



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.04.2016 Patentblatt 2016/15

(51) Int Cl.:
H01B 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15002889.2**

(22) Anmeldetag: **09.10.2015**

(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:
MA

• **Haberkamp, Werner**
6022 Großwangen (CH)

(72) Erfinder:

• **Führer, Werner**
39108 Magdeburg (DE)
• **Haberkamp, Werner**
6022 Großwangen (CH)

(30) Priorität: **10.10.2014 DE 102014014794**

(74) Vertreter: **Neuhäuser, Uwe et al**
Rechts- und Patentanwaltskanzlei Rayling,
August-Bebel-Strasse 32/33
39326 Wolmirstedt (DE)

(71) Anmelder:

• **Führer, Werner**
39108 Magdeburg (DE)

(54) **KABEL HOHER STEIFIGKEIT UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

(57) Vorgeschlagen wird u.a. ein Kabel (1) hoher Steifigkeit, insbesondere hoher Axialsteifigkeit, mit einem Kabelkern (2) und einer denselben ummantelnden Armierung (3.1, 3.2), wobei die Armierung (3.1, 3.2) aus zumindest einer Verseillage zweier Gruppen über den Umfang des Kabels (1) alternierend angeordneter Verseildrähte unterschiedlichen Querschnitts mit zueinander formkomplementär ausgebildeten Kontaktflächen (8, 9; 16, 19) aufgebaut ist. Vorteilhaft weist der Kabelkern (2) einen oder mehrere elektrische Leiter (4) und/oder

Signalleiter auf, der/die von einem Mantel (5) aus einem Isoliermaterial abgedeckt oder integral mit besagtem Mantel (5) ausgebildet ist/sind, wobei auf der Außenmantelfläche (7) des Mantels (5) aus Isoliermaterial wenigstens ein Mittel (6) zur elektromagnetischen Abschirmung der elektrischen Leiter (4) und/oder Signalleiter vorgesehen oder in den Mantel (5) integriert ist, und wobei der Kabelkern (2) mit der Armierung (3.1, 3.2) durch Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss axial fest verbunden ist.

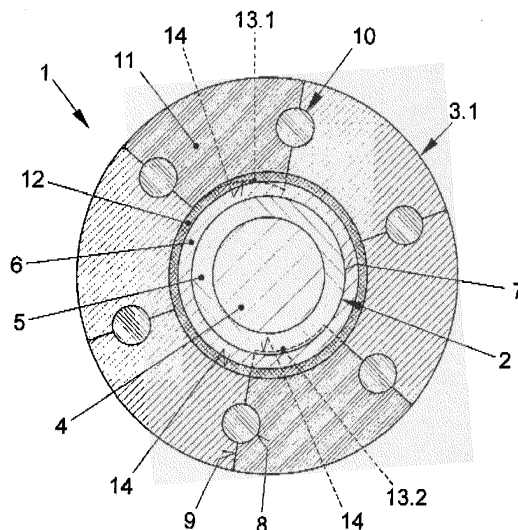


FIG. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kabel hoher Steifigkeit, insbesondere hoher Axialsteifigkeit, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 der Erfindung. Gemäß Anspruch 13 der Erfindung betrifft dieselbe ferner ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Kabels.

[0002] Um verwertbare Aussagen über das Vorhandensein und die Ausbeute sowie Möglichkeiten der Erschließung von Erdöl- und Erdgasvorkommen zu erhalten, werden geophysikalische Messungen mittels eines Kabels und zugehöriger Messköpfe bzw. Sonden in vertikalen und teilweise auch in horizontal geneigten Bohrlöchern mit großen Längen durchgeführt.

[0003] Geophysikalische Messungen werden sowohl am offenen Bohrloch als auch nach Absenkung eines Förderrohres unter Förderbedingungen, respektive am geschlossenen Bohrloch durchgeführt. Die Messköpfe bzw. Sonden werden dazu entweder am Messkabel herabgelassen oder sie sind bereits vor dem Einbringen des Kabels in das Bohrloch an einem distalen Ende des Kabels platziert. Dies setzt jedoch voraus, dass die Mess- und Erkundungskabel mit zugehöriger Messtechnik für die den Teufen immanenten Drücke, Temperaturen und Feuchten ausgelegt sind. Überdies ist zur Gewährleistung des Kabeleinschubs in insbesondere horizontal gebohrte Bohrlöcher aufgrund der Kontaktierung des Mess- und Erkundungskabels mit der Bohrlochwandung eine axiale Krafteinleitung erforderlich, mit der die durch Kontaktierung verursachten Reib- und Bremswiderstände überwunden werden müssen. Dies kann nur mit einem Kabel erreicht werden, dass ausreichend Schubkräfte aufnehmen kann.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind Mess- und Erkundungskabel vorbekannt, deren Kern von einer Armierung bestehend aus zwei Lagen hochfester Stahldrähte, insbesondere Runddrähte, mit 0,8 bis 1,3 Millimeter Durchmesser umschlossen ist. Diese Kabel können nur Zugkräfte aufnehmen. Weiterhin müssen die für die Armierung eingesetzten Runddrähte gereckt werden, um einen gleichmäßigen Sitz bzw. eine gleichmäßige Ausrichtung über dem Umfang des Kabels zu erzielen.

[0005] Darüber hinaus können derartig ausgebildete Kabel das Einbringen von zum Teil aggressiven Medien, wie z. B. von Fluiden oder Feststoffen, nicht wirkungsvoll verhindern. Das aus der Armierung nicht wieder austretende Wasser erhöht die Korrosionsgefahr oder die Gefahr der Zersetzung des Kabelkerns. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass derartige Mess- und Erkundungskabel mangels ausreichender Axialsteifigkeit und auf Grund ihrer nicht mediendicht geschlossenen Armierung sich für größere Teufen und das Ausmessen von langen horizontalen Bohrlöchern mit geringer Neigung nicht eignen.

[0006] Um dem vorstehend beschriebenen nachteiligen Umstand zu begegnen, beschreibt die DE 38 08 049 A1 ein ein- oder mehradriges elektrisches Kabel, insbesondere Bohrloch- oder Schachtkabel, welches aus einer über einer Seele angeordneten Bewährung sowie einer darüber befindlichen Umhüllung aufgebaut ist. Im Besonderen umfasst das Bohrloch- oder Schachtkabel eine Vielzahl von Einzeldrähte, die von einer Isolierung, z. B. aus PE (PE = Polyethylen), umgeben sind. Als Bewehrung oder Armierung dienen wendelförmig die Isolierung umgebende Kunststoffstränge. Die Kunststoffstränge umfassen eine z. B. aus PP (PP = Polypropylen) bestehende Umhüllung, in welcher sich hochzugfeste Fäden oder Garne longitudinal erstrecken. Die Kunststoffstränge können zur Erzielung einer ausreichenden Gewölbe- festigkeit eine Z-förmige Querschnittsform aufweisen. Des Weiteren können die hochzugfesten Fäden oder Garne auch in einem Formstrang aus PP angeordnet sein, der auf der einen Seite eine Nut und auf der anderen Seite eine Feder aufweist, vermittels derselben der Formstrang mit den benachbarten Formsträngen formschlüssig verbunden ist und so die Bewehrung oder Armierung ausbildet. Dadurch soll die Querdrukstabilität der Bewehrung oder Armierung verbessert sein. Ober der Lage Kunststoffstränge ist eine weitere Lage aus aufgeseilten Metalldrähten, wie Runddrähten, oder aus einem Drahtgeflecht oder aus einem gewellten Metallmantel aufgebracht. Die weitere Lage ist von einer Hülle aus einem abriebfesten Kunststoff umgeben.

[0007] Die DE 10 2004 015 219 A1 beschreibt ein Kabel für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, insbesondere zur Anwendung in der Erdöl- und Erdgasförderindustrie. Dieses Kabel weist einen Kabelkern auf, der mehrere zu einem Leiterbündel zusammengefasste und voneinander isolierte Leiter sowie einen das Leiterbündel umgebenden Mantel aus in Kunststoff eingebetteten Glasfasern umfasst. Eine den Außenmantel des Kabels bildende Armierung ist aus mindestens einer Lage Z-Drähte aufgebaut, die schraubenlinienförmig über einen längeren Abschnitt, nämlich die Schlaglänge des Kabels, um den Mantel geschlagen sind, wobei jeweils benachbarte Z-Drähte formschlüssig aneinander anschließen und ineinander greifen.

[0008] Die US 2008/0289849 A1 beschreibt ein Kabel für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke bzw. ein Bohrlochkabel, welches umfasst, mindestens einen in einem Isoliermantel eingehüllten metallischen Leiter, eine Schicht innerer Bewehrungsdrähte, die den isolierten Leiter umgibt, und eine Schicht äußerer Bewehrungsdrähte, die die inneren Bewehrungsdrähte umgibt. Die innere Schicht Bewehrungsdrähte kann durch Runddrähte oder Profildrähte gebildet sein. Die äußere Schicht kann durch Runddrähte, durch Profildrähte oder durch eine Kombination aus Rund- und Profildrähten gebildet sein. In Zwischenräumen zwischen den inneren Bewehrungsdrähten, in Zwischenräumen zwischen den äußeren Bewehrungsdrähten, sowie in Zwischenräumen zwischen den inneren Bewehrungsdrähten und dem isolierten Leiter ist ein Polymermaterial eingebracht, wobei besagtes Polymermaterial die Bewehrungsdrähte umhüllt und

voneinander trennt.

