine geeignete Temperatur erhöht. Die erhöhte Temperatur des Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 führt während des Prägeprozesses zu einem Schmelzen des Isolationsmaterials im angrenzenden, bevorzugt hülsenförmigen Bereich innerhalb des ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4. Das geschmolzene Isolationsmaterial wird über eine geeignet ausgebildete Absaugungsvorrichtung axial oder radial aus den ersten Längsabschnitt L_1 herausgesaugt.

[0113] In einem nächsten Konfektionsschritt wird das somit vorkonfektionierte elektrische Kabel in einem Fügeprozess mit einer Fügeeinrichtung 20 gemäß Fig. 2B in ein Außenleiterkontaktelement 14 eines Steckverbinders 15 eingefügt.

[0114] Die Anordnung aus dem elektrischen Kabel 1 und dem Steckverbinder 15 wird vorliegend als Steckverbinderanordnung 100 bezeichnet.

[0115] Die Fügeeinrichtung 20 ist typischerweise ein axial positionierbarer Greifarm, der das elektrische Kabel 1 im zweiten Längsabschnitt L_2 des Isolationselements 4 am Kabelmantel 6 greift und axial positioniert. Insbesondere wird hierbei der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 in einem ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 eines

Steckverbinders 15 derart positioniert, dass sich der erste Längsabschnitt L_1 in axialer Richtung bevorzugt exakt innerhalb des ersten Steckverbinderabschnitts S_1 befindet. Hierzu entspricht die Längserstreckung des ersten Längsabschnitt L_1 bevorzugt der Längserstreckung des ersten Steckverbinderabschnitts S_1 .

[0116] Erfindungsgemäß ist der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 im ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 eingefügt und an das Außenleiterkontaktelement (14) kalibriert. Somit entspricht der Außendurchmesser des Isolationselements 4 im ersten Längsabschnitt L_1 bevorzugt dem Innendurchmesser des ersten Steckverbinderabschnitts S_1 des Außenleiterkontaktelements 14. Der ursprüngliche Außendurchmesser des Isolationselements 4, der im zweiten Längsabschnitt L_2 des Isolationselements 4 noch erhalten bleibt, wird somit im erfindungsgemäßen Konfektionsverfahren innerhalb des ersten Längsabschnitts L_1 auf den Innendurchmesser des ersten Steckverbinderabschnitts S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 angepasst.

[0117] Diese Anpassung des Außendurchmessers des Isolationselements 4 auf den Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements 14 wird auch als Kalibrierung bezeichnet. In diesem Fall ist das Außendurchmesser-Profil des zum elektrischen Kabel 1 gehörigen Isolationselements 4 an das Innendurchmesser-Profil des Außenleiterkontaktelements 14 im Steckverbinder 15 angepasst.

[0118] Der Vollständigkeit halber ist in Fig. 2B ein Innenleiterkontaktelement 16 des Steckverbinders 15 dargestellt, das mit dem Innenleiter 3 des Hochfrequenzkabels bevorzugt mittels Verkrimpen verbunden ist. Zum elektrischen Isolieren und zum Abstandhalten ist zwischen dem Innenleiterkontaktelement 16 und dem Außenleiterkontaktelement 14 ein geeignet ausgebildetes Isolierelement 17 innerhalb des Steckverbinders 15 eingefügt.

[0119] In den Figuren 2C, 2D und 2E ist jeweils schematisch, d. h. nicht maßstabsgetreu, das Querschnittsprofil der wesentlichen Bestandteile der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 in den einzelnen Konfektionsschritten dargestellt:

Aus Fig. 2C geht das Querschnittsprofil der wesentlichen Bestandteile des elektrischen Kabels 1 vor der erfindungsgemäßen Veränderung der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 hervor. Das Isolationselement 4 weist über die gesamte Längserstreckung des elektrischen Kabels 1 einen im Wesentlichen konstanten Außendurchmesser D_1 auf. Dieser Außendurchmesser D_1 des Isolationselements 4 ist, wie aus Figur 2E hervorgeht, gegenüber dem Innendurchmesser D_2 im ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 vergrößert. Ein Einfügen des vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 gemäß Fig. 2C in das Außenleiterkontaktelement 14 des Steckverbinders 15 ist somit nicht möglich.

[0120] Eine Reduzierung der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 im Sinne einer Reduzierung des Außendurchmessers im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 vom größeren Außendurchmesser D_1 in den kleineren Außendurchmesser D_2 gemäß Fig. 2D ermöglicht gemäß Fig. 2E ein kalibriertes Einfügen des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 in den ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14.

[0121] In einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 ist der ursprüngliche Außendurchmesser des Isolationselements 4 ebenfalls gegenüber dem Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements 14 vergrößert. Auch in diesem Fall ist ein Einfügen des vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1, insbesondere des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4, in den ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 nicht möglich. Erfindungsgemäß wird hierbei ebenfalls die Querschnittsfläche des Isolationselements 4 innerhalb des ersten Längsabschnitts L_1 gegenüber der Querschnittsfläche innerhalb des zweiten Längsabschnitts L_2 reduziert.

[0122] Hierzu werden gemäß der Figuren 3A und 3B in einem Prägeprozess im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 mehrere am Umfang des ersten Längsabschnitts L_1 verteilte und sich in Längsrichtung erstreckende Ausnehmungen 18 ausgeformt. Diese Ausnehmungen 18 sind jeweils bevorzugt als Kerben, insbesondere gemäß Fig. 4A als V-förmige Kerben, ausgebildet. Daneben können auch U-förmige Kerben oder Kerben mit einem anderen Querschnittsprofil verwendet werden. Der Prägestempel 8_1 und die Prägematrize 8_2 weisen jeweils eine halbzyklindrische Ausnehmung auf, deren Durchmesser dem ursprünglichen Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 entspricht. Zur Ausbildung der kerbenförmigen Ausnehmungen 18 sind am Innenumfang der halbzyklindrischen Ausnehmungen des Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 jeweils in Längsrichtung verlaufende Stege 19 ausgebildet. Diese Stege 19 weisen jeweils ein Querschnittsprofil auf, das dem Querschnittsprofil der kerbenförmigen Ausnehmungen 18 entspricht.

[0123] Am kabelseitigen Ende der halbzyklindrischen Ausnehmungen des Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 ist ebenfalls jeweils ein scharfkantiger Steg 10 ausgebildet, der im Prägeprozess im Übergang zwischen dem ersten Längsabschnitt L_1 und dem zweiten Längsabschnitt L_2 eine bevorzugt vollumfängliche Nut 11 einschneidet. Der scharfkantige Steg 10 verhindert während des Prägeprozesses ein nachteiliges Verdrängen des Isolationsmaterials aus den sich bildenden kerbenförmigen Ausnehmungen 18 im ersten Längsabschnitt L_1 in Richtung des zweiten Längsabschnitts L_2 des Isolationselements 4.

[0124] Das Isolationsmaterial, das im Prägeprozess aus den kerbenförmigen Ausnehmungen 18 im ersten

Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 verdrängt wird, wird in axialer Richtung zum steckerseitigen Ende des vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 verdrängt. Dieses in axialer Richtung verdrängte Isolationsmaterial wird äquivalent zur ersten Ausführungsform eines vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 in einem Schnittprozess mittels einer Schneidvorrichtung 13 gemäß der Figuren 1E und 1F entfernt.

[0125] In einem weiteren Konfektionsschritt wird das elektrische Kabel 1 in den Steckverbinder 15 eingefügt. Hierbei werden die kerbenförmigen Ausnehmungen 18 im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 beim Einfügen in den ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 zusammengquetscht, sodass im eingefügten Zustand der ursprüngliche Außendurchmesser des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 auf den kleineren Innendurchmesser D_2 des Außenleiterkontaktelements 14 angepasst ist. Diese Reduzierung des Außendurchmessers im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 wird durch ein Schließen der kerbenförmigen Ausnehmungen 18 bewirkt.

[0126] In den Figuren 4A und 4B ist jeweils schematisch, d. h. nicht maßstabsgetreu, das Querschnittsprofil der wesentlichen Bestandteile der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 in den einzelnen Konfektionsschritten dargestellt:

Aus Fig. 4A geht ein Querschnittsprofil der zweiten Ausführungsform eines vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 hervor, bei dem nach dem Prägeprozess mehrere am Umfang des ersten Längsabschnitts L_1 verteilte kerbenförmige Ausnehmungen 18 ausgebildet sind. Der Außendurchmesser D_1 im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 entspricht nach dem Prägeprozess dem Außendurchmesser D_1 vor dem Prägeprozess und ist gegenüber dem Außendurchmesser im zweiten Längsabschnitt L_2 des Isolationselements 4 unverändert.

[0127] Das Querschnittsprofil des in das Außenleiterkontaktelement 14 eingefügten elektrischen Kabels 1 ist aus Fig. 4B ersichtlich. Der Außendurchmesser D_1 im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 entspricht dem verkleinerten Innendurchmesser D_1 des Außenleiterkontaktelements 14. Durch die Verkleinerung des Außendurchmessers im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 werden die einzelnen kerbenförmigen Ausnehmungen 18 geschlossen. Dies ist in Fig. 4B durch die an den jeweiligen Stellen des Isolationselements 4 vorgesehenen Striche schematisch dargestellt.

[0128] In einer nicht beanspruchten Ausführungsform eines vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 ist der Außendurchmesser des Isolationselements 4 gegenüber dem Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements 14 im ersten Steckverbinderabschnitt S_1 verkleinert. Ein Einfügen des vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 in das Außenleiterkontaktelement 14 des Steck-

verbinders 15 ist in diesem Fall möglich. Zwischen dem ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 und dem ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14 befindet sich aber eine Luftschicht. Die radiale Ausdehnung des elektrischen Kabels 1 ist nicht an die radiale Innenausdehnung den Steckverbinders 15 angepasst bzw. kalibriert.

[0129] Im Hinblick auf eine Kalibrierung wird erfindungsgemäß hierbei die Querschnittsfläche des Isolationselements 4 innerhalb des ersten Längsabschnitt L_1 gegenüber der Querschnittsfläche innerhalb des zweiten Längsabschnittes L_2 erhöht.

[0130] Hierzu wird der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 im vorkonfektionierten elektrischen Kabel 1 in einem Prägeprozess hinsichtlich seiner Querschnittsfläche mit einer Prägeeinrichtung 8 verformt. Die Prägeeinrichtung 8 umfasst in diesem Fall gemäß Fig. 5A einen Prägestempel 8_1 und eine Prägematrize 8_2 , die jeweils radial zum ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 angeordnet bzw. bewegbar sind, und einen axial zum ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 bewegbaren Prägestempel 8_3 .

