

(19)



(11)

**EP 3 883 338 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.09.2021 Patentblatt 2021/38**

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

(21) Anmeldenummer: **21162769.0**

(22) Anmeldetag: **16.03.2021**

(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: **Eichenauer Heizelemente GmbH & Co. KG**  
**76870 Kandel (DE)**

(72) Erfinder: **Gartner, Matthias**  
**76228 Karlsruhe (DE)**

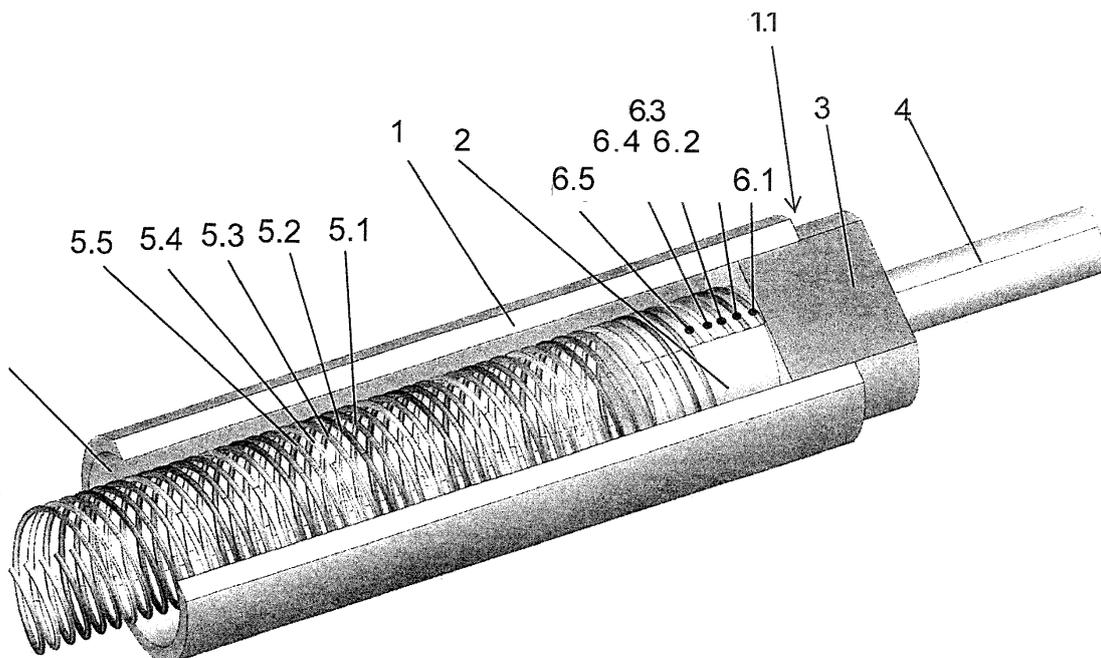
(74) Vertreter: **Twelmeier Mommer & Partner  
 Patent- und Rechtsanwälte mbB  
 Westliche Karl-Friedrich-Straße 56-68  
 75172 Pforzheim (DE)**

(30) Priorität: **17.03.2020 DE 102020001751**

(54) **KOMPAKTHEIZER MIT MANTELROHRHEIZKÖRPER**

(57) Beschrieben wird ein Mantelrohrheizkörper mit einem Mantelrohr (1) und jeweils mindestens einem elektrischer Anschlussstift (2) an beiden Enden (1.1) des Mantelrohres (1), wobei im Inneren des Mantelrohres (1) ein Heizleiter in elektrischer Verbindung zwischen den Anschlussstiften (2) an den beiden Enden (1.1) angeord-

net ist und der übrige Raum (7) im Mantelrohr (1) mit einem pulver- oder kornförmigem Metalloxid, insbesondere Magnesiumoxid, aufgefüllt ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Heizleiter aus wenigstens 4 parallel geschalteten Heizdrahtwendeln (5.1-5.5) besteht.



**Fig. 1**

**EP 3 883 338 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Mantelrohrheizkörper mit jeweils einem Anschlussstift an beiden Enden des Mantelrohres, wobei im Inneren des Mantelrohres ein Heizleiter in elektrischer Verbindung zwischen den Anschlussstiften an den beiden Enden angeordnet ist und der übrige Raum im Mantelrohr mit einem pulver- oder kornförmigen Metalloxid, insbesondere Magnesiumoxid, aufgefüllt ist.

**[0002]** Für biegbare Mantelrohrheizkörper mit kleineren Versorgungsspannungen bis 120V, insbesondere bis 60V, wie sie im Automobilbereich üblich sind, sind der verfügbaren Leistung bezogen auf die Mantelrohrlänge Grenzen gesetzt, da der für hohe Leistung erforderliche kleine Widerstand nur mit dicken, steifen und daher nicht biegbaren Heizdrähten zu realisieren ist, deren Oberflächenbelastung dann aber meist zu hoch ist. Weiterhin sind für kompakte, kleinvolumige Heizkörper, wie sie in der Automobilindustrie z.B. zur Beheizung von Kühlwasser oder Abgasen, benötigt werden, Rohrheizkörper mit hoher Leistung erforderlich.

**[0003]** Aufgabe ist es daher, einen Mantelrohrheizkörper mit sehr hoher Leistung bei Spannungen bis 120V, insbesondere bis 60V herzustellen. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, unter Verwendung eines Mantelrohrheizkörpers einen leistungsstarken Kompaktheizer für kleinere Versorgungsspannungen unter 120V, insbesondere von höchstens 60V herzustellen, der trotz seiner Leistungsstärke nur ein kleines Volumen benötigt.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch einen Mantelrohrheizkörper mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen und einem Kompaktheizer nach Anspruch 14 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0005]** Erfindungsgemäß sind anstelle eines einzigen Heizdrahtes im Inneren des Mantelrohres mindestens 4 Heizdrahtwendeln angeordnet, beispielsweise 5 Heizdrahtwendeln. Die Heizdrahtwendeln können konzentrisch angeordnet sein. Die Wendeln können verschiedene Windungsdurchmesser aufweisen und dadurch sehr kompakt gewickelt sein. Bevorzugt haben die Wendeln aber alle den gleichen Windungsdurchmesser und liegen daher axial gesehen auf einer Linie. Dabei sind die Wendeln ineinander gewunden, bilden also eine Mehrfach-Helix.