[0009] Die DE 10 2009 057 147 A1 beschreibt ein Kabel für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, mit einem Kabelkern und einem denselben ummantelnden, eine Armierung ausbildenden Verseilverband. Die Armierung ist aus zumindest einer Verseillage zweier Gruppen über dem Umfang des Kabels alternierend angeordneter Verseil-

drähte unterschiedlichen Querschnitts mit zueinander komplementär ausgebildeten Kontaktflächen aufgebaut. Dabei ist eine Gruppe Verseildrähte durch Runddrähte und die andere Gruppe Verseildrähte durch Profildrähte gebildet. Die Profildrähte weisen einen bogenförmigen Profilquerschnitt auf, der auf die Grundgeometrie eines Sektorprofils eines Kreisinges zurückgeführt ist. Die Kontaktflächen der Profildrähte sind komplementär zu den Kontaktflächen der benachbarten Runddrähte konkav ausgebildet.

[0010] Darüber hinaus sind aus der DE 100 59 918 A1 ein Kabel, insbesondere ein Seekabel, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung bekannt. Hierbei ist die Kabelseele von einer Armierung umgeben, wobei bedarfsweise eine zur Bildung der Armierung vorgesehene Anzahl von Armierungsdrähten durch eine teilbereichsweise Platzierung von Füllsträngen ersetzt ist. Die Füllstränge sind zur Verringerung des Gewichts vorzugsweise aus Kunststoff gebildet. Aufgrund der Tatsache, dass das Kabel in Richtung seiner Längsachse unterschiedlich stark belastbare Armierungen aufweist,

eignet sich dieses nicht als geophysikalisches Mess- und Erkundungskabel, da es zum einen keine für eine Zug- und Druckkraftbeaufschlagung ausreichende Axialsteifigkeit und zum anderen keine konstante Axialsteifigkeit in Richtung seiner Längsachse aufweist.

[0011] Die DE 38 10 746 C2 beschreibt des Weiteren ein Seekabel mit einer mindestens einen Lichtwellenleiter aufweisenden Kabelseele und mit wenigstens einer Armierung aufweisen Ummantelung. Die von der Armierung eingeschlossene Kabelseele ist hierbei vollständig unter Verwendung einer mehrschichtig aufgebauten Hochspannungs-Isolierschicht ausgefüllt. Kennzeichnend für diese technische Lösung ist, dass die von einem Außenmantel aus einem elastischen Kunststoff ummantelte Armierung aus ineinander greifenden Z-förmigen Profildrähten ausgebildet ist, und dass innerhalb der Kabelseele ein mindestens die Lichtwellenleiter rohrförmig umgebender elektrischer Leiter aus mehreren Segmentdrähten angeordnet ist. Eine Verwendung dieses Seekabels als Kabel für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke scheidet bereits wegen des durch die einzelnen Schichten bedingten hohen spezifischen Durchmessers aus.

[0012] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein im Hinblick auf den Stand der Technik alternatives Kabel hoher Steifigkeit, insbesondere hoher Axialsteifigkeit, zu schaffen, welches gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung einfach und kostengünstig herstellbar ist, eine störungsfreie Übertragung elektrischen Stroms und/oder von Signalen erlaubt und einen sicheren Verbund zwischen dem Kabelkern und einer denselben tragenden Armierung gewährleistet. Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung soll das Kabel bei tiefen Bohrlöcher, insbesondere auch im Offshor-Bereich, den Durchtritt von insbesondere Fluiden durch seine Außenhülle zuverlässig verhindern. Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung soll das Kabel das Erkunden und Ausmessen von langen, insbesondere auch horizontalen Bohrlöchern oder Bohrlöchern mit geringer Neigung erlauben und damit einhergehend hohe Druck- und Zugkräfte sowie ohne jedwede Verformung Differenzinnendrucke des Kabels aufnehmen können. Aufgabe der Erfindung ist es ferner, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines derartigen Kabels anzugeben.

[0013] Ausgehend von einem Kabel hoher Steifigkeit, insbesondere hoher Axialsteifigkeit, mit einem Kabelkern und einer denselben ummantelnden Armierung, wobei die Armierung aus zumindest einer Verseillage zweier Gruppen über den Umfang des Kabels alternierend angeordneter Verseildrähte unterschiedlichen Querschnitts mit zueinander formkomplementär ausgebildeten Kontaktflächen aufgebaut ist, wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass der Kabelkern einen oder mehrere elektrische Leiter und/oder Signalleiter aufweist, der/die von einem Mantel aus einem Isoliermaterial abgedeckt oder integral mit besagtem Mantel ausgebildet ist/sind, wobei auf der Außenmantelfläche des Mantels aus Isoliermaterial wenigstens ein Mittel zur elektromagnetischen Abschirmung der elektrischen Leiter und/oder Signalleiter vorgesehen oder in den Mantel integriert ist, und wobei der Kabelkern mit der Armierung durch Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss axial fest verbunden ist.

[0014] Es ist ein Kabel der gattungsgemäßen Art geschaffen, welches bei hoher Fluidität eine störungsfreie Übertragung von elektrischem Strom und/oder Signalen erlaubt. Durch den besagten Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss zwischen der Armierung und dem Kabelkern ist vorteilhaft eine axiale Relativbewegung zwischen der Armierung des Kabels und dem Kabelkern verhindert, wodurch Zug- und Druckkräfte während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Kabels störungsfrei aufgenommen und übertragen werden können. Insbesondere bei Kabeln zu geophysikalischen Mess- und Erkundungszwecken sind aufgrund der tiefen Bohrungen unterschiedliche Längungen der Materialien der Armierung und des Kabelkerns zu verzeichnen, welche herkömmlich zur besagten axialen Relativbewegung führen können. Eine derartige Relativbewegung kann zur Schädigung des Fügeverbundes des Kabels und in der Folge zum Bruch desselben oder zur Verfälschung von Messergebnissen führen.

[0015] Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Weiterbildungen oder Ausgestaltungen der Erfindung.

[0016] Danach ist der besagte Mantel aus einem Isoliermaterial bevorzugt durch ein synthetisches Polymer gebildet, welches sich einfach und kostengünstig verarbeiten lässt. Das synthetische Polymer ist bevorzugt ein ETFE (ETFE = Ethylen-Tetrafluorethylen). ETFE verbindet vorteilhaft eine hohe Temperaturbeständigkeit (bis 150°C) mit einer guten

Beständigkeit gegen aggressive Medien, wie beispielsweise Säuren, aromatische Kohlenwasserstoffe etc. Überdies weist ETFE vorteilhaft ein geringes Gewicht auf und ist besonders vorteilhaft als elektrischer Isolator einsetzbar. Wie die Erfindung weiter vorsieht, ist das wenigstens eine Mittel zur elektromagnetischen Abschirmung bevorzugt durch ein einfach zu verarbeitendes bandförmiges oder schlauchförmiges Metallnetz und/oder durch eine bandförmige oder schlauchförmige Metallfolie gebildet. Das Metallnetz bzw. Metallband besteht dabei z. B. aus einem Kupfer oder einer Kupferlegierung.

[0017] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist eine Gruppe Verseildrähte der Armierung durch Runddrähte gebildet, wogegen die andere Gruppe Verseildrähte durch Profildrähte gebildet ist, welche Profildrähte einen bogenförmigen Profilquerschnitt aufweisen, der auf die Grundgeometrie eines Sektorprofils eines Kreisringes zurückgeführt ist, und wobei die Kontaktflächen der Profildrähte formkomplementär zu den Kontaktflächen der benachbarten Runddrähte konkav ausgebildet sind. Ein derartiges Kabel kann hohe Druck- und Zugkräfte übertragen und weist eine hohe Querstabilität respektive Festigkeit in radialer Richtung auf, wodurch der Erhalt des Kabelverbundes auch in großen Tiefen mit hohen Drücken gewährleistet ist. Um eine besonders hohe Querstabilität respektive Festigkeit in radialer Richtung gewährleisten zu können, ist gemäß einer zweiten vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass die Verseildrähte beider Gruppen jeweils einen bogenförmigen Profilquerschnitt aufweisen, der auf die Grundgeometrie eines Sektorprofils eines Kreisringes zurückgeführt ist, wobei die eine Gruppe Verseildrähte durch erste Profildrähte gebildet ist, welche ersten Profildrähte beidseitig des Sektorprofils im Bereich ihrer Kontaktflächen jeweils wenigstens einen sich längs des Profildrahtes erstreckenden Längssteg aufweisen, wogegen die andere Gruppe Verseildrähte durch zweite Profildrähte gebildet ist, welche zweiten Profildrähte im Bereich ihrer Kontaktflächen jeweils zu besagten Längsstegen der unmittelbar benachbarten ersten Profildrähte korrespondierende und je einen Längssteg formschlüssig aufnehmende Längsnuten aufweisen. Durch diese Maßnahme ist ein besonders wirkungsvoller Formschluss zwischen den Profildrähten der Armierung bewirkt. Wie die Erfindung noch vorsieht, bestehen die Runddrähte und Profildrähte der zumindest einen Verseillage jeweils aus einem Stahl, wobei die Runddrähte vorteilhaft mit Rückdrehung und die Profildrähte rückdrehungsfrei verseilt und die Profildrähte überdies vermittle an sich bekannter Vorformungseinrichtungen vorab eine Vorformung erfahrend, spannungsfrei in den Verseilverband gelegt sind. Durch diese Maßnahme ist ein qualitätsgerechter Lagenaufbau des die Armierung ausbildenden Verseilverbandes, insbesondere ein dichter Verbund der Verseildrähte in der Verseillage gewährleistet.

