

(11)

EP 3 876 669 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.09.2021 Patentblatt 2021/36

(51) Int Cl.: **H05B 3/06** (2006.01) **H05B 3/48** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20200069.1**

(22) Anmeldetag: **05.10.2020**

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

(71) Anmelder: **Türk & Hillinger GmbH**
78532 Tuttlingen (DE)

(72) Erfinder: **Schlipf, Andreas**
78532 Tuttlingen (DE)

(74) Vertreter: **Westphal, Mussnug & Partner**
Patentanwälte mbB
Am Riettor 5
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(30) Priorität: 04.03.2020 DE 102020105782

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ELEKTRISCHEN HEIZVORRICHTUNG UND ELEKTRISCHE HEIZVORRICHTUNG

(57) Bereitgestellt werden ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung (10) mit einem elektrischen Heizelement (12, 12', 12''), das im Inneren eines mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) in ein elektrisch isolierendes Material (16, 17) eingebettet angeordnet ist, wobei die elektrische Heizvorrichtung (10) innerhalb des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) an mindestens einem Ende einen unbeheizten Bereich (U) aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10) der elektrische Strom zumindest auch durch mindestens einen Anschlussdraht (13),

und/oder mindestens eine Anschlusshülse (14) und/oder mindestens einen Anschlussbolzen (15), der in elektrischem Kontakt mit dem elektrischen Heizelement (12,12',12'') steht, fließt, und ferner einen beheizten Bereich (B) aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10) der elektrische Strom lediglich durch einen in dem beheizten Bereich (B) verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements (12) fließt sowie eine damit herstellbare elektrische Heizvorrichtung (10) mit einem mehrteiligen rohrförmigen Metallmantel (11).

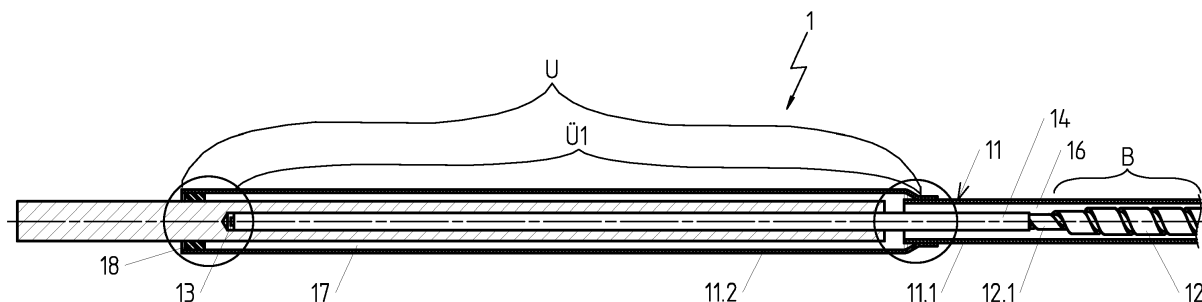


Fig. 1b

Beschreibung

[0001] Elektrische Rohrheizkörper sind eine seit vielen Jahren bekannte Variante elektrischer Heizvorrichtungen. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass das elektrische Heizelement innerhalb eines rohrförmigen Metallmantels angeordnet ist, wobei es in radialer Richtung zum rohrförmigen Metallmantel hin durch Einbettung in ein elektrisch isolierendes, aber gut wärmeleitendes Material, in vielen Fällen z.B. Magnesiumoxid, Bornitrid oder Al_2O_3 jeweils in Form eines Pulvers oder Granulats oder auch eines porösen Formkörpers, insbesondere aus einem dieser Materialien, elektrisch isoliert ist, um einen unerwünschten Kurzschluss zu vermeiden. Ferner ist die elektrische Heizvorrichtung in vielen Fällen verdichtet.

[0002] Bei vielen Anwendungen elektrischer Rohrheizkörper ist es erwünscht, dass der elektrische Rohrheizkörper auf mindestens einer seiner Seiten endseitig einen unbeheizten Bereich aufweist. Um diesen bereitzustellen ist es bekannt, die Verbindung zum elektrischen Heizelement durch einen Anschlussdraht und/oder Anschlussbolzen herzustellen, der einen größeren Querschnitt aufweist als das elektrische Heizelement und beispielsweise im Fall eines Anschlussdrahts in den Wendelinnenraum des elektrischen Heizelements eingeführt sein kann oder im Fall eines Anschlussbolzens einen Endabschnitt des elektrischen Heizelements aufnehmen kann.

[0003] Neben dem größeren Querschnitt des Anschlussbolzens wird dabei in vielen Fällen die im Bereich des Anschlussbolzens anfallende Wärme durch Wahl eines Materials mit einem geringeren spezifischen Widerstand als dem des Materials, aus dem das Heizelement gefertigt ist, reduziert; beispielsweise durch Verwendung von Kupfer oder Nickel als Material für den Anschlussbolzen.

[0004] Insbesondere bei Anwendungen, bei denen der verfügbare Bauraum knapp ist, ergeben sich bei dieser bekannten Vorgehensweise aber eine Reihe von Problemen. Erstens behindert der Anschlussdraht und/oder Anschlussbolzen das Einfüllen des elektrisch isolierenden Materials. Zweitens ist der so aufgebaute unbeheizte Bereich der elektrischen Heizvorrichtung deutlich schwieriger verdichtbar, weil in diesem Abschnitt im Querschnitt nur noch ein geringer Anteil des elektrisch isolierenden Materials vorhanden ist, so dass zu wesentlichen Teilen eine weitgehend massive Struktur aus Anschlussdraht und/oder Anschlussbolzen und einem Abschnitt des elektrischen Heizelements verdichtet werden muss. Dies führt zu gewaltigen Belastungen der Verdichtmaschinen und kurzer Standzeit der Verdichtungsanlagen und ihrer Werkzeuge.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung und eine mit einem solchen Verfahren herstellbare elektrische Heizvorrichtung bereitzustellen. Je nach Ausgestaltung können dabei insbesondere durch die Erfindung einzeln oder in (Unter-)Kombination miteinander Verbesserungen im Hinblick auf

- die Möglichkeit zur Unterbringung eines möglichst großen Leiterquerschnitts im unbeheizten Bereich;
- eine optimale Verdichtung in allen Bereichen, die insbesondere eine unterschiedliche Querschnittsreduktion wegen unterschiedlicher poröser Anteile unterschiedlicher Bereich berücksichtigt;
- die Lösung von Füllproblemen;
- eine Kostenoptimierung durch rationelle, sehr hochgradig automatisierbare Fertigung des beheizten Bereichs;
- eine Kostenoptimierung durch automatisierbare oder weitgehend automatisierbare Fertigung unbeheizter Bereiche einer gewünschten bzw. benötigten Länge,
- die Möglichkeit, trotz für die Herstellung des beheizten Bereichs notwendigen Glühprozessen -beispielsweise wenn die elektrische Heizvorrichtung biegefähig weichgeglüht wird- Materialien für Anschlussdrähte, Anschlusshülsen oder Anschlussbolzen zu verwenden, welche Schmelzpunkte unterhalb der Glühtemperatur haben
- eine hohe Prozesssicherheit
- und/oder die Belastung von Verdichtmaschinen und ihren Werkzeugen zu reduzieren

erzielt werden.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und eine elektrische Heizvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen abhängigen Patentansprüche.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung mit einem elektrischen Heizelement, das im Inneren eines mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels in ein elektrisch isolierendes Material eingebettet, d.h. elektrisch isoliert angeordnet ist (z.B. durch Einbetten in ein elektrisch isolierendes Pulver oder Granulat oder durch elektrisch isolierende Formteile), wobei die elektrische Heizvorrichtung innerhalb des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels an mindestens einem Ende einen unbeheizten Bereich aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung der elektrische Strom zumindest auch durch mindestens einen Anschlussdraht und/oder mindestens eine Anschlusshülse und/oder mindestens einen Anschlussbolzen, der in elektrischem Kontakt mit dem elektrischen Heizelement steht, fließt.

[0008] Dabei kann der unbeheizte Bereich insbesondere vorzugsweise einen unbeheizten Übergangsbereich aufwei-

sen, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung der elektrische Strom gleichzeitig sowohl durch den mindestens einen Anschlussdraht und/oder die mindestens eine Anschlusschülse und/oder den mindestens einen Anschlussbolzen als auch durch einen in dem unbeheizten Übergangsbereich verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements fließt, welcher Abschnitt des elektrischen Heizelements in elektrischem Kontakt mit dem Anschlussdraht oder Anschlussbolzen steht. Mit anderen Worten ist im unbeheizten Übergangsbereich also ein Abschnitt des elektrischen Heizelements und zumindest ein Abschnitt eines Anschlussdrahts oder einer Anschlusschülse oder eines Anschlussbolzens vorhanden, wobei diese Abschnitte technisch gesehen nicht in Reihe sondern parallel geschaltet sind.

[0009] Ferner weist die mit dem Verfahren herzustellende elektrische Heizvorrichtung innerhalb des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels einen beheizten Bereich auf, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung der elektrische Strom lediglich durch einen in dem beheizten Bereich verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements fließt.

[0010] Bereits an dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass dadurch weder ausgeschlossen wird, dass der mehrteilige rohrförmige Metallmantel als Rückleiter verwendet wird (weil gemäß der oben erwähnten Bedingung für den beheizten Bereich dieser innerhalb des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels liegen muss) noch ausgeschlossen wird, dass bei der elektrischen Heizvorrichtung beide Anschlüsse auf derselben Seite liegen.

[0011] Dass der rohrförmige Metallmantel mehrteilig ist bedeutet insbesondere, dass er aus mehreren Teilen -vorzugsweise mehreren Rohrabchnitten- zusammengesetzt ist, die aber durchaus fest miteinander verbunden, beispielsweise verpresst oder verschweißt sein können.

[0012] Ferner ist der Begriff "unbeheizter Bereich" so auszulegen, dass in diesem trotzdem -was in den meisten realen Ausführungsformen unvermeidbar und somit zwingend der Fall ist- Wärme erzeugt werden kann, aber in einem deutlich geringeren Ausmaß als im beheizten Bereich, in dem die elektrische Heizvorrichtung zur Erfüllung ihrer bestimmungsgemäßen Funktion Wärme erzeugen soll.

[0013] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in einem ersten Verfahrensabschnitt in einem ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels der beheizte Bereich hergestellt und verdichtet, in einem unabhängig von dem ersten Verfahrensabschnitt durchgeführten, in der Regel nach diesem abgeschlossenen zweiten Verfahrensabschnitt zumindest ein Abschnitt des unbeheizten Bereichs in einem zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels hergestellt und der erste Teil und der zweite Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels miteinander verbunden. Dass der zweite Verfahrensabschnitt in der Regel zumindest teilweise nach dem ersten Verfahrensabschnitt durchgeführt wird ergibt sich dabei insbesondere daraus, dass zur Verbindung des ersten Teils und des zweiten Teils naturgemäß das erste Teil bereits vorhanden sein muss. Der zuletzt genannte Schritt kann gegebenenfalls auch vor dem oder beim bzw. gleichzeitig mit dem Verdichten des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels durchgeführt werden, wenn ein solches Verdichten vorgesehen ist. Er erfolgt also nicht zwingend erst ganz am Ende des zweiten Verfahrensabschnitts oder nach dem zweiten Verfahrensabschnitt.

[0014] Durch das Aufteilen der Herstellung in zwei Verfahrensabschnitte, wobei der erste Verfahrensabschnitt als Zwischenprodukt zumindest den "fertigen" beheizten Bereich und gegebenenfalls einen Teil des unbeheizten Bereichs liefert und der zweite Verfahrensabschnitt dann den noch fehlenden unbeheizten Bereich mit einem zunächst separaten Teil des rohrförmigen Metallmantels herstellt und dann anstückt können die Verdichtungsprozesse für die einzelnen Teile der elektrischen Heizvorrichtung jeweils optimiert durchgeführt werden. Insbesondere kann die Verdichtung des beheizten Bereichs in einem Durchstechverfahren durchgeführt werden.

[0015] Gleichzeitig wird durch diese Maßnahme das jeweilige Befüllen mit dem elektrisch isolierenden Material deutlich vereinfacht, weil die Behinderung durch den unbeheizten Bereich entfällt.

[0016] Der nach dem ersten Verfahrensabschnitt vorliegende fertige beheizte Bereich kann dabei insbesondere einer elektrischen Heizvorrichtung mit rohrförmigem Metallmantel entsprechen, bei der stirnseitig aus dem rohrförmigen Metallmantel herausragende Anschlüsse der elektrischen Heizvorrichtung durch einen Abschnitt des elektrischen Heizelements, vorzugsweise mit daran angeordnetem Anschlussdraht und/oder daran angeordneter Anschlusschülse gebildet sind, und somit bei der vollständig fertiggestellten erfindungsgemäßen elektrischen Heizvorrichtung den unbeheizten Übergangsabschnitt bilden.

[0017] In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird im ersten Verfahrensabschnitt der im beheizten Bereich verlaufende Abschnitt, d.h. der später den beheizten Bereich bildende Abschnitt, des elektrischen Heizelements in einem ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantel positioniert; das elektrisch isolierende Material, z.B. als Pulver oder Granulat oder als Formteil in diesen Bereich des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingebracht, so dass der im ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angeordnete Abschnitt des elektrischen Heizelements durch das elektrisch isolierende Material isoliert, also eingebettet wird, und der erste Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels, insbesondere der beheizte Bereich, verdichtet.

[0018] Es sei an dieser Stelle einerseits darauf hingewiesen, dass die genannten Verfahrensschritte vorteilhafterweise in dieser Reihenfolge durchgeführt werden und andererseits darauf hingewiesen, dass vorher, nachher oder zwischen ihnen noch weitere Verfahrensschritte im Rahmen des ersten Verfahrensabschnitts durchgeführt werden können.

[0019] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird in dem nach dem ersten Verfahrensabschnitt durchgeführten zweiten Verfahrensabschnitt zumindest ein Abschnitt des unbeheizten Bereichs einschließlich mindestens eines

Teils des unbeheizten Übergangsbereichs geschaffen, indem ein Teil des elektrischen Heizelements mit daran angeordnetem Anschlussdraht und/oder daran angeordneter Anschlusshülse und/oder daran angeordnetem Anschlussbolzen in einen zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingeführt wird, wobei weiteres elektrisch isolierendes Material in den zweiten Teil des rohrförmigen Metallmantels eingebracht wird, so dass der im zweiten rohrförmigen Metallmantel angeordnete Abschnitt des elektrischen Heizelements durch das elektrisch isolierende Material elektrisch isoliert, insbesondere eingebettet wird. Vorzugsweise wird dann auch noch der zweite Teil der mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels verdichtet.

[0020] Auch in diesem zweiten Verfahrensabschnitt können die genannten Verfahrensschritte vorteilhafterweise in dieser Reihenfolge durchgeführt werden und es können vorher, nachher oder zwischen ihnen noch weitere Verfahrensschritte im Rahmen des zweiten Verfahrensabschnitts durchgeführt werden.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird im ersten Verfahrensabschnitt ein Anschlussdraht in eine elektrisch leitende Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements gebracht, insbesondere durch Einführen in einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements und/oder eine Anschlusshülse in eine elektrisch leitende Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements gebracht, insbesondere durch Aufschieben auf einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements.

[0022] In beiden beschriebenen Fällen ist also ein (typischerweise kleiner) Teil des Übergangsbereichs auch innerhalb des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels vorhanden, was sich als vorteilhaft für die Prozesssicherheit, insbesondere im Hinblick auf die elektrische Kontaktierung des elektrischen Heizelements, erwiesen hat.

[0023] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird das elektrische Heizelement gewendelt, und zwar so, dass ein Endabschnitt des elektrischen Heizelements einen kleineren Wendeldurchmesser aufweist als ein Abschnitt des elektrischen Heizelements, der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich liegt und insbesondere vorzugsweise kein Endabschnitt ist. Diese Maßnahme kann insbesondere dazu beitragen, das Befüllen des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels mit dem elektrisch isolierenden Material zu erleichtern.

[0024] Dieses Wendeln des elektrischen Heizelements wird vorzugsweise bereits vor dem Einführen in den ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels ausgeführt.

[0025] Besonders effektiv kann das Befüllen des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels mit dem elektrisch isolierenden Material erleichtert werden, wenn das elektrische Heizelement so gewendelt wird, dass der Endabschnitt des elektrischen Heizelements einen kleineren Wendeldurchmesser aufweist als der Abschnitt des elektrischen Heizelements, der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich liegt, eine Wendelachse aufweist, die relativ zur Wendelachse des Abschnitts des elektrischen Heizelements, der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich liegt, versetzt verläuft.

[0026] Es kann in manchen Fällen auch vorteilhaft sein, wenn im ersten Verfahrensabschnitt nach dem Verdichten ein anschlussseitiger Abschnitt des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels und die sich radial nach innen an diesen anschließende Schicht elektrisch isolierenden Materials abgestochen wird. Wie bereits erwähnt, werden als Konsequenz der erfindungsgemäßen Herstellungsweise der erste Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels und der zweite Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels unterschiedlichen Verdichtungsprozessen unterworfen.

[0027] Durch das nachträgliche Abstechen eines anschlussseitigen Abschnitts des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels und der sich radial nach innen an diesen anschließenden Schicht elektrisch isolierenden Materials kann insbesondere ein letztlich dann im zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angeordneter Abschnitt des Übergangsbereichs mit den Verdichtungsparametern, die auf den ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angewendet werden vorverdichtet und dann mit den Verdichtungsparametern, die auf den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angewendet werden, nachverdichtet werden, was insbesondere für die Qualität des elektrischen Kontakts zwischen Anschlussdraht, Anschlusshülse, Anschlussbolzen und Endabschnitt des elektrischen Heizelements positive Auswirkungen haben kann. Zudem kann das Abstechen auch dazu beitragen, eine homogenere Grenzfläche bzw. einen homogenen Übergang zwischen dem elektrisch isolierenden Material im ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels und dem elektrisch isolierenden Material im zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels zu schaffen.

[0028] Vorteilhafterweise erfolgt insbesondere nachdem durch ein solches Abstechen ein Abschnitt des elektrischen Heizelements oder eines Anschlussdrahts oder Anschlussbolzens freigelegt wurde ein Reinigungsschritt, bei dem Isolierstoffrückstände beispielsweise durch Bürsten, Polieren und/oder Ultraschallbehandlung entfernt werden, um so die Qualität des elektrischen Kontakts zu verbessern.

[0029] Eine weitere Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass der zweite Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels mit einem lichten Querschnitt, der die Außenkontur des ihm zugewandten Endabschnitts des ersten Teils des mehrteiligen Metallmantels zumindest nach dem Verdichten im ersten Verfahrensabschnitt aufnehmen kann, auf diesen Endabschnitt des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels aufgeschoben wird und dort befestigt wird. Auf diese Weise wird besonders effektiv eine etwaige Lücke zwischen dem ersten und dem zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels vermieden. Zudem erleichtert ein größerer lichter Querschnitt das Befüllen mit elektrisch isolierendem Material insbesondere in dem Bereich mit diesem Querschnitt.

[0030] Bei der zuletzt beschriebenen Weiterbildung ist besonders zweckmäßig, wenn der zweite Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels beim Verdichten im zweiten Verfahrensabschnitt durch Verpressen mit dem ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels verbunden wird.

[0031] Vorteilhafterweise wird die zweite Verdichtung, wenn sie vorgesehen ist, so ausgeführt, dass durch den entstehenden axialen Pressdruck ein nahezu homogener Übergangsbereich zwischen dem elektrisch isolierenden Material in Bereichen, die der ersten Verdichtung unterworfen wurden und in Bereichen, die der zweiten Verdichtung unterworfen wurden entsteht.

[0032] Für Anwendungen, bei denen es wichtig ist, dass die elektrische Heizvorrichtung über ihre gesamte Länge hinweg eine konstante Außenkontur aufweist, kann der Querschnitt des zweiten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels beim Verdichten im zweiten Verfahrensabschnitt an den Querschnitt des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angepasst werden.