[0131] Der radial bewegbare Prägestempel 8_1 und die Prägematrize 8_2 weisen jeweils eine halbzyklindrische Ausnehmung auf, die jeweils gegenüberliegend angeordnet sind und im Prägeprozess gemäß Fig. 5B eine gemeinsame vollzyklindrische Ausnehmung bilden, in die der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 eingefügt ist. Der Innendurchmesser der beiden halbzyklindrischen Ausnehmungen bzw. der gemeinsamen vollzyklindrischen Ausnehmung ist, wie aus Fig. 5B erkennbar ist, größer als der ursprüngliche Außendurchmesser des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 vor dem Prägeprozess. Der Innendurchmesser der halbzyklindrischen Ausnehmungen des radial bewegbaren Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 entspricht dem Außendurchmesser des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 nach dem Prägeprozess gemäß der Figuren 5D und 5E.

[0132] Am kabeelseitigen Ende der halbzyklindrischen Ausnehmungen des radial bewegbaren Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 ist ebenfalls jeweils ein scharfkantiger Steg 10 ausgebildet, der im Prägeprozess im Übergang zwischen dem ersten Längsabschnitt L_1 und dem zweiten Längsabschnitt L_2 eine bevorzugt vollumfängliche Nut 11 einschneidet. Der scharfkantige Steg 10 verhindert während des Prägeprozesses ein nachteiliges Verdrängen des Isolationsmaterials aus dem ersten Längsabschnitt L_1 in Richtung des zweiten Längsabschnittes L_2 des Isolationselements 4.

[0133] In einem ersten Schritt des Prägeprozesses werden der radial bewegbare Prägestempel 8_1 und die Prägematrize 8_2 gemäß Fig. 5B zueinander bewegt und bilden mit ihren beiden halbzyklindrischen Ausnehmungen jeweils eine gemeinsame vollzyklindrische Ausnehmung. In dieser vollzyklindrischen Ausnehmung der Prägeeinrichtung 8 ist der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 konzentrisch eingefügt und positioniert.

Die konzentrische Positionierung des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 innerhalb der gemeinsamen vollzyklindrischen Ausnehmung des radial bewegbaren Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 ist eine wesentliche Voraussetzung für die Konzentrität zwischen dem Innenleiter 3 und dem fertig geprägten ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4.

[0134] In einem zweiten Schritt des Prägeprozesses wird gemäß Fig. 5C der axial bewegbare Prägestempel 8_3 an das stirnseitige Ende des ersten Längsabschnittes L_1 des Isolationselements 4 gedrückt. Durch diese axiale Kompression des Isolationselements 4 wird der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 gestaucht und somit der Außendurchmesser des ersten Längsabschnittes L_1 vergrößert. Der Außendurchmesser des ersten Längsabschnittes L_1 wird im zweiten Schritt des Prägeprozesses bis zur Größe des Innendurchmessers der gemeinsamen vollzyklindrischen Ausnehmung des radial bewegbaren Prägestempels 8_1 und der Prägematrize 8_2 vergrößert.

[0135] Der erste Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 und der darin umschlossene Innenleiter 3 füllt somit den gesamten Innenraum der vollzyklindrischen Ausnehmung der Prägeeinrichtung 8 aus, wie aus Fig. 5D erkennbar ist. Wie aus Fig. 5E ersichtlich ist, ist der Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 am Ende des Prägeprozesses gegenüber dem Außendurchmesser im zweiten Längsabschnitt L_2 des Isolationselements 4 vergrößert. Der Außendurchmesser im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 am Ende des Prägeprozesses entspricht dem Innendurchmesser im ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14.

[0136] In den Figuren 6A und 6B ist jeweils schematisch, d. h. nicht maßstabsgetreu, das Querschnittsprofil der wesentlichen Bestandteile der dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen vorkonfektioniertes elektrischen Kabels 1 in den einzelnen Konfektionsschritten dargestellt:

Aus Fig. 6A geht das Querschnittsprofil eines vorkonfektionierten elektrischen Kabels 1 vor dem Prägeprozess hervor. Der ursprüngliche Außendurchmesser D_1 des ersten Längsabschnittes L_1 des Isolationselements 4 entspricht dem Außendurchmesser D_1 des zweiten Längsabschnittes L_2 des Isolationselements 4 und ist kleiner als der Innendurchmesser D_2 des ersten Steckverbinderabschnitts S_1 des Außenleiterkontaktelements 14. Durch den Prägeprozess wird gemäß Fig. 6B der Durchmesser des ersten Längsabschnittes L_1 des Isolationselements 4 vom kleineren Durchmesser D_1 auf den größeren Durchmesser D_2 gestaucht und ermöglicht damit ein kalibriertes Einfügen des ersten Längsabschnitts L_1 des Isolationselements 4 in den ersten Steckverbinderabschnitt S_1 des Außenleiterkontaktelements 14.

[0137] In den Figuren 7A und 7B ist eine Steckverbinderanordnung 100 in der Seitenansicht und in einer Querschnittsdarstellung dargestellt:

Die Querschnittsdarstellung befindet sich im zweiten Steckverbinderabschnitt S_2 des Steckverbinders 15 (vgl. Fig. 2B), der sich bevorzugt an den ersten Steckverbinderabschnitt S_1 anschließt. In diesem zweiten Steckverbinderabschnitt S_2 ist ein Isolationselement 4 innerhalb des Außenleiterkontaktelements 14 eingefügt, das den Bereich zwischen dem Außenleiterkontaktelement 14 und dem Innenleiterkontaktelement 16 nicht vollständig ausfüllt.

[0138] Das Isolationselement 4 weist hierzu über die gesamte Erstreckung des zweiten Steckverbinderabschnitts S_2 jeweils mindestens eine Ausnehmung 22 auf (in der Darstellung der Fig. 7B insgesamt zwei Ausnehmungen 22). Diese mindestens eine Ausnehmung 22 ist jeweils am mantelseitigen Umfang des Isolationselements 4 ausgeformt und bildet somit jeweils einen Hohlraum zwischen Außenleiterkontaktelement 14 und dem Innenleiterkontaktelement 16, der mit Luft gefüllt ist. Die Permittivität von Luft ist bekanntlich eins, während die Permittivität des dielektrischen Materials des Isolationselements 4 typischerweise größer als eins ist. Somit ergibt sich im zweiten Steckverbinderabschnitt S_2 eine effektive Permittivität in Kombination der beiden dielektrischen Materialien, die geringer als die Permittivität eines Isolationselements 4 ist, welches den Zwischenraum zwischen dem Außenleiterkontaktelement 14 und dem Innenleiterkontaktelement 16 vollständig ausfüllt. Somit weist der Längsabschnitt L_4 bei einer Ausformung des Isolationselements 4 mit mindestens einer Ausnehmung 22 eine induktivere Übertragungscharakteristik als ein vollzylindrisch ausgeformtes Isolationselement 4 auf, das den Zwischenbereich zwischen dem Außenleiterkontaktelement 14 und dem Innenleiterkontaktelement 16 vollständig ausfüllt. Somit kann mit einem derart gestalteten Isolationselement 4 eine kapazitive Störstelle im elektrischen Kabel 1 aufgrund einer sprunghaften Verkleinerung der Querschnittsfläche kompensiert werden und damit eine impedanzangepasste Signalübertragungsstrecke über die gesamte Längserstreckung der Steckverbinderanordnung 100 verwirklicht werden.

[0139] Schließlich wird anhand der Figuren 8A bis 8C noch ein weiteres, ganz besonders vorteilhaftes Verfahren zur Reduzierung der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt L_1 des Isolationselements 4 beschrieben. Figur 8A zeigt ein noch unbearbeitetes Isolationselement 4, Figur 8B zeigt die Bearbeitung des Isolationselements 4 und Figur 8C das fertig bearbeitete Isolationselement 4.

[0140] Die Verarbeitungseinrichtung 21 kann das dargestellte Trennwerkzeug 23 aufweisen, das vorzugsweise zwei an die vorgesehene Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts L_1 angepasste Formmesser 24 aufweist. Die Formmesser 24 sind einander gegenüberliegend angeordnet und sind aufeinander zustellbar (vgl. Pfeile in Figur 8A), um in radialer Richtung in das Isolationselement 4 bis zu der vorgesehenen Tiefe einzuschneiden.

[0141] Anschließend kann eine relative axiale Bewe-

gung zwischen dem Trennwerkzeug 23 und dem Kabel 1 eingeleitet werden, während sich das Trennwerkzeug 23 noch innerhalb des Isolationselements 4 befindet, beispielsweise durch eine lineare Verschiebung des Trennwerkzeugs 23, wie in Figur 8B angedeutet. Auf diese Weise kann die zu entfernende, überschüssige Isolationsschicht 25 von dem verbleibenden Isolationselement 4 abgelöst bzw. abgeschabt werden. Die überschüssige Isolationsschicht 25 kann dabei zunächst in der Art einer Wulst vor den Formmessern 24 hergeschoben werden, bis diese das Kabelende erreicht. Dieser Prozess kann durch ein Erwärmen des Isolationselements 4 vorteilhaft unterstützt werden, insbesondere wenn das Trennwerkzeug 23 bzw. dessen Formmesser 24 erhitzt werden. Die Isolationsschicht 25 kann hierdurch weicher und leichter abziehbar sein.

[0142] Die Isolationsschicht 25, die von dem Trennwerkzeug 23 verdrängt wird, kann äquivalent zur ersten Ausführungsform in einem Schnittprozess mittels einer Schneidvorrichtung entfernt werden, falls erforderlich. Das in den Figuren 8A bis 8C beschriebene Ausführungsbeispiel der Erfindung ist grundsätzlich beliebig mit den bereits zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen, Varianten und Weiterbildungen der Erfindung kombinierbar. Beispielsweise kann bei einer entsprechenden Ausgestaltung der Schneiden der Formmesser 24 auch vorgesehen sein, dass durch die Formmesser 24 eine Nut 11 und/oder Ausnehmungen 18 in das Isolationselement 4 eingebracht werden - alternativ oder ergänzend zu dem Entfernen der hülsenförmigen Isolationsschicht 25.