[0018] Wie bereits oben ausgeführt, ist zur Vermeidung einer axialen Relativbewegung zwischen dem Kabelkern und der Armierung während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Kabels, insbesondere als geophysikalisches Mess- und Erkundungskabel in langen Bohrlöchern, der Kabelkern mit der Armierung durch Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss axial fest verbunden. Der Stoffschluss wird dabei bevorzugt mittels eines Klebstoffes bewirkt, der seinerseits weiter bevorzugt auf den Kabelkern aufgebracht wird und nach dem Ummanteln des Kabelkerns mit der Armierung respektive dem Aufseilen der Verseildrähte auf den Kabelkern abbindet bzw. aushärtet. Dabei fungiert der Klebstoff in vorteilhafter Weise gleichzeitig als Abdichtmittel, indem es etwaige noch vorhandene Hohlräume zwischen den Profildrähten der Armierung des Kabels und zwischen den Profildrähten und dem Kabelkern ausfüllt, wodurch eine besonders hohe Fluidtichtheit des Kabels gewährleistet ist.

[0019] Was den besagten Form- und/oder Kraftschluss zwischen der Armierung des Kabels und dem Kabelkern anbelangt, ist dieser mittels wenigstens einer Erhebung bewirkt, welche Erhebung an einer zum Kabelkern weisenden Kontaktfläche zumindest eines Profildrahtes ausgebildet ist und nach radial innen gerichtet in die Oberfläche des Kabelkerns formschlüssig eindringt, zumindest jedoch gegen die Oberfläche des Kabelkerns gepresst wird/ist. Die Erhebung kann sich dabei längs des Profildrahtes erstrecken, wodurch sich diese wendelförmig um den Kabelkern schlingt und so eine axiale Relativbewegung zwischen der Armierung des Kabels und dem Kabelkern verhindert, zumindest jedoch wirkungsvoll behindert. Alternativ kann die wenigstens eine Erhebung sich auch quer zur Längserstreckung des Profildrahtes erstrecken. Sind mehrere derartige Erhebungen vorgesehen, ist beispielsweise eine Kontaktfläche mit dem Kabelkern gebildet, welche nach Art einer Zahnstange zumindest abschnittsweise abwechselnd Erhebungen respektive Zähne und Zahnücken aufweist, welche Zähne in die Oberfläche des Kabelkerns formschlüssig eindringen, zumindest jedoch gegen die Oberfläche gepresst werden und so besagte axiale Relativbewegung verhindern, zumindest jedoch wirkungsvoll behindern. Wie bereits oben erwähnt, bestehen die Profildrähte aus einem Stahl, der seinerseits geeignet ist, hohen und höchsten auf das Kabel einwirkenden Kräften zu widerstehen, beispielsweise bei Verwendung desselben für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, insbesondere in der Erdöl- und Erdgasförderindustrie. Im Hinblick darauf wird besagte wenigstens eine Erhebung bevorzugt bereits bei der Herstellung des zumindest einen Profildrahtes nach einem Walzverfahren ausgebildet.

[0020] Das vorstehend beschriebene Kabel ist wie bereits oben angedeutet vorteilhaft für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, insbesondere in der Erdöl- und Erdgasförderindustrie, einsetzbar. Darüber hinaus ist es jedoch auch als See-Kabel oder als sonstiges Kabel mit einem oder mehreren elektrischen und/oder Signalleitern, wie beispielsweise als Erdkabel einsetzbar.

[0021] Ein Verfahren zur Herstellung des vorstehend näher beschriebenen Kabels zeichnet sich durch folgende Schritte aus:

- a) Bereitstellung zumindest eines langgestreckten elektrischen Leiters und/oder Signalleiters,
- b) Abdecken des zumindest einen elektrischen Leiters und/oder Signalleiters mit einem Mantel aus einem extrudierfähigen Isoliermaterial mittels wenigstens eines Extruders, wobei das Isoliermaterial aus einem synthetischen Polymer besteht,
- c) Aufbringung wenigstens eines Mittels zur elektrischen Abschirmung auf die Außenmantelfläche des Mantels, wobei das wenigstens eine Mittel zur elektromagnetischen Abschirmung durch ein bandförmiges oder schlauchförmiges Metallnetz und/oder durch eine bandförmige oder schlauchförmige Metallfolie gebildet ist,
- d) Überführung des gebildeten Kabelkerns in einen Verseilpunkt einer Verseilmaschine, und
- e) im besagten Verseilpunkt Aufbringen einer Armierung aus zumindest einer Verseillage zweier Gruppen über den Umfang des Kabels alternierend angeordneter Verseildrähte unterschiedlichen Querschnitts auf den Kabelkern.

[0022] In Fortbildung des Verfahrens ist zwischen dem Schritt d) und dem Schritt e) ein Schritt da) vorgesehen, der sich dadurch auszeichnet, dass vor Aufbringung der Armierung auf den Kabelkern im besagten Verseilpunkt die Oberfläche des Kabelkerns derart mit einem Klebstoff benetzt wird, dass nach Aufbringung der Armierung nach Schritt e) etwaige zu verzeichnende Hohlräume sowohl zwischen den die Armierung bildenden Verseildrähten als auch zwischen der besagten Armierung und dem Kabelkern vom Klebstoff eingenommen sind. Ferner kann vorgesehen sein, dass im Hinblick auf den Schritt e) zwischen der Armierung und dem Kabelkern ein Form- und/oder Kraftschluss bewirkt wird, indem an einer zum Kabelkern weisenden Kontaktfläche mit dem Kabelkern zumindest eines als Profildraht ausgebildeten Verseildrahtes wenigstens eine nach radial innen gerichtete Erhebung ausgebildet ist, welche Erhebung in die Oberfläche des Kabelkerns formschlüssig eindringt, zumindest jedoch gegen die Oberfläche des Kabelkerns gepresst wird. Durch diese Maßnahmen sowohl einzeln als auch in Kombination betrachtet wird wirkungsvoll eine axiale Relativbewegung zwischen dem Kabelkern und der Armierung während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Kabels, insbesondere als geophysikalisches Mess- und Erkundungskabel in langen Bohrlöchern, verhindert.

[0023] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Sie ist jedoch nicht auf diese beschränkt, sondern erfasst alle durch die Patentansprüche definierten Ausgestaltungen. Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäß ausgebildeten Kabels gemäß einer ersten, bevorzugten Ausgestaltungsvariante,
- Fig. 2 das Kabel nach Fig. 1 im Querschnitt gesehen,
- Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäß ausgebildeten Kabels gemäß einer zweiten, bevorzugten Ausgestaltungsvariante,
- Fig. 4 das Kabel nach Fig. 3 im Querschnitt gesehen,
- Fig. 5a - 5d die Einzelheiten "Z₁" bis "Z₄" nach Fig. 4, mit einer detaillierten Darstellung der Profildrähte des Kabels in vier verschiedenen Ausführungsformen derselben,
- Fig. 6a, 6b in Anlehnung an die zweite Ausgestaltungsvariante der Erfindung ein erfindungsgemäß ausgebildetes Kabel im Querschnitt gesehen gemäß einer dritten Ausgestaltungsvariante, mit zwei weiteren vorteilhaften Ausführungsformen der Profildrähte, und
- Fig. 7 äußerst schematisch die Darstellung eines geeigneten Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kabels.

Variante 1:

[0024] Die Fig. 1 und 2 zeigen eine erste Variante eines erfindungsgemäß ausgebildeten Kabels 1 mit einem Kabelkern 2, der seinerseits einen Vollquerschnitt aufweist und von einem eine Armierung 3.1 ausbildenden Verseilverband ummantelt ist. Insbesondere die Armierung 3.1 bewirkt die axiale und radiale Stabilität respektive Steifigkeit des Kabels 1.

[0025] Der Kabelkern 2 weist gemäß der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausgestaltung der Erfindung lediglich beispielgebend einen einzigen elektrischen Leiter 4, insbesondere Kupferleiter auf. Der elektrische Leiter 4 ist von einem Mantel 5 aus einem synthetischen Polymer abgedeckt, sozusagen in den Mantel 5 eingebettet. Der Mantel 5 wird bevorzugt nach einem an sich bekannten Extrusionsverfahren auf den elektrischen Leiter 4 aufgebracht. Das synthetische Polymer zur Ausbildung des Mantels 5 ist bevorzugt ein ETFE (ETFE = Ethylen-Tetrafluorethylen). ETFE verbindet vorteilhaft eine hohe Temperaturbeständigkeit (bis 150°C) mit einer guten Beständigkeit gegen aggressive Medien, wie beispielsweise Säuren, aromatische Kohlenwasserstoffe etc. Überdies weist ETFE vorteilhaft ein geringes Gewicht auf und ist besonders vorteilhaft als elektrischer Isolator einsetzbar.