[0033] Besonders effektiv kann ein unbeheizter Anschlussbereich gestaltet werden, wenn im zweiten Verfahrensabschnitt vor dem Einbringen des elektrisch isolierenden Materials ein Teil des elektrischen Heizelements mit daran angeordnetem Anschlussdraht und/oder daran angeordneter Anschlusshülse von der einen Seite in den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingeführt wird und ein Anschlussbolzen mit einer Öffnung zum Aufnehmen dieses Teils des elektrischen Heizelements mit daran angeordnetem Anschlussdraht von der gegenüberliegenden Seite in den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingeführt und mit der Öffnung auf diese Teil des elektrischen Heizelements aufgeschoben wird.

[0034] Darüber hinaus kann mit dem Verfahren in vielen Fällen, in denen bislang eine Hochtemperaturbehandlung notwendig war, die insbesondere die Verwendung von Anschlussdrähten und/oder Anschlussbolzen aus Kupfer verhin- dert hat, dieser Werkstoff verwendbar werden, wenn mindestens ein Verfahrensschritt, bei dem das Zwischenprodukt, an dem dieser Verfahrensschritt vorgenommen wird einer thermischen Belastung ausgesetzt wird durchgeführt wird und wenn mindestens der Verfahrensschritt, bei dem die höchste thermische Belastung erfolgt, vor dem Beginn der zweiten Verfahrensabschnitt ausgeführt wird.

[0035] Das elektrisch isolierende Material, das in den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels ein- gebracht wird, kann auch also Formteil eingebracht werden. Insbesondere dort kann es auch zweckmäßig sein, das elektrisch isolierende Material zu imprägnieren.

[0036] Es ist aber auch möglich, den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels dadurch zu erhalten, dass Stangenmaterial einer Durchführung, die einen elektrisch von einem Außenrohr aus Metall isolierten Innenleiter aufweist, in einer gewünschten Länge bereitgestellt wird. Dies ermöglicht es, auf einfache und kostengünstige Weise die Länge der unbeheizten Abschnitte, die jeweils benötigt werden, frei an die jeweilige Anwendung anzupassen und kann zu einer besonders kostengünstigen, vollautomatisierten Herstellung dieser unbeheizten Abschnitte beitragen.

[0037] Insbesondere ein Innenleiter dieser Durchführung, aber auch ein anderer Innenleiter eines anders ausgeführten zweiten Teils kann auf der dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels zugewandten Seite spanend bearbeitet, mit einer Ringnut versehen oder angebohrt werden, um den elektrischen Kontakt zum Innenleiter des ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels, also dem elektrischen Heizelement, direkt oder über dessen Anschlussdrähte, bereitzu- stellen, die dann z.B. in die Bohrung eingeführt und -beispielsweise durch eine Sechskantpressung- presskontaktiert werden können. Es können aber auch Gewinde in eine solche Bohrung und einen Anschlussdraht oder Anschlussbolzen des ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels eingebracht werden.

[0038] Um den Kontakt zu einer elektrischen Versorgungsleitung herzustellen, kann auf der von dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels abgewandten Seite des zweiten Teils der rohrförmigen Metallmantels ein diesem Anschluss zugewandter Abschnitt gemeinsam mit der sich radial nach innen an diesen Abschnitt des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels anschließenden Schicht elektrisch isolierenden Materials abgestochen werden.

[0039] Vorteilhafterweise erfolgt auch hier anschließend ein Reinigungsschritt, bei dem Isolierstoffrückstände bei- spielsweise durch Bürsten, Polieren und/oder Ultraschallbehandlung entfernt werden, um so die Qualität des elektrischen Kontakts zu verbessern.

[0040] Alternativ dazu kann aber auch ein vom rohrförmigen Metallmantel umgebener Innenleiter des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels auf der dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels zugewandten Seite angebohrt werden, um einen elektrischen Kontakt für den Anschluss der Versorgungsleitung in die Bohrung einzuführen und -beispielsweise durch eine Sechskantpressung- presskontaktiert werden können.

[0041] Die Verbindung zwischen dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels und dem zweiten Teil des rohrförmigen Metallmantels kann durch Verschweißen oder Verlöten auf Stoß hergestellt werden.

[0042] Vorteilhafter ist es aber, einerseits weil dadurch eine Beeinflussung des Schweiß- oder Lötprozesses durch Isoliermaterial, insbesondere MgO, vermieden wird, andererseits aber auch wenn das Eindringen von Feuchtigkeit möglichst effektiv verhindert werden soll, wenn beim Herstellen dieser Verbindung ein Ring auf den Übergangsbereich zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil des rohrförmigen Metallmantels aufgeschoben und dieser dann beidseitig verschweißt oder verlötet wird.

[0043] Eine weitere Variante zur Herstellung dieser Verbindung sieht vor, dass die Endabschnitte des ersten Teils

des rohrförmigen Metallmantels und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels jeweils spanabhebend so bearbeitet sind, dass sie einander passgenau übergreifen und dann miteinander verschweißt oder verlötet sind. Wenn dabei der von außen geschwächte Endabschnitt des ersten oder zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels länger ist als der diesen übergreifende Endabschnitt des zweiten oder ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels, kann zudem erreicht werden, dass eine Schweiß- oder Lotnaht, die über den Außendurchmesser des rohrförmigen Metallmantels hinausragt, vermieden wird.

[0044] Die erfindungsgemäße elektrische Heizvorrichtung ist insbesondere nach einem Verfahren gemäß eines der Ansprüche 1 bis 8 herstellbar, muss aber nicht zwingend nach einem solchen Verfahren hergestellt sein.

[0045] Sie umfasst insbesondere ein elektrisches Heizelement, das im Inneren eines mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels, der einen ersten Teil und einen zweiten Teil aufweist, in einem elektrisch isolierendes Material elektrisch isoliert, insbesondere eingebettet, angeordnet ist. Dabei weist die elektrische Heizvorrichtung innerhalb mehrteiligen des rohrförmigen Metallmantels

- an mindestens einem Ende einen unbeheizten Bereich auf, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung der elektrische Strom zumindest auch durch mindestens einen Anschlussdraht und/oder mindestens eine Anschluss-
hülse und/oder mindestens einen Anschlussbolzen fließt, wobei der mindestens eine Anschlussdraht und/oder die
mindestens eine Anschluss-
hülse und/oder der mindestens einen Anschlussbolzen in elektrischem Kontakt mit dem elektrischen Heizelement steht, und
- einen beheizten Bereich auf, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung der elektrische Strom lediglich durch einen in dem beheizten Bereich verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements fließt, wobei der beheizte Bereich im ersten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angeordnet ist und der unbeheizte Bereich im zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angeordnet ist.

[0046] Durch das Aufteilen des rohrförmigen Metallmantels in mehrere Teile können die Verdichtungsprozesse für die einzelnen Teile der elektrischen Heizvorrichtung jeweils optimiert durchgeführt werden. Gleichzeitig wird durch diese Maßnahme das jeweilige Befüllen mit dem elektrisch isolierenden Material deutlich vereinfacht.

[0047] Vorzugsweise wird ein Teil des unbeheizten Bereichs durch einen unbeheizten Übergangsbereich gebildet, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung der elektrische Strom gleichzeitig sowohl durch den mindestens einen Anschlussdraht und/oder Anschlussbolzen als auch durch einen in dem unbeheizten Übergangsbereich verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements fließt, der in elektrischem Kontakt mit dem Anschlussdraht und/oder Anschlussbolzen steht.

[0048] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung steht ein Anschlussdraht in einer elektrisch leitenden Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements, der insbesondere in einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements eingeführt sein kann.

[0049] Alternativ oder zusätzlich kann eine Metallhülse als Anschluss-
hülse in einer elektrisch leitenden Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements stehen und insbesondere durch Aufschieben, Auflöten oder Aufschweißen der Anschluss-
hülse auf einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') aufgebracht sein.

[0050] In beiden beschriebenen Fällen ist möglicherweise ein (typischerweise kleiner) Teil des Übergangsbereichs auch innerhalb des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels vorhanden, was sich als vorteilhaft für die Prozesssicherheit, insbesondere im Hinblick auf die elektrische Kontaktierung des elektrischen Heizelements, erwiesen hat. Der Übergangsbereich muss sich aber zwingend in den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels hinein erstrecken.

[0051] Das Befüllen mit dem elektrisch isolierenden Material kann dadurch vereinfacht werden, dass das elektrische Heizelement derart gewandelt ist, dass ein Endabschnitt des elektrischen Heizelements einen kleineren Wendeldurchmesser aufweist als ein Abschnitt des elektrischen Heizelements, der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich liegt.

[0052] Besonders stark ist dieser Effekt, wenn dabei das elektrische Heizelement so gewandelt wird, dass der Endabschnitt des elektrischen Heizelements, der einen kleineren Wendeldurchmesser aufweist als der Abschnitt des elektrischen Heizelements, der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich liegt, eine Wendelachse aufweist, die relativ zur Wendelachse des Abschnitt des elektrischen Heizelements, der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich liegt, versetzt verläuft.

[0053] Der Dichtigkeit des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels ist es zuträglich, wenn der zweite Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels mit einem lichten Querschnitt, der die Außenkontur des ihm zugewandten Endabschnitts des ersten Teils des mehrteiligen Metallmantels zumindest nach dem Verdichten im ersten Verfahrensabschnitt aufnehmen kann, auf diesen Endabschnitt des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels aufgeschoben und dort befestigt ist.

[0054] Dabei kann der Querschnitt des zweiten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels durch Verdichten

im zweiten Verfahrensabschnitt an den Querschnitt des ersten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels angepasst sein.

[0055] Eine besonders effektive Gestaltung des unbeheizten Bereichs sieht vor, dass ein Teil des elektrischen Heizelements mit daran angeordnetem Anschlussdraht und/oder daran angeordneter Anschlusshülse von der einen Seite in den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingeführt ist und ein Anschlussbolzen mit einer Öffnung zum Aufnehmen dieses Teils des elektrischen Heizelements mit an dem Teil des elektrischen Heizelements angeordnetem Anschlussdraht und/oder daran angeordneter Anschlusshülse von der gegenüberliegenden Seite in den zweiten Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingeführt und mit der Öffnung auf diese Teil des elektrischen Heizelements aufgeschoben ist.

[0056] Besonders bevorzugt ist es, wenn der zweite Teil des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels aus Stangenmaterial einer Durchführung, die einen elektrisch von einem Außenrohr aus Metall isolierten Innenleiter aufweist, gebildet ist. Dies ermöglicht es, auf einfache und kostengünstige Weise die Länge der unbeheizten Abschnitte, die jeweils benötigt werden, frei an die jeweilige Anwendung anzupassen und kann zu einer besonders kostengünstigen, vollautomatisierten Herstellung dieser unbeheizten Abschnitte beitragen.

[0057] Insbesondere ein Innenleiter dieser Durchführung, aber auch ein anderer Innenleiter eines zweiten Teils kann auf der dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels zugewandten Seite spanend bearbeitet, mit einer Ringnut versehen oder angebohrt sein, um den elektrischen Kontakt zum Innenleiter des ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels, also dem elektrischen Heizelement, direkt oder über dessen Anschlussdrähte, bereitzustellen, die dann z.B. in die Bohrung eingeführt und - beispielsweise durch eine Sechskantpressung - presskontaktiert sind. Es können aber auch Gewinde in eine solche Bohrung und einen Anschlussdraht oder Anschlussbolzen des ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels eingebracht sein.

[0058] Um den Kontakt zu einer elektrischen Versorgungsleitung herzustellen, kann auf der von dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels abgewandten Seite des zweiten Teils der rohrförmigen Metallmantels ein diesem Anschluss zugewandter Abschnitt gemeinsam mit der sich radial nach innen an diesen Abschnitt des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels anschließenden Schicht elektrisch isolierenden Materials abgestochen sein.

[0059] Alternativ dazu kann aber auch ein vom rohrförmigen Metallmantel umgebener Innenleiter des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels auf der dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels zugewandten Seite angebohrt und mit einem in die Bohrung eingeführten und verpressten elektrischen Kontakt für den Anschluss der Versorgungsleitung versehen sein.

[0060] Die Verbindung zwischen dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels und dem zweiten Teil des rohrförmigen Metallmantels kann durch Verschweißen oder Verlöten auf Stoß hergestellt werden.

[0061] Vorteilhafter ist es aber, einerseits weil dadurch eine Beeinflussung des Schweiß- oder Lötprozesses durch Isoliermaterial, insbesondere MgO, vermieden wird, andererseits aber auch wenn das Eindringen von Feuchtigkeit möglichst effektiv verhindert werden soll, wenn ein Ring auf den Übergangsbereich zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil des rohrförmigen Metallmantels aufgeschoben und beidseitig verschweißt oder verlötet ist.

[0062] Eine weitere Variante zur Herstellung dieser Verbindung sieht vor, dass die Endabschnitte des ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels jeweils spanabhebend so bearbeitet sind, dass sie einander passgenau übergreifen und dann miteinander verschweißt oder verlötet sind. Wenn dabei der von außen geschwächte Endabschnitt des ersten oder zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels länger ist als der diesen übergreifende Endabschnitt des zweiten oder ersten Teils des rohrförmigen Metallmantels, kann zudem erreicht werden, dass eine Schweiß- oder Lotnaht, die über den Außendurchmesser des rohrförmigen Metallmantels hinausragt, vermieden wird.

[0063] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren, welche Ausführungsbeispiele darstellen, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1a: eine Ansicht einer Hälfte eines Ausführungsbeispiels einer elektrischen Heizvorrichtung,

Fig. 1b: einen Längsschnitt durch die Darstellung der Figur 1a,

Fig. 1c: eine erste Detailvergrößerung aus Figur 1b,

Fig. 1d: eine zweite Detailvergrößerung aus Figur 1b,

Fig. 2: einen Abschnitt eines ersten Zwischenstadiums bei der Durchführung eines ersten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,

Fig. 3: einen Abschnitt eines zweiten Zwischenstadiums bei der Durchführung des ersten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,

- Fig. 4: einen Abschnitt eines dritten Zwischenstadiums bei der Durchführung des ersten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,
- 5 Fig. 5: einen Abschnitt eines vierten Zwischenstadiums bei der Durchführung des ersten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung, das das nach dem ersten Verfahrensabschnitt erhaltene Zwischenprodukt zeigt,
- 10 Fig. 6: einen Abschnitt eines fünften Zwischenstadiums bei der Durchführung des ersten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,
- Fig. 7a: eine erste Gestaltung eines Endabschnitts des elektrischen Heizelements,
- Fig. 7b: eine zweite Gestaltung eines Endabschnitts des elektrischen Heizelements,
- 15 Fig. 7c: eine dritte Gestaltung eines Endabschnitts des elektrischen Heizelements,
- Fig. 8a: eine erste Gestaltung eines unbeheizten Übergangsbereichs,
- 20 Fig. 8b: eine zweite Gestaltung eines unbeheizten Übergangsbereichs,
- Fig. 8c: eine dritte Gestaltung eines unbeheizten Übergangsbereichs.
- 25 Fig. 9a: eine Ansicht eines Abschnitts eines zweiten Ausführungsbeispiels einer elektrischen Heizvorrichtung vor dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- Fig. 9b: einen Längsschnitt durch die Darstellung der Figur 9a,
- 30 Fig. 9c: eine Ansicht des Längsschnitts aus Figur 9b nach dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- Fig. 9d: eine Ansicht des Längsschnitts aus Figur 9c nach einem lokalen Verpressen,
- Fig. 9e: eine Ausschnittsvergrößerung aus Figur 9c,
- 35 Fig. 9f: eine Ausschnittsvergrößerung aus Figur 9d,
- Fig. 10a: eine erste Variante des Ausführungsbeispiels aus Figur 9a-f vor dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- 40 Fig. 10b: die erste Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 10a nach dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- Fig. 11: eine zweite Variante des Ausführungsbeispiels aus Figur 9a-f nach dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- 45 Fig. 12: eine dritte Variante des Ausführungsbeispiels aus Figur 9a-f nach dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- 50 Fig. 13a: einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels einer elektrischen Heizvorrichtung vor dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- Fig. 13b: eine Ansicht des Längsschnitts aus Figur 13a nach dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels,
- 55 Fig. 13c: eine Ansicht des Längsschnitts aus Figur 13b nach einem lokalen Verpressen,
- Fig. 14: einen Abschnitt eines ersten Zwischenstadiums bei der Durchführung eines zweiten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,

- Fig. 15a: einen Abschnitt eines zweiten Zwischenstadiums bei der Durchführung des zweiten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung in einer ersten Variante,
- Fig. 15b: den Abschnitt aus Fig. 15a in einer zweiten Variante,
- Fig. 16: einen Abschnitt eines dritten Zwischenstadiums bei der Durchführung des zweiten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung in der ersten Variante,
- Fig. 17a: einen Abschnitt eines vierten Zwischenstadiums bei der Durchführung des zweiten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung in der ersten Variante,
- Fig. 17b: den Abschnitt aus Fig. 17a in der zweiten Variante,
- Fig. 18: einen Abschnitt eines ersten Zwischenstadiums bei der Durchführung eines dritten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,
- Fig. 19: einen Abschnitt eines zweiten Zwischenstadiums bei der Durchführung des dritten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung,
- Fig. 20: einen Abschnitt eines dritten Zwischenstadiums bei der Durchführung des dritten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung, und
- Fig. 21: einen Abschnitt eines vierten Zwischenstadiums bei der Durchführung des dritten Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung.

[0064] Figur 1a zeigt eine Hälfte eines Ausführungsbeispiels einer elektrischen Heizvorrichtung 10, deren zweite Hälfte symmetrisch zur ersten Hälfte sein kann und Figur 1b einen Längsschnitt dieser Hälfte, der allerdings leicht von der Mittelebene versetzt ist. Die elektrische Heizvorrichtung 10 weist einen mehrteiligen rohrförmigen Metallmantel 11 mit einem ersten Teil 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 und einem zweiten Teil 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 auf, der einen größeren lichten Querschnitt als der erste Teil 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels hat, diesen abschnittsweise übergreift und mit ihm verbunden ist, wie insbesondere die Detaildarstellung der Figur 1d verdeutlicht.

[0065] Im Inneren des ersten Teils 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 befindet sich der beheizte Bereich B, der durch den Abschnitt eines elektrischen Heizelements 12 gebildet wird, in dem nur dieses im Betrieb vom elektrischen Strom durchflossen wird. Ein hier transparent dargestelltes elektrisch isolierendes Material 16 stellt dabei die elektrische Isolation zum mehrteiligen rohrförmigen Metallmantel 11 sicher.

[0066] Im Inneren des zweiten Teils 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 ist endseitig ein unbeheizter Bereich U vorhanden, der einen unbeheizten Übergangsbereich Ü1 umfasst. Der unbeheizte Übergangsbereich Ü1 wird dabei von einem Abschnitt 12.1 des elektrischen Heizelements 12 gebildet, der enger gewandelt ist als das elektrische Heizelement 12 im beheizten Bereich, in den ein Anschlussdraht 13 eingeschoben ist und auf den eine Anschlusshülse 14 aufgeschoben ist, die ihrerseits in eine Öffnung 15.1 eines Anschlussbolzens 15 aufgenommen ist, dessen massiver Endabschnitt im unbeheizten Bereich U liegt. Dieser Aufbau ist z.B. der Zusammenschau der Figuren 1a und 1c gut zu entnehmen. Wie man den Figuren 8a bis 8c entnimmt, kann aber nicht nur die oben beschriebene, in Figur 8c dargestellte Konfiguration mit Anschlussdraht und Anschlusshülse verwendet werden, sondern es kann auch optional der Anschlussdraht 13, wie in Figur 8b gezeigt, oder die Anschlusshülse 14, wie in Figur 8a gezeigt, weggelassen werden.