**[0006]** Die Heizdrähte können sich zumindest teilweise berühren. Um Kurzschlüsse oder Spannungsbrücken und damit verbundene Gesamtwiderstandsänderungen zu vermeiden, sind sich berührende Heizdrahtwindungen oder solche mit geringem Windungsabstand in einer Ausgestaltungsvariante gegeneinander isoliert, bevorzugt durch eine äußere Isolationsschicht wie beispielsweise eine Oxidschicht. Überraschend hat sich aber gezeigt, dass auch Mantelrohrheizkörper mit 4 und mehr koaxial gewundenen Heizdrahtwendeln ohne Heizdrahtaußenisolation auch mit geringem Windungsabstand ohne nennenswerte Widerstandsänderung herge-

stellt werden können, da die Federkraft der Heizdrähte sehr homogen ist. Diese Ausgestaltung ist bevorzugt.

**[0007]** Die Heizdrahtwendeln können einzeln oder in Gruppen an mehreren Anschlussstiften je Ende befestigt sein. Dadurch können unterschiedliche Ansteuerungen unterschiedliche Widerstandskombinationen und somit unterschiedliche Leistungen erzeugen. Bevorzugt sind jedoch alle Heizdrahtwendeln an den Enden jeweils an einem gemeinsamen Anschlussstift befestigt.

**[0008]** Bei einer Anschlussvariante sind die Heizdrahtwendeln an einer bevorzugt zylindrischen Seitenwand von Anschlussstiften befestigt. Bei dieser Ausgestaltung ist der die Heizdrahtwendeln kontaktierende Anschlussstifts bevorzugt massiv. Die Befestigung der Heizdrähte erfolgt vorteilhaft durch Verschweißen, insbesondere durch Punktschweißen. Bevorzugt erfolgt dabei die Befestigung der Heizdrähte an den Anschlussstiften axial versetzt, insbesondere entlang einer axialen Linie. Bei einer äußerst vorteilhaften Variante berühren sich die nebeneinander liegenden Heizdrähte zumindest im Befestigungsbereich. Dadurch lässt sich vorteilhaft die Befestigung aller Drähte in einem einzigen Arbeitsgang herstellen. Insbesondere bei Heizdrahtwendeln mit geringem Windungsabstand führt diese Befestigung nicht zu ungleich ineinander gewundenen Heizdrahtwendeln mit Kurzschlüssen und Spannungsbrücken.

**[0009]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Anschlussstifte einen Endabschnitt haben, der eine reduzierte Stärke hat. Dieser Endabschnitt kann in die Heizdrahtwendeln hineinragen und diese kontaktieren, insbesondere durch Verschweißen. Um elektrischen Kontakt herzustellen oder zu verbessern, können Heizdrahtwendeln und Anschlussstifte verquetscht werden, also so stark verpresst werden, dass eine plastische Verformung auftritt, also beispielsweise Runddraht etwas abgeplattet wird. Nach dem Verquetschen kann eine Verschweißung erfolgen. Möglich ist insbesondere auch, dass eine Hülse den Kontaktbereich von Heizdrahtwendeln und Anschlussstift umgibt und die Hülse nach dem Aufschieben verquetscht und/oder verschweißt wird.

**[0010]** Bei einer Anschlussvariante sind Enden von Heizdrahtwendeln gemeinsam, bevorzugt zusammen verdreht, in einer Hülse befestigt und nach außen geführt. Die Befestigung kann z.B. durch Verquetschen bzw. Verkrimpen erfolgen. Wenn, was bevorzugt ist, die Heizdrahtwendeln aus Runddraht sind, hat der Draht an seinem verquetschten Endabschnitt dann keinen kreisförmigen Querschnitt mehr, sondern ist etwas plattgedrückt. Alternativ oder zusätzlich kann ein Verlöten oder Verschweißen erfolgen. Diese Hülse kann als ein Endabschnitt eines Anschlussstifts ausgebildet sein, ist aber bevorzugt ein separates Bauteil.

**[0011]** Bei einer separaten Hülse kann in die Hülse von ihrer gegenüberliegenden Stirnseite vor der Befestigung ein Endabschnitt des Anschlussstiftes eingebracht sein, sodass sich das Ende des Anschlussstiftes und das Ende der Heizdrahtwendeln in der Hülse mit Kontakt oder ge-

ringem Abstand gegenüberliegen.

**[0012]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ragen jedoch die Heizdrähte bis zum gegenüberliegenden Ende der Hülse. Bevorzugt ist dabei das Ende der Heizdrähte bündig mit dem Ende der Hülse. Dies kann durch Nachbearbeitung erreicht werden, beispielsweise indem die Heizdrahtwendeln in Hülse gesteckt und dann ein Endabschnitt der Hülse zusammen mit den darin steckenden Enden der Heizdrähte abgeschnitten oder abgeschliffen wird. So entsteht eine ebene Stirnseite die anschließend mit dem stirnseitigen Ende des Anschlussstiftes verbunden werden kann, insbesondere durch Widerstandsschweißen. Vor einer solchen Nachbearbeitung kann die Hülse zusammen mit den darin liegenden Heizdrähten verpresst, also plastisch verformt werden, beispielsweise formverpresst. Bevorzugt haben dabei die Hülse und der Anschlussstift ähnliche, äußerst bevorzugt gleiche, Außendurchmesser.

**[0013]** Üblicherweise besteht ein Anschlussstift bei Rohrheizkörpern aus Stahl. Bevorzugt besteht jedoch der Anschlussstift bei dem erfindungsgemäßen Rohrheizkörper aus Edelstahl, insbesondere aus einem Edelstahl mit einem geringeren spezifischen Widerstand als beispielsweise  $0,6 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$ , insbesondere geringer als  $0,4 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$ . Vorteilhaft führt dies zu einer besseren Schweißverbindung, insbesondere bei einer stirnseitigen Schweißverbindung.

**[0014]** Bevorzugt ragen die Anschlussstifte aus dem Mantelrohr heraus und kontaktieren die Heizdrahtwendeln in dem Mantelrohr. Es ist aber auch möglich, dass die Heizdrahtwendeln an einem oder beiden Enden des Mantelrohrs ebenfalls aus diesem herausragen und den oder die Anschlussstifte auch außerhalb des Mantelrohres kontaktieren. In diesem Fall kann der betreffende Anschlussstift mit den Heizwendeln auch hartverlötet sein, da die Temperaturen außerhalb des Mantelrohrs auch bei hohen Heizleistungen bei weitem nicht so hoch ansteigen, wie in dem Mantelrohr.