[0026] Statt des besagten einzigen elektrischen Leiters 4 kann auch ein nicht zeichnerisch dargestellter Signalleiter, beispielsweise in Form eines Lichtwellen-Leiters aus einem bevorzugt temperatur-hochbeständigen Fiberglas vorgesehen sein. Vorteilhaft kann der Kabelkern 2 auch einen oder mehrere Leiterbündel aufweisen, die beispielsweise durch elektrische Leiter 4 und/oder Signalleiter, wie Lichtwellen-Leiter, gebildet sind (nicht zeichnerisch dargestellt). Vorteilhaft

können die elektrischen Leiter 4 oder Signalleiter oder Leiterbündel selbst mediendicht ummantelt sein, um dann jedoch noch zusätzlich von besagtem Mantel 5 abgedeckt zu werden (nicht zeichnerisch dargestellt).

[0027] Der Kabelkern 2 weist ein Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung des vorliegend beispielgebend einzigen elektrischen Leiters 4 auf. Das Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung ist bevorzugt durch ein Im Detail nicht näher dargestelltes, jedoch an sich bekanntes bandförmiges oder schlauchförmiges Metallnetz und/oder durch eine bandförmige oder schlauchförmige Metallfolie gebildet. Das Metallnetz bzw. Metallband besteht bevorzugt aus Kupfer oder einer Kupferlegierung. Das Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung respektive das Metallnetz oder die Metallfolie ist auf die Außenmantelfläche 7 des Mantels 5 aufgebracht, beispielsweise als Band auf den Mantel 5 aufgewickelt oder aufgeflochten oder als Schlauch auf den Mantel 5 aufgezogen.

[0028] Demgegenüber kann das Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung respektive das Metallnetz oder die Metallfolie in den Mantel 5 eingebettet bzw. integral mit demselben ausgebildet sein. Hierbei fungiert das Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung respektive das Metallnetz oder die Metallfolie sozusagen als Einlege teil, indem es während der Herstellung des Mantels 5 nach besagtem Extrusionsverfahren in die Extrusionsmasse des Mantels 5 kontinuierlich eingebettet wird (hier nicht zeichnerisch dargestellt, vgl. jedoch Fig. 6a, 6b und deren Erläuterungen dazu). Vorteilhaft ist durch besagtes Einlege teil eine Verstärkung des Mantels 5 zu verzeichnen.

[0029] Gemäß den Fig. 1 und 2 ist die Armierung 3.1 aus einer Verseillage zweier Gruppen über den Umfang des Kabels 1 alternierend angeordneter Verseildrähte unterschiedlichen Querschnitts mit zueinander formkomplementär ausgebildeten Kontaktflächen 8, 9 aufgebaut. Eine Gruppe Verseildrähte ist durch Runddrähte 10 gebildet, wogegen die andere Gruppe Verseildrähte durch Profildrähte 11 gebildet ist. Die Profildrähte 11 weisen dabei einen bogenförmigen Profiquerschnitt auf, der auf die Grundgeometrie eines Sektorprofils eines Kreises zurückgeführt ist, so dass die Kontaktflächen 9 der Profildrähte 11 komplementär zu den Kontaktflächen 8 der benachbarten Runddrähte 10 konkav ausgebildet sind.

[0030] Die Rund- und Profildrähte 10, 11 bestehen bevorzugt aus einem Stahl, der seinerseits geeignet ist, hohen und höchsten auf das Kabel 1 einwirkenden Kräften zu widerstehen, beispielsweise bei Verwendung desselben für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, insbesondere in der Erdöl- und Erdgasförderindustrie. Zur Erzielung eines qualitätsgerechten Lagenaufbaus des die Armierung 3.1 ausbildenden Verseilverbandes sind die Runddrähte 10 mit Rückdrehung und die Profildrähte 11 rückdrehungsfrei verseilt sowie spannungsfrei in den Verseilverband gelegt, wobei die Profildrähte 11 vermittels an sich bekannter Vorformungseinrichtungen vorab eine entsprechende Vorformung erfahren.

[0031] Um eine axiale Relativbewegung zwischen dem Kabelkern 2 und der Armierung 3.1 während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Kabels 1, insbesondere als geophysikalisches Mess- und Erkundungskabel in langen Bohrlöchern, wirkungsvoll zu verhindern, ist der Kabelkern 2 mit der Armierung 3.1 durch Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss axial fest verbunden.

[0032] Gemäß den Fig. 1 und 2 wird der besagte Stoffschluss bevorzugt mittels eines Klebstoffes 12 bewirkt, der seinerseits auf den Kabelkern 2 aufgebracht wird und nach dem Ummanteln des Kabelkerns 2 mit der Armierung 3.1 respektive dem Aufseilen der Verseildrähte bzw. der Rund- und Profildrähte 10, 11 auf den Kabelkern 2 abbindet bzw. aushärtet. Dabei fungiert der Klebstoff 12 in vorteilhafter Weise gleichzeitig als Abdichtmittel, indem es etwaige noch vorhandene Hohlräume zwischen den Rund- und Profildrähten 10, 11 der Armierung 3.1 des Kabels 1 und zwischen den Rund- und Profildrähten 10, 11 und dem Kabelkern 2 ausfüllt, wodurch eine besonders hohe Fluidität des Kabels 1 gewährleistet ist. Der Klebstoff 12 besteht bevorzugt aus einem geeigneten synthetischen Polymer.

[0033] Was den besagten Form- und/oder Kraftschluss zwischen der Armierung 3.1 des Kabels 1 und dem Kabelkern 2 anbelangt, ist dieser mittels wenigstens einer Erhebung 13.1, 13.2 an einer zum Kabelkern 2 weisenden Kontaktfläche 14 zumindest eines Profildrahtes 11 bewirkt. Die wenigstens eine Erhebung 13.1, 13.2 ist ausgehend von besagter Kontaktfläche 14 nach radial innen gerichtet, wodurch diese im Zuge des Verseilvorganges in die Oberfläche des Kabelkerns 2 formschlüssig eindringt, zumindest jedoch gegen die Oberfläche des Kabelkerns 2 gepresst wird und so eine axiale Relativbewegung zwischen der Armierung 3.1 und dem Kabelkern 2 verhindert, zumindest jedoch wirkungsvoll behindert.

[0034] Fig. 2 zeigt insoweit ergänzend zur stoffschlüssigen Fügeverbindung der Einfachheit halber zwei Ausführungsformen einer formschlüssigen Fügeverbindung in einer Zeichnung mittels Erhebungen 13.1, 13.2, die alternativ oder in Kombination Anwendung finden können (jeweils gestrichelte Linienführung). Die Erhebung 13.1 erstreckt sich längs des betreffenden Profildrahtes 11. Durch die erfolgte Verseilung schlingt sich die Erhebung 13.1 wendelförmig um den Kabelkern 2 und dringt dabei in die Oberfläche desselben formschlüssig ein. Dadurch wird eine axiale Relativbewegung zwischen dem Profildraht 11 und dem Kabelkern 2 verhindern, zumindest jedoch wirkungsvoll behindern. Bevorzugt sind jedoch eine Mehrzahl der Profildrähte 11, weiter bevorzugt sämtliche Profildrähte 11 mit zumindest einer derartigen Erhebung 13.1 ausgestattet (nicht zeichnerisch dargestellt).

[0035] Demgegenüber erstreckt sich die Erhebung 13.2 quer zur Längserstreckung des Profildrahtes 11. Sind mehrere derartige Erhebungen 13.2 je Profildraht 11 vorgesehen, ist beispielsweise eine Kontaktfläche 14 mit dem Kabelkern 2 gebildet, welche nach Art einer Zahnstange zumindest abschnittsweise abwechselnd Erhebungen 13.1, sozusagen

Zähne, sowie Zahn-Lücken aufweist. Die Zähne dringen formschlüssig in die Oberfläche des Kabelkerns 2 ein, wodurch ebenfalls eine axiale Relativbewegung zwischen dem Profildraht 11 und dem Kabelkern 2 verhindert, zumindest jedoch wirkungsvoll behindert ist/wird. Bevorzugt sind eine Mehrzahl der Profildrähte 11, weiter bevorzugt sämtliche Profildrähte 11 mit zumindest einer derartigen Erhebung 13.2 ausgestattet (nicht zeichnerisch dargestellt).

[0036] Wie bereits oben ausgeführt, bestehen die Profildrähte 11 bevorzugt aus einem Stahl, der seinerseits geeignet ist, hohen und höchsten auf das Kabel 1 einwirkenden Kräften zu widerstehen, beispielsweise bei Verwendung desselben für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, insbesondere in der Erdöl- und Erdgasförderindustrie. In Hinblick darauf wird besagte wenigstens eine Erhebung 13.1, 13.2 bevorzugt bereits bei der Herstellung des zumindest einen Profildrahtes 11 nach einem Walzverfahren am Profildraht 11 ausgebildet.

Variante 2:

[0037] Die Fig. 3 bis 5d zeigen eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Kabels 1, wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen wie in den vorherigen Zeichnungsfiguren bezeichnet sind, so dass zu deren Erläuterung auf die vorstehende Beschreibung zur Ausführungsvariante 1 verwiesen wird.