Patentansprüche

1. Steckverbinderanordnung (100), umfassend ein vorkonfektioniertes elektrisches Kabel (1) und einen zumindest mit einem Kabelende des vorkonfektionierten elektrischen Kabels (1) verbundenen Steckverbinder (15), wobei das vorkonfektionierte elektrische Kabel (1) einen Außenleiterschirm (5), ein Isolationselement (4) und einen von dem Isolationselement (4) umschlossenen Innenleiter (3) aufweist, wobei das Isolationselement (4) einen ersten Längsabschnitt (L_1), in dem das Isolationselement (4) vom Außenleiterschirm (5) freigelegt ist, und einen sich an den ersten Längsabschnitt (L_1) anschließenden zweiten Längsabschnitt (L_2) aufweist, in dem das Isolationselement (4) vom Außenleiterschirm (5) umschlossen ist, wobei eine Querschnittsfläche des Isolationselements (4) im ersten Längsabschnitt (L_1) gegenüber der Querschnittsfläche des Isolationselements (4) im zweiten Längsabschnitt (L_2) derart verändert ist, dass der erste Längsabschnitt (L_1) in einen ersten Steckverbinderabschnitt (S_1) eines Außenleiterkontaktelements (14) des Steckverbinders (15) einfügbar ist und im ersten Längsabschnitt (L_1) das Isolationselement (4) an das Außenleiterkontak-

- telement (14) kalibriert ist, das heißt, dass im ersten Längsabschnitt (L_1) der Querschnitt des Isolationselements (4), insbesondere der Außendurchmesser des Isolationselements (4), an den Querschnitt des Außenleiterkontaktelements (14), insbesondere an den Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements (14), angepasst ist, und wobei der erste Längsabschnitt (L_1) des Isolationselements (4) in den ersten Steckverbinderabschnitt (S_1) des Außenleiterkontaktelements (14) des Steckverbinders (15) eingefügt ist,
- dadurch gekennzeichnet,**
dass der erste Längsabschnitt (L_1) des Isolationselements (4) ohne eine dazwischen befindliche Luftschicht im Außenleiterkontaktelement (14) des Steckverbinders (15) eingefügt ist.
2. Steckverbinderanordnung (100) nach Patentanspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das vorkonfektionierte elektrische Kabel (1) derart eingerichtet ist, dass ein Außendurchmesser des zweiten Längsabschnitts (L_2) des Isolationselements (4) unterschiedlich zu einem Innendurchmesser des ersten Steckverbinderabschnitts (S_1) des Außenleiterkontaktelements (14) ist.
3. Steckverbinderanordnung (100) nach Patentanspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das vorkonfektionierte elektrische Kabel (1) derart eingerichtet ist, dass innerhalb des ersten Längsabschnitts (L_1) und des ersten Steckverbinderabschnitts (S_1) ein Bereich zwischen dem Außenleiterkontaktelement (14) und einem Innenleiter (3) des vorkonfektionierten elektrischen Kabels (1) vollständig mit dem Isolationselement (4) ausgefüllt ist.
4. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Isolationselement (4) in einem Übergang zwischen dem ersten Längsabschnitt (L_1) und dem zweiten Längsabschnitt (L_2) eine bevorzugt vollumfänglich verlaufende Nut (11) vorgesehen ist.
5. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Querschnittsfläche des Isolationselements (4) im gesamten ersten Längsabschnitt (L_1) konstant ist und gegenüber der Querschnittsfläche des Isolationselements (4) im zweiten Längsabschnitt (L_2) verkleinert ist.
6. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Außendurchmesser des Isolationselements (4) im gesamten ersten Längsabschnitt (L_1) konstant ist und gegenüber dem Außendurchmesser des Isolationselements (4) im zweiten Längsabschnitt (L_2) verkleinert ist.
7. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Umfang des Isolationselements (4) mindestens eine Ausnehmung (18), bevorzugt mehrere Ausnehmungen (18), ausgebildet ist bzw. sind, die sich in Längsrichtung jeweils über den gesamten ersten Längsabschnitt (L_1) erstreckt bzw. erstrecken.
8. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Außendurchmesser des Isolationselements (4) im gesamten ersten Längsabschnitt (L_1) konstant ist und gegenüber dem Außendurchmesser des Isolationselements (4) im zweiten Längsabschnitt (L_2) vergrößert ist.
9. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Isolationselement (4) an einem steckerseitigen Ende des ersten Längsabschnitts (L_1) eine Fase aufweist.
10. Steckverbinderanordnung (100) nach einem der Patentansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich innerhalb des Außenleiterkontaktelements (14) des Steckverbinders (15) in einem zweiten Steckverbinderabschnitt (S_2), der sich an den ersten Steckverbinderabschnitt (S_1) anschließt, mindestens ein dielektrisches Material zur Kompensation einer Impedanzänderung zwischen dem ersten Längsabschnitt (L_1) und dem zweiten Längsabschnitt (L_2) befindet.
11. Verfahren zum Konfektionieren eines elektrischen Kabels (1), wonach ein Innenleiter (3) umschließendes Isolationselement (4) in einem ersten Längsabschnitt (L_1) von einem Außenleiterschirm (5) freigelegt wird, wonach die Querschnittsfläche des Isolationselements (4) im ersten Längsabschnitt (L_1) gegenüber der Querschnittsfläche des Isolationselements (4) in einem sich an den ersten Längsabschnitt (L_1) anschließenden zweiten Längsabschnitt (L_2) verändert wird, wonach das elektrische Kabel (1) in ein Außenleiterkontaktelement (14) eines Steckverbinders (15) eingefügt und mit dem Außenleiterkontaktelement (14) verbunden wird, wobei

die Querschnittsfläche des ersten Längsabschnitts (L_1) gegenüber der Querschnittsfläche des zweiten Längsabschnitt (L_2) derart verändert wird, dass der erste Längsabschnitt (L_1) in einen ersten Steckverbinderabschnitt (S_1) des Außenleiterkontaktelements (14) des Steckverbinders (15) einfügbar ist und im ersten Längsabschnitt (L_1) das Isolationselement (4) an das Außenleiterkontaktelement (14) kalibriert ist, das heißt, dass im ersten Längsabschnitt (L_1) der Querschnitt des Isolationselements (4), insbesondere der Außendurchmesser des Isolationselements (4), an den Querschnitt des Außenleiterkontaktelements (14), insbesondere an den Innendurchmesser des Außenleiterkontaktelements (14), angepasst ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Längsabschnitt (L_1) des Isolationselements (4) ohne eine dazwischen befindliche Luftschicht im Außenleiterkontaktelement (14) des Steckverbinders (15) eingefügt wird.

12. Verfahren nach Patentanspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Verändern der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt (L_1)

a) mittels Stauchen des ersten Längsabschnitts (L_1) erfolgt; oder

b) mittels Quetschen des ersten Längsabschnitts (L_1) in einem Umformprozess, bevorzugt in einem Präge- oder Heißprägeprozess, erfolgt; oder

c) dadurch erfolgt, dass mittels eines Trennwerkzeugs (23) in radialer Richtung in das Isolationselement (4) eingeschnitten wird, wonach das Trennwerkzeug (23) in seiner in dem Isolationselement (4) befindlichen radialen Schnittposition relativ zu dem Isolationselement (4) axial in Richtung auf das Kabelende bewegt wird, um eine zu entfernende Isolationsschicht (25) von dem Isolationselement (4) abzulösen, wobei das Trennwerkzeug (23) vorzugsweise erhitzt ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass parallel zum Verändern der Querschnittsfläche im ersten Längsabschnitt (L_1) in einem Übergang zwischen dem ersten Längsabschnitt (L_1) und dem zweiten Längsabschnitt (L_2) ein scharfkantiger Steg (10 einer Prägeeinrichtung (8) in eine bevorzugt vollumfänglich verlaufende Nut (11) im Isolationselement (4) eingeschnitten wird.

14. Verfahren nach einem der Patentansprüche 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Verändern der Querschnittsfläche im ers-

ten Längsabschnitt (L_1) mittels eines Trennprozesses, bevorzugt mit einem Laser-, Photonen-, Elektronen-, Ionen- oder Wasserstrahl, erfolgt.

Claims

1. A plug connector assembly (100), comprising a prefabricated electrical cable (1) and a plug connector (15) that is connected to at least one cable end of the prefabricated electrical cable (1), wherein the prefabricated cable (1) has an outer conductor shield (5), an insulation element (4), and an inner conductor (3) which is enclosed by the insulation element (4), wherein the insulation element (4) has a first longitudinal portion (L_1) in which the insulation element (4) is laid bare from the outer conductor shield (5), and a second longitudinal portion (L_2) which adjoins the first longitudinal portion (L_1) and in which the insulation element (4) is enclosed by the outer conductor shield (5), wherein a cross-sectional area of the insulation element (4) in the first longitudinal portion (L_1) in relation to the cross-sectional area of the insulation element (4) in the second longitudinal portion (L_2) is modified in such a manner that the first longitudinal portion (L_1) is insertable into a first plug connector portion (S_1) of an outer conductor contact element (14) of a plug connector (15), and in the first longitudinal portion (L_1) the insulation element (4) is calibrated to the outer conductor contact element (14), which means that in the first longitudinal portion (L_1) the cross section of the insulation element (4), in particular the external diameter of the insulation element (4), is adapted to the cross section of the outer conductor contact element (14), particularly to the internal diameter of the outer conductor contact element (14), and wherein the first longitudinal portion (L_1) of the insulation element (4) is inserted into the first plug connector portion (S_1) of the external conductor contact element (14) of the plug connector (15),

characterized in that

the first longitudinal portion (L_1) of the insulation element (4) is inserted into the outer conductor contact element (14) of the plug connector (15) without an intervening layer of air.

2. The plug connector assembly (100) as claimed in patent claim 1,

characterized in that

the prefabricated electrical cable (1) is specified in such a manner that an external diameter of the second longitudinal portion (L_2) of the insulation element (4) differs from an internal diameter of the first plug connector portion (S_1) of the outer conductor contact element (14).