**[0015]** Die Heizdrahtwendeln haben bevorzugt eine relative Steigung  $S_R$  von wenigstens 1, beispielsweise 2 oder mehr. Die relative Steigung  $S_R$  ist also bevorzugt wesentlich größer als bei herkömmlichen Mantelrohrheizern mit nur einer oder zwei Heizdrahtwendeln. Vorteilhaft lässt sich so eine größere Heizleistung verwirklichen. Die relative Steigung  $S_R$  lässt sich für eine gegebene Wendel berechnen, indem man die mit einem Umlauf verbundene Steigung  $s$ , definiert als axialer Abstand zweier benachbarten Windungen des gleichen Heizdrahtes, durch den Außendurchmesser  $D_A$  der Drahtwendel teilt.

**[0016]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung beträgt der Außendurchmesser  $D_A$  der Heizwendel das 2,5-fache bis 6-fache, bevorzugt lediglich das 2,5-fache bis 4,5-fache des Drahtdurchmessers  $d$ . Wie sich gezeigt hat ist diese Dimensionierung besonders vorteilhaft unter Berücksichtigung von begrenzter Oberflächenbelastung des Heizdrahtes und kompakter Bauweise.

**[0017]** Erfindungsgemäß hergestellte Mantelrohrheiz-

körper haben bevorzugt einen relativen Widerstand von weniger als  $1 \text{ Ohm/m}$  bezogen auf den geraden, beheizten Mantelrohrabschnitt. Trotzdem beträgt der Durchmesser des Mantelrohres höchstens  $12 \text{ mm}$ , bevorzugt höchstens  $9 \text{ mm}$ , äußerst bevorzugt höchstens  $7 \text{ mm}$ .

**[0018]** Gemäß dem Stand der Technik werden als Heizdrähte bei Mantelrohrheizkörper Legierungen aus zwei oder mehr Metallen eingesetzt, die einen relativ hohen spezifischen elektrischen Widerstand von über  $1 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$  haben und eine geringe Neigung zur Oxidation besitzen. In Abkehr von dieser Lehre sind erfindungsgemäß bevorzugt Metalllegierungen als Heizdraht eingesetzt, die einen spezifischen Widerstand von weniger als  $0,8 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$ , insbesondere weniger als  $0,4 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$  haben, also keine typischen Heizleiterlegierungen sind. Um trotzdem der durch die hohe Leistung bedingt hohen Temperatur standhalten zu können, besitzt die bevorzugte Metalllegierung gleichzeitig eine Temperaturbeständigkeit von mindestens  $600^\circ\text{C}$ , bevorzugt mindestens  $1000^\circ\text{C}$ .

**[0019]** Um ausgehend von einem derartigen Mantelrohrheizkörper zu einem leistungsstarken Kompaktheizer zu gelangen, ist der Mantelrohrheizkörper mehrfach und/oder kontinuierlich gebogen. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Mantelrohrheizkörper so gebogen, dass die beiden Mantelrohrenden in etwa die gleiche räumliche Ausrichtung haben. Vorteilhaft ist der Mantelrohrheizkörper wendelartig und/oder spiralförmig und/oder mäanderförmig gebogen. Äußerst bevorzugt weist dabei mindestens eine Biegung mindestens  $90^\circ$  und einen mittigen Biegeradius von höchstens dem doppelten des Mantelrohrdurchmessers auf. Durch den derart gebogenen Mantelrohrheizkörper erhält man einen äußerst leistungsstarken Kompaktheizer.

**[0020]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden an Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. Gleiche und einander entsprechende Komponenten sind dabei mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch ein Mantelrohrheizkörperende in einem tangentialen Anschnitt,
- Fig. 2 einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Mantelrohrheizkörperendes;
- Fig. 3 eine Detailansicht des Ausschnitts X von Fig. 2,
- Fig. 4 einen Querschnitt zu Fig. 2 entlang der Schnittlinie A-A,
- Fig. 5 einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Mantelrohrheizkörperendes, und
- Fig. 6a eine Detailansicht des Ausschnitts X von Fig. 5,
- Fig. 6b einen Querschnitt zu Fig. 5 entlang der Schnittlinie A-A,
- Fig. 7a einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Mantelrohrheizkörperendes.

- rungsbeispiels eines Mantelrohrheizkörpers;
- Fig. 7b eine Detailansicht des Ausschnitts X von Fig. 7a,
- Fig. 7c einen Querschnitt zu Fig. 7a entlang der Schnittlinie A-A,
- Fig. 8 weiteres Ausführungsbeispiel eines Mantelrohrheizkörpers.

**[0021]** Fig. 1 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mantelrohrheizkörpers in einer mehrfach geschnittenen Teilansicht. Der erste Schnitt ist ein tangentialer Schnitt in axialer Richtung des Mantelrohres 1, um den Blick ins Innere des Mantelrohres 1 freizugeben. In einem weiteren Schnitt ist das Mantelrohr 1 in einem Abstand vom Mantelrohrende 1.1 abgeschnitten. Abweichend davon sind zur besseren Darstellung die Heizdrähte 5.1 - 5.5 der Heizdrahtwendeln in einem größeren Abstand zum Mantelrohrende 1.1 als das Mantelrohr 1 selbst einzeln abgeschnitten. Ohne die Schnitte würden sich das Mantelrohr 1 und die Heizdrähte 5.1 - 5.5 bis zu einem gegenüberliegenden zweiten Ende des Mantelrohres, das hier nicht gezeigt ist, erstrecken.

**[0022]** Im Inneren des Mantelrohres 1 sind vier oder mehr, beispielsweise fünf Heizdrähte 5.1 - 5.5 wendelförmig mit gleichem Windungsdurchmesser angeordnet und der verbleibende Raum 7 mit Metalloxidpulver aufgefüllt.