[0067] Dementsprechend fließt in dem unbeheizten Bereich U bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung 10 der elektrische Strom zumindest auch durch mindestens einen Anschlussdraht 13, eine Anschlusshülse 14 und/oder einen Anschlussbolzen 15, der in elektrischem Kontakt mit dem elektrischen Heizelement 12 steht, und der unbeheizte Bereich U weist auch einen unbeheizten Übergangsbereich Ü1, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung 10 der elektrische Strom gleichzeitig sowohl durch den mindestens einen Anschlussdraht 13, die mindestens eine Anschlusshülse 14 und/oder den mindestens einen Anschlussbolzen 15 als auch durch einen in dem unbeheizten Übergangsbereich Ü1 verlaufenden Abschnitt 12.1 des elektrischen Heizelements 12, der in elektrischem Kontakt mit dem Anschlussdraht 13 und/oder Anschlussbolzen steht und einen kleineren Wendeldurchmesser hat, auf. Der unbeheizte Übergangsbereich erstreckt sich bin in den ersten Teil 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 hinein.

[0068] Auch im Inneren des zweiten Teils 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 ist ein transparent dargestelltes elektrisch isolierendes Material 17 angeordnet, das die Isolation zum mehrteiligen rohrförmigen Metallmantel 11 sicherstellt. Ein Stopfen 18 verschließt stirnseitig den zweiten Teil 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11. Der erste Teil 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 mit den darin angeordneten Kom-

ponenten der elektrischen Heizvorrichtung 10 und der zweite Teil 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 mit den darin angeordneten Komponenten der elektrischen Heizvorrichtung 11 sind in diesem Beispiel jeweils verdichtet, aber auf unterschiedliche Weise, insbesondere unterschiedlich stark, bevorzugt mit einer schwächeren Verdichtung des zweiten Teils 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11. Der Erfindung unterfallen aber auch Ausführungsformen, bei denen der zweite Teil 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 mit den darin angeordneten Komponenten nicht mehr verdichtet wird.

[0069] Ein Verfahren zur Herstellung einer solchen elektrischen Heizvorrichtung wird nun beschrieben, wobei einzelne Zwischenstadien in den Figuren 2 bis 6 dargestellt sind.

[0070] Zunächst wird, wie in Figur 2 gezeigt ist, ein gewendelttes elektrisches Heizelement 12 bereitgestellt, das in diesem Ausführungsbeispiel einen mit einem kleineren Wendeldurchmesser gewendelten Endabschnitt 12.1 aufweist, in den endseitig ein Anschlussdraht 13, z.B. aus Cu oder Ni, eingeschoben ist und das in der Figur 7a noch einmal im Querschnitt gezeigt ist.

[0071] Andere Varianten von elektrischen Heizelementen 12' bzw. 12" kann man den Figuren 7b und 7c entnehmen, die insbesondere veranschaulichen, dass das elektrische Heizelement 12' sich nicht zwingend endseitig verjüngen muss oder dass das elektrische Heizelement 12" einen endseitigen Abschnitt 12.1" aufweist, der einen geringeren Wendeldurchmesser aufweist und um eine andere Wendelachse W2 gewandelt ist als die Wendelachse W1, um die die Wendeln mit größerem Wendeldurchmesser gewandelt sind, die bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung im beheizten Bereich b liegen; genauer gesagt um eine zur Wendelachse W1 parallel versetzte Wendelachse W2.

[0072] Ausgehend von dem in Figur 2 gezeigten Zwischenstadium wird nun eine dünnwandige, elektrisch leitende Anschlusshülse 14 auf den endseitigen Abschnitt 12.1 des elektrischen Heizelements 12 aufgeschoben, was zum in Figur 3 gezeigten Zwischenstadium führt.

[0073] Das so vorbereitete elektrische Heizelement 12 mit Anschlussdraht 13 und Anschlusshülse 14 wird nun in den ersten Teil 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 eingeschoben. Elektrisch isolierendes Material 16 in wird in Form eines Pulvers oder Granulats eingestreut und die Anordnung Verdichtet, was zum Zwischenstadium gemäß Figur 4 führt, das bereits einen "fertigen" elektrischen Rohrheizkörper konventioneller Bauart darstellt, bei dem -anders als bei bekannten Rohrheizkörpern- die stirnseitig aus dem rohrförmigen Metallmantel herausragende Anschlüsse der elektrischen Heizvorrichtung durch einen Abschnitt des elektrischen Heizelements mit daran angeordnetem Anschlussdraht und/oder daran angeordneter Anschlusshülse gebildet sind, und somit bei der vollständig fertiggestellten erfindungsgemäßen elektrischen Heizvorrichtung den unbeheizten Übergangsabschnitt bilden.

[0074] Als nächstes wird ein endseitiger Teil des ersten Teils 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 gemeinsam mit dem elektrisch isolierenden Material 16 abgestochen. Der Grund dafür liegt insbesondere darin, dass beim Verdichtungsprozess des ersten Teils 11.1 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 mit höheren Drücken gearbeitet werden kann, was zu einer wünschenswerten innigen Presskontaktierung des verpressten Abschnitts 12.1 des elektrischen Heizelements 12 mit dem Anschlussdraht 13 und der Anschlusshülse 14 führt. Dementsprechend kann es sinnvoll sein diese Verpressung zunächst in einem längeren Abschnitt vorzunehmen, sofern trotzdem noch eine hinreichend gute Befüllbarkeit mit dem elektrisch isolierenden Material 16 gegeben ist. Dies ist auch der Grund, warum nicht einfach der gesamte Abschnitt 12.1 des elektrischen Heizelements 12 zunächst mit eingebettet und verpresst wird; in diesem Fall würde die Verbesserung der Befüllbarkeit mit dem elektrisch isolierenden Material 16 weitgehend wieder zunichte gemacht.

[0075] Um von dem Zwischenstadium der Figur 5 zum Zwischenstadium der Figur 6 zu gelangen, wird der Anschlussbolzen 15 mit seiner Öffnung 15.1 auf die Anordnung aus Abschnitt 12.1 des elektrischen Heizelements 12 mit eingeschobenem Anschlussdraht 13 und aufgeschobener Anschlusshülse 14 aufgeschoben.

[0076] Die in Figuren 1a bis 1d gezeigte fertige elektrische Heizvorrichtung 1 erhält man aus dem Zwischenstadium gemäß Figur 6 dadurch, dass der zweite Teil 11.2 des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels 11 aufgeschoben wird, bis er mit dem ersten Teil 11.1 des mehrteiligen Metallmantels 11 überlappt und an diesem befestigt wird und dieser Teil dann mit elektrisch isolierendem Material 17 gefüllt, mit dem Stopfen 18 verschlossen und bevorzugt angemessen verdichtet wird.

[0077] Die Figuren 9a bis 9f zeigen unterschiedliche Ansichten eines Abschnitts eines zweiten Ausführungsbeispiels einer elektrischen Heizvorrichtung 100 mit mehrteiligem rohrförmigen Metallmantel 101. Der nicht dargestellte Abschnitt ist im Wesentlichen identisch aufgebaut.

[0078] Dabei zeigen die Figuren 9a und 9b die elektrische Heizvorrichtung 100 in einem ersten Zwischenstadium ihrer Herstellung vor dem Zusammenfügen des ersten Teils 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 und des zweiten Teils 121 des rohrförmigen Metallmantels 101.

[0079] Der erste Teil 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 ist hier Bestandteil einer in bekannter Weise hergestellten elektrischen Heizvorrichtung 110, in dessen Innenraum ein elektrisches Heizelement 112 in Gestalt eines gewendelten Widerstandsdrahts angeordnet ist, das über elektrisch isolierendes Material 116 von dem ersten Teil 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 isoliert ist. Zum Anschluss des elektrischen Heizelements 112 ist ein Anschlussdraht 113, der aus dem elektrischen Heizelement 112 stirnseitig herausragt, in die endständigen Wendeln des elektrischen Heizele-

ments 112 eingeschoben und in diesem Beispiel an dem Schweißpunkt 114 mit ihm verbunden. Der eingeschobene Abschnitt des Anschlussdrahts 113 definiert so einen unbeheizten Übergangsbereich Ü1, und der Abschnitt des Anschlussdrahts 113, der innerhalb des ersten Teils 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 verläuft, bildet einen ersten Teil U1 des unbeheizten Bereichs U der elektrischen Heizvorrichtung 100.

[0080] Der zweite Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 ist Bestandteil des zweiten Teils U2 des unbeheizten Bereichs U der elektrischen Heizvorrichtung 100. Der zweite Teil U2 des unbeheizten Bereichs U ist in diesem Beispiel aus einem Abschnitt einer Durchführung 120 hergestellt, deren äußerer Metallmantel als zweite Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 der elektrischen Heizvorrichtung 100 dient, wobei in dessen Innenraum ein Innenleiter 122 angeordnet ist, der durch ein elektrisch isolierendes Material 125 vom äußeren Metallmantel der Durchführung 120 elektrisch isoliert ist. Der Innenleiter kann vorzugsweise aus Nickel oder Kupfer gefertigt sein. Angemerkt sei, dass unter einer solche Durchführung auch mineralisiertes Kabel verstanden werden können.

[0081] Die Durchführung 120, die in diesem Beispiel aus einem Stangen- oder Endlosmaterial gefertigt ist, wurde dazu auf der Länge von diesem Stangen- oder Endlosmaterial abgetrennt, die der Summe aus der gewünschten Länge des zweiten Teils U2 des unbeheizten Bereichs und der gewünschten Länge A eines Anschlusses der elektrischen Heizvorrichtung 100 entspricht. Ferner wurden in die dem ersten Teil 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 zugewandte Stirnseite des Innenleiters 122 eine Bohrung 123 zur Aufnahme des die Stirnseite des ersten Teils 111 des rohrförmigen Metallmantels überragenden Abschnitts des Anschlussdrahts 113 eingebracht und auf der gegenüberliegenden Seite zur Bildung des Anschlusses der Länge A auf dieser Länge der äußere Metallmantel der Durchführung 120 und das elektrisch isolierende Material 125 abgestochen und vorzugsweise die Oberfläche des Innenleiters 122 gereinigt, z.B. durch Bürsten, Polieren oder Ultraschall. Dabei spielt die Reihenfolge, in der diese Schritte ausgeführt werden, keine Rolle.

[0082] Figur 9c zeigt eine Ansicht des Längsschnitts aus Figur 9b nach dem Zusammenfügen des ersten Teils 111 und des zweiten Teils 121 des rohrförmigen Metallmantels 101. Dabei wurden der erste Teil 111 und der zweite Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 stirnseitig aneinander positioniert und an der Verbindungsstelle 131 verschweißt oder verlötet.

[0083] Vorzugsweise wird an der elektrischen Heizvorrichtung 100, wie sie in Figur 9c gezeigt ist, ein weiterer Bearbeitungsschritt vorgenommen, dessen Ergebnis in Figur 9d und Figur 9f deutlich wird: eine weitere Verdichtung, die auch als lokales Verpressen oder Nachverdichten bezeichnet werden kann, im Bereich der zweiten Teils 121 des rohrförmigen Metallmantels, vorzugsweise in dem Bereich, in dem sich die Bohrung 123 mit darin angeordnetem Abschnitt des Anschlussdrahts 113 befindet, aber beabstandet von der Verbindungsstelle 131. Dieser Bearbeitungsschritt kann konkret beispielsweise als eine Sechskantverdichtung, insbesondere durch Hämmern, ausgeführt werden und bringt zwei Vorteile mit sich:

Der erste Vorteil besteht darin, dass der elektrische Kontakt zwischen dem Anschlussdraht 113 und dem Innenleiter 122 durch eine Presskontaktierung verbessert wird.

[0084] Der zweite Vorteil, der insbesondere beim Vergleich der Ausschnittsvergrößerungen der Figuren 9e und 9f miteinander deutlich wird, besteht darin, dass durch den entstehenden axialen Pressdruck ein nahezu homogener Übergangsbereich zwischen dem elektrisch isolierenden Material 115 und dem elektrisch isolierenden Material 125 entsteht und insbesondere Hohlräume 132 und Ausbrechungen an den aneinandergefügt Stirnseiten gefüllt werden.

[0085] In einer ersten Variante der elektrischen Heizvorrichtung 100, die in den Figuren 10a und 10b gezeigt ist, ist der einzige Unterschied, dass der Anschlussdraht 113 ein Gewinde 113a und die Bohrung 123 ein eingeschnittenes Gegengewinde 123a aufweisen. Dementsprechend erfolgt eine Verbindung durch Einschrauben, ehe der erste Teil 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 und der zweite Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 miteinander verschweißt oder verlötet werden. Der gesamte sonstige Aufbau ist identisch, weshalb auch identische Bezugszeichen verwendet werden.

[0086] In einer zweiten Variante der elektrischen Heizvorrichtung 100, die in der Figur 11 dargestellt ist, ist der einzige Unterschied zu der in Figur 9c gezeigten Darstellung, dass der Endbereich 111a des ersten Teils 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 an dessen dem zweiten Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 zugewandter Seite durch materialabhebende Bearbeitung an seiner Außenseite geschwächt ist, während der Endbereich 121a des zweiten Teils 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 an dessen dem ersten Teil 111 des rohrförmigen Metallmantels 101 zugewandter Seite durch materialabhebende Bearbeitung an seiner Innenseite geschwächt ist, so dass ein Abschnitt der Endbereiche 111a und 121a einander überlappen. Dies führt zu einem verbesserten Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit.

[0087] Ferner ist der Endbereich 111a länger als der Endbereich 121a ausgeführt, was dazu führt, dass die die Verbindung fixierende Schweiß- oder Lötnaht in einer Vertiefung angeordnet ist und den Durchmesser der elektrischen Heizvorrichtung nicht erhöht. Der gesamte sonstige Aufbau ist identisch, weshalb auch identische Bezugszeichen verwendet werden.

[0088] In einer dritten Variante der elektrischen Heizvorrichtung 100, die in der Figur 12 dargestellt ist, ist der einzige Unterschied zu der in Figur 9d gezeigten Darstellung, dass die Verbindung zwischen dem ersten Teil 111 des rohrförmigen

Metallmantels 101 und dem zweiten Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 durch das Aufschieben eines Rings 133 und Verschweißen oder Verlöten des Rings 133 an seinem einen Rand mit dem zweiten Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101 und an seinem anderen Rand an dem ersten Teil 121 des rohrförmigen Metallmantels 101. Auch dies führt zu einem verbesserten Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit.

[0089] Die Figuren 13a bis 13c zeigen jeweils einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels einer elektrischen Heizvorrichtung 200, wobei die Figur 13a den Zustand vor dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels zeigt, die Figur 13b den Zustand nach dem Zusammenfügen des ersten und des zweiten Teils des rohrförmigen Metallmantels zeigt und Fig. 13c nach einem weiteren lokalen Verdichtungsschritt, z.B. Hämmern in Sechskantform, ist.

[0090] Der erste Teil 211 des rohrförmigen Metallmantels 201 ist wie bei der elektrischen Heizvorrichtung 100 Bestandteil einer in bekannter Weise hergestellten elektrischen Heizvorrichtung 210, mit im Innenraum angeordnetem elektrischen Heizelement 212 in Gestalt eines gewendelten Widerstandsdrahts, das über elektrisch isolierendes Material 216 von dem ersten Teil 211 des rohrförmigen Metallmantels 201 isoliert ist. Zum Anschluss des elektrischen Heizelements 212 ist ein Anschlussdraht 213, der aus dem elektrischen Heizelement 212 stirnseitig herausragt, in die endständigen Wendeln des elektrischen Heizelements 212 eingeschoben und in diesem Beispiel an dem Schweißpunkt 214 mit ihm verbunden. Der eingeschobene Abschnitt des Anschlussdrahts 213 definiert so einen unbeheizten Übergangsbereich Ü1, und der Abschnitt des Anschlussdrahts 213, der innerhalb des ersten Teils 211 des rohrförmigen Metallmantels 201 verläuft, bildet einen ersten Teil U1 des unbeheizten Bereichs U der elektrischen Heizvorrichtung 200.

[0091] Der zweite Teil 221 des rohrförmigen Metallmantels 201 ist Bestandteil des zweiten Teils U2 des unbeheizten Bereichs U der elektrischen Heizvorrichtung 200. Der zweite Teil U2 des unbeheizten Bereichs U ist auch in diesem Beispiel aus einem Abschnitt einer Durchführung 220 hergestellt, deren äußerer Metallmantel als zweite Teil 221 des rohrförmigen Metallmantels 201 der elektrischen Heizvorrichtung 200 dient, wobei in dessen Innenraum ein Innenleiter 222 angeordnet ist, der durch ein elektrisch isolierendes Material 225 vom äußeren Metallmantel der Durchführung elektrisch isoliert ist. Der Innenleiter kann vorzugsweise aus Nickel oder Kupfer gefertigt sein.

[0092] Die Durchführung 220, die in diesem Beispiel ebenfalls aus einem Stangen- oder Endlosmaterial gefertigt ist, wurde hier aber anders als bei der elektrischen Heizvorrichtung 100 auf der Länge von diesem Stangen- oder Endlosmaterial abgetrennt, die der gewünschten Länge des zweiten Teils U2 des unbeheizten Bereichs entspricht. Ferner wurden bei der elektrischen Heizvorrichtung 200 in beide Stirnseiten des Innenleiters 222 Bohrungen 223, 224 eingebracht, in die auf der einen Stirnseite der die Stirnseite des ersten Teils 211 des rohrförmigen Metallmantels 201 überragenden Abschnitts des Anschlussdrahts 213 eingebracht und auf der gegenüberliegenden Seite zur Bildung des Anschlusses 226 dient, der einfach in die Bohrung eingeführt und, wie in Figur 13c gezeigt ist, durch einen Press- oder Verdichtungsschritt presskontaktiert und fixiert wird. Dabei spielt die Reihenfolge, in der diese Schritte ausgeführt werden, keine Rolle.

[0093] Figur 13b zeigt eine Ansicht des Längsschnitts aus Figur 13a nach dem Zusammenfügen des ersten Teils 211 und des zweiten Teils 221 des rohrförmigen Metallmantels 201. Dabei wurden der erste Teil 211 und der zweite Teil 221 des rohrförmigen Metallmantels 201 stirnseitig aneinander positioniert und an der Verbindungsstelle 231 verschweißt oder verlötet.

[0094] Vorzugsweise wird an der elektrischen Heizvorrichtung 200, wie sie in Figur 13b gezeigt ist, ein weiterer Bearbeitungsschritt vorgenommen, dessen Ergebnis in Figur 13c deutlich wird: eine weitere Verdichtung, die auch als lokales Verpressen oder Nachverdichten bezeichnet werden kann, im Bereich der zweiten Teils 221 des rohrförmigen Metallmantels, vorzugsweise in dem Bereich, in dem sich die Bohrung 223 mit darin angeordnetem Abschnitt des Anschlussdrahts 213 befindet, aber beabstandet von der Verbindungsstelle 231. Dieser Bearbeitungsschritt kann konkret beispielsweise als eine Sechskantverdichtung, insbesondere durch Hämmern, ausgeführt werden und bringt die bereits oben diskutierten Vorteile mit sich.

[0095] Die Figuren 14 bis 17 zeigen unterschiedliche Zwischenstadien bei der Durchführung eines weiteren Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung 300.

[0096] Die elektrische Heizvorrichtung 300 unterscheidet sich grundsätzlich dadurch von den bislang diskutierten elektrischen Heizvorrichtungen 10, 100 und 200, dass hier der erste Teil 311 des rohrförmigen Metallmantels 301 keinen ersten unbeheizten Abschnitt U1 und insbesondere auch keinen unbeheizten Übergangsabschnitt Ü1 aufweist. Es bildet also in seinem Innenraum lediglich über seine gesamte Länge hinweg den beheizten Bereich mit hier durch einen gewendelten Widerstandsdraht gebildetem elektrischem Heizelement 312 und elektrisch isolierendem Material 315.

[0097] Bei diesem Aufbau wird es möglich, die Länge des beheizten Bereichs frei zu wählen, indem das gewendelte Heizelement mit elektrisch isolierendem Material und rohrförmigem Metallmantel als Stangenmaterial bereitgestellt und davon ein Stück mit einer Länge, die der Länge des gewünschten beheizten Bereichs zuzüglich der Länge der unbeheizten Übergangsabschnitte entspricht und dann endseitig auf der den jeweiligen unbeheizten Übergangsabschnitten entsprechenden Länge der rohrförmigen Metallmantel und das umgebende elektrisch isolierende Material mit einem Werkzeug 350 abgestochen werden, so dass ein Teil des gewendelten elektrischen Heizelements, das zur Bildung des unbeheizten Übergangsbereichs Ü1 verwendet wird, stirnseitig übersteht, wie dies in Figur 14 gezeigt ist.