3. The plug connector assembly (100) as claimed in

- patent claim 1 or 2,
characterized in that
the prefabricated electrical cable (1) is specified in such a manner that within the first longitudinal portion (L_1) and the first plug connector portion (S_1) a region between the outer conductor contact element (14) and an inner conductor (3) of the prefabricated electrical cable (1) is completely filled by the insulation element (4).
4. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 3,
characterized in that
in the insulation element (4) a preferably fully circumferential groove (11) is provided in a transition between the first longitudinal portion (L_1) and the second longitudinal portion (L_2).
5. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 4,
characterized in that
the cross-sectional area of the insulation element (4) in the entire first longitudinal portion (L_1) is constant, and is reduced in size in relation to the cross-sectional area of the insulation element (4) in the second longitudinal portion (L_2).
6. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 5,
characterized in that
the external diameter of the insulation element (4) in the entire first longitudinal portion (L_1) is constant and is reduced in size in relation to the external diameter of the insulation element (4) in the second longitudinal portion (L_2).
7. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 6,
characterized in that
at least one recess (18), preferably a plurality of recesses (18), is/are configured on the circumference of the insulation element (4), said recess/recesses (18) in the longitudinal direction extending in each case across the entire first longitudinal portion (L_1).
8. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 4,
characterized in that
the external diameter of the insulation element (4) in the entire first longitudinal portion (L_1) is constant and is enlarged in size in relation to the external diameter of the insulation element (4) in the second longitudinal portion (L_2).
9. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 8,
characterized in that
the insulation element (4) on a plug-proximal end of the first longitudinal portion (L_1) has a chamfer.
10. The plug connector assembly (100) as claimed in one of patent claims 1 to 9,
characterized in that
within the outer conductor contact element (14) of the plug connector (15), at least one dielectric material for the compensation of a change in the impedance between the first longitudinal portion (L_1) and the second longitudinal portion (L_2) is situated in a second plug connector portion (S_2) that adjoins the first plug connector portion (S_1).
11. A method for fabricating an electrical cable (1), whereby an insulation element (4) that encloses an inner conductor (3) in a first longitudinal portion (L_1) is laid bare from an outer conductor shield (5), whereby the cross-sectional area of the insulation element (4) in the first longitudinal portion (L_1) in relation to the cross-sectional area of the insulation element (4) in a second longitudinal portion (L_2) that adjoins the first longitudinal portion (L_1) is modified, whereby the electrical cable (1) is inserted into an outer conductor contact element (14) of a plug connector (15) and connected to the outer conductor contact element (14), wherein the cross-sectional area of the first longitudinal portion (L_1) in relation to the cross-sectional area of the second longitudinal portion (L_2) is modified in such a manner that the first longitudinal portion (L_1) is insertable into a first plug connector portion (S_1) of the outer conductor contact element (14) of the plug connector (15), and in the first longitudinal portion (L_1) the insulation element (4) is calibrated to the outer conductor contact element (14), which means that in the first longitudinal portion (L_1) the cross section of the insulation element (4), in particular the external diameter of the insulation element (4), is adapted to the cross section of the outer conductor contact element (14), particularly to the internal diameter of the outer conductor contact element (14),
characterized in that
the first longitudinal portion (L_1) of the insulation element (4) is inserted into the outer conductor contact element (14) of the plug connector (15) without an intervening layer of air.
12. The method as claimed in patent claim 11,
characterized in that
the modification of the cross-sectional area in the first longitudinal portion (L_1)
- a) takes place by means of compressing the first longitudinal portion (L_1); or
b) takes place by means of swaging the first longitudinal portion (L_1) in a forming process, preferably in a stamping or hot-stamping process; or
c) takes place **in that** the insulation element (4)

by means of a separation tool (23) is scored in the radial direction, whereupon the separation tool (23) in the radial cutting position thereof in the insulation element (4) is moved axially relative to the insulation element (4), in the direction toward the cable end, so as to peel away an insulation layer (25) to be removed from the insulation element (4).

13. The method as claimed in patent claims 11 or 12, characterized in that

in parallel to the modification of the cross-sectional area in the first longitudinal portion (L_1), a sharp-edged web (10) of a stamping installation (8) is scored into a preferably fully circumferential groove (11) in the insulation element (4) in a transition between the first longitudinal portion (L_1) and the second longitudinal portion (L_2).

14. The method as claimed in one of patent claims 11 to 13,

characterized in that

the modification of the cross-sectional area in the first longitudinal portion (L_1) takes place by means of a separation process, preferably by a laser, photon, electron or ion beam, or a water jet.

Revendications

1. Ensemble connecteur enfichable (100) comprenant un câble électrique (1) préconfectionné et un connecteur enfichable (15) relié à au moins une extrémité de câble du câble électrique préconfectionné (1), le câble électrique préconfectionné (1) comportant un blindage du conducteur extérieur (5), un élément d'isolation (4) et un conducteur intérieur (3) entouré par l'élément d'isolation (4), l'élément d'isolation (4) comportant un premier tronçon longitudinal (L_1), dans lequel l'élément d'isolation (4) est dégagé du blindage du conducteur extérieur (5), et un second tronçon longitudinal (L_2) se raccordant au premier tronçon longitudinal (L_1), dans lequel l'élément d'isolation (4) est entouré par le blindage du conducteur extérieur (5), une section transversale de l'élément d'isolation (4) étant modifiée dans le premier tronçon longitudinal (L_1) par rapport à la section transversale de l'élément d'isolation (4) du second tronçon longitudinal (L_2) de telle manière que le premier tronçon longitudinal (L_1) peut être inséré dans une première partie de connecteur enfichable (S_1) d'un élément de contact pour le conducteur extérieur (14) du connecteur enfichable (15) et que, dans le premier tronçon longitudinal (L_1), l'élément d'isolation (4) est calibré pour l'élément de contact du conducteur extérieur (14), c'est-à-dire que, dans le premier tronçon longitudinal (L_1), la section de l'élément d'isolation (4), en particulier le diamètre extérieur de

l'élément d'isolation (4), est adapté à la section de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14), en particulier au diamètre intérieur de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14), et le premier tronçon longitudinal (L_1) de l'élément d'isolation (4) étant inséré dans la première partie du connecteur enfichable (S_1) de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14) du connecteur enfichable (15),

caractérisé en ce que,

le premier tronçon longitudinal (L_1) de l'élément d'isolation (4) est inséré dans l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14) du connecteur enfichable (15) sans couche d'air entre les deux.

2. Ensemble connecteur enfichable (100) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que,

le câble électrique préconfectionné (1) est aménagé de sorte qu'un diamètre extérieur du second tronçon longitudinal (L_2) de l'élément d'isolation (4) est différent d'un diamètre intérieur de la première partie du connecteur enfichable (S_1) de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14).

3. Ensemble connecteur enfichable (100) selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que,

le câble électrique préconfectionné (1) est aménagé de sorte que, dans le premier tronçon longitudinal (L_1) et la première partie du connecteur enfichable (S_1), une zone entre l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14) et un conducteur intérieur (3) du câble électrique préconfectionné (1) est entièrement rempli par l'élément d'isolation (4).

4. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que,

une gorge (11) s'étendant de préférence sur toute la périphérie, est prévue dans l'élément d'isolation (4) dans une transition entre le premier tronçon longitudinal (L_1) et le second tronçon longitudinal (L_2).

5. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que,

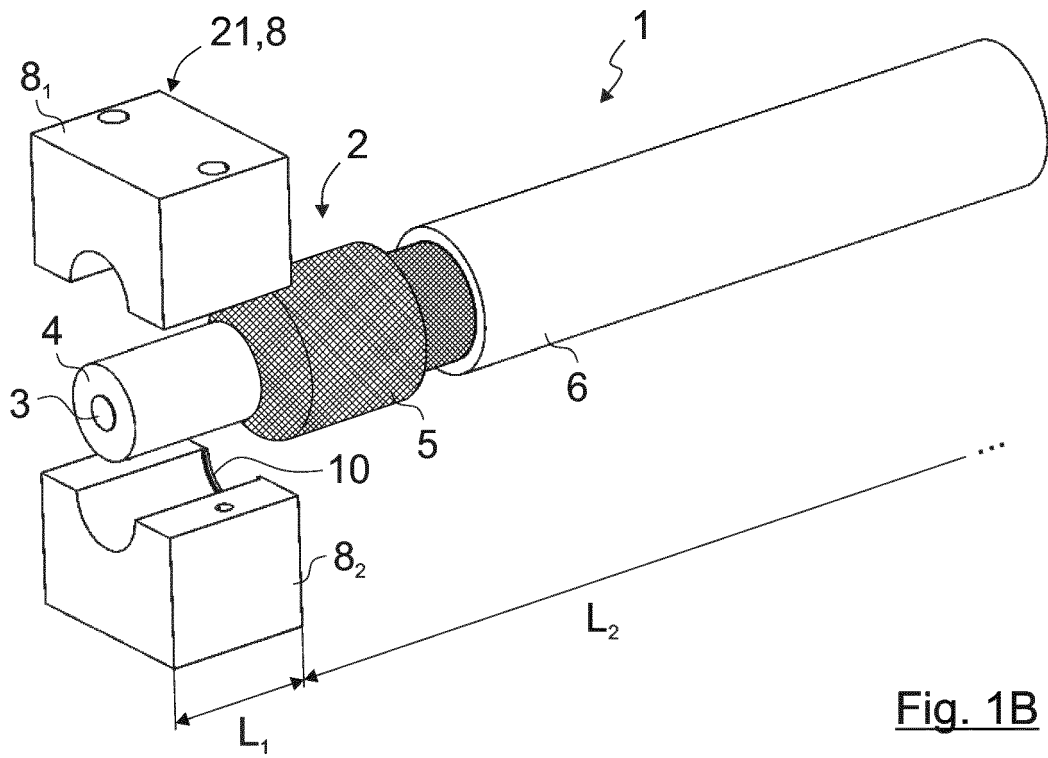
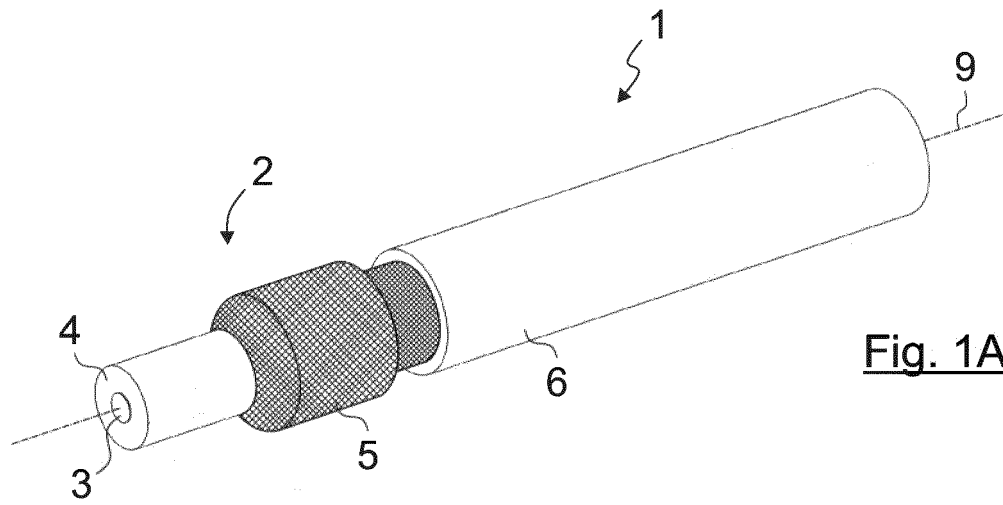
la section transversale de l'élément d'isolation (4) est constante sur tout le premier tronçon longitudinal (L_1) et est réduite par rapport à la section transversale de l'élément d'isolation (4) dans le second tronçon longitudinal (L_2).