**[0023]** Alle Heizdrahtwendeln haben dieselbe Wendelsteigung; es hat also etwa gleiche Abstände zwischen benachbarten Heizdrahtwindungen. Auf der gesamten Strecke zwischen den beiden Enden des Mantelrohr 1 bleibt die Anordnung der Heizdrähte 5.1 - 5.5 untereinander erhalten, d. h. die Reihenfolge zwischen den Heizdrähten 5.1 - 5.5 bleibt auf der ganzen Strecke unverändert. Die Heizdrähte 5.1 - 5.5 bilden also eine Mehrfach-Helix. Am Mantelrohrende 1.1 sind die Enden der Heizdrähte 5.1 - 5.5 ebenfalls unter Einhaltung ihrer Reihenfolge auf einen Endabschnitt eines Anschlussstifts 2 aufgewickelt oder aufgesteckt, dessen Kontaktpin 4 aus dem Mantelrohr 1 herausragt. Bevorzugt hat dabei jeder Heizdraht 5.1 - 5.5 über mindestens eine volle Windung, äußerst bevorzugt über mindestens drei volle Windungen Kontakt zu dem Anschlussstift 2. Die Befestigung der Heizdrähte 5.1 - 5.5 an der zylindrischen Seitenwand des Anschlussstiftes 2 ist in der beispielhaften Ausführung durch Punktschweißen mit einer länglichen Elektrode erfolgt, die zeitgleich alle Heizdrähte 5.1 - 5.5 an dem Anschlussstift 2 festlegt. Vorteilhaft liegen dabei alle Befestigungspunkte 6.1 - 6.5 auf einer Linie, äußerst bevorzugt auf einer axialen Linie des Anschlussstiftes 2, in dieser beispielhaften Ausführung mit Abständen zwischen den Heizdrähten 5.1 - 5.5. Bevorzugt sind aber die Heizdrähte 5.1 - 5.5 sich gegenseitig berührend an den Befestigungspunkten 6.1 - 6.5 angeordnet. Die Befestigungen können aber auch nacheinander erfolgt sein, oder die Befestigungspunkte 6.1 - 6.5 liegen umfangs-

mäßig verteilt axial auf gleicher Höhe des Anschlussstiftes 2. Auch andere Arten der Befestigung sind möglich.

**[0024]** Der fertiggestellte Mantelrohrheizkörper ist an seinen Enden zwischen dem Anschlussstift 2 und dem Mantelrohr 1 durch eine Buchse 3 abgedichtet.

**[0025]** Um einen Kompaktheizer zu erhalten ist der dargestellte gerade Mantelrohrheizkörper nach seiner Fertigstellung noch mehrfach oder kontinuierlich gebogen (nicht dargestellt). Dadurch ist ein leistungsstarker, kompakter Heizkörper hergestellt.

**[0026]** In Fig. 1 ist die Kontaktierung zwischen Heizdrahtwendeln und Anschlussstift 2 des Kontaktpins 4 nur schematisch und nicht maßstäblich dargestellt. Fig. 2 zeigt ein maßstabgetreues Beispiel der Kontaktierung zwischen vier Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 und einem Anschlussstift 2. Der Anschlussstift 2 hat einen Endabschnitt 2.1, dessen Stärke reduziert ist, also kleiner als der übrige Teil des Anschlussstiftes ist und insbesondere auch kleiner als die Stärke des von dem Anschlussstift 2 gebildeten Kontaktpins 4 am gegenüberliegenden Ende.

**[0027]** Der Endabschnitt 2.1 des Anschlussstifts 2 ragt in die Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 hinein. Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt eines Ausschnitts von Fig. 2 und Fig. 4 zeigt einen Querschnitt zu Fig. 2. Die Heizdrahtwendeln sind aus Runddraht. Nach dem Aufstecken der Heizdrahtwendeln auf den Endabschnitt 2.1 des Anschlussstifts 2 können die Heizdrahtwendeln dort noch verquetscht werden. Dadurch wird der Heizdraht 5.1 - 5.4 in diesem Bereich plastisch verformt, so dass der Querschnitt des Heizdrahts 5.1 - 5.4 und der Endabschnitt 2.1 des Anschlussstiftes 2 dort nicht mehr kreisförmig, sondern etwas abgeplattet ist. Die gemeinsame Außenkontur ist durch die Komprimierung mit Verringerung der Zwischenräume verkleinert und der gesamte Anschlussbereich ist kompakter. Auf diese Weise wird die Kontaktfläche zu dem Anschlussstift 2 vergrößert. Zur sicheren Verbindung sind die Heizdrahtwendeln mit dem Endabschnitt 2.1 des Anschlussstifts 2 bevorzugt verschweißt.

**[0028]** Zusätzlich kann die Kontaktierungsstelle noch eine äußere Hülse 8 aufweisen, die die Heizdrähte 5.1-5.4 mit dem Endabschnitt 2.1 umgibt. Vor der Verbindung durch Verschweißen oder Verlöten ist auch bei dieser Ausgestaltung bevorzugt eine Komprimierung durch Verquetschen des Kontaktierungsbereiches erfolgt.

**[0029]** Fig. 5 sowie die Fig. 6a und 6b zeigen ein weiteres Beispiel der Kontaktierung zwischen vier Heizdrahtwendeln und einem Kontaktstift 2. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel der Figuren 2 bis 4 im Wesentlichen dadurch, dass der Endabschnitt 2.1 zumindest teilweise von der ersten Seite in eine Hülse 8 eingeschoben ist und die Enden der Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 von der zweiten Seite in die Hülse eingeschoben sind, wobei ihre Stirnseiten sich idealerweise berühren. Die Hülse 8 wurde nach dem Aufschieben verpresst, wodurch wiederum die

darunterliegenden Endabschnitte der Heizdrähte 5.1 - 5.4 und der Endabschnitt 2.1 plastisch verformt, also etwas platt gedrückt wurden. Zur sicheren Kontaktierung erfolgte auch bei dieser Ausführung anschließend bevorzugt eine Verschweißung.

**[0030]** Bei Verwendung einer Hülse 8 kann ein Endabschnitt des Anschlussstifts in die Heizwendeln hineinragen. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ragt der Endabschnitt 2.1 des Anschlussstifts 2 aber nicht in die Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 hinein, sondern das Ende des Anschlussstifts 2 und das Ende der Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 liegen sich in der Hülse 8 mit Kontakt oder geringem Abstand gegenüber. Bei dieser Ausführungsform erfolgt die Kontaktierung bevorzugt durch Einbringen von Lot in die Hülse 8. Eine Verlötung ist aber nur in Anwendungsfällen zielführend, in denen die Anwendungstemperatur nicht die Lotschmelztemperatur erreicht.