[0038] Diese zweite Ausführungsvariante des Kabels 1 unterscheidet sich von der vorbeschriebenen ersten Ausführungsvariante im Wesentlichen dahingehend, dass eine Armierung 3.2 vorgesehen ist, bei der eine der beiden Gruppen Verseildrähte durch erste Profildrähte 15 gebildet ist, welche ersten Profildrähte 15 beidseitig des Sektorprofils im Bereich ihrer Kontaktflächen 16 jeweils wenigstens einen sich längs des Profildrahtes 16 erstreckenden Längssteg 17 aufweisen. Die Erfindung beschränkt sich jedoch nicht auf einen Längssteg 17 je Kontaktfläche 16, sondern erfasst auch zwei oder mehr in radialer Richtung des Kabels 1 gesehen übereinander angeordnete Längsstege 17 zumindest im Bereich einer der besagten Kontaktflächen 16 (nicht zeichnerisch dargestellt). Die andere Gruppe Verseildrähte ist durch zweite Profildrähte 18 gebildet, welche zweiten Profildrähte 18 im Bereich ihrer Kontaktflächen 19 jeweils zu besagten Längsstegen 17 der unmittelbar benachbarten ersten Profildrähte 15 korrespondierende und je einen Längssteg 17 formschlüssig aufnehmende Längsnuten 20 aufweisen. Durch diese Maßnahme ist ein besonders wirkungsvoller Formschluss zwischen den ersten und zweiten Profildrähten 15, 18 der Armierung 3.2 bewirkt.

[0039] Gemäß den Fig. 3, 4 und 5a weisen die Längsstege 17 und die hierzu formkomplementär ausgebildeten Längsnute 20 einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt auf. Hierdurch erstrecken sich die nach radial innen und nach radial außen weisenden Flächen der Längsstege 17 auf einer Normalen zum Radius des Kabels 1. Hieraus resultiert ein hoher Widerstand der Profildrähte 15, 18 gegen radiales Auflösen des Verbundes der Armierung 3.2.

[0040] Um die Herstellung der Armierung 3.2, insbesondere das Verseilen der ersten und zweiten Profildrähte 15, 18 mit Formschluss derselben untereinander zu erleichtern, ist vorgesehen, dass die Längsstege 17 der ersten Profildrähte 15 im Querschnitt eines jeden ersten Profildrahtes 15 gesehen zu ihrem freien Ende hin sich verjüngend ausgebildet sind. Durch diese Maßnahme können während der Herstellung der Armierung 3.2 die Längsstege 17 leicht in die jeweils zugeordnete, formkomplementär ausgebildete Längsnut 20 eingeführt werden. Die Längsstege 17 sind dabei im Querschnitt gesehen bevorzugt trapezförmig (Fig. 5b) oder konvex gerundet (Fig. 5c) ausgebildet. Denkbar ist es ebenfalls und demgemäß durch die Erfindung mit erfasst, einen spitz zulaufenden Querschnitt der Längsstege 17 vorzusehen (nicht zeichnerisch dargestellt).

[0041] Ein wirkungsgleicher, zumindest jedoch wirkungsähnlicher Effekt ist erzielbar, wenn zumindest die freien Enden der Längsstege 17 im Querschnitt gesehen trapezförmig (vgl. Fig. 5d) oder konvex gerundet oder spitz zulaufend, ausgebildet sind (nicht zeichnerisch dargestellt). Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass bei Gewährleistung eines hohen Widerstandes der Profildrähte 15, 18 gegen radiales Auflösen des Verbundes der Armierung 3.2 das Fügen der Profildrähte 15, 18 untereinander ebenfalls vereinfacht ist. Dabei ist je Längssteg 17 ein erster, profelseitiger Abschnitt 17a desselben mit nach radial innen und nach radial außen weisenden Flächen vorgesehen, die auf einer Normalen zum Radius des Kabels 1 liegen, wobei zumindest einer der besagten ersten Abschnitte 17a dann in einen zweiten, freien End-Abschnitt 17b übergeht, der geneigt ausgebildet ist derart, dass sich der Querschnitt des Längssteges 17 in diesem End-Abschnitt 17b verjüngt.

[0042] In Fortbildung der Erfindung kann darüber hinaus durch eine bestimmte Auslegung der Längsstege 17 im Verhältnis zu den dieselben formschlüssig aufnehmenden Längsnuten 20 eine Übermaßpassung (Presspassung) bewirkt werden, wodurch vorteilhaft der Formschluss mit einem Kraftschluss kombiniert ist (nicht zeichnerisch dargestellt). Hierdurch werden die Festigkeit des Verbundes der Armierung 3.2 sowie die Fluiddichtigkeit des Kabels 1 noch weiter erhöht.

[0043] Was den zur ersten Ausführungsvariante der Erfindung ausführlich beschriebenen Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss zwischen dem Kabelkern 2 und der Armierung 3.1 anbelangt, kann ein derartiger Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss selbstverständlich auch zwischen dem Kabelkern 2 und der Armierung 3.2 vorgesehen werden und ist demgemäß durch die Erfindung mit erfasst. Die Fig. 3 bis 5 zeigen insoweit einen Stoffschluss mittels des oben bereits erwähnten Klebstoffes 12. Auf eine Darstellung des Form- und oder Kraftschlusses in der oben bereits beschriebenen Art wurde der besseren Übersichtlichkeit halber bei diesem Ausführungsbeispiel verzichtet.

Variante 3:

[0044] Die Fig. 6a und 6b zeigen in Anlehnung an die Ausführungsvariante 2 eine dritte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Kabels 1, wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen wie in den vorherigen Zeichnungsfiguren bezeichnet sind, so dass zu deren Erläuterung auch auf die vorstehenden Beschreibungen der Ausführungsvarianten 1 und 2 verwiesen wird.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist der Stoffschluss mit einem Form- und/oder Kraftschluss zwischen dem Kabelkern 2 und der Armierung 3.2 kombiniert, wobei auch hier der Stoffschluss mittels eines Klebstoffes 12 und der Form- und/oder Kraftschluss mittels zu den Ausführungsvarianten 1 und 2 beschriebener Ehebungen 13.1 (Fig. 2, 6a) und/oder 13.2 (Fig. 2, 6b) bewirkt ist. Überdies ist hier ein Kabelkern 2 mit einem Mantel 5 gezeigt, in welchem Mantel 5 das Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung eingebettet ist. D. h., auf das Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung ist radial außen ebenfalls synthetisches Polymer, gemäß diesem Ausführungsbeispiel ETFE aufgebracht, welches bei Ausbildung des Mittels 6 zur elektromagnetischen Abschirmung als Metallnetz deren Öffnungen und Hohlräume durchsetzt respektive ausfüllt.

[0045] Die vorstehenden Ausführungsbeispiele stellen auf ein Kabel 1 mit einem Kabelkern 2 und eine den Kabelkern 2 ummantelnde Armierung 3.1 bzw. 3.2 ab, welche Armierung 3.1 bzw. 3.2 "lediglich" durch eine Verseillage der oben beschriebenen Art gebildet ist. Die Erfindung beschränkt sich jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele, sondern erfasst auch Kabel 1 der gattungsgemäßen Art mit einer Armierung 3.1 bzw. 3.2, die durch eine Mehrzahl von Lagen der beschriebenen Art gebildet ist (nicht zeichnerisch dargestellt). Die vorstehend beschriebenen Verseillagen können dabei beliebig kombiniert werden.

[0046] Nachfolgend wird die Erfindung weiter anhand einer in Fig. 7 dargestellten, bevorzugten Fertigungsanlage zur Herstellung eines Kabels 1 der erfindungsgemäßen Art beschrieben. Das Herstellungsverfahren ist vorliegend kontinuierlich. Sicherlich ist auch eine diskontinuierliche Verfahrensführung denkbar und demgemäß durch die Erfindung mit erfasst. Im Wesentlichen weist die Anlage zur Herstellung des Kabels 1 einzelne Vorrichtungen wie folgt auf:

Einen Ablauf 21, der eine bereitgestellte Ablaufspule 22 aufweist. Die Ablaufspule 22 ist vorab mit zumindest einem langgestreckten elektrischen Leiter 4, einem Signalleiter, beispielsweise in Form eines Lichtwellen-Leiters aus einem bevorzugt temperatur-hochbeständigen Fiberglas oder auch einem Leiterbündel, das beispielsweise durch elektrische Leiter 4 und/oder Signalleiter, wie Lichtwellen-Leiter, gebildet ist, bespult;

- Zumindest ein erster Extruder 23, vermittels dessen auf den zumindest einen langgestreckten elektrischen Leiter 4, den Signalleiter oder das Leiterbündel der oben beschriebene Mantel 5 aus einem extrudierfähigem Isoliermaterial, insbesondere einem synthetischen Polymer, bevorzugt ETFE (ETFE = Ethylen-Tetrafluorethylen), aufgebracht wird;

- Eine Kühlstrecke 24, vermittels derer der Mantel 5 aus extrudierfähigem Isoliermaterial einer Kühlung und somit Härtung unterzogen wird;

- Eine Flechtmaschine 25, vermittels derer auf den besagten Mantel 5 ein Mittel 6 zur elektromagnetischen Abschirmung in Form eines bandförmigen Metallnetzes oder einer bandförmigen Metallfolie aufgeflochten wird. Das Metallnetz oder die Metallfolie bestehen dabei bevorzugt aus einem Kupfer oder einer Kupferlegierung;

- Eine Verseilmaschine 26, insbesondere Korb-Verseilmaschine 26 mit wenigstens einem Verseilkorb, der mehrere, nicht zeichnerisch dargestellte Ablaufspulen für die Verseildrähte trägt. Vermittels der Verseilmaschine 26 wird in einem Verseilpunkt 27 eine Armierung 3.1 bzw. 3.2 aus zumindest einer Lage Verseildrähte auf den gebildeten Kabelkern 2 aufgebracht;

- Einen Abzug 28, vorliegend ein Scheibenabzug, der die Bestandteile des Kabels 1 und letztendlich das fertige Kabel 1 kontinuierlich durch die Fertigungsanlage zieht; und

- einen Aufwickler 29 mit einer Aufwickelspule 30 für das fertige Kabel 1.