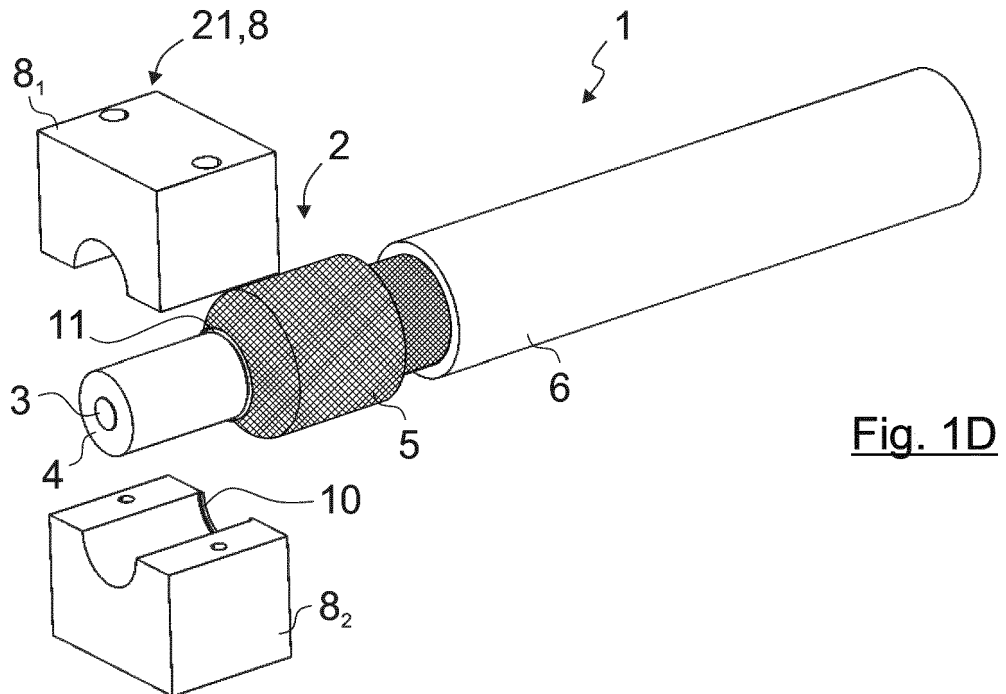
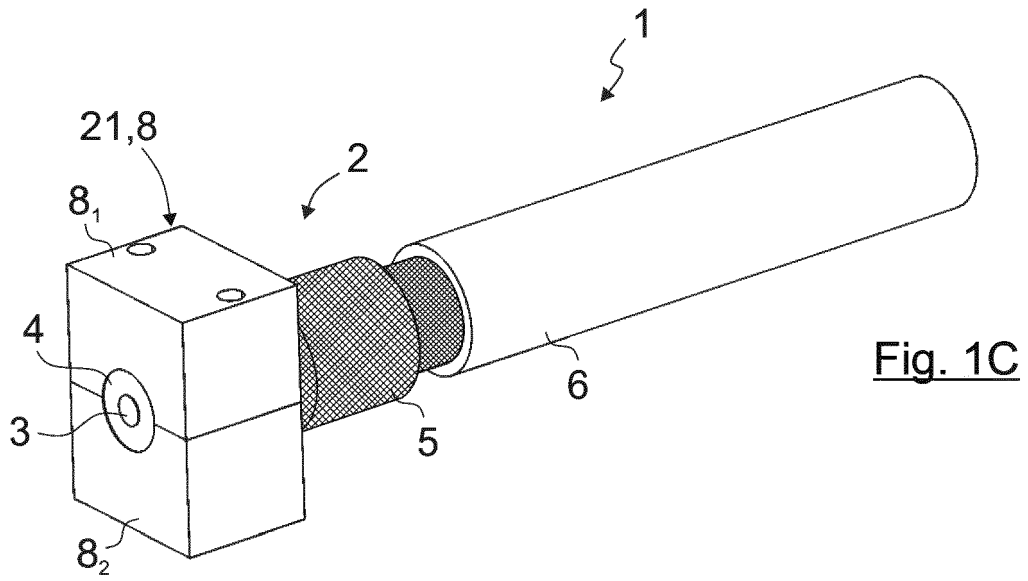
6. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que,

le diamètre extérieur de l'élément d'isolation (4) est constant sur tout le premier tronçon longitudinal (L_1)

- et est réduit par rapport au diamètre extérieur de l'élément d'isolation (4) dans le second tronçon longitudinal (L_2).
7. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**, un évidement (18), et de préférence plusieurs évidements (18), est (sont) formé(s) sur la périphérie de l'élément d'isolation (4), s'étendant chacun en direction longitudinale sur tout le premier tronçon longitudinal (L_1).
8. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, le diamètre extérieur de l'élément d'isolation (4) est constant sur tout le premier tronçon longitudinal (L_1) et est agrandi par rapport au diamètre extérieur de l'élément d'isolation (4) dans le second tronçon longitudinal (L_2).
9. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que**, l'élément d'isolation (4) présente un chanfrein à son extrémité du premier tronçon longitudinal (L_1) orientée vers le connecteur enfichable.
10. Ensemble connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que**, au moins une matière diélectrique destinée à la compensation d'une variation d'impédance entre le premier tronçon longitudinal (L_1) et le second tronçon longitudinal (L_2) se trouve à l'intérieur de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14) du connecteur enfichable (15), dans une seconde partie du connecteur enfichable (S_2) se raccordant à la première partie du connecteur enfichable (S_1).
11. Procédé de fabrication d'un câble électrique (1) selon lequel un élément d'isolation (4) entourant un conducteur intérieur (3) dans un premier tronçon longitudinal (L_1) est dégagé d'un blindage du conducteur extérieur (5), après quoi la section transversale de l'élément d'isolation (4) du premier tronçon longitudinal (L_1) est modifiée par rapport à la section transversale de l'élément d'isolation (4) dans un deuxième tronçon longitudinal (L_2) se raccordant au premier tronçon longitudinal (L_1), après quoi le câble électrique (1) est inséré dans un élément de contact pour le conducteur extérieur (14) d'un connecteur enfichable (15) et relié à l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14), la section transversale du premier tronçon longitudinal (L_1) étant modifiée par rapport à la section transversale du deuxième tronçon longitudinal (L_2) de telle manière que le premier tronçon longitudinal (L_1) peut être inséré dans une première partie de connecteur enfichable (S_1) de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14) du connecteur enfichable (15) et que, dans le premier tronçon longitudinal (L_1), l'élément d'isolation (4) est calibré pour l'élément de contact du conducteur extérieur (14), c'est-à-dire que, dans le premier tronçon longitudinal (L_1), la section de l'élément d'isolation (4), en particulier le diamètre extérieur de l'élément d'isolation (4), est adapté à la section de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14), en particulier au diamètre intérieur de l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14), **caractérisé en ce que**, le premier tronçon longitudinal (L_1) de l'élément d'isolation (4) est inséré dans l'élément de contact pour le conducteur extérieur (14) du connecteur enfichable (15) sans couche d'air entre les deux.
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que**, la modification de la section transversale dans le premier tronçon longitudinal (L_1)
- a) s'effectue par refoulement du premier tronçon longitudinal (L_1) ; ou
- b) par écrasement du premier tronçon longitudinal (L_1) dans un processus de formage, de préférence un processus de matricage ou d'estampage à chaud ; ou
- c) s'effectue par une incision en direction radiale de l'élément d'isolation (4) au moyen d'un outil de coupe (23), après quoi l'outil de coupe (23) est déplacé, dans sa position de coupe radiale dans l'élément d'isolation (4), dans la direction axiale par rapport à l'élément d'isolation (4) en direction de l'extrémité du câble, pour détacher une couche d'isolation (25) à retirer de l'élément d'isolation (4), l'outil de coupe (23) étant de préférence chauffé.
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que**, en parallèle à la modification de la section transversale dans le premier tronçon longitudinal (L_1), une arête vive (10) d'un dispositif de matricage (8) coupe une gorge (11) s'étendant de préférence sur toute la périphérie dans l'élément d'isolation (4) dans une transition entre le premier tronçon longitudinal (L_1) et le second tronçon longitudinal (L_2).
14. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que**, la modification de la section transversale dans le premier tronçon longitudinal (L_1) s'effectue au moyen d'un processus d'enlèvement, de préférence d'un rayon laser, d'un faisceau de photons, d'électrons, d'ions ou d'un jet d'eau.