**[0031]** Ein weiteres Beispiel zur Kontaktierung ist in Fig. 7 gezeigt. In dieser Ausführung sind lediglich die Heizdrähte 5.1 - 5.4 in eine Hülse 8 eingebracht und mit der Hülse 8 verbunden, bevorzugt verschweißt. Die innenliegenden Heizdrähte 5.1 - 5.4 ragen bis zur endseitigen Stirnseite der Hülse 8, die insbesondere durch Bearbeitung eben ausgeführt ist. Mit dieser endseitigen Stirnseite der Hülse 8 ist anschließend die endseitige Stirnseite des Endabschnittes 2.1 verbunden, insbesondere durch Widerstandsschweißen verbunden. Bevorzugt haben dabei die Hülse und der Endabschnitt 2.1 ähnliche, äußerst bevorzugt gleiche, Außendurchmesser.

**[0032]** Alle vorstehend gezeigten Beispiele der Kontaktierung zwischen Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 und Endabschnitt 2.1 des Anschlussstiftes 2, sind bevorzugt so umgesetzt, dass diese Kontaktierung innerhalb des Mantelrohrs 1 liegt. Der Kontaktstift 4 ragt dann also aus dem Mantelrohr 1 heraus und der die Heizdrahtwendeln kontaktierende Endabschnitt 2.1 des Anschlussstiftes 2 ist in dem Mantelrohr 1. Es ist aber auch möglich, dass die Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 aus dem Mantelrohr 1 herausragen und die Kontaktierung zwischen Heizdrahtwendeln 5.1 - 5.4 und Endabschnitt 2.1 außerhalb des Mantelrohrs 1 erfolgt, wie bei dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel. Da die Temperaturen außerhalb des Mantelrohrs 1 bei weitem nicht so hoch sind, wie in dem Mantelrohr 1, kann in diesem Fall statt einer Verschweißung auch einer Verlötung oder sogar nur eine Vercrimpung oder Verquetschung zur Kontaktbildung verwendet werden.

#### Bezugszeichenliste

#### [0033]

- 1 Mantelrohr
- 1.1 Mantelrohrende
- 2 Anschlussstift
- 2.1 Endabschnitt des Anschlussstifts

- 3 Buchse
- 4 Kontaktpin
- 5.1 Heizdraht
- 5.2 Heizdraht
- 5.3 Heizdraht
- 5.4 Heizdraht
- 5.5 Heizdraht
- 6.1 Befestigung
- 6.2. Befestigung
- 6.3 Befestigung
- 6.4 Befestigung
- 6.5 Befestigung
- 7 Raum
- 8 Hülse
- 15 S Steigung einer Drahtwendel
- $D_A$  Außendurchmesser einer Drahtwendel
- d Durchmesser eines Heizdrahtes

#### 20 Patentansprüche

1. Mantelrohrheizkörper mit einem Mantelrohr (1) und jeweils mindestens einem elektrischer Anschlussstift (2) an beiden Enden (1.1) des Mantelrohres (1), wobei im Inneren des Mantelrohres (1) ein Heizleiter in elektrischer Verbindung zwischen den Anschlussstiften (2) an den beiden Enden (1.1) angeordnet ist und der übrige Raum (7) im Mantelrohr (1) mit einem pulver- oder kornförmigem Metalloxid, insbesondere Magnesiumoxid, aufgefüllt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizleiter aus wenigstens 4 parallel geschalteten Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) besteht.
2. Mantelrohrheizkörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlussstifte (2) jeweils einen Endabschnitt (2.1) aufweisen, an dem sie von den Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) kontaktiert werden.
3. Mantelrohrheizkörper nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endabschnitt (2.1) eine reduzierte Stärke aufweist.
4. Mantelrohrheizkörper nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endabschnitt (2.1) in die Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) hineinragt.
5. Mantelrohrheizkörper nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der Anschlussstifte (2) die Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) stirnseitig berührt.
6. Mantelrohrheizkörper nach einen der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) an wenigstens einem Ende aus dem Mantelrohr (1) herausragen und den Anschlussstift (2) an wenigstens einem Ende des Man-

telrohrs (1) außerhalb des Mantelrohrs (1) kontaktieren.

7. Mantelrohrheizkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlussstifte (2) mit den Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) verpresst sind. 5
8. Mantelrohrheizkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlussstifte (2) mit den Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) verschweißt sind. 10
9. Mantelrohrheizkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlussstifte (2) jeweils in eine Hülse (8) hineinragen, in der sie von den Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) kontaktiert werden. 15
10. Mantelrohrheizkörper nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallrohr (1) einen Außendurchmesser von maximal 12 mm hat. 20
11. Mantelrohrheizkörper nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstand nach der Fertigung entlang der gestreckten beheizten Länge des Mantelrohres (1) kleiner 1 Ohm/m ist. 25
12. Mantelrohrheizkörper nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung der Heizdrähte (5.1 - 5.5) einen spezifischen Widerstand von weniger als 0,8 Ohm mm<sup>2</sup>/m hat, bevorzugt weniger als 0,4 Ohm mm<sup>2</sup>/m hat. 30 35
13. Mantelrohrheizkörper nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizdrahtwendeln (5.1 - 5.5) eine relative Steigung  $S_R$  von 1 oder mehr haben. 40
14. Kompaktheizer mit mindestens einem Mantelrohrheizkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantelrohrheizkörper wendelartig und/oder spiralförmig und/oder mäanderförmig gebogen ist, wobei mindestens eine Biegung mindestens 90° und einen mittigen Biege­radius von höchstens dem doppelten Mantelrohr­durchmesser aufweist. 45 50