[0098] Wie in Figur 15a zu erkennen ist, werden anschließend ein Anschlussdraht 313 und eine Durchführung 320, deren Metallmantel den zweiten Teil des rohrförmigen Metallmantels der elektrischen Heizvorrichtung 300 bildet, mit Innenleiter 322, Bohrung 323 und elektrisch isolierendem Material 325 bereitgestellt, die wie oben im Zusammenhang mit den elektrischen Heizvorrichtungen 100 bzw. 200 erläutert hergestellt werden kann. Danach werden der Anschlussdraht 313 in den endseitigen Abschnitt des elektrischen Heizelements 312 eingeführt; dieser Abschnitt des elektrischen Heizelements 312 mit eingeführtem Anschlussdraht in die Bohrung 323 des Innenleiters 322 eingeführt und der erste Teil 311 des rohrförmigen Metallmantels 301 mit dem zweiten Teil 321 des rohrförmigen Metallmantels 301 auf Stoß verschweißt oder verlötet, was zu dem in Figur 16 gezeigten Zwischenstadium führt.

[0099] Ein weiterer lokaler Verdichtungsprozess, z.B. durch Hämmern in Sechskantform, wird dann im unbeheizten Übergangsbereich Ü1 vorgenommen, wodurch hier einerseits die Homogenisierung des elektrisch isolierenden Materials im Übergangsbereich zwischen dem ersten Teil 311 des rohrförmigen Metallmantels 301 und dem zweiten Teil 321 des rohrförmigen Metallmantels 301 und andererseits eine innige Presskontaktierung zwischen elektrischem Heizelement 312, Anschlussbolzen 313 und Innenleiter 322 bewirkt werden, wie man es auch in der Figur 17a erkennen kann.

[0100] In den Figuren 15b und 17b wird jeweils das den Figuren 15a bzw. 17a entsprechenden Zwischenstadium in einer zweiten Variante dargestellt, die sich von der Variante der Figuren 15a und 17a lediglich dadurch unterscheidet, dass ein gestufter Anschlussbolzen 313' statt des Anschlussbolzens 313 verwendet wird und dementsprechend die Bohrung 323 durch eine gestufte Bohrung 323' ersetzt wird. Der dünnere Abschnitt 313a' des gestuften Anschlussbolzens 313' wird dabei nachdem er in den Abschnitt 323a' der gestuften Bohrung 323' eingeführt wurde ebenfalls einem lokalen Verdichtungsprozess unterzogen und dadurch unmittelbar presskontaktiert, während bei dem anderen Abschnitt des gestuften Anschlussbolzens 313' eine Presskontaktierung zur Bohrung 323' lediglich mittelbar über das elektrische Heizelement 312 erfolgt.

[0101] Da sonst keine Unterschiede vorhanden sind, wurden ansonsten die Bezugszeichen aus den Figuren 15a und 17a verwendet, und für die Beschreibung der sonstigen aus den Figuren 15b und 17b enthaltenen Aspekte wird auf die entsprechende Beschreibung zu den Figuren 15a und 17a verwiesen.

[0102] Die Figuren 18 bis 21 zeigen unterschiedliche Zwischenstadien bei der Durchführung eines weiteren Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung 400.

[0103] Genau wie bei der elektrischen Heizvorrichtung 300 weist bei der elektrischen Heizvorrichtungen 400 der erste Teil 411 des rohrförmigen Metallmantels 401 keinen ersten unbeheizten Abschnitt U1 und insbesondere auch keinen unbeheizten Übergangsabschnitt Ü1 auf. Es bildet also in seinem Innenraum lediglich über seine gesamte Länge hinweg den beheizten Bereich mit hier durch einen gewendelten Widerstandsdraht gebildetem elektrischem Heizelement 412 und elektrisch isolierendem Material 415.

[0104] Wie bei der elektrischen Heizvorrichtung 300 bzw. deren Herstellung wird das gewendelte Heizelement mit elektrisch isolierendem Material und rohrförmigem Metallmantel als Stangenmaterial bereitgestellt und dann endseitig auf der den jeweiligen unbeheizten Übergangsabschnitten entsprechenden Länge der rohrförmige Metallmantel und das umgebende elektrisch isolierende Material mit einem Werkzeug 450 abgestochen, so dass ein Teil des gewendelten elektrischen Heizelements, das zur Bildung des unbeheizten Übergangsbereichs Ü1 verwendet wird, stirnseitig übersteht, wie dies in Figur 18 gezeigt ist.

[0105] Wie in Figur 19 zu erkennen ist, wird anschließend eine Durchführung 420, deren Metallmantel den zweiten Teil 421 des rohrförmigen Metallmantels 401 der elektrischen Heizvorrichtung 400 bildet, mit Innenleiter 422, stirnseitig in den Innenleiter 422 eingebrachter Ringnut 423 und elektrisch isolierendem Material 425 bereitgestellt. Anders als im entsprechenden Schritt, der in Figur 15 abgebildet ist, wird also kein separater Anschlussdraht benötigt.

[0106] Danach werden der endseitigen Abschnitt des elektrischen Heizelements 412 in die Bohrung 423 des Innenleiters 422 eingeführt und der erste Teil 411 des rohrförmigen Metallmantels 401 mit dem zweiten Teil 421 des rohrförmigen Metallmantels 401 auf Stoß verschweißt oder verlötet, was zu dem in Figur 20 gezeigten Zwischenstadium führt.

[0107] Ein weiterer lokaler Verdichtungsprozess, z.B. durch Hämmern in Sechskantform, wird dann im unbeheizten Übergangsbereich Ü1 vorgenommen, wodurch hier einerseits die Homogenisierung des elektrisch isolierenden Materials im Übergangsbereich zwischen dem ersten Teil 411 und dem zweiten Teil 421 des rohrförmigen Metallmantels und andererseits eine innige Presskontaktierung zwischen elektrischem Heizelement 412 und Innenleiter 422 bewirkt werden, wie man es auch in der Figur 21 erkennen kann.

Bezugszeichenliste

[0108]

10,100,110,200,210, 300,400	elektrische Heizvorrichtung
11,101,201,301,401	mehrteiliger rohrförmiger Metallmantel
11.1,111,211,311,411	erster Teil (des Metallmantels)
11.2, 121, 221, 321, 421	zweiter Teil (des Metallmantels)

	12, 12', 12", 112, 212, 312, 412	elektrisches Heizelement
	12.1, 12.1"	Abschnitt
	13, 113, 213, 313	Anschlussdraht
	313'	gestufter Anschlussdraht
5	313a'	Abschnitt
	14	Anschlusschülse
	15	Anschlussbolzen
	15.1	Öffnung
	16, 115, 215, 315, 415	elektrisch isolierendes Material
10	17, 125, 225, 325, 425	elektrisch isolierendes Material
	18	Stopfen
	111a	Endbereich
	113a	Gewinde
	121a	Endbereich
15	123a	Gegengewinde
	114, 214	Schweißpunkt
	120, 220, 320, 420	Durchführung
	122, 222, 322, 422	Innenleiter
	123, 223, 224, 323	Bohrung
20	323'	gestufte Bohrung
	323a'	Abschnitt
	131, 231, 331, 431	Verbindungsstelle
	132	Hohlraum
	133	Ring
25	226	Anschluss
	350, 450	Werkzeug
	423	Ringnut
	A	Länge (eines Anschlusses)
	B	beheizter Bereich
30	U	unbeheizter Bereich
	U1	erster Teil (des unbeheizten Bereichs)
	U2	zweiter Teil (des unbeheizten Bereichs)
	Ü1	unbeheizter Übergangsbereich
	W1,W2	Wendelachse
35		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung (10, 100, 200, 300, 400) mit einem elektrischen Heizelement (12, 12', 12", 112, 212, 312, 412), das im Inneren eines mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11,101,201,301, 401) in ein elektrisch isolierendes Material (16, 17, 115, 125,215,225,315,325,415,425) eingebettet angeordnet ist, wobei die elektrische Heizvorrichtung (10,100,200,300,400) innerhalb des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401))
- an mindestens einem Ende einen unbeheizten Bereich (U) aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10,100,200,300,400) der elektrische Strom zumindest auch durch mindestens einen Anschlussdraht (13,113,213, 313), und/oder mindestens eine Anschlusschülse (14) und/oder mindestens einen Anschlussbolzen (15), der in elektrischem Kontakt mit dem elektrischen Heizelement (12, 12', 12", 112, 212, 312, 412) steht, fließt und ferner
- einen beheizten Bereich (B) aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10,100,200,300,400) der elektrische Strom lediglich durch einen in dem beheizten Bereich (B) verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements (12,112,212,312,412) fließt,
- wobei bei dem Verfahren
- in einem ersten Verfahrensabschnitt in einem ersten Teil (11.1,111,211,311,411) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11,101,201,301,401) der beheizte Bereich (B) hergestellt und verdichtet wird,
- in einem unabhängig von dem ersten Verfahrensabschnitt durchgeführten zweiten Verfahrensabschnitt zu-

mindest ein Abschnitt des unbeheizten Bereichs (U) in einem zweiten Teil (11.2, 121, 221, 321, 421) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401) hergestellt wird, und der erste Teil (11.1, 111, 211, 311, 411) und der zweite Teil (11.2, 121, 221, 321, 421) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401) miteinander verbunden werden.

2. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung (10, 100, 200, 300, 400) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem ersten Verfahrensabschnitt

- der im beheizten Bereich (B) verlaufende Abschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'', 112, 212, 312, 412) in einem ersten Teil (11.1, 111, 211, 311, 411) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401) positioniert wird,
 - das elektrisch isolierende Material (16, 115, 215, 315, 415) in diesen Bereich des ersten Teils (11.1, 111, 211, 311, 411) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401) eingebracht wird, so dass der im ersten Teil (11.1, 111, 211, 311, 411) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401) angeordnete Abschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'', 122, 222, 322, 422) durch das elektrisch isolierende Material (16, 115, 215, 315, 415) isoliert wird, und
 - der erste Teil (11.1, 111, 211, 311, 411) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11, 101, 201, 301, 401), insbesondere der beheizte Bereich (B), verdichtet wird.

3. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Heizvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine elektrische Heizvorrichtung hergestellt wird, bei der der unbeheizte Bereich (U) einen unbeheizten Übergangsbereich (Ü1) umfasst, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10) der elektrische Strom gleichzeitig sowohl durch den mindestens einen Anschlussdraht (13) und/oder Anschlussbolzen (14) als auch durch einen in dem unbeheizten Übergangsbereich (Ü1) verlaufenden Abschnitt (12.1, 12.1'') des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') fließt, der in elektrischem Kontakt mit dem Anschlussdraht (13) und/oder der Anschlusshülse (14) und/oder dem Anschlussbolzen (15) steht, und dass bei dem Verfahren in dem unabhängig von dem ersten Verfahrensabschnitt durchgeführten zweiten Verfahrensabschnitt zumindest ein Abschnitt des unbeheizten Bereichs (U) einschließlich mindestens eines Teils des unbeheizten Übergangsbereichs (Ü1) geschaffen wird, indem ein Abschnitt (12.1, 12.1'') des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') mit daran angeordnetem Anschlussdraht (13) und/oder daran angeordneter Anschlusshülse (14) und/oder daran angeordnetem Anschlussbolzen (15) in einen zweiten Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) eingeführt wird, indem das elektrisch isolierende Material (17) in den zweiten Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) eingebracht wird, so dass der im zweiten Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) angeordnete Abschnitt (12.1, 12.1'') des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') in das elektrisch isolierende Material (17) eingebettet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Verfahrensabschnitt ein Anschlussdraht (13) in eine elektrisch leitende Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12) gebracht wird, insbesondere durch Einführen in einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12''), und/oder dass im ersten Verfahrensabschnitt eine Anschlusshülse (14) aus Metall in eine elektrisch leitende Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') gebracht wird, insbesondere durch Aufschieben, Auflöten oder Aufschweißen der Anschlusshülse (14) auf einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'').

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im zweiten Verfahrensabschnitt der zweite Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) mit den darin angeordneten Komponenten verdichtet wird, wobei vorzugsweise die zweite Verdichtung so ausgeführt wird, dass durch den entstehenden axialen Pressdruck ein nahezu homogener Übergangsbereich zwischen dem elektrisch isolierenden Material (16) in Bereichen, die der Verdichtung im ersten Verfahrensabschnitt unterworfen wurden und dem elektrisch isolierenden Material (17) in Bereichen, die der zweiten Verdichtung im zweiten Verfahrensabschnitt unterworfen wurden, entsteht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektrische Heizelement (12, 12'') gewandelt wird, und zwar so, dass ein Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12.1, 12.1'') einen kleineren Wendeldurchmesser aufweist als ein Abschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12''), der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung (10) im beheizten Bereich (B) liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des zweiten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eine Durchführung, die einen elektrisch von einem Außenrohr aus Metall isolierten Innenleiter aufweist, verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Innenleiter des zweiten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels auf der dem ersten Teil des rohrförmigen Metallmantels zugewandten Seite spanend bearbeitet, mit einer Ringnut versehen oder angebohrt ist und dass der elektrische Kontakt zum elektrischen Heizelement direkt oder über dessen Anschlussdrähte, hergestellt wird, indem ein Abschnitt des elektrischen Heizelements oder von dessen Anschlussdraht in den so bearbeiteten Abschnitt des Innenleiters des zweiten Teils des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels eingeführt und presskontaktiert ist.
9. Elektrische Heizvorrichtung (10), die nach einem Verfahren gemäß eines der Ansprüche 1 bis 18 herstellbar ist, mit einem elektrischen Heizelement (12), das im Inneren eines mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11), der einen ersten Teil (11.1) und einen zweiten Teil (11.2) aufweist, in ein elektrisch isolierendes Material (16, 17) eingebettet angeordnet ist, wobei die elektrische Heizvorrichtung (10) innerhalb des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11)
 - an mindestens einem Ende einen unbeheizten Bereich (U) aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10) der elektrische Strom zumindest auch durch mindestens einen Anschlussdraht (13) und/oder mindestens eine Anschlusshülse (14) und/oder mindestens einen Anschlussbolzen (15), der/die in elektrischem Kontakt mit dem elektrischen Heizelement (12) steht, fließt, und ferner
 - einen beheizten Bereich (B) aufweist, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10) der elektrische Strom lediglich durch einen in dem beheizten Bereich (B) verlaufenden Abschnitt des elektrischen Heizelements (12) fließt, wobei der beheizte Bereich (B) im ersten Teil (11.1) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) angeordnet ist und der unbeheizte Bereich (U) in einem zweiten Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) angeordnet ist.
10. Elektrische Heizvorrichtung (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der unbeheizte Bereich (U) einen unbeheizten Übergangsbereich (Ü1) umfasst, in dem bei Betrieb der elektrischen Heizvorrichtung (10) der elektrische Strom gleichzeitig sowohl durch den mindestens einen Anschlussdraht (13) und/oder die mindestens einen Anschlusshülse (14) und/oder den mindestens einen Anschlussbolzen (15) als auch durch einen in dem unbeheizten Übergangsbereich (Ü1) verlaufenden Abschnitt (12.1) des elektrischen Heizelements (12) fließt, der in elektrischem Kontakt mit dem Anschlussdraht (13) und/oder der Anschlusshülse (14) und/oder dem Anschlussbolzen (15) steht.
11. Elektrische Heizvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Anschlussdraht (13) in einer elektrisch leitenden Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12) steht, insbesondere in einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') eingeführt ist.
12. Elektrische Heizvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Anschlusshülse (14) aus Metall in einer elektrisch leitenden Verbindung mit einem Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') steht, insbesondere durch Aufschieben, Auflöten oder Aufschweißen der Anschlusshülse (14) auf einen gewendelten Endabschnitt des elektrischen Heizelements (12, 12', 12'') aufgebracht ist.
13. Elektrische Heizvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Heizelement (12) derart gewendelt ist, dass ein Endabschnitt (12.1) des elektrischen Heizelements (12) einen kleineren Wendeldurchmesser aufweist als ein Abschnitt des elektrischen Heizelements (12), der bei der fertigen elektrischen Heizvorrichtung (10) im beheizten Bereich (B) liegt.
14. Elektrische Heizvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) mit einem lichten Querschnitt, der die Außenkontur des ihm zugewandten Endabschnitts des ersten Teils (11.1) des mehrteiligen Metallmantels (11) zumindest nach dem Verdichten im ersten Verfahrensabschnitt aufnehmen kann, auf diesen Endabschnitt des ersten Teils (11.1) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) aufgeschoben und dort

befestigt ist.

15. Elektrische Heizvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des elektrischen Heizelements (12) mit daran angeordnetem Anschlussdraht (13) und/oder mit daran angeordneter Anschlusshülse (14) von der einen Seite in den zweiten Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) eingeführt ist und ein Anschlussbolzen (15) mit einer Öffnung (15.1) zum Aufnehmen dieses Teils des elektrischen Heizelements (12) mit daran angeordnetem Anschlussdraht (13) und/oder mit daran angeordneter Anschlusshülse (14) von der gegenüberliegenden Seite in den zweiten Teil (11.2) des mehrteiligen rohrförmigen Metallmantels (11) eingeführt und mit der Öffnung (15.1) auf diese Teil des elektrischen Heizelements mit daran angeordnetem Anschlussdraht (13) und/oder mit daran angeordneter Anschlusshülse (14) aufgeschoben ist.