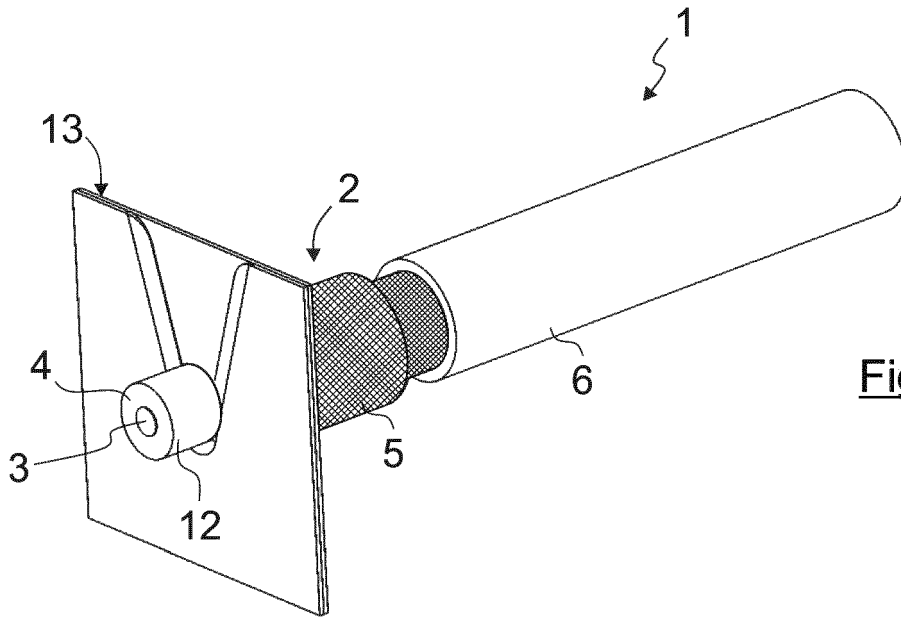


Fig. 1E

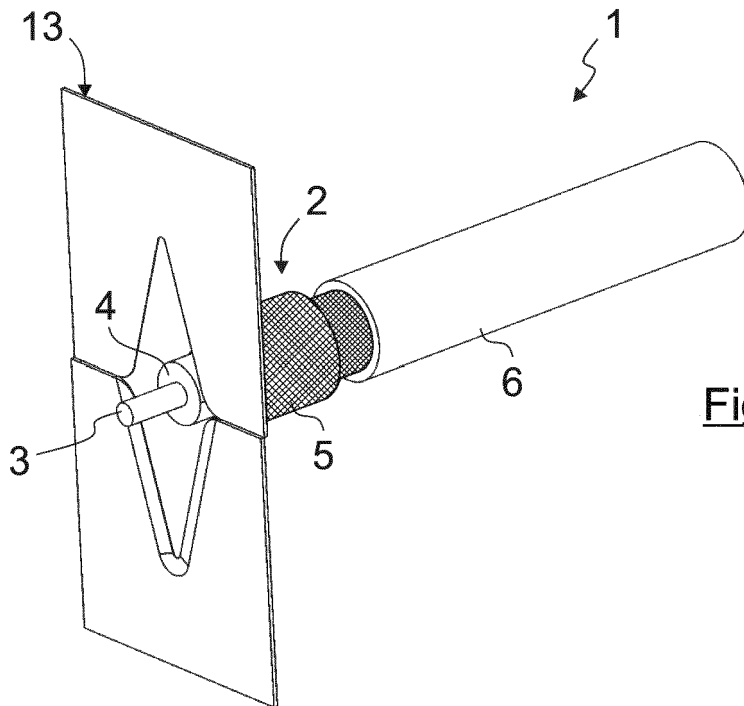
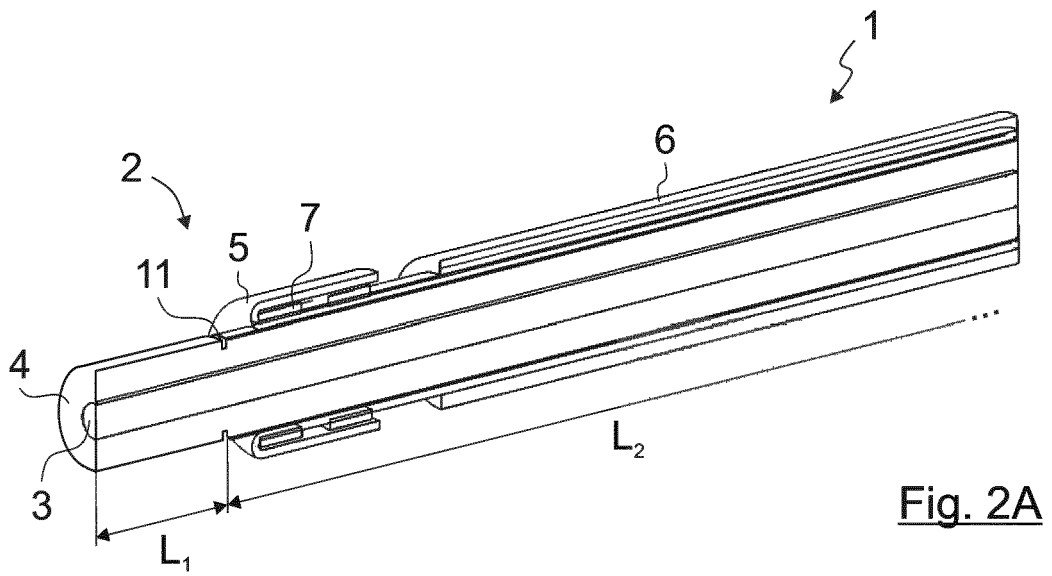
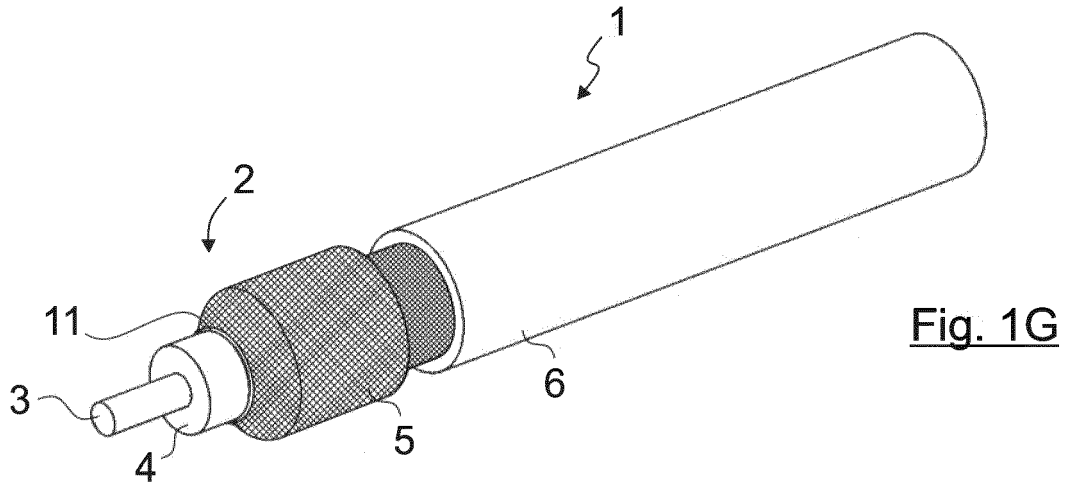