55

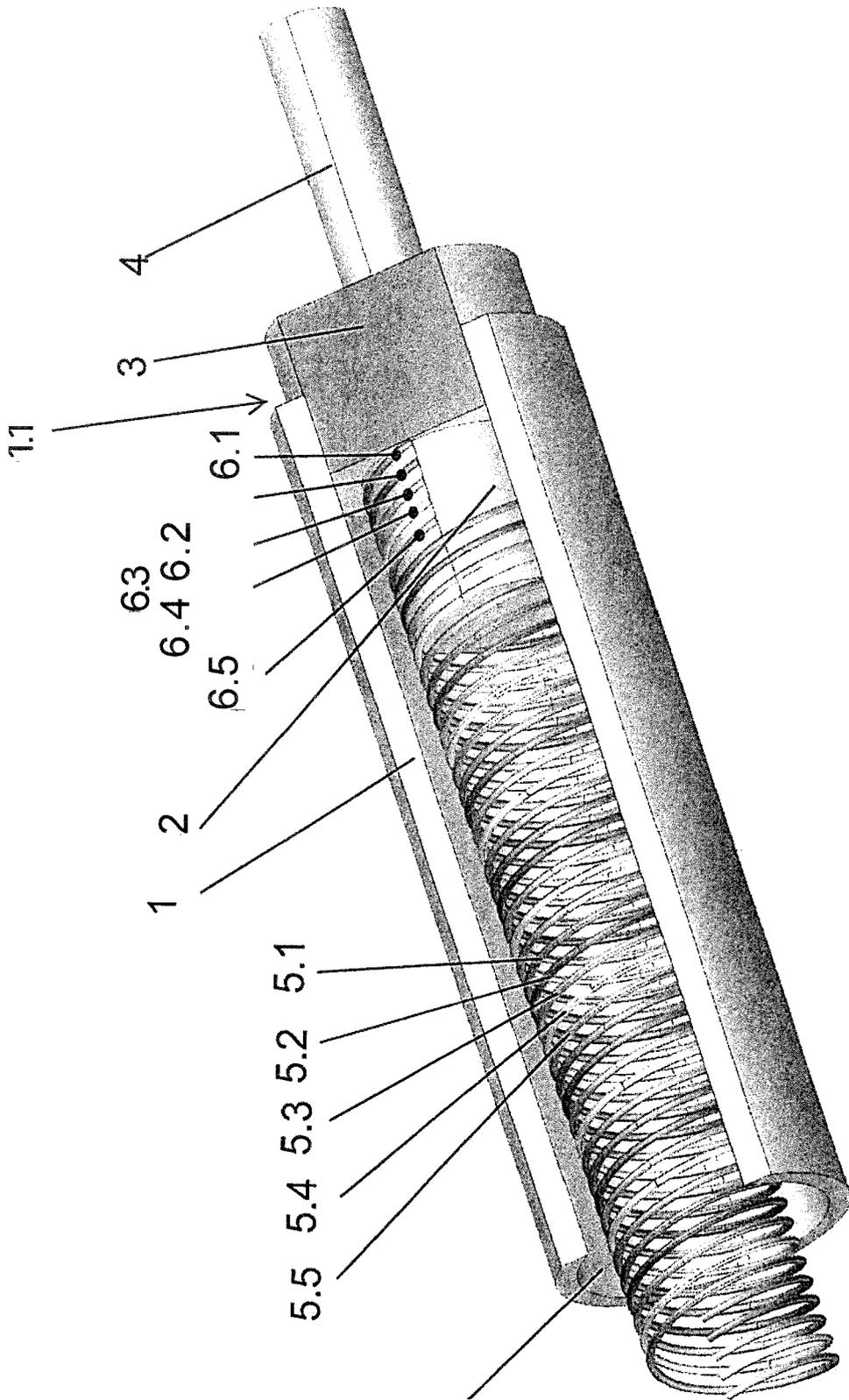


Fig.1

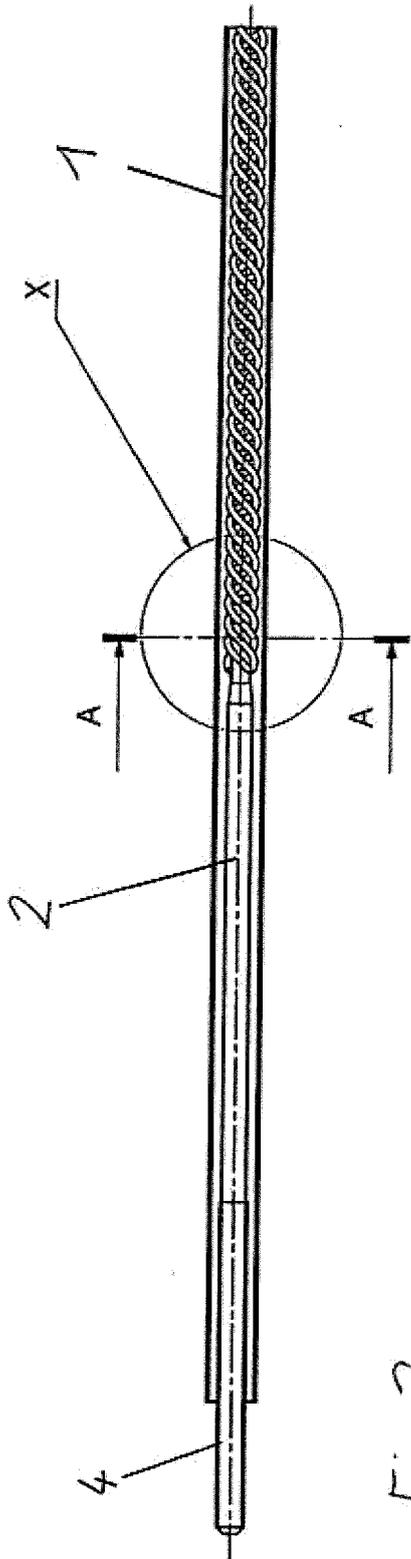


Fig. 2

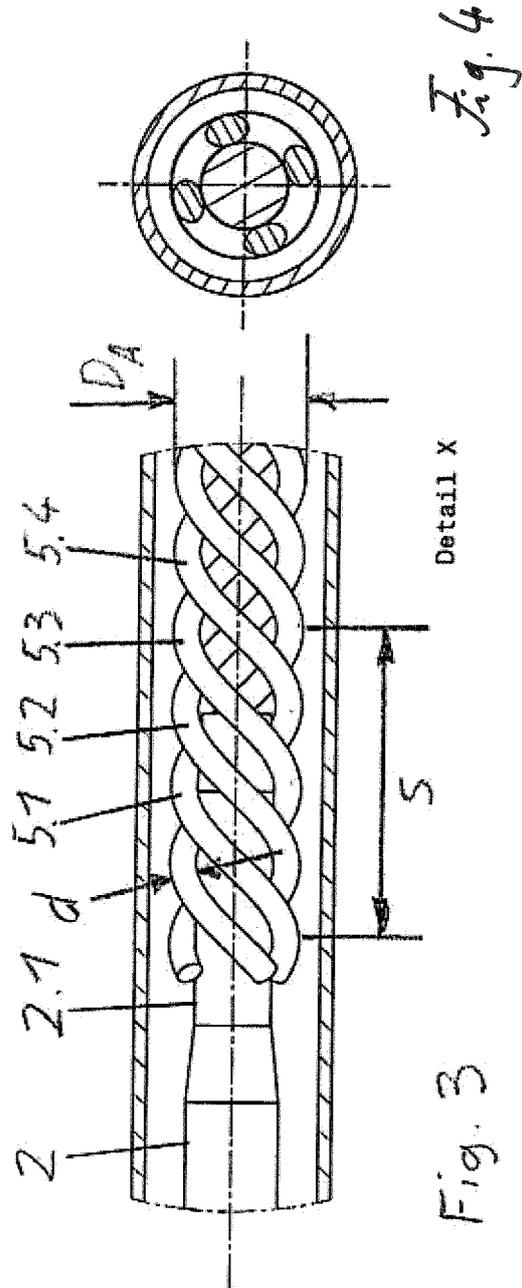


Fig. 4

Detail X

Fig. 3

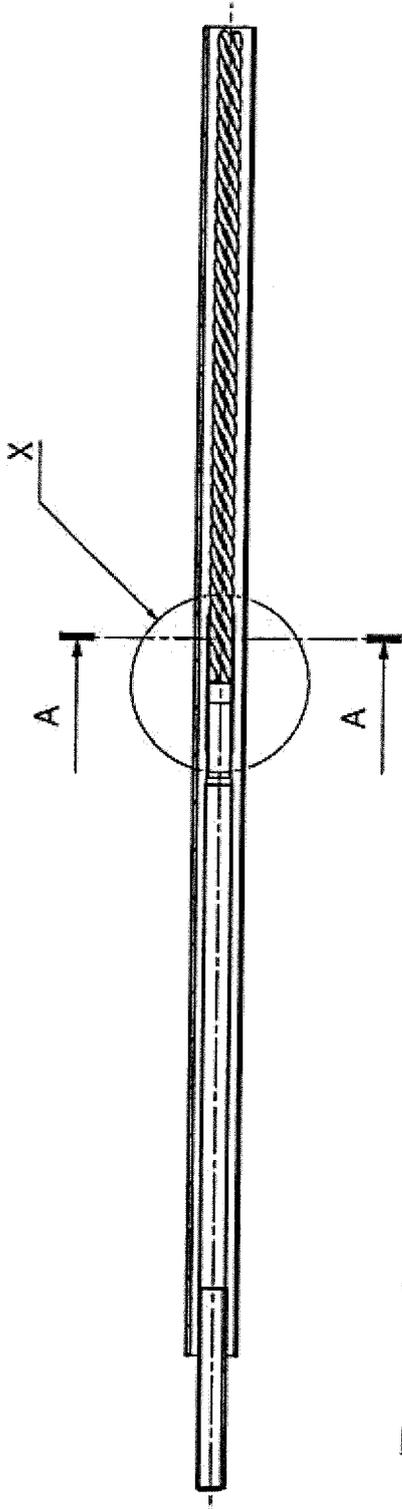


Fig. 5

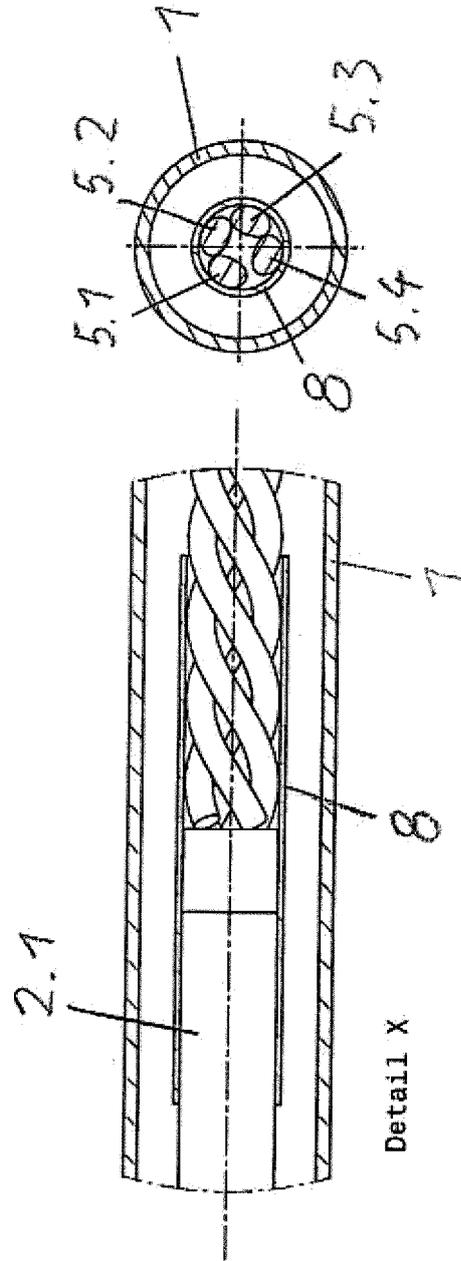


Fig. 6a

Fig. 6b

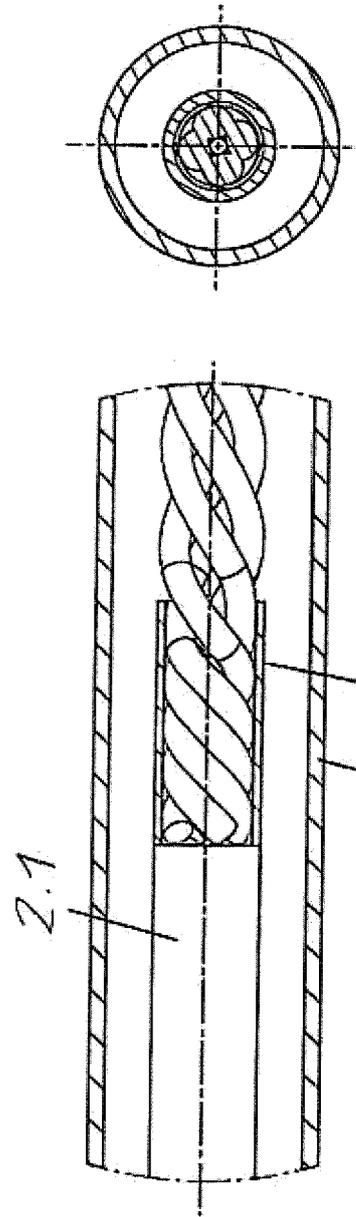
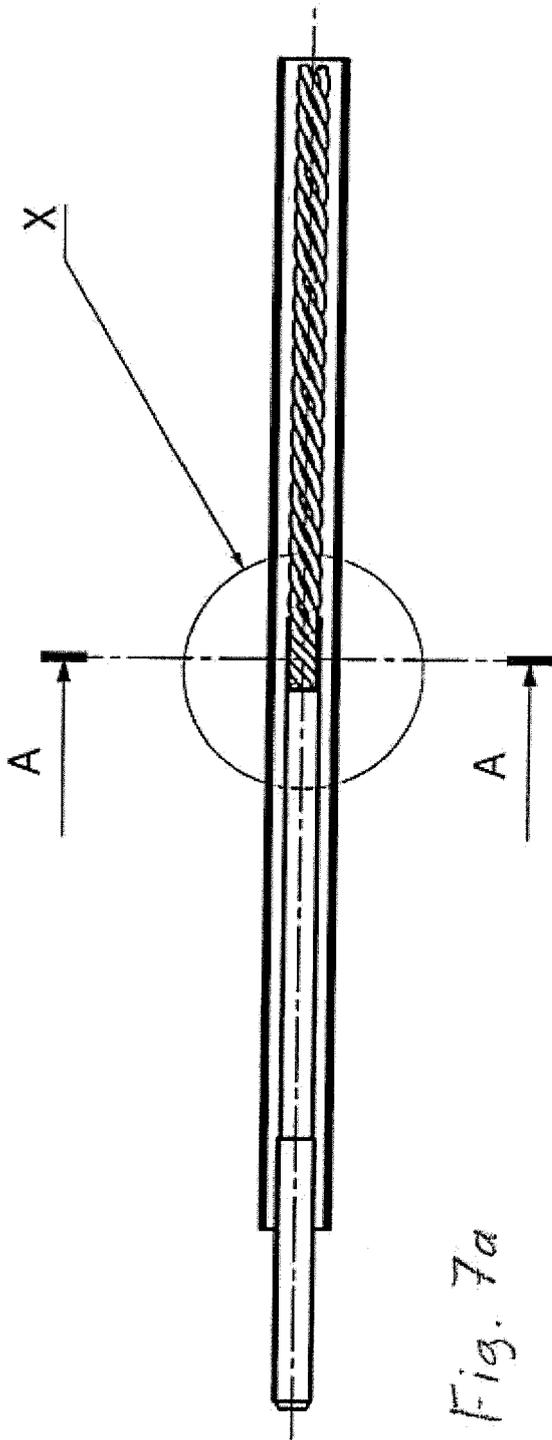


Fig. 7c

Detail X

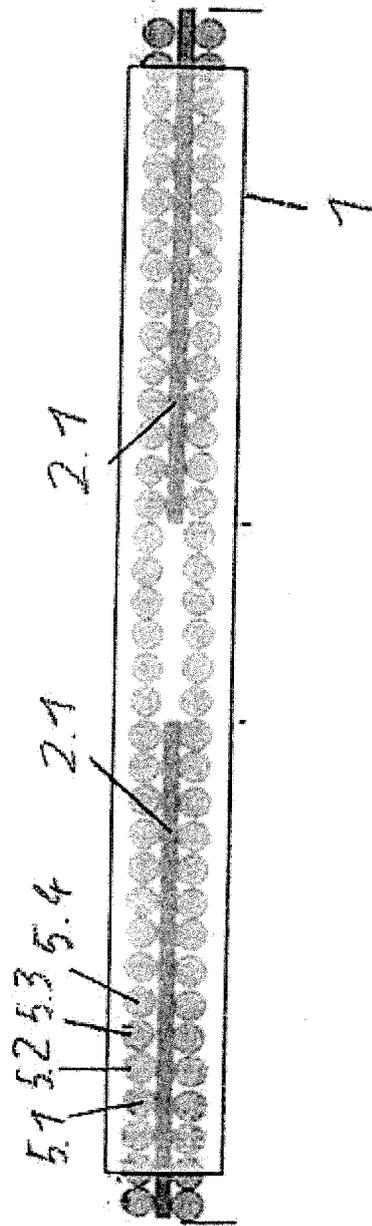


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 21 16 2769

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	GB 658 711 A (BRITISH THOMSON HOUSTON CO LTD) 10. Oktober 1951 (1951-10-10) * Seite 1, Zeile 62 - Seite 2, Zeile 111 * * Anspruch 1 *	1-7,9-13	INV. H05B3/48