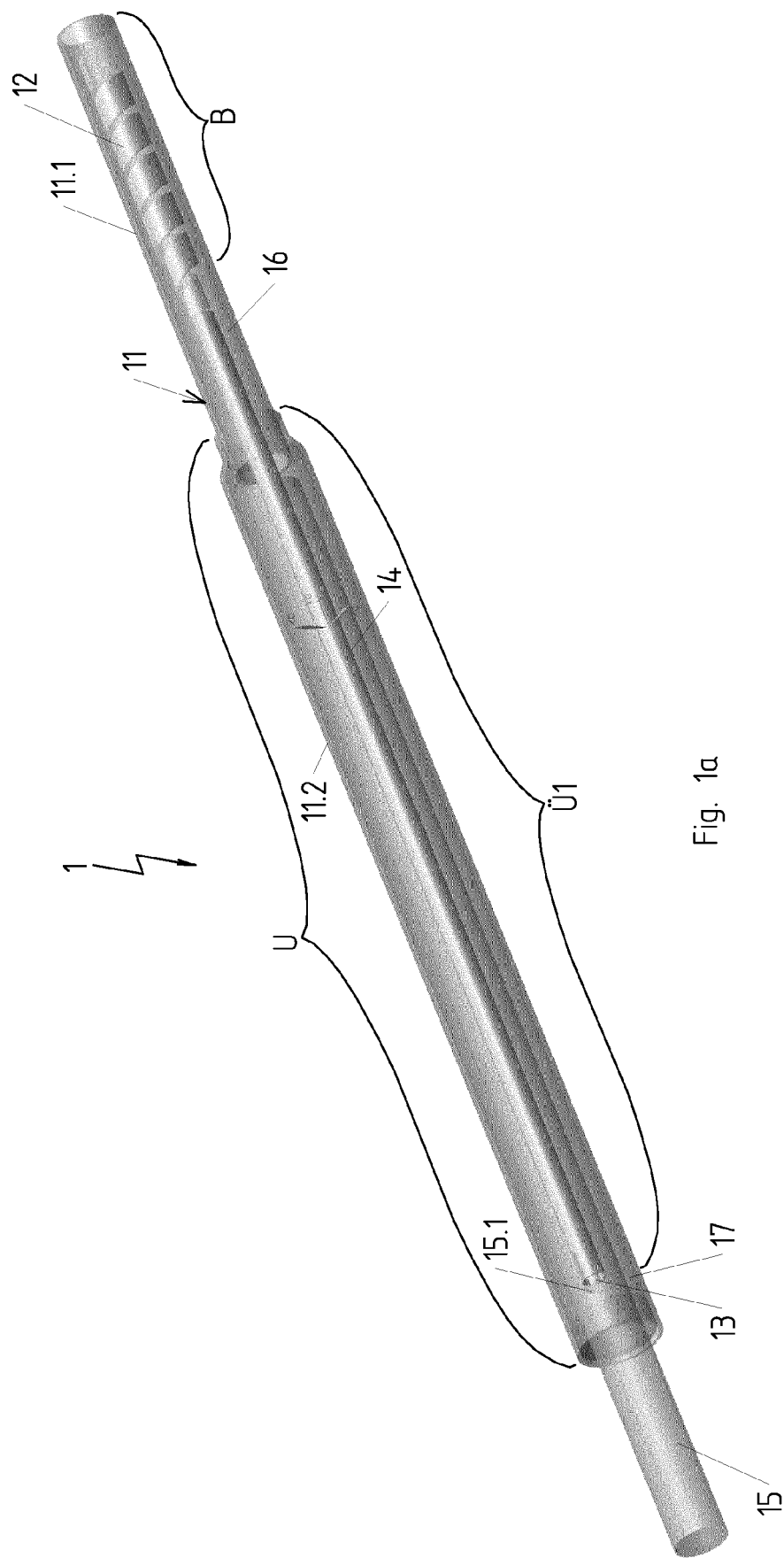
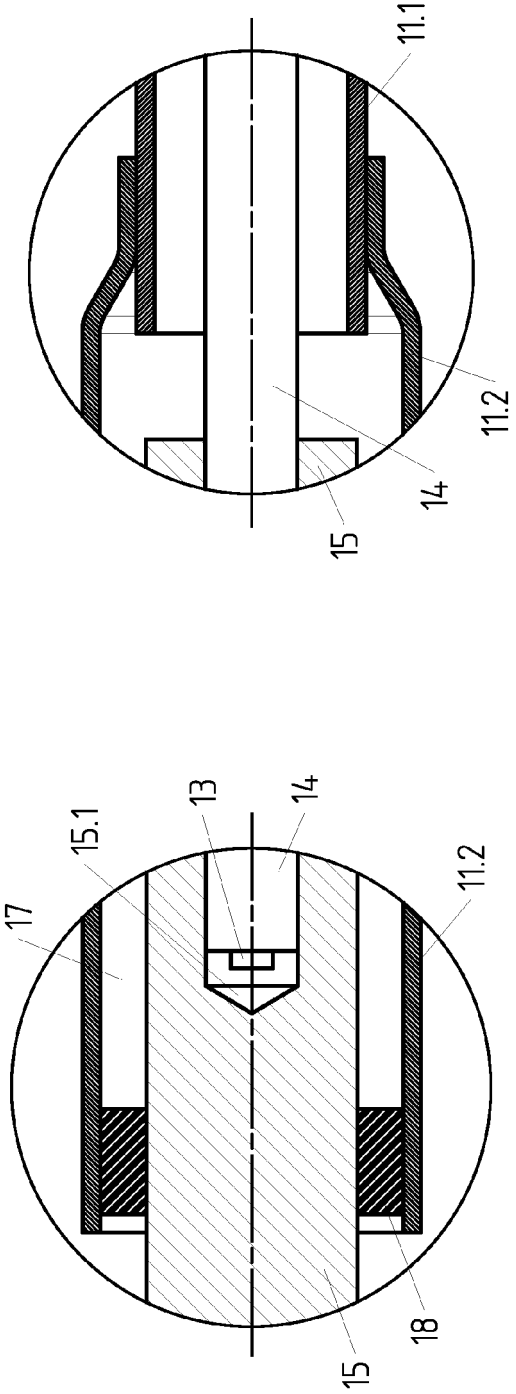
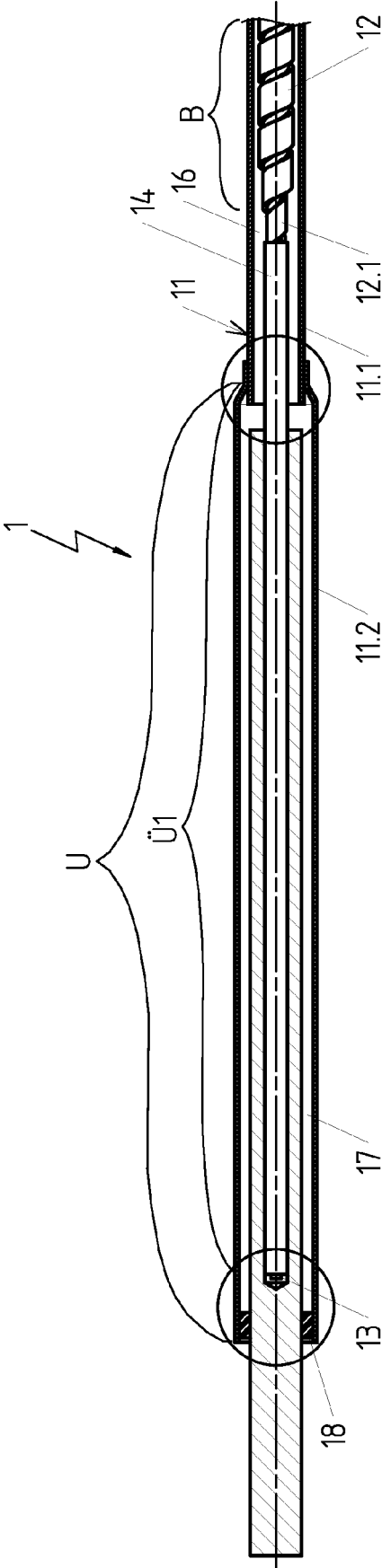