[0047] Um eine axiale Relativbewegung zwischen dem Kabelkern 2 und der Armierung 3.1 während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Kabels 1, insbesondere als geophysikalisches Mess- und Erkundungskabel in langen Bohrlöchern, wirkungsvoll zu verhindern, ist im Bereich des Verseilpunktes 27 eine Vorrichtung zur Aufbringung eines Klebstoffes 12 auf den Kabelkern 2 angeordnet. Vorliegend findet dazu ein zweiter Extruder 31 Anwendung. Im Wesentlichen werden dabei die Verseildrähte, nämlich Runddrähte 10 und Profildrähte 11 bzw. erste und zweite Profildrähte 15, 18, in einen mit Klebstoff 12 gefüllten Spritzkopf des zweiten Extruders 31 hinein geführt und innerhalb des zweiten Extruders 31 auf den Kabelkern 2 zur Ausbildung der Armierung 3.1 bzw. 3.2 aufgebracht. Der Verseilpunkt 27 ist dabei sozusagen im Spritzkopf des zweiten Extruders 31 angeordnet.

[0048] Demgegenüber oder in Kombination mit vorstehender Maßnahme kann zwischen der Armierung 3.1, 3.2, insbesondere deren Profildrähte 11; 15, 18, und dem Kabelkern 2 ein Form- und/oder Kraftschluss bewirkt werden, indem an einer zum Kabelkern 2 weisenden Kontaktfläche 14 besagter Profildrähte 11; 15, 18 mit dem Kabelkern 2

wenigstens eine nach radial innen gerichtete Erhebung 13.1, 13.2 ausgebildet ist, welche Erhebung 13.1, 13.2 während des Verseilvorganges im Verseilpunkt 27 in die Oberfläche des Kabelkerns 2 formschlüssig eindringt, zumindest jedoch gegen die Oberfläche des Kabelkerns 2 gepresst wird (vgl. insbes. Fig. 2,6a, 6b).

5			Bezugszeichenliste		
	1	Kabel	17	Längssteg	
	2	Kabelkern	17a	erster Abschnitt	
	3.1	Armierung	17b	zweiter Abschnitt	
10	3.2	Armierung	18	zweite Profildrähte	
	4	elektrischer Leiter	19	Kontaktflächen (zweite Profildrähte 18)	
	5	Mantel			
	6	Mittel zur elektromagnetischen Abschirmung	20	Längsnuten	
			21	Ablauf	
15	7	Außenmantelfläche (Mantel 5)	22	Ablaufspule	
	8	Kontaktflächen (Runddraht 10)	23	erster Extruder	
	9	Kontaktflächen (Profildraht 11)	24	Kühlstrecke	
	10	Runddraht	25	Flechtmaschine	
20	11	Profildraht	26	Verseilmaschine	
	12	Klebstoff	27	Verseilpunkt	
	13.1	Erhebung	28	Abzug	
	13.2	Erhebung	29	Aufwickler	
	14	Kontaktfläche	30	Aufwickelspule	
25	15	erste Profildrähte	31	zweiter Extruder	
	16	Kontaktflächen (erste Profildrähte 15)			

Patentansprüche

- 30
1. Kabel (1) hoher Steifigkeit, insbesondere hoher Axialsteifigkeit, mit einem Kabelkern (2) und einer denselben ummantelnden Armierung (3.1, 3.2), wobei die Armierung (3.1, 3.2) aus zumindest einer Verseillage zweier Gruppen über den Umfang des Kabels (1) alternierend angeordneter Verseildrähte unterschiedlichen Querschnitts mit zueinander formkomplementär ausgebildeten Kontaktflächen (8, 9; 16, 19) aufgebaut ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kabelkern (2) einen oder mehrere elektrische Leiter (4) und/oder Signalleiter aufweist, der/die von einem Mantel (5) aus einem Isoliermaterial abgedeckt oder integral mit besagtem Mantel (5) ausgebildet ist/sind, wobei auf der Außenmantelfläche (7) des Mantels (5) aus Isoliermaterial wenigstens ein Mittel (6) zur elektromagnetischen Abschirmung der elektrischen Leiter (4) und/oder Signalleiter vorgesehen oder in den Mantel (5) integriert ist, und wobei der Kabelkern (2) mit der Armierung (3.1, 3.2) durch Stoff-, Form- und/oder Kraftschluss axial fest verbunden ist.
 2. Kabel (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Mantel (5) aus einem Isoliermaterial durch ein synthetisches Polymer gebildet ist.
 3. Kabel (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Mittel (6) zur elektromagnetischen Abschirmung durch ein bandförmiges oder schlauchförmiges Metallnetz und/oder durch eine bandförmige oder schlauchförmige Metallfolie gebildet ist.
 4. Kabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gruppe Verseildrähte durch Runddrähte (10) gebildet ist, wogegen die andere Gruppe Verseildrähte durch Profildrähte (11) gebildet ist, welche Profildrähte (11) einen bogenförmigen Profilquerschnitt aufweisen, der auf die Grundgeometrie eines Sektorprofils eines Kreisringes zurückgeführt ist, und wobei die Kontaktflächen (9) der Profildrähte (11) formkomplementär zu den Kontaktflächen (8) der benachbarten Runddrähte (10) konkav ausgebildet sind.
 5. Kabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verseildrähte beider Gruppen jeweils einen bogenförmigen Profilquerschnitt aufweisen, der auf die Grundgeometrie eines Sektorprofils eines Kreisringes zurückgeführt ist, wobei die eine Gruppe Verseildrähte durch erste Profildrähte (15) gebildet ist, welche ersten Profildrähte (15) beidseitig des Sektorprofils im Bereich ihrer Kontaktflächen (16) jeweils wenigstens einen
- 50
- 55

sich längs des Profildrahtes (15) erstreckenden Längssteg (17) aufweisen, wogegen die andere Gruppe Verseil-
drähte durch zweite Profildrähte (18) gebildet ist, welche zweiten Profildrähte (18) im Bereich ihrer Kontaktflächen
(19) jeweils zu besagten Längsstegen (17) der unmittelbar benachbarten ersten Profildrähte (15) korrespondierende
und je einen Längssteg (17) formschlüssig aufnehmende Längsnuten (20) aufweisen.

5 6. Kabel (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Runddrähte (10) und Profildrähte (11; 15, 18) der zumindest einen Verseillage jeweils aus einem Stahl bestehen.

10 7. Kabel (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Runddrähte (10) mit Rückdrehung und die Profildrähte (11; 15, 18) rückdrehungsfrei verseilt sind.

8. Kabel (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Profildrähte (11; 15, 18) eine Vorformung erfahrend, spannungsfrei in den Verseilverband gelegt sind.

15 9. Kabel (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stoffschluss mittels eines Klebstoffes bewirkt ist.

20 10. Kabel (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Form- und/oder Kraftschluss mittels wenigstens einer Erhebung (13.1, 13.2) bewirkt ist, welche Erhebung (13.1, 13.2) an der zum Kabelkern (2) weisenden Kontaktfläche (14) zumindest eines Profildrahtes (11; 15, 18) ausgebildet ist und nach radial innen gerichtet in die Oberfläche des Kabelkerns (2) formschlüssig eindringt, zumindest jedoch gegen die Oberfläche des Kabelkerns (2) gepresst wird/ist.

25 11. Kabel (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Erhebung (13.1, 13.2) sich längs des Profildrahtes (11; 15, 18) oder quer zur Längserstreckung des Profildrahtes (11; 15, 18) erstreckt.

12. Verwendung eines Kabels (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für geophysikalische Mess- und Erkundungszwecke, insbesondere in der Erdöl- und Erdgassförderindustrie, oder als See-Kabel (1) oder sonstiges Kabel (1).