Fig. 1F



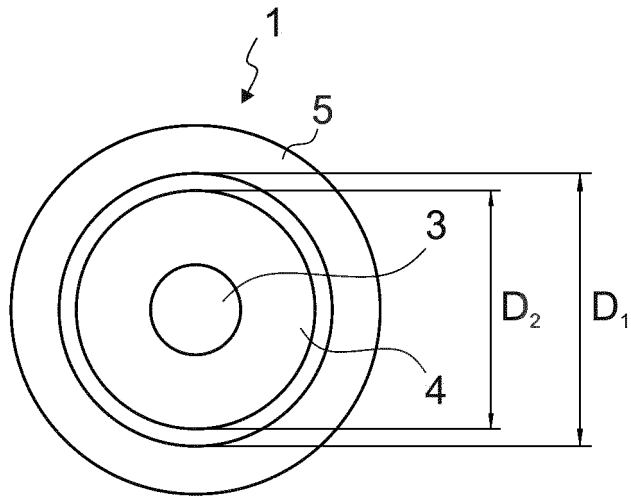


Fig. 2D

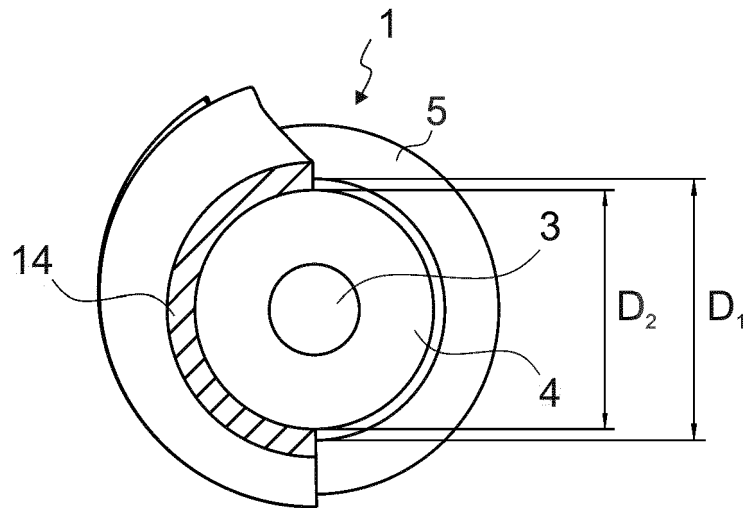


Fig. 2E

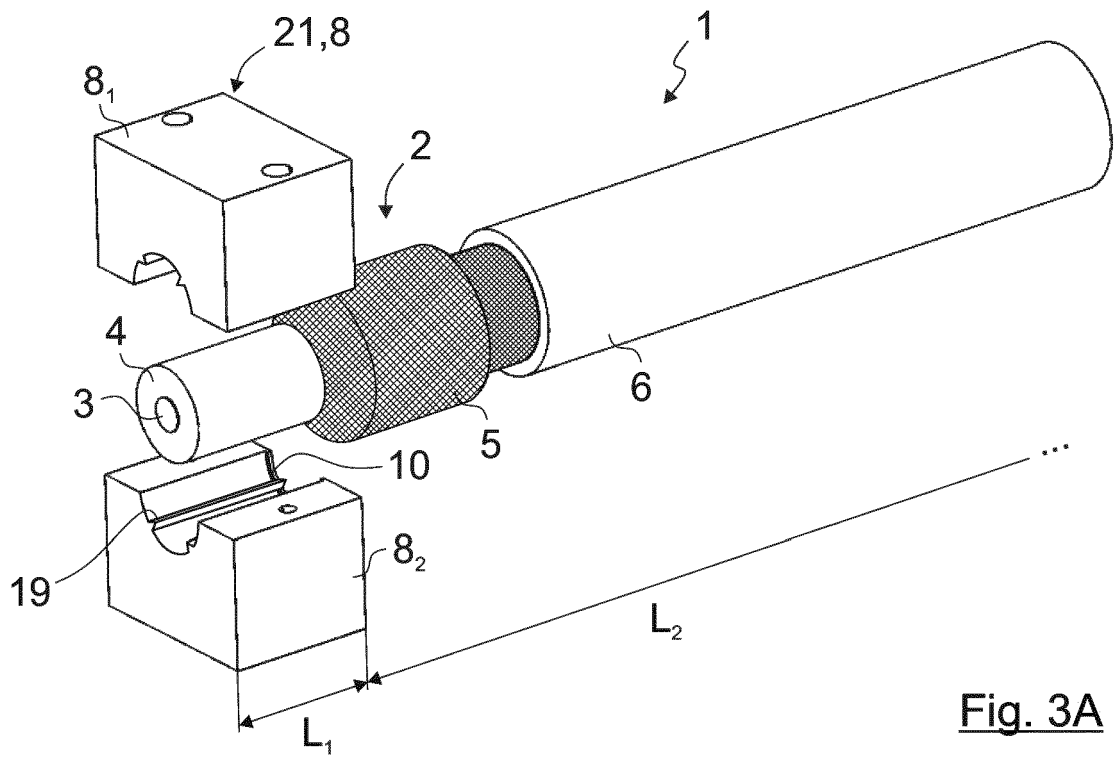


Fig. 3A

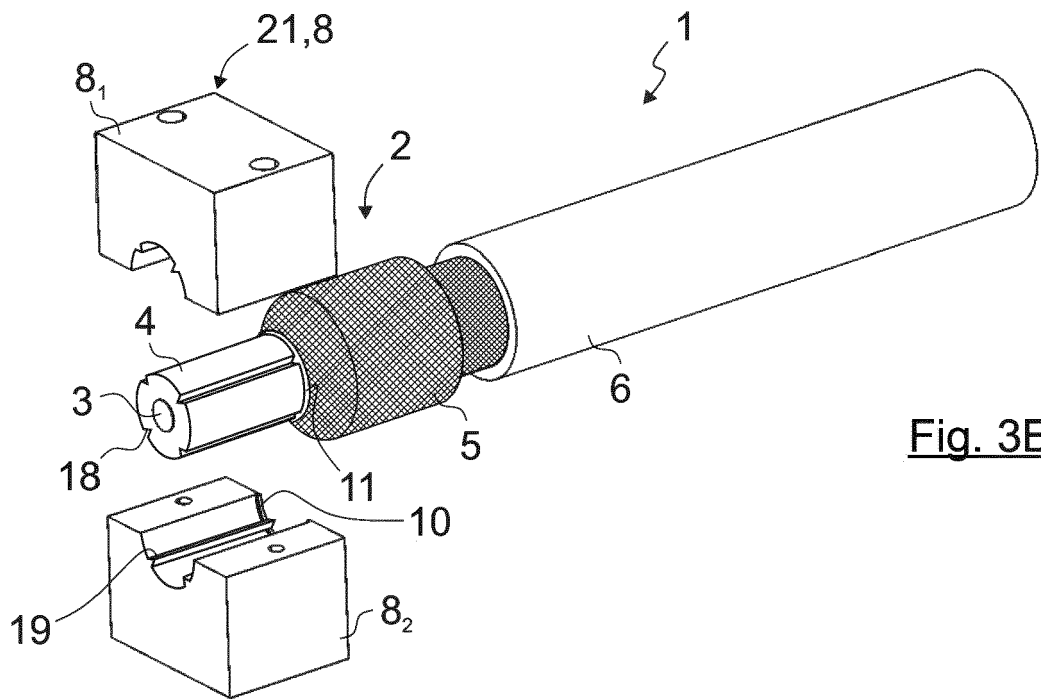


Fig. 3B

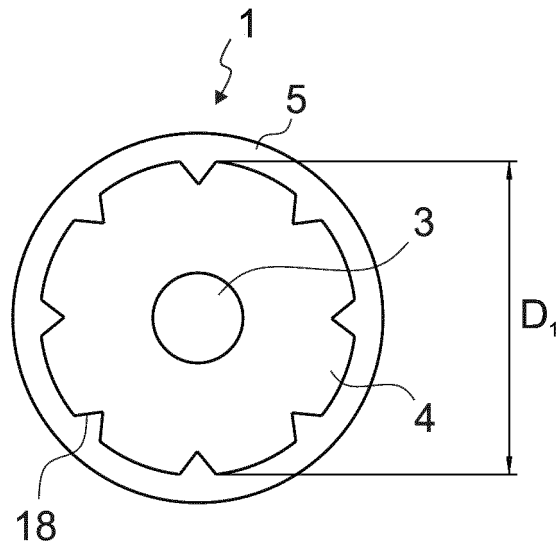


Fig. 4A

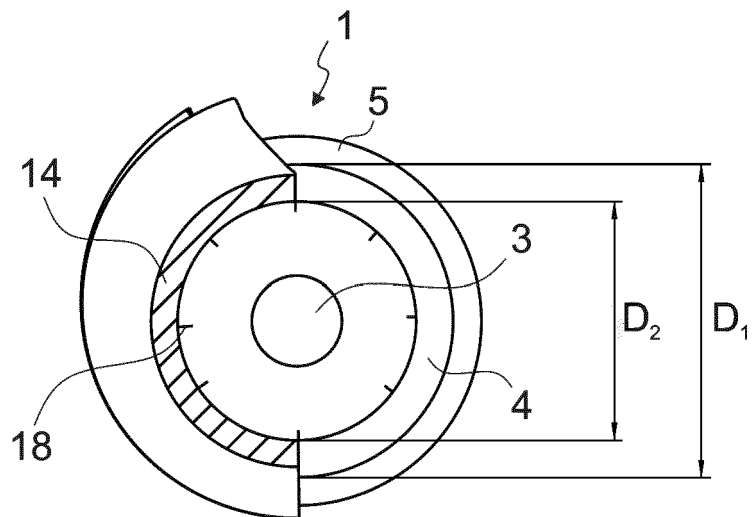
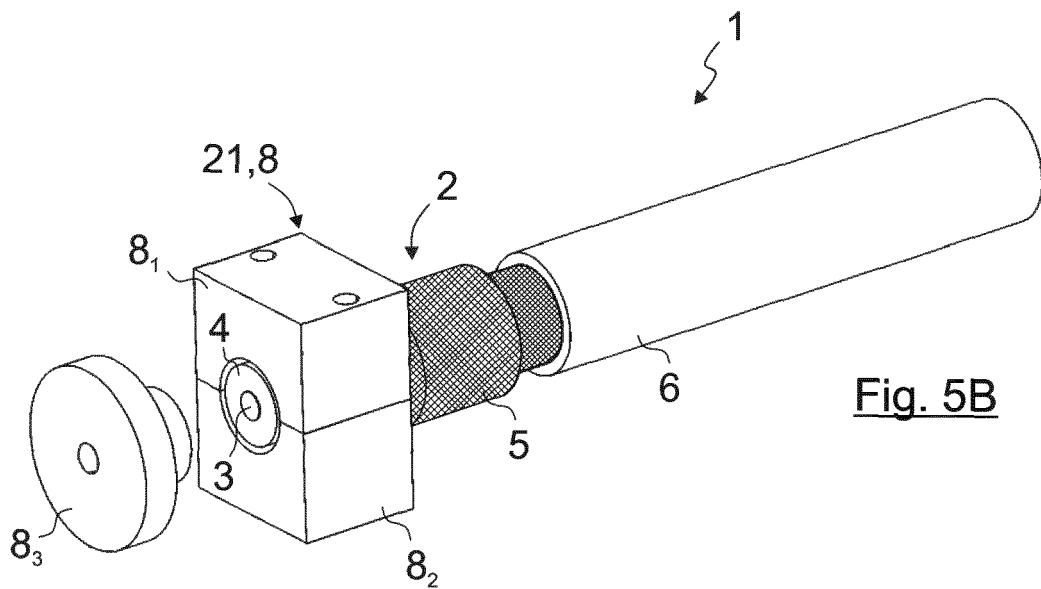
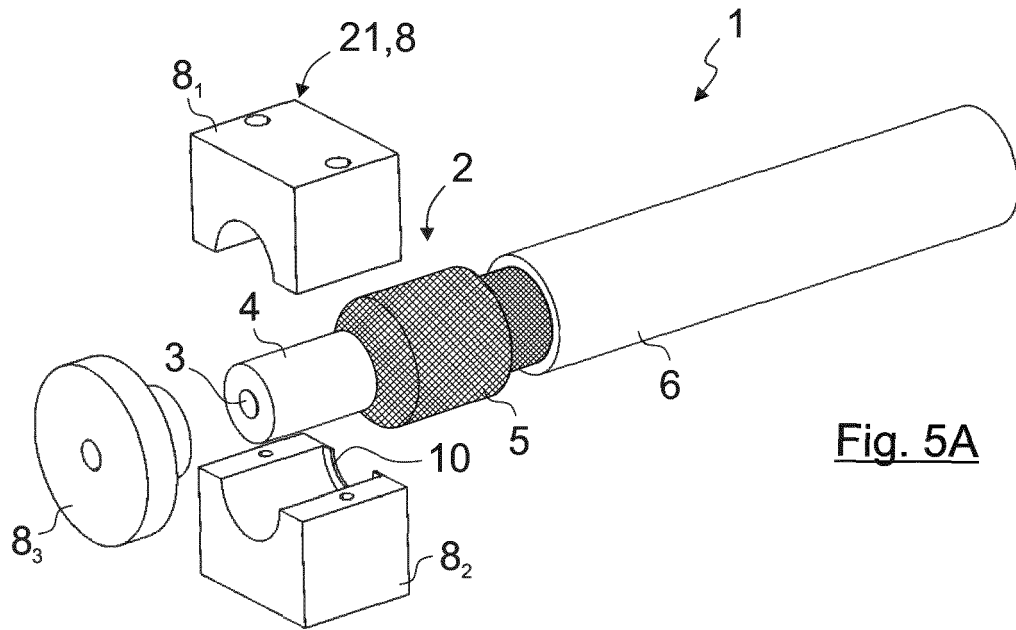
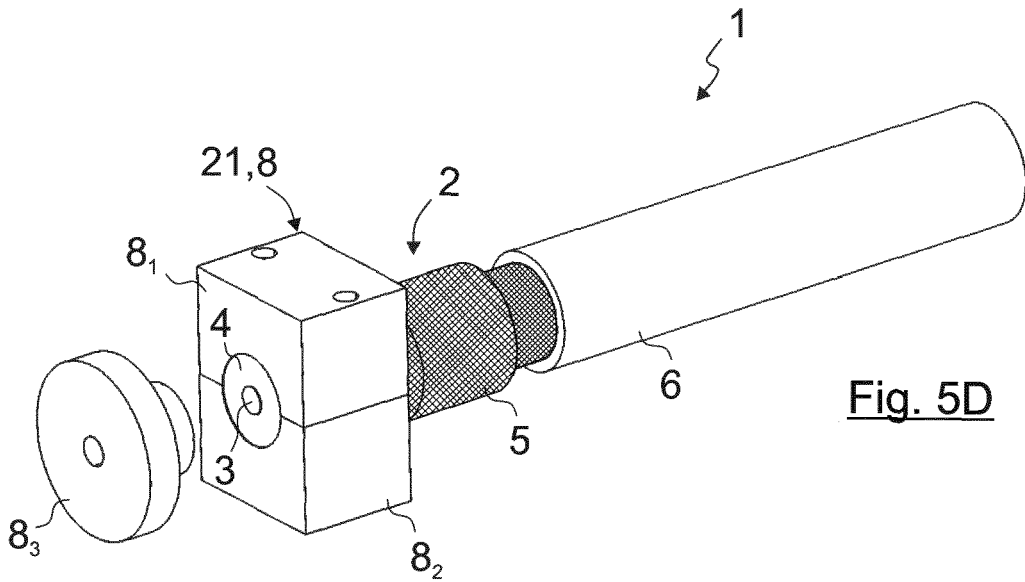
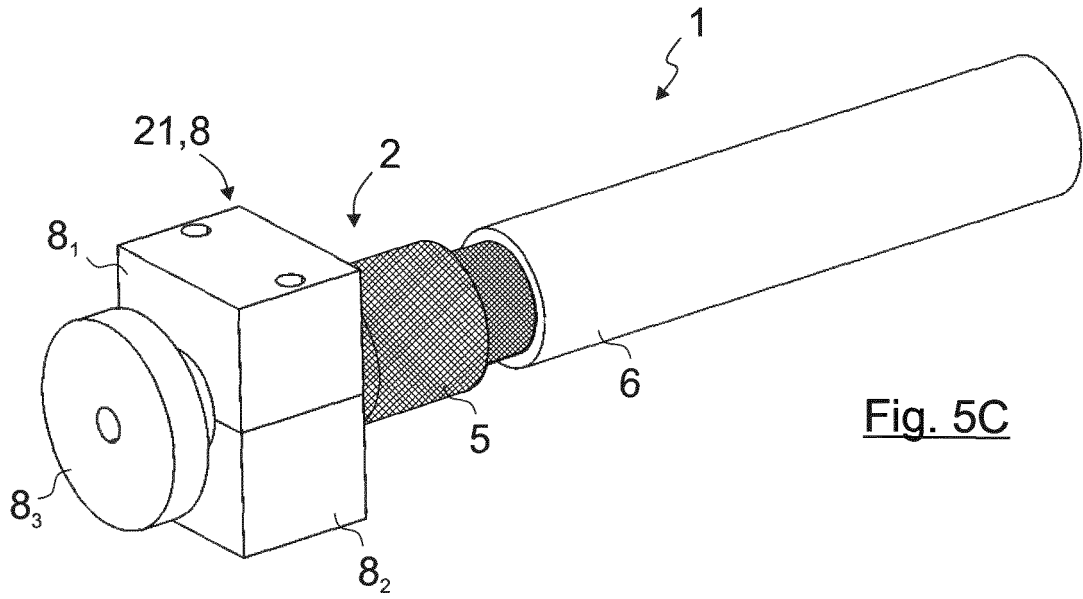