Fig. 1a



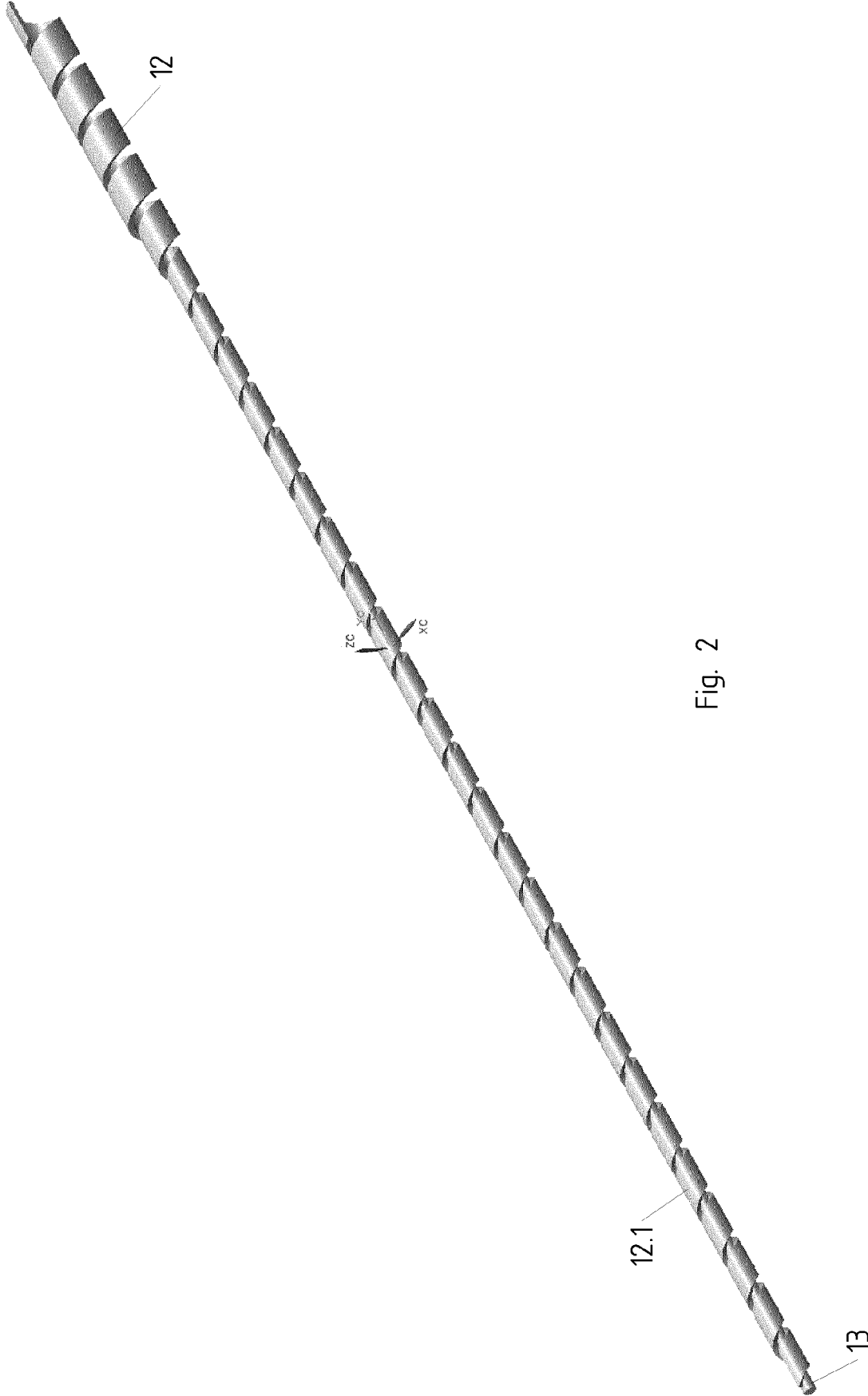


Fig. 2

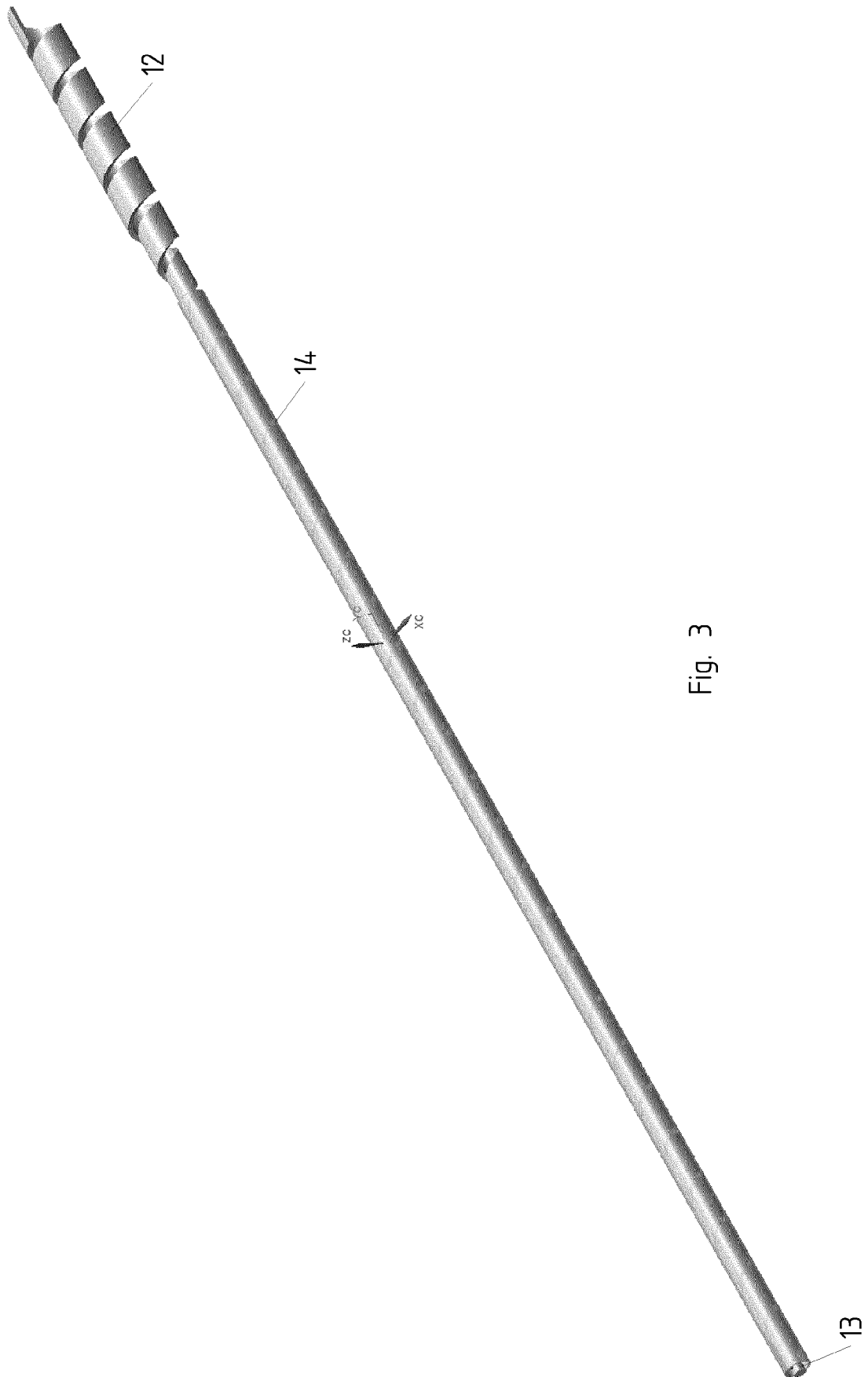


Fig. 3

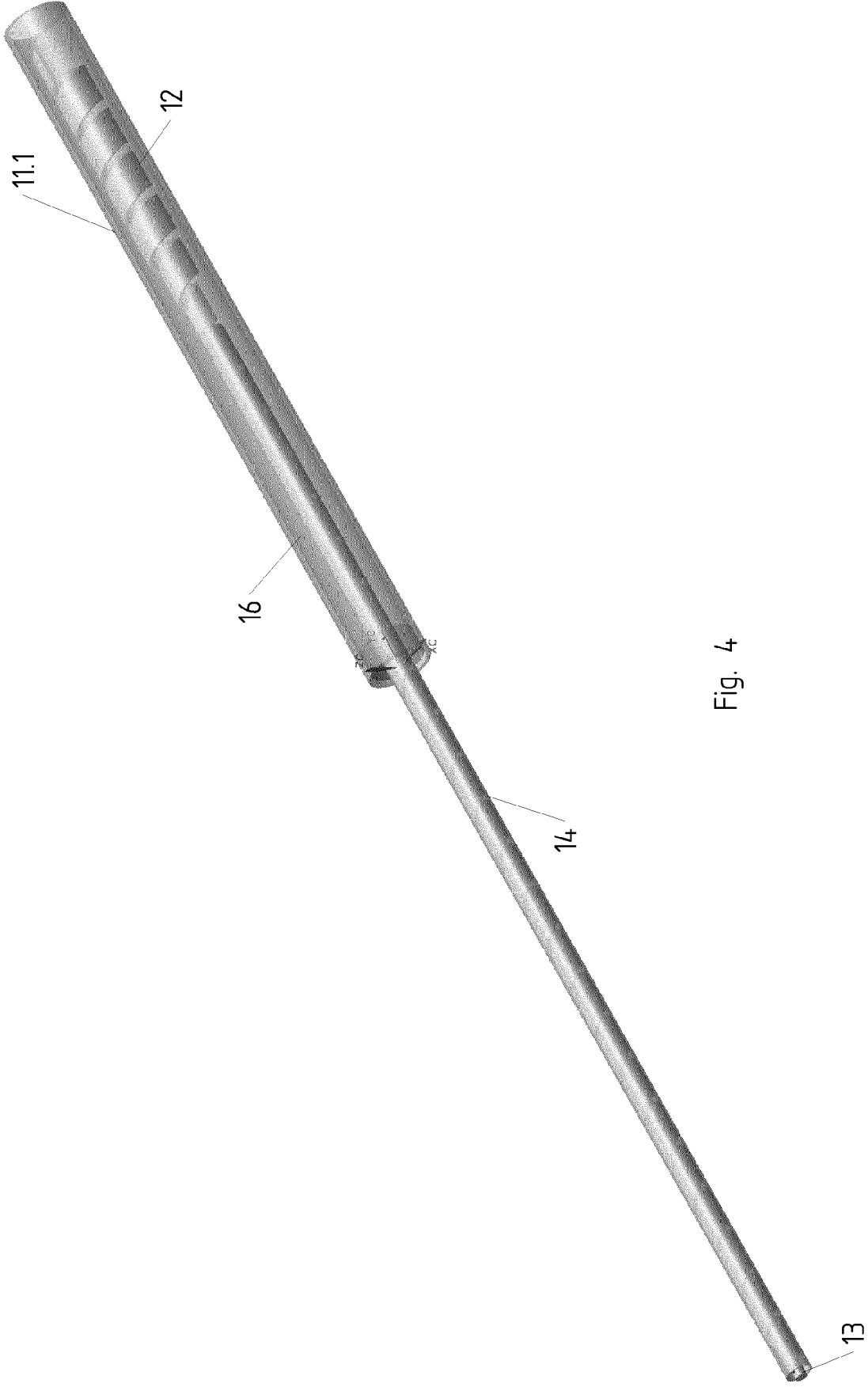


Fig. 4

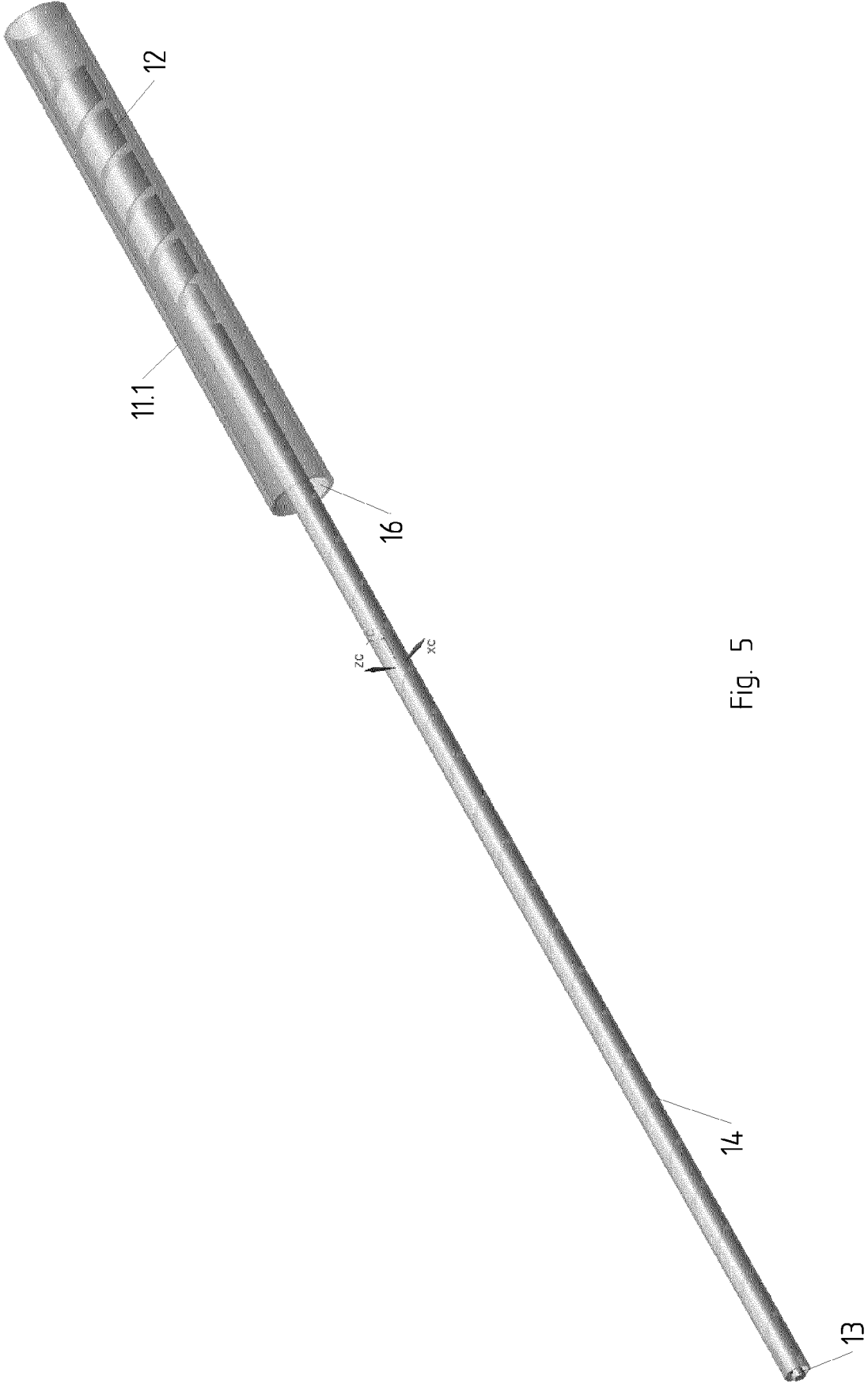


Fig. 5

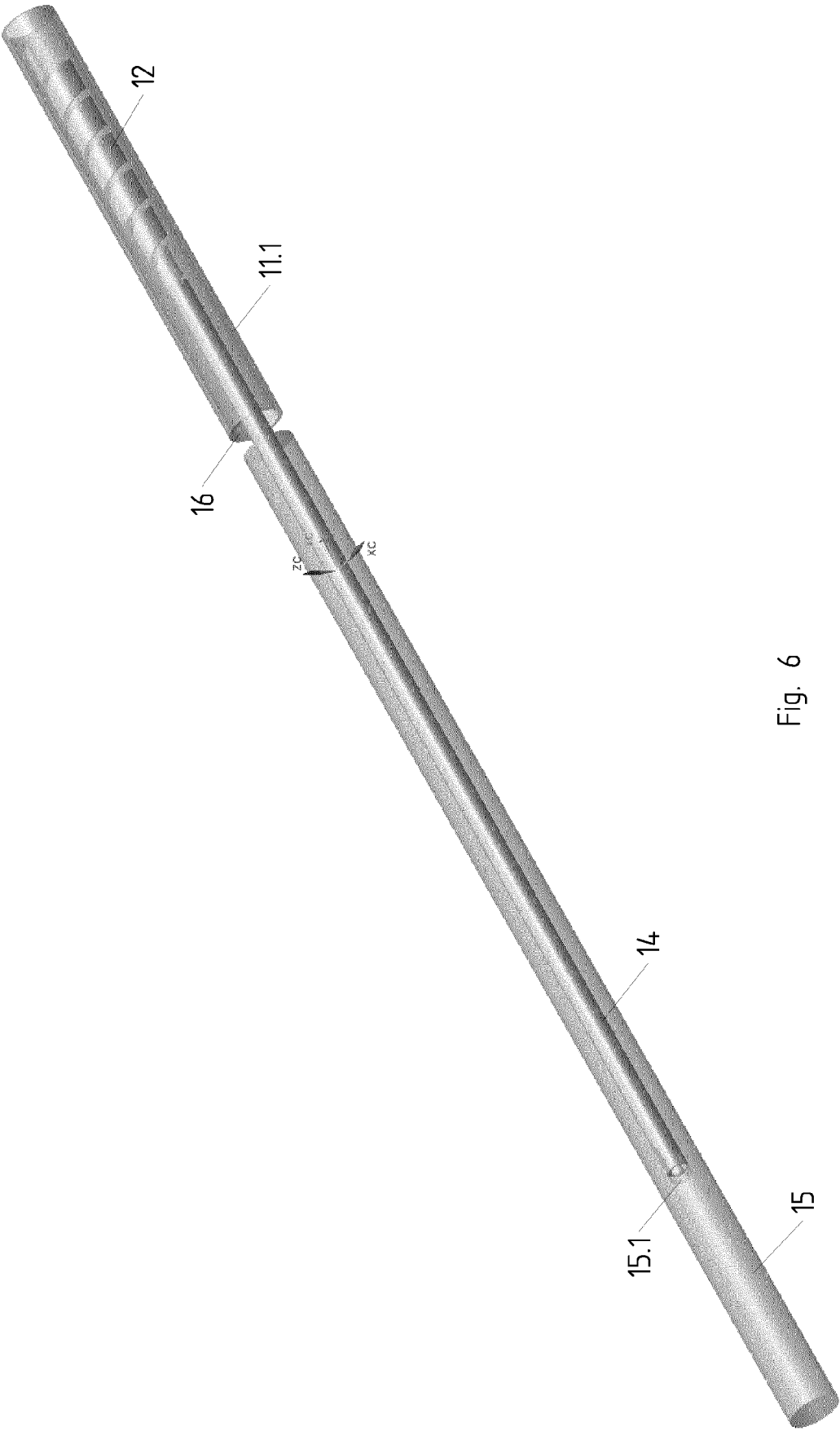


Fig. 6

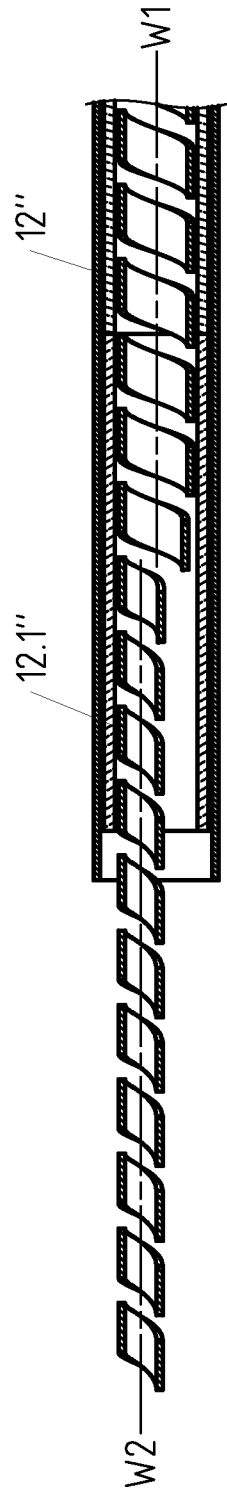


Fig. 7c

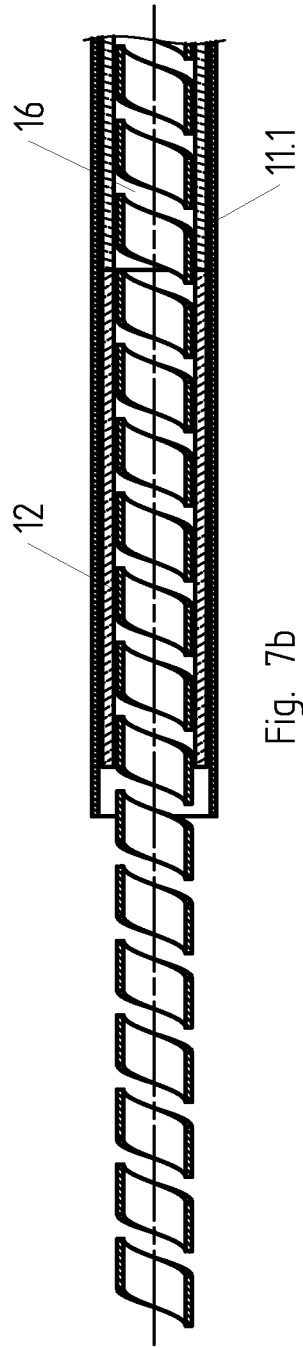


Fig. 7b

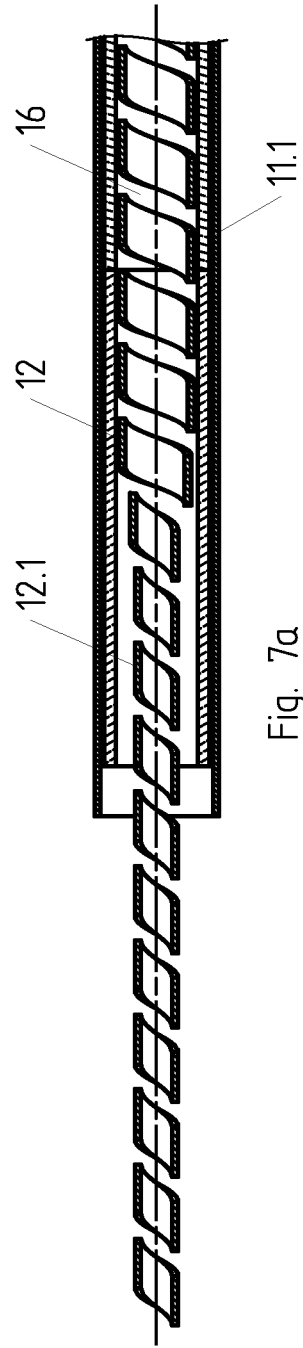


Fig. 7a

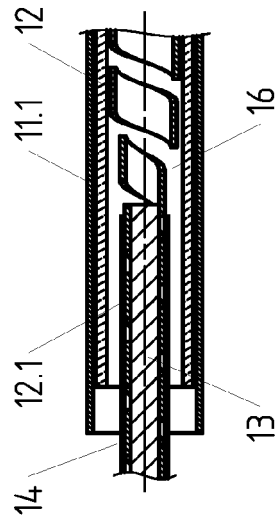


Fig. 8a

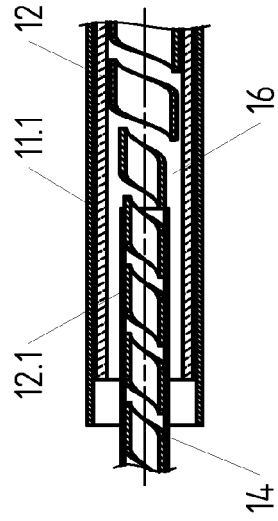


Fig. 8b

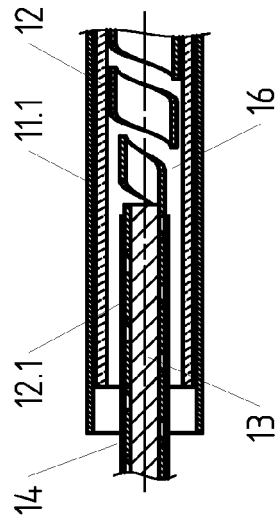
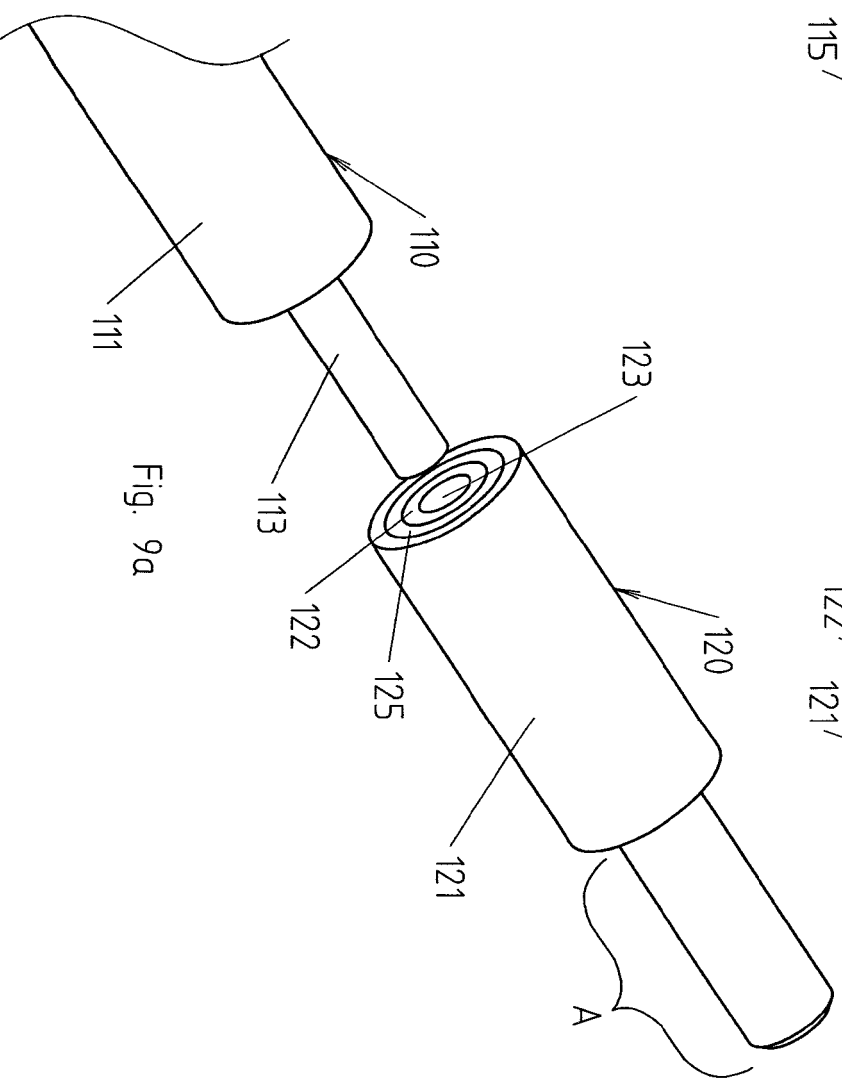
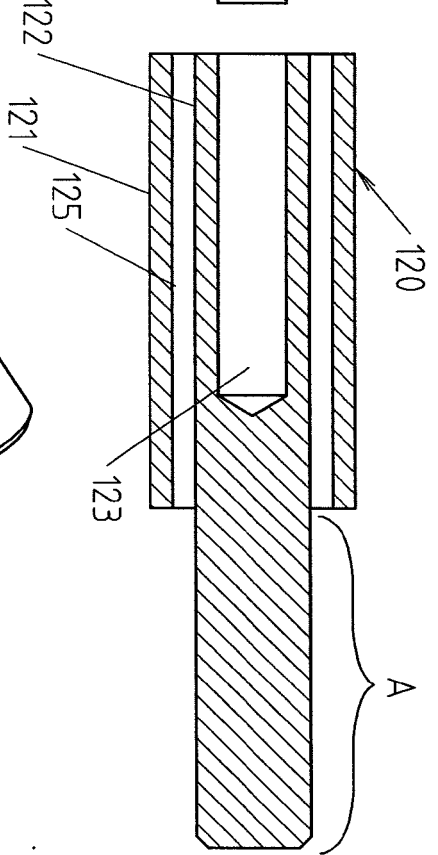
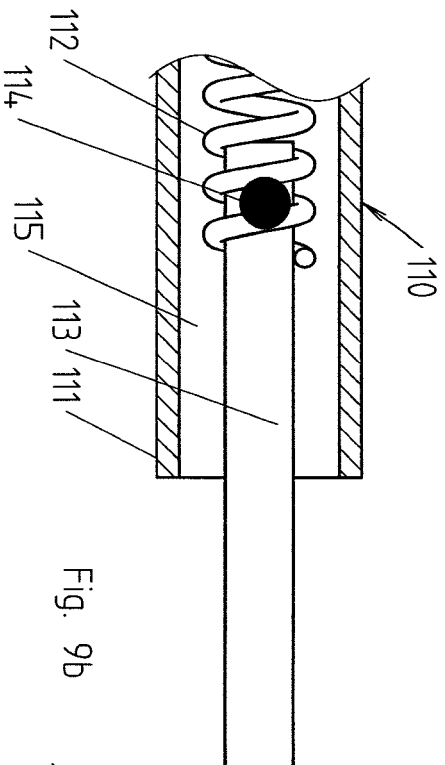
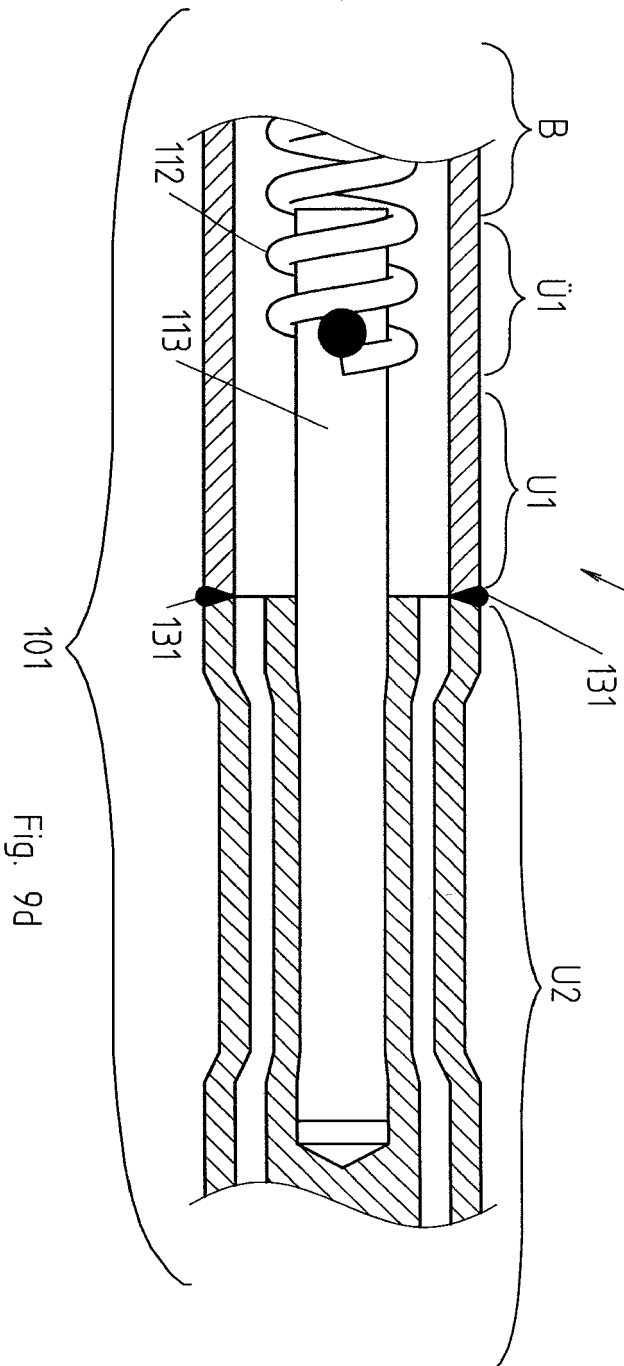
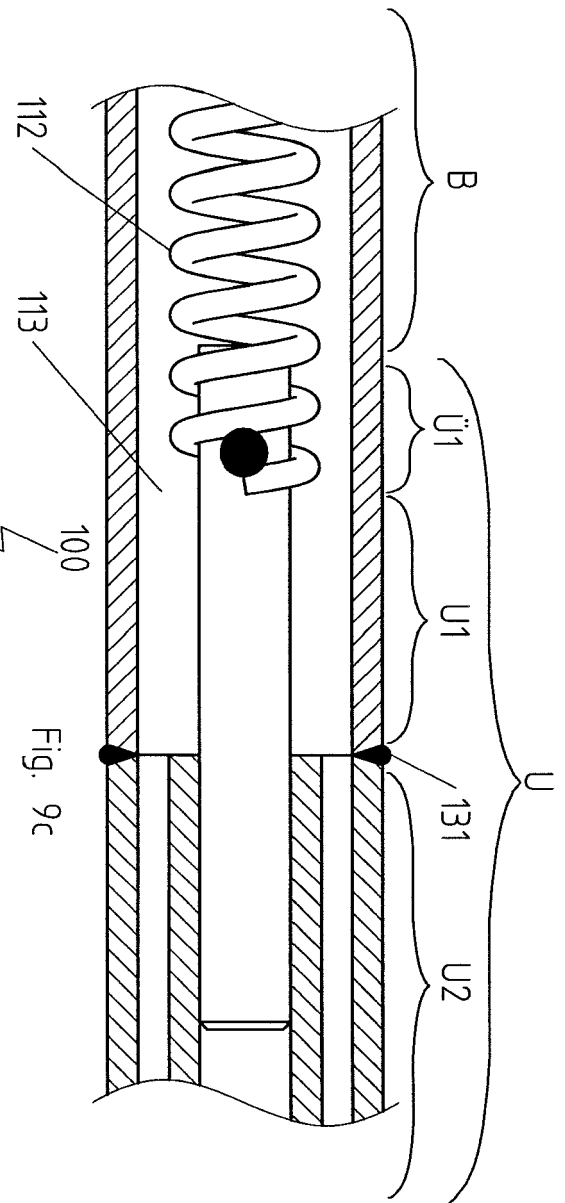
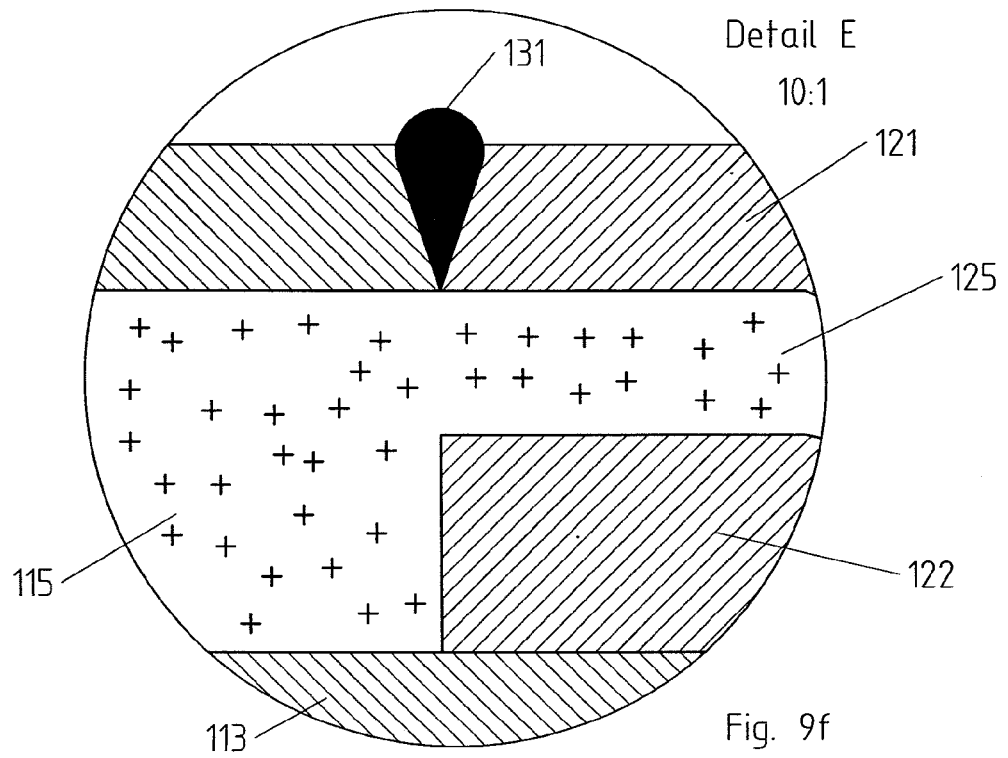
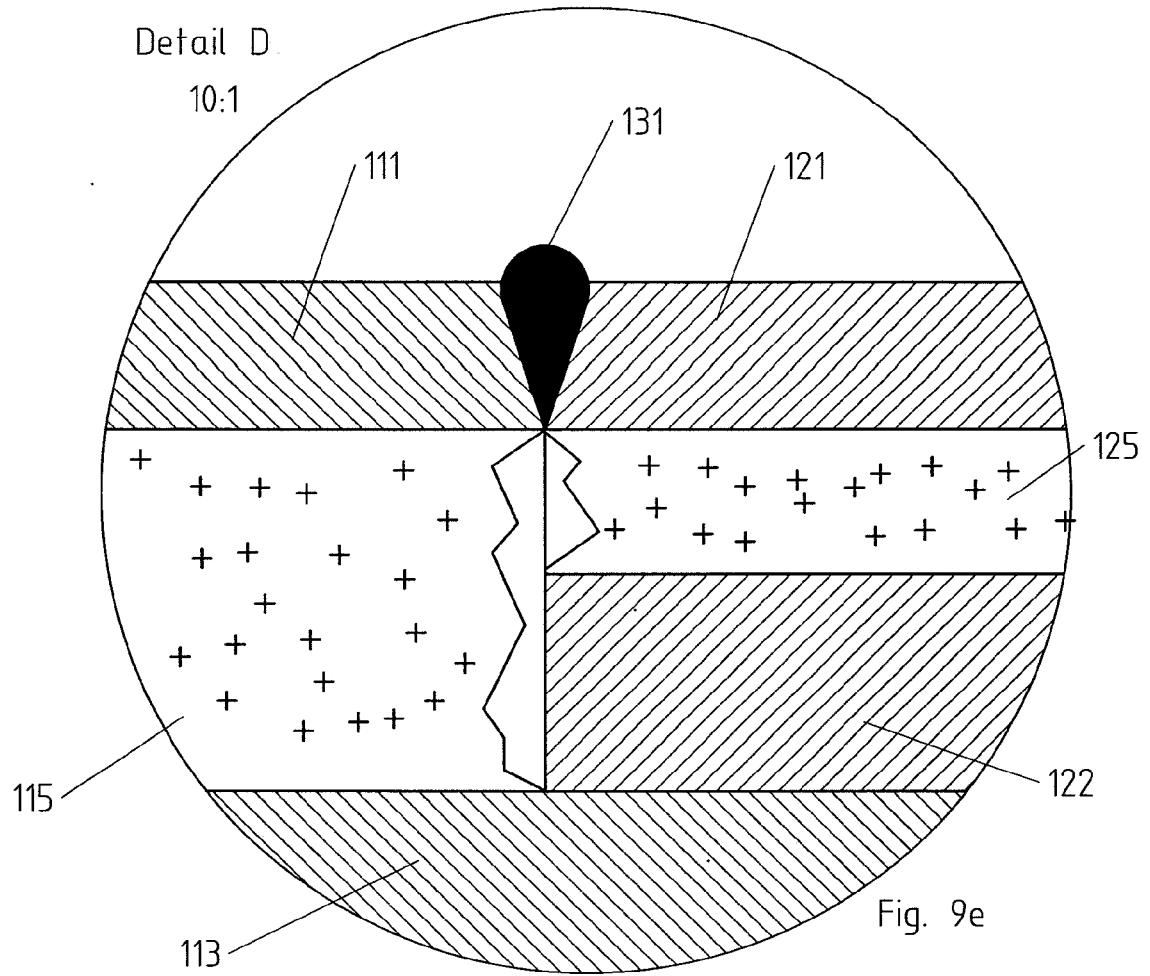