30 13. Verfahren zur Herstellung eines Kabels (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- a) Bereitstellung zumindest eines langgestreckten elektrischen Leiters (4) und/oder Signalleiters,
- b) Abdecken des zumindest einen elektrischen Leiters (4) und/oder Signalleiters mit einem Mantel (5) aus einem extrudierfähigen Isoliermaterial mittels wenigstens eines Extruders (23), wobei das Isoliermaterial aus einem synthetischen Polymer besteht,
- c) Aufbringen wenigstens eines Mittels (6) zur elektrischen Abschirmung auf die Außenmantelfläche (7) des Mantels (5), wobei das wenigstens eine Mittel (6) zur elektromagnetischen Abschirmung **durch** ein bandförmiges oder schlauchförmiges Metallnetz und/oder **durch** eine bandförmige oder schlauchförmige Metallfolie gebildet ist,
- d) Überführung des gebildeten Kabelkerns (2) in einen Verseilpunkt (27) einer Verseilmaschine (26), und
- e) im besagten Verseilpunkt (27) Aufbringung einer Armierung (3.1, 3.2) aus zumindest einer Verseillage zweier Gruppen über den Umfang des Kabels (1) alternierend angeordneter Verseildrähte unterschiedlichen Querschnitts auf den Kabelkern (2).

45 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Schritt d) und dem Schritt e) ein Schritt da) vorgesehen ist, der sich dadurch auszeichnet, dass vor Aufbringung der Armierung (3.1, 3.2) im besagten Verseilpunkt (27) auf den Kabelkern (2) die Oberfläche des Kabelkerns (2) derart mit einem Klebstoff (12) benetzt wird, dass nach Aufbringung der Armierung (3.1, 3.2) nach Schritt e) etwaige zu verzeichnende Hohlräume sowohl zwischen den die Armierung (3.1, 3.2) bildenden Verseildrähten als auch zwischen der besagten Armierung (3.1, 3.2) und dem Kabelkern (2) vom Klebstoff (12) eingenommen sind.

55 15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Hinblick auf den Schritt e) zwischen der Armierung (3.1, 3.2) und dem Kabelkern (2) ein Form- und/oder Kraftschluss bewirkt wird, indem an einer zum Kabelkern (2) weisenden Kontaktfläche (14) mit dem Kabelkern (2) zumindest eines als Profildraht (11; 15, 18) ausgebildeten Verseildrahtes wenigstens eine nach radial innen gerichtete Erhebung (13.1, 13.2) ausgebildet ist, welche Erhebung (13.1, 13.2) in die Oberfläche des Kabelkerns (2) formschlüssig eindringt, zumindest jedoch gegen die Oberfläche des Kabelkerns (2) gepresst wird.