X	US 6 104 011 A (JULIANO ROLANDO O [US]) 15. August 2000 (2000-08-15) * Zusammenfassung * * Abbildungen 2,3,7 * * Spalte 2, Zeilen 49-67 * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 7 *	1-3,5-7,9-14	
X	FR 2 723 284 A1 (SEB SA [FR]) 2. Februar 1996 (1996-02-02) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeile 5 - Seite 5, Zeile 12 * * Seite 6, Zeilen 3-16 * * Ansprüche 1,3,6 * * Abbildungen 1,2 *	1-3,5-13	
A	US 2 858 401 A (ANDREWS JOHN L) 28. Oktober 1958 (1958-10-28) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 3, Zeile 24 *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B
A	US 2014/178057 A1 (HAYDEN CHRIS [US] ET AL) 26. Juni 2014 (2014-06-26) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1a,3b * * Absätze [0020], [0021] *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlussdatum der Recherche <b>15. Juli 2021</b>	Prüfer <b>de la Tassa Laforgue</b>
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 21 16 2769

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

15-07-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 658711 A	10-10-1951	KEINE	
US 6104011 A	15-08-2000	KEINE	
FR 2723284 A1	02-02-1996	KEINE	
US 2858401 A	28-10-1958	US 2858401 A US 2899664 A	28-10-1958 11-08-1959
US 2014178057 A1	26-06-2014	US 2014178057 A1 US 2016097562 A1 US 2019049149 A1 WO 2014098943 A1	26-06-2014 07-04-2016 14-02-2019 26-06-2014

EPO FORM P0461

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