Fig. 8c







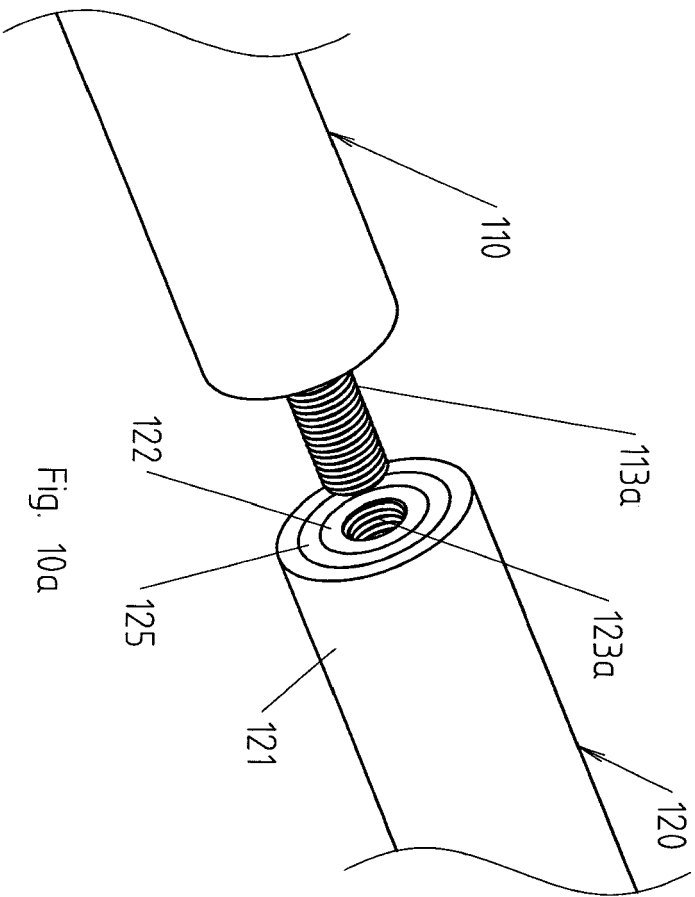


Fig. 10a

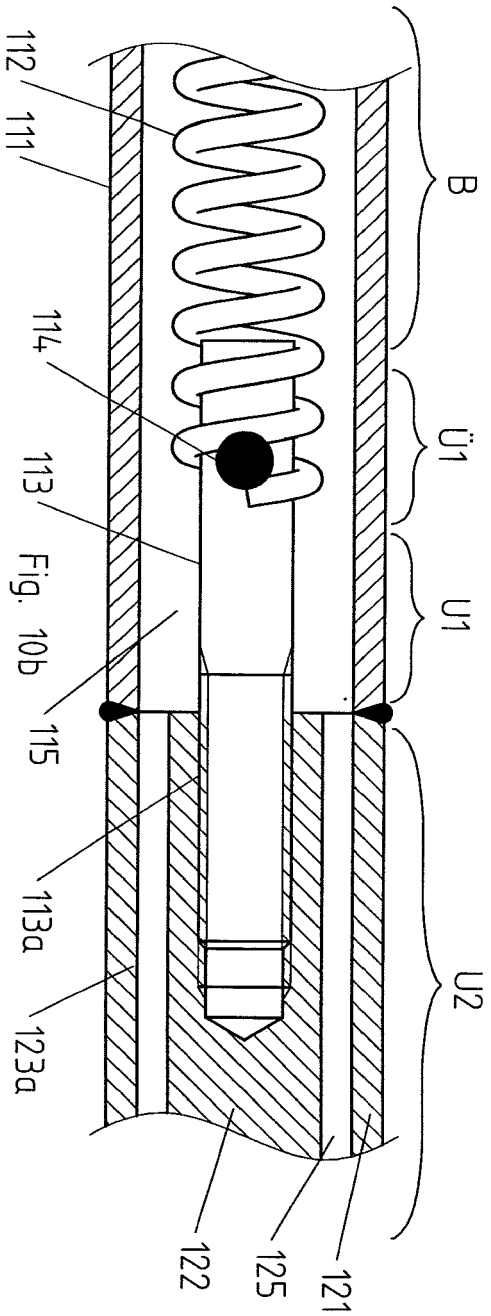
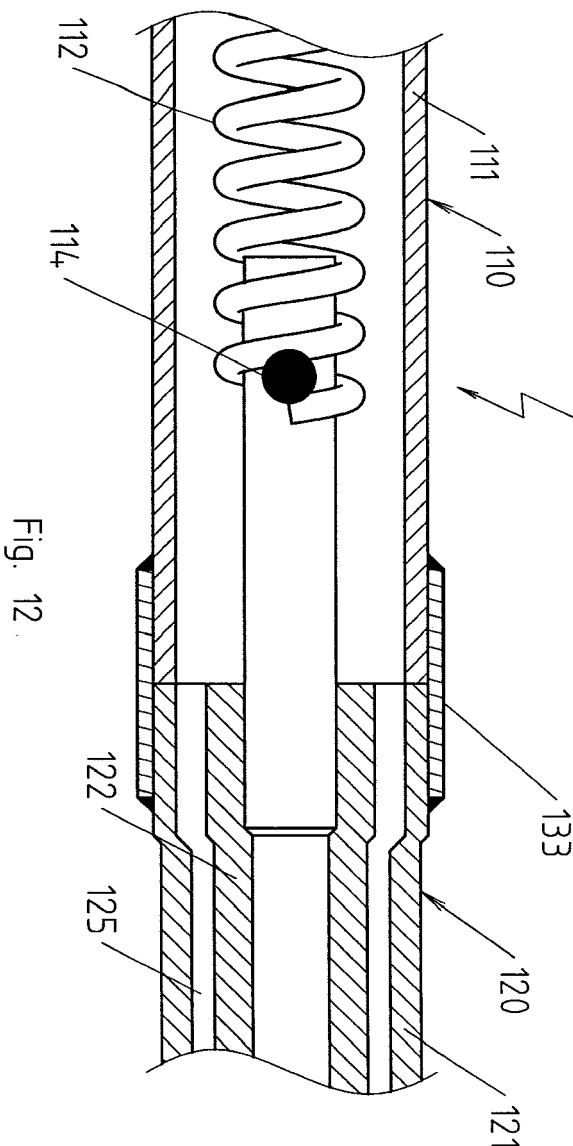
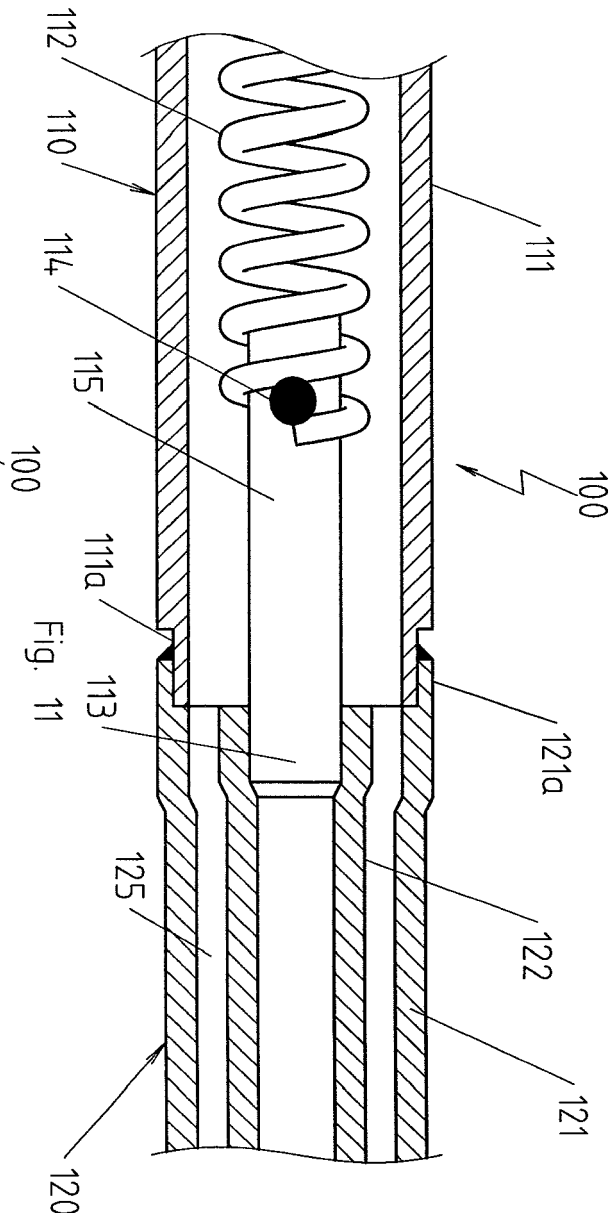
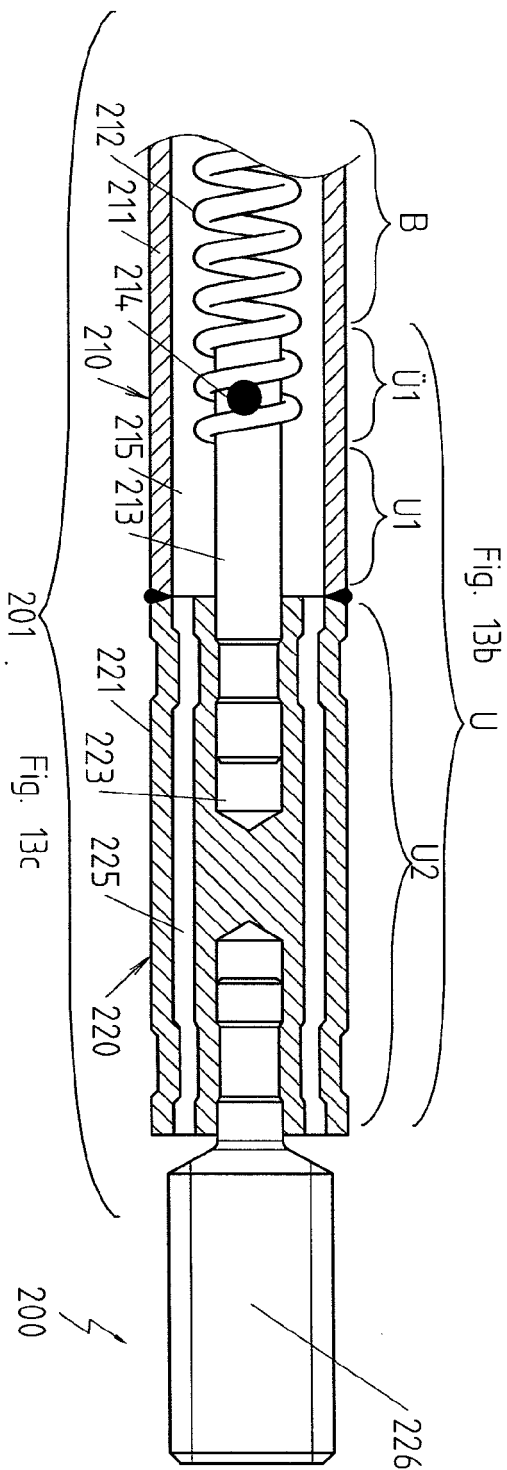
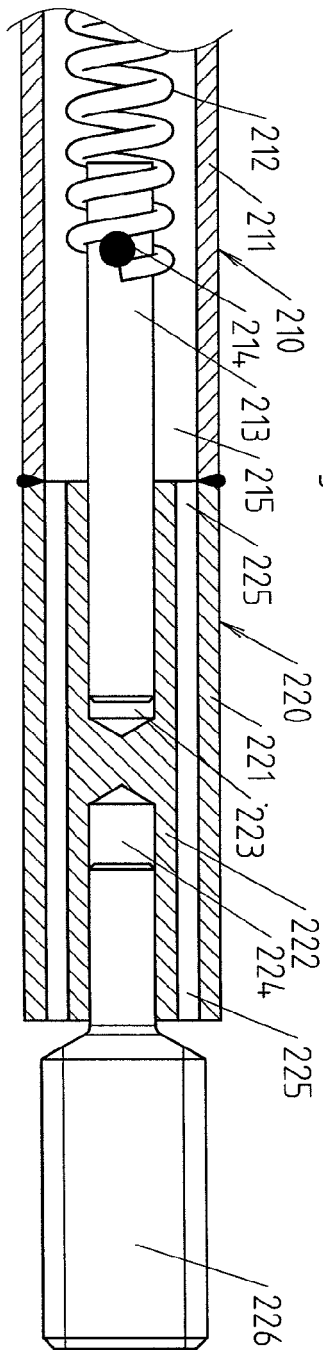
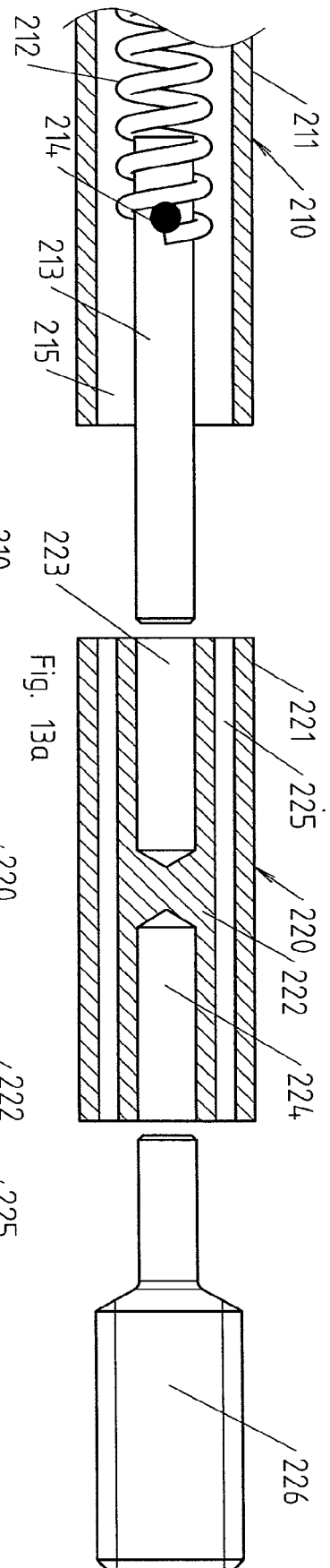
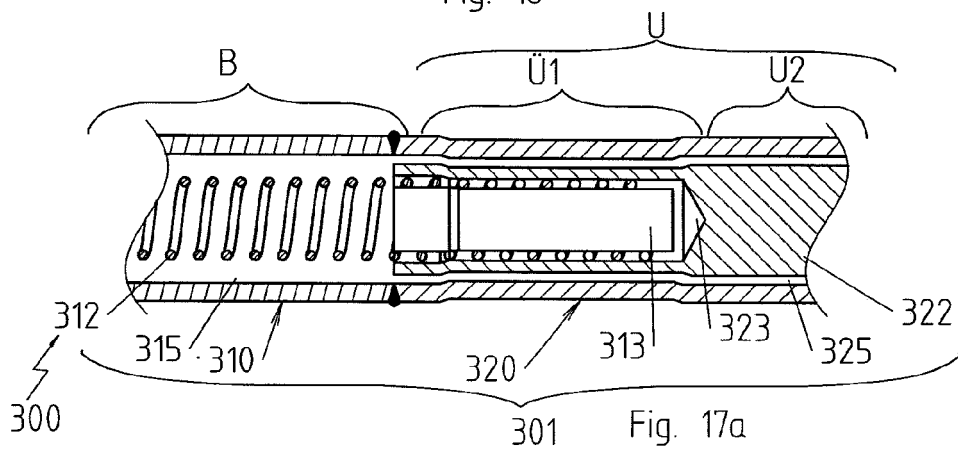
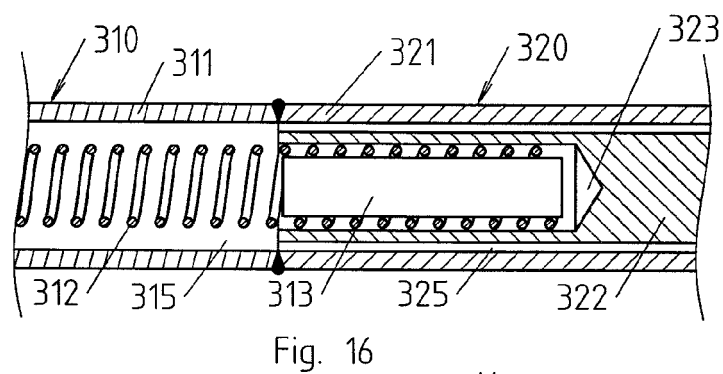
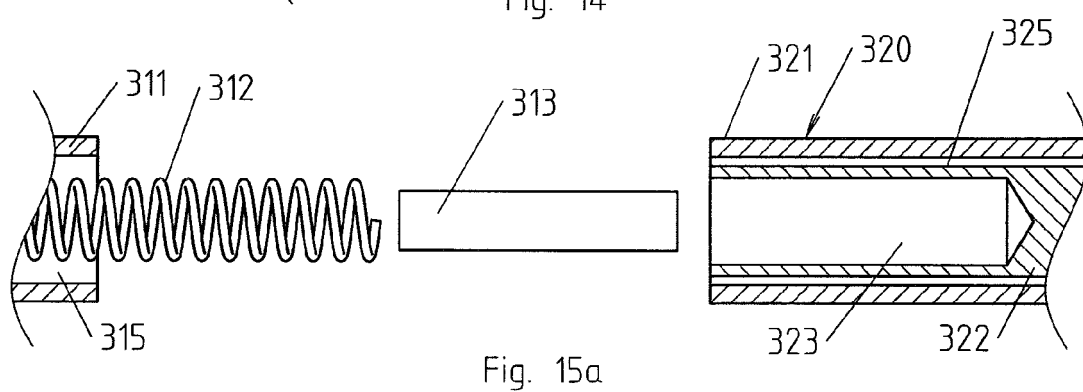
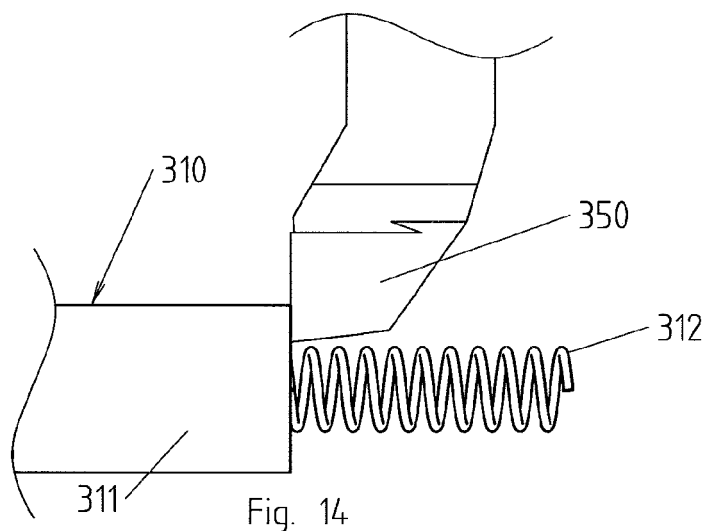
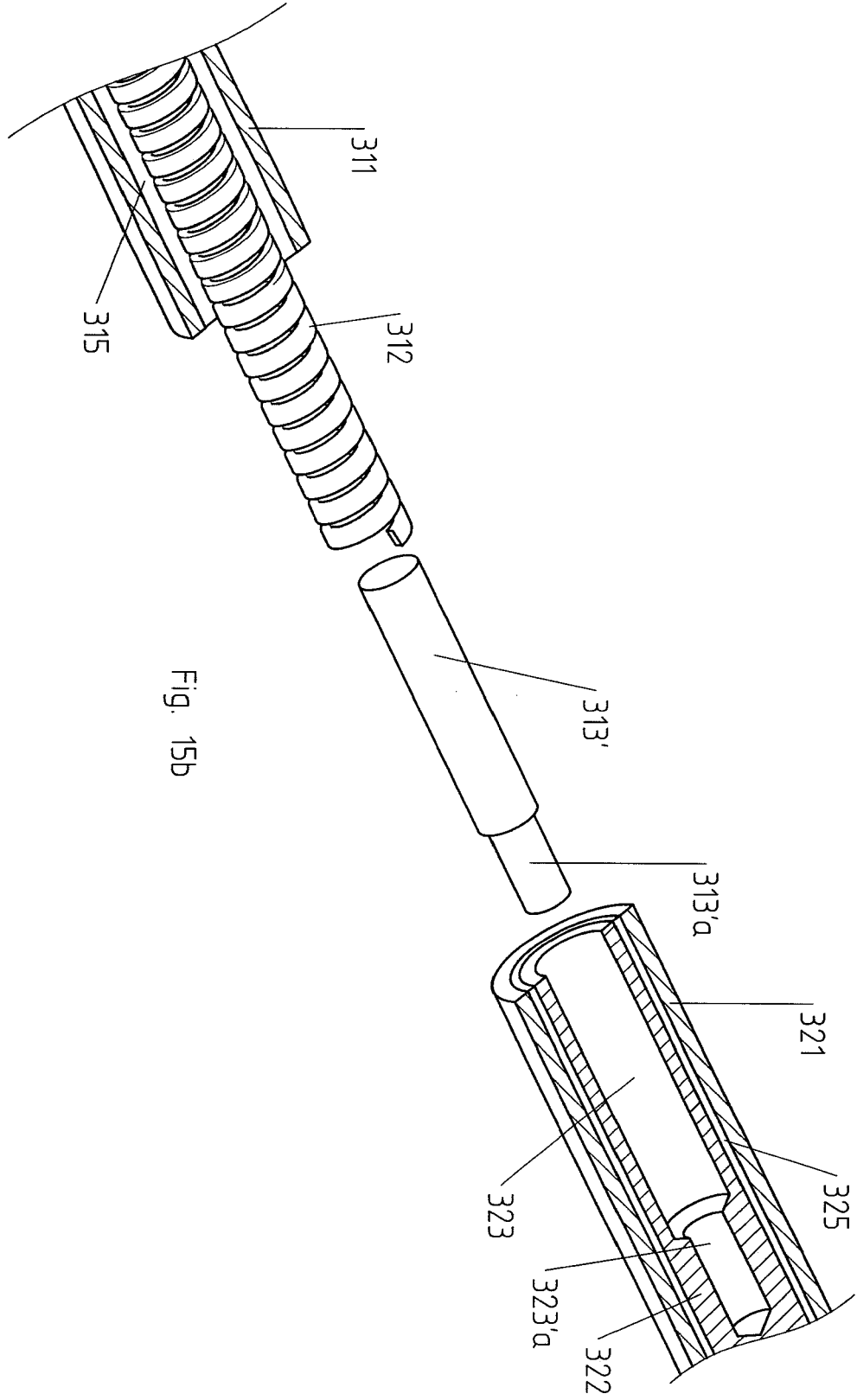