Fig. 4B





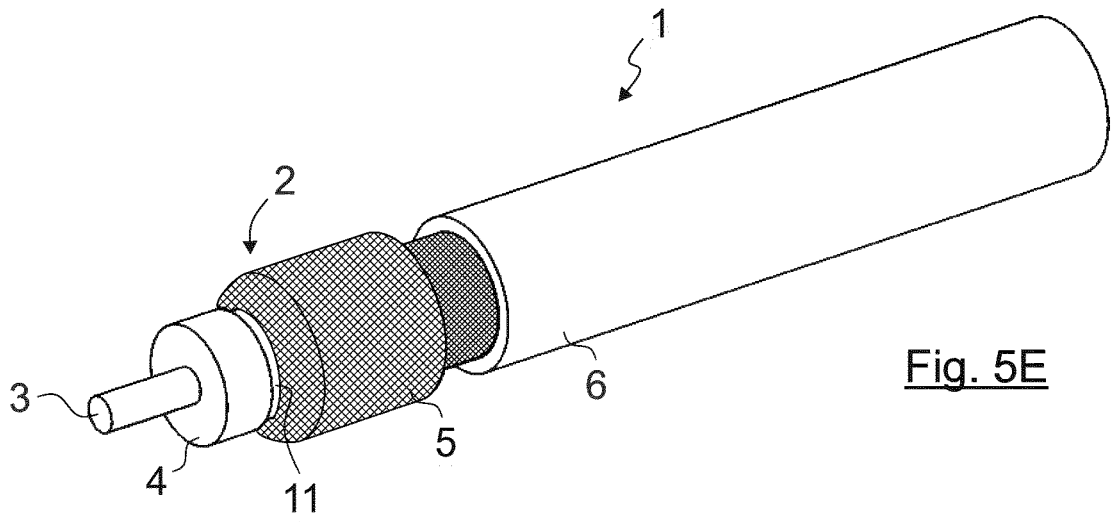


Fig. 5E

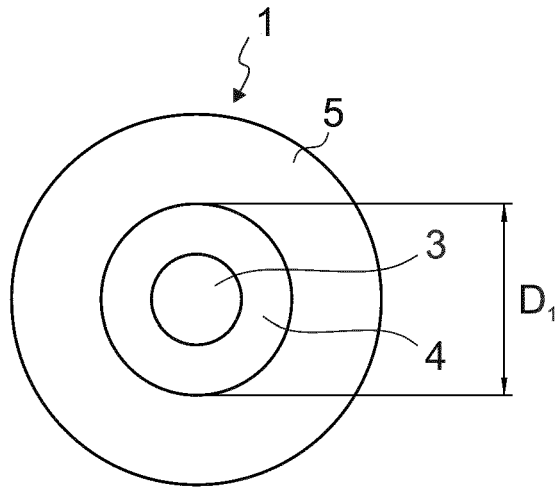


Fig. 6A

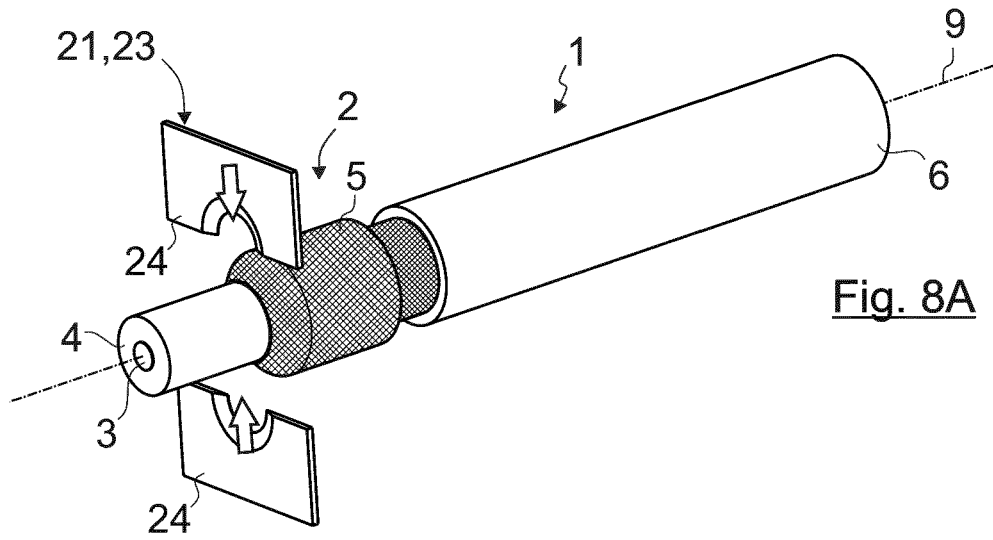


Fig. 8A

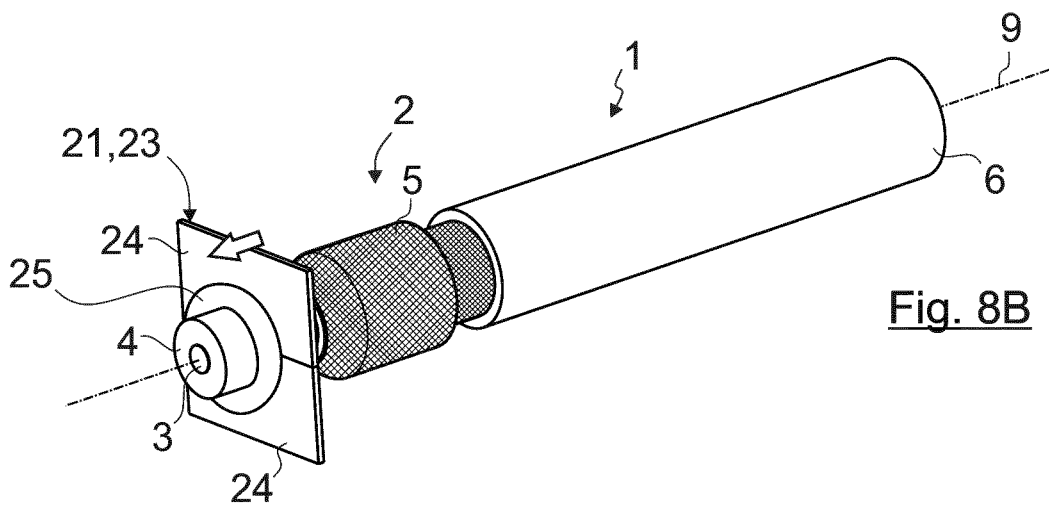


Fig. 8B

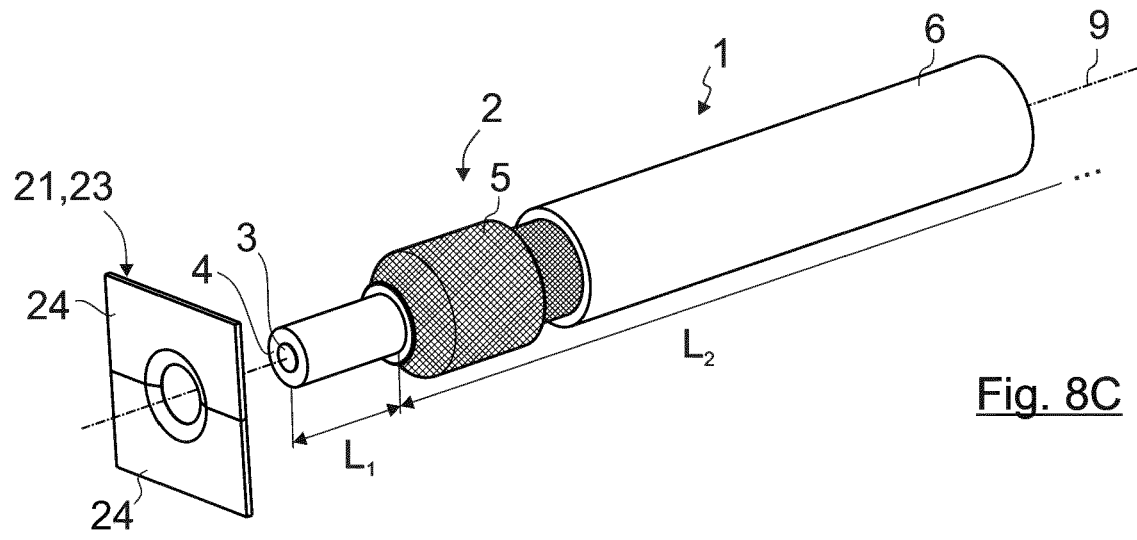


Fig. 8C

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2303792 A1 [0010]
- US 2013171873 A1 [0010]
- US 6319077 B1 [0010]