Fig. 10b









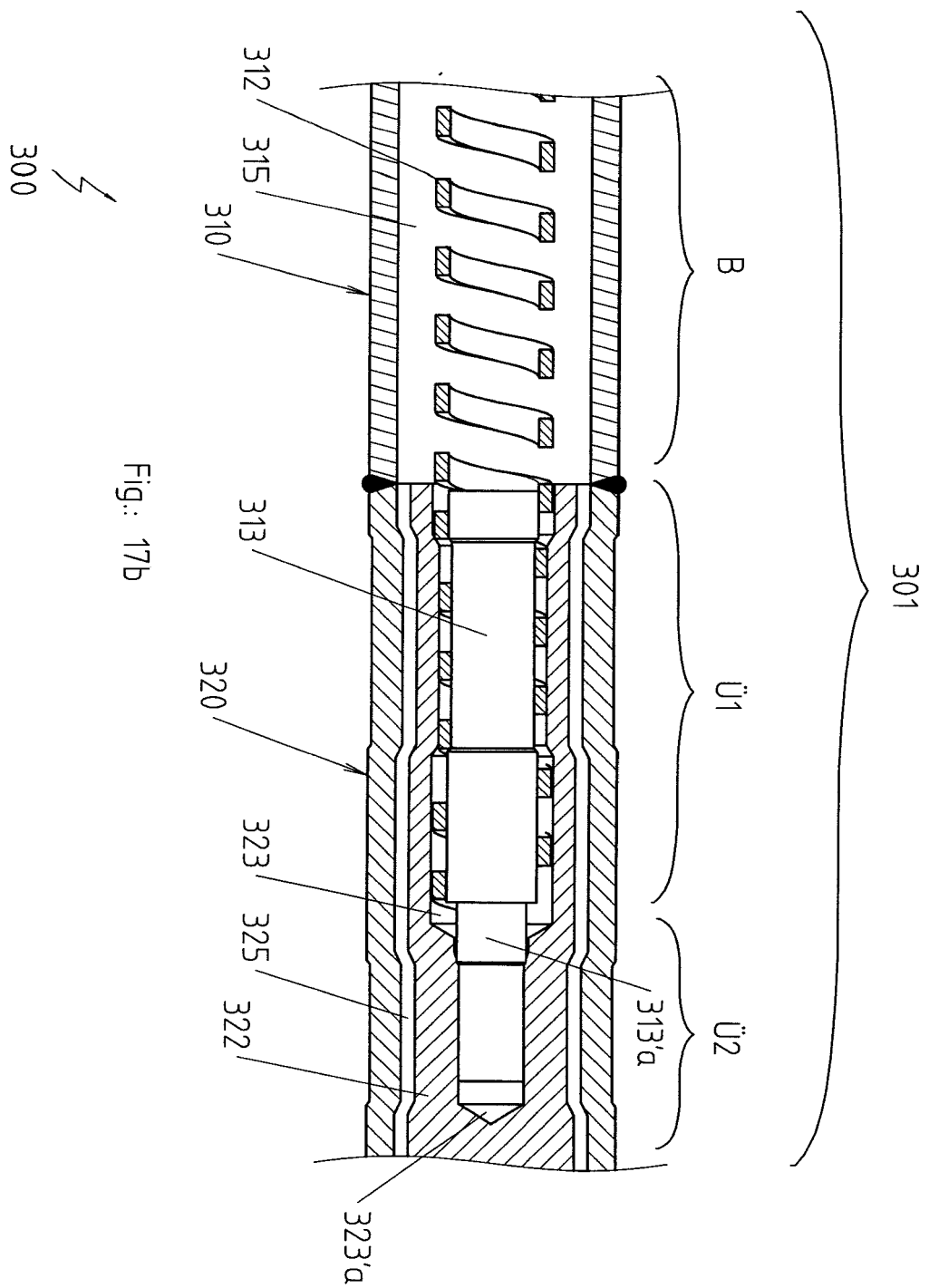
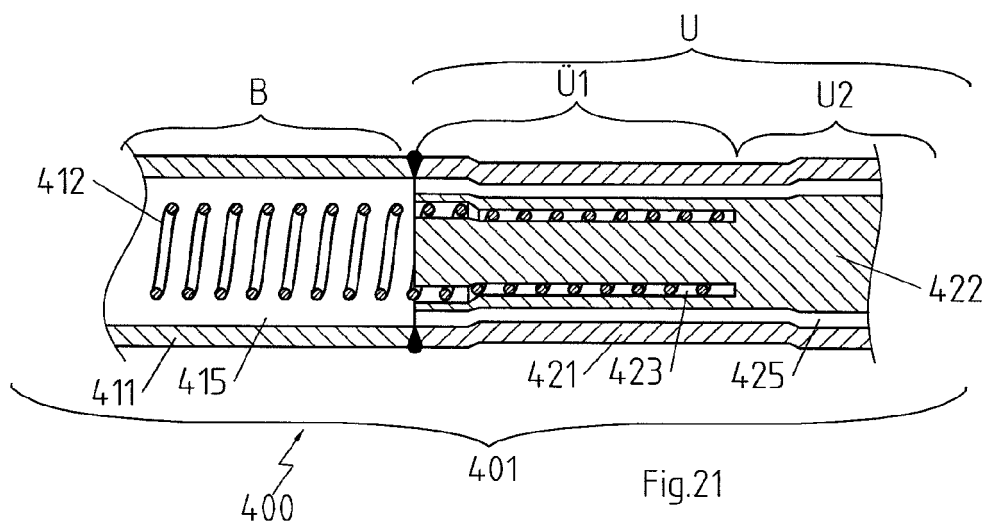
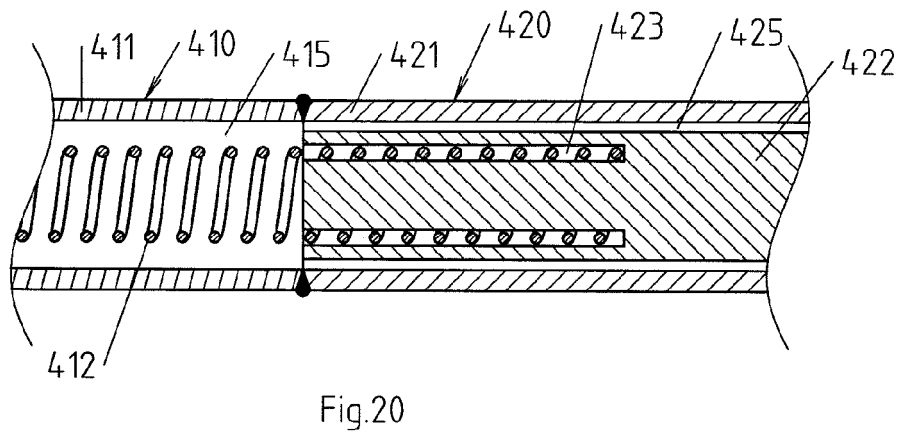
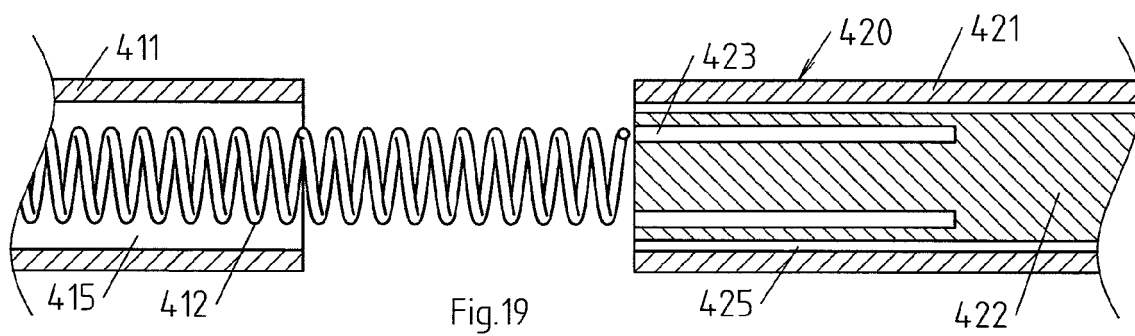
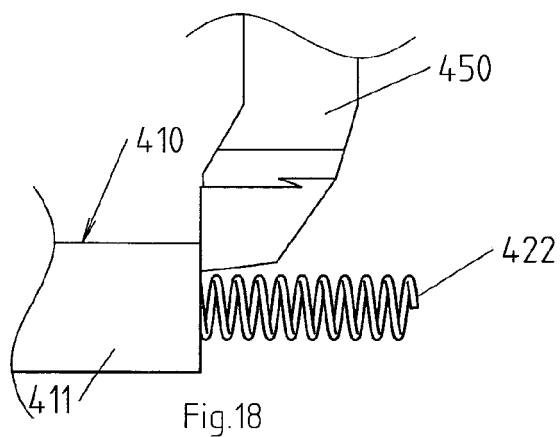


Fig.: 17b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 0069

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 864 941 A (BAICHOO CHRIS D [US] ET AL) 2. Februar 1999 (1999-02-02) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 30 - Spalte 2, Zeile 55 * * Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 6, Zeile 42 * * Spalte 7, Zeile 54 - Spalte 9, Zeile 5 * * Abbildungen 1-20 *	1-15	INV. H05B3/06 H05B3/48
X	US 5 034 595 A (GRENDYS GARY [US]) 23. Juli 1991 (1991-07-23) * das ganze Dokument *	1-15	
X	DE 20 2017 100786 U1 (TÜRK & HILLINGER GMBH [DE]) 2. März 2017 (2017-03-02) * das ganze Dokument *	1-15	
X	US 2 491 688 A (PICKELS GEORGE W) 20. Dezember 1949 (1949-12-20) * das ganze Dokument *	1-15	
X	EP 3 361 573 A1 (TURK & HILLINGER GMBH [DE]) 15. August 2018 (2018-08-15) * Zusammenfassung * * Absatz [0006] - Absatz [0021] * * Absatz [0040] - Absatz [0054] *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B
X	DE 20 2017 100531 U1 (TÜRK & HILLINGER GMBH [DE]) 16. Februar 2017 (2017-02-16) * Zusammenfassung; Abbildungen 1(a,b)-4 * * Absatz [0003] - Absatz [0013] * * Absatz [0022] - Absatz [0027] *	1-15	
A	DE 17 65 324 A1 (EICHENAUER FA FRITZ) 22. Juli 1971 (1971-07-22) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Februar 2021	Prüfer Chelbosu, Liviu
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 20 0069

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

23-02-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5864941 A	02-02-1999	KEINE	
	US 5034595 A	23-07-1991	KEINE	
15	DE 202017100786 U1	02-03-2017	CN 108430119 A	21-08-2018
			DE 202017100786 U1	02-03-2017
			EP 3361826 A1	15-08-2018
			US 2018235033 A1	16-08-2018
20	US 2491688 A	20-12-1949	KEINE	
	EP 3361573 A1	15-08-2018	CN 108429018 A	21-08-2018
			DE 102017102912 A1	16-08-2018
25			EP 3361573 A1	15-08-2018
			US 2018233870 A1	16-08-2018
	DE 202017100531 U1	16-02-2017	KEINE	
30	DE 1765324 A1	22-07-1971	KEINE	

EPO FORM P0461

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