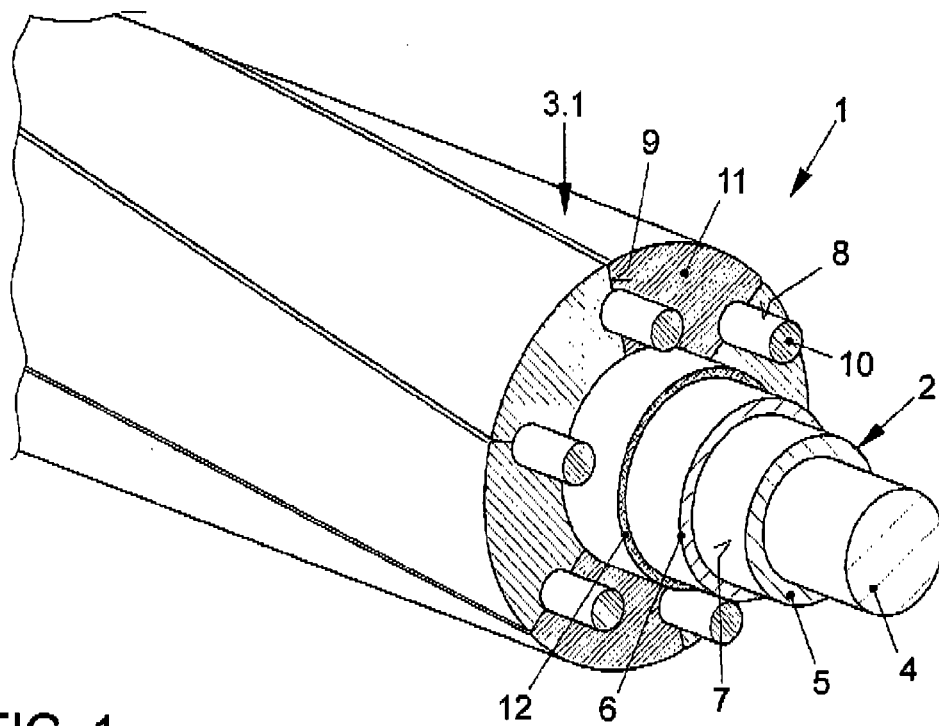


FIG. 1

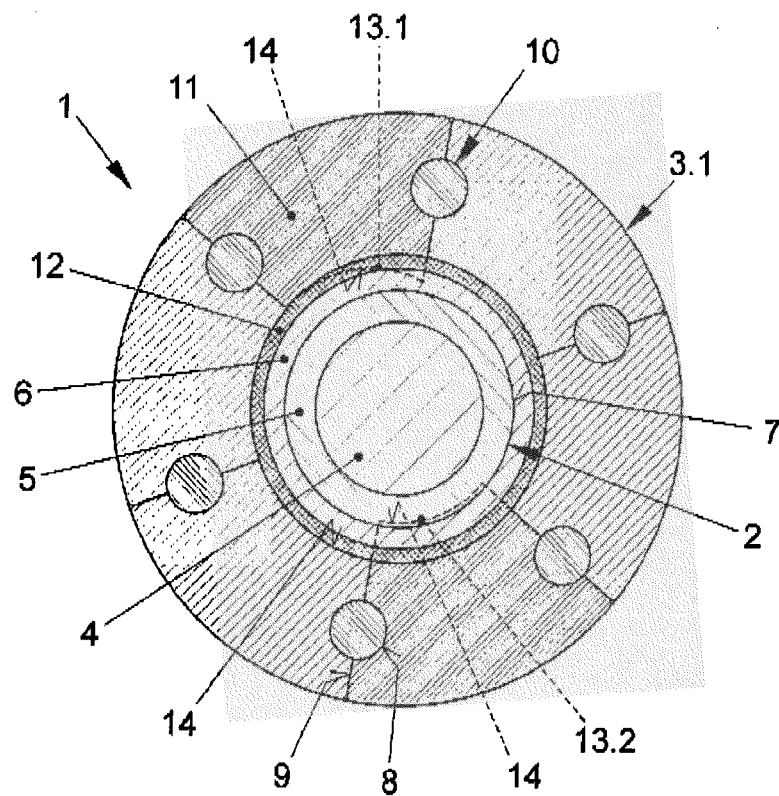


FIG. 2

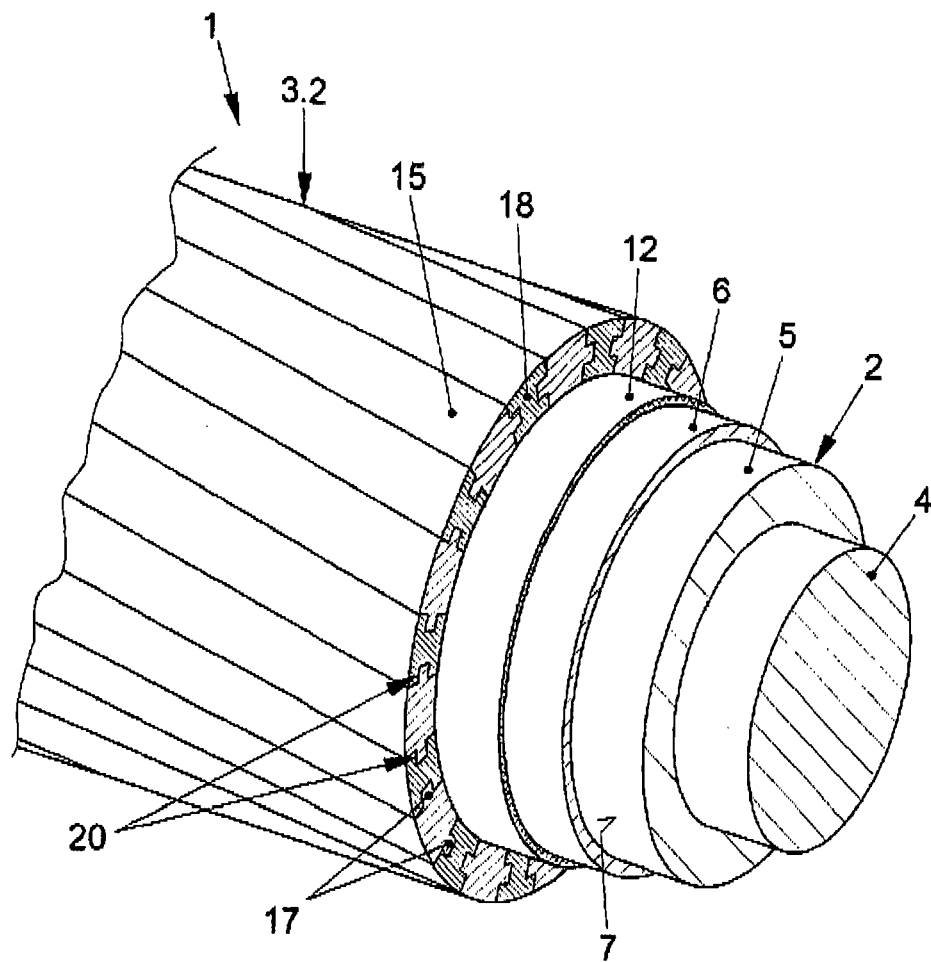


FIG. 3

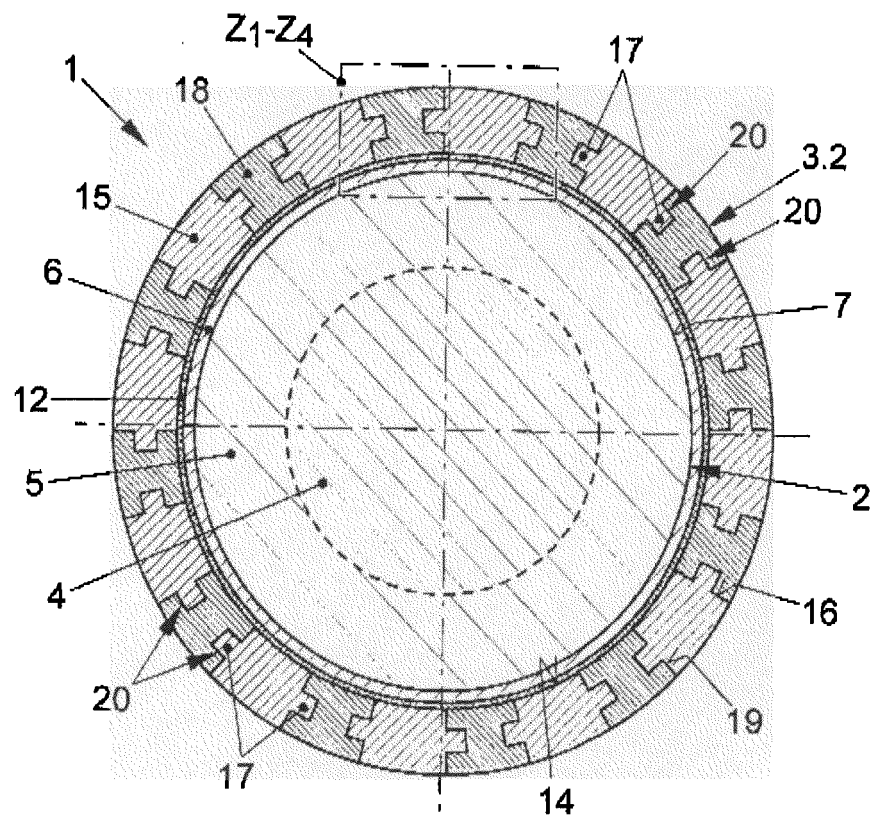


FIG. 4

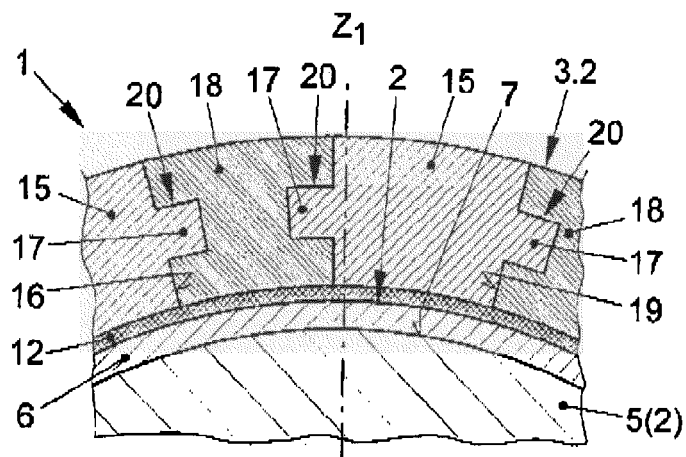


FIG. 5a

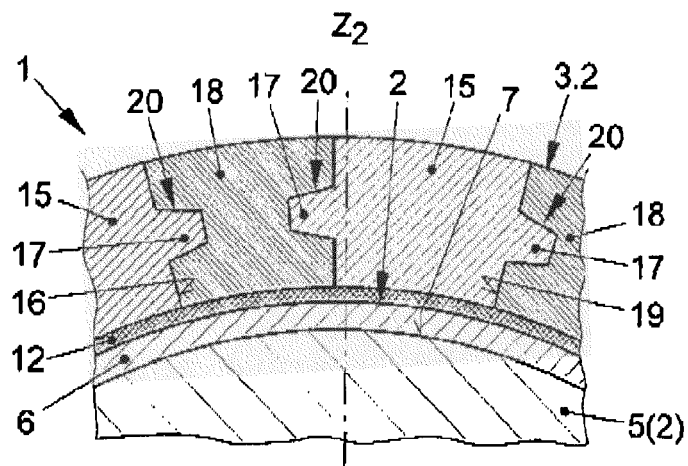


FIG. 5b

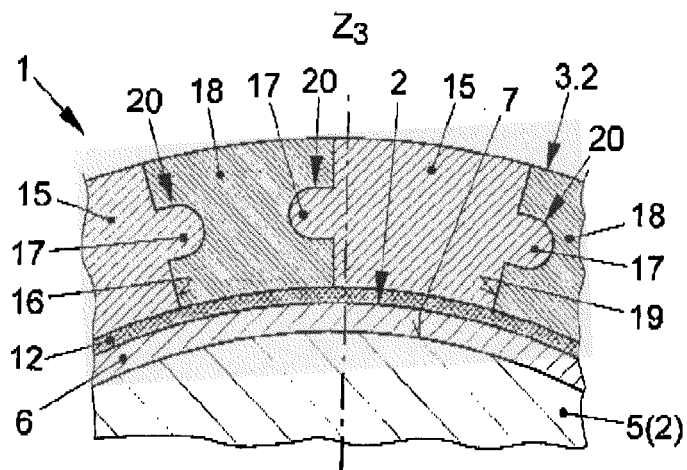


FIG. 5c

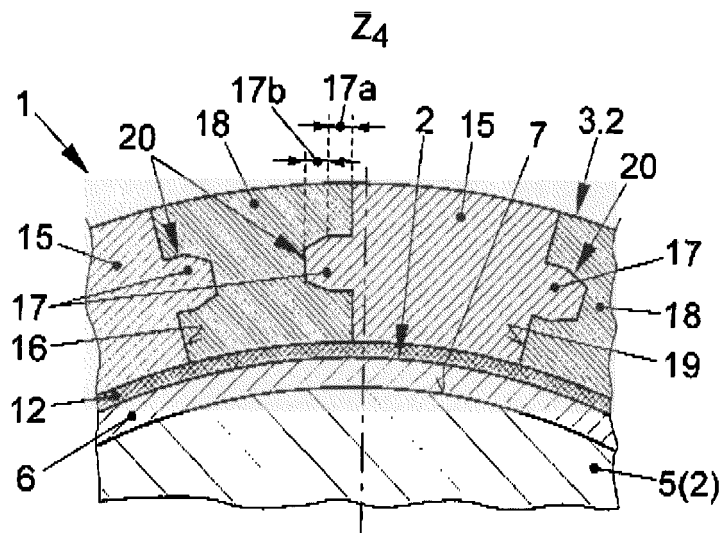


FIG. 5d

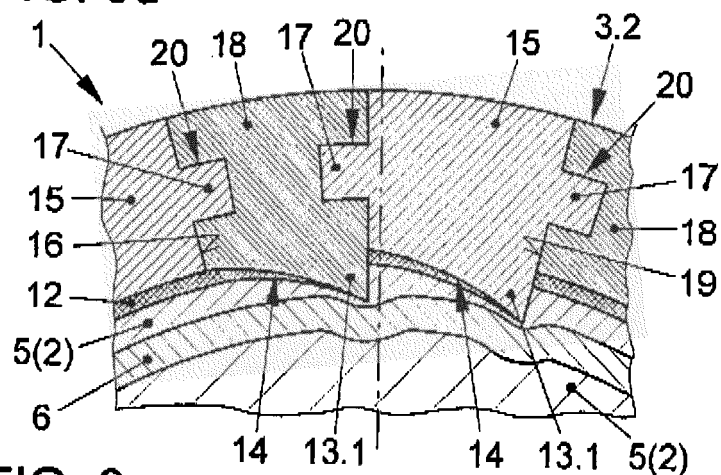


FIG. 6a

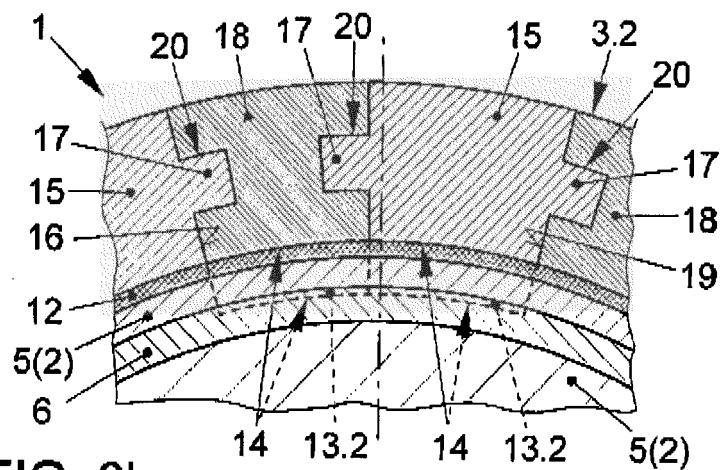


FIG. 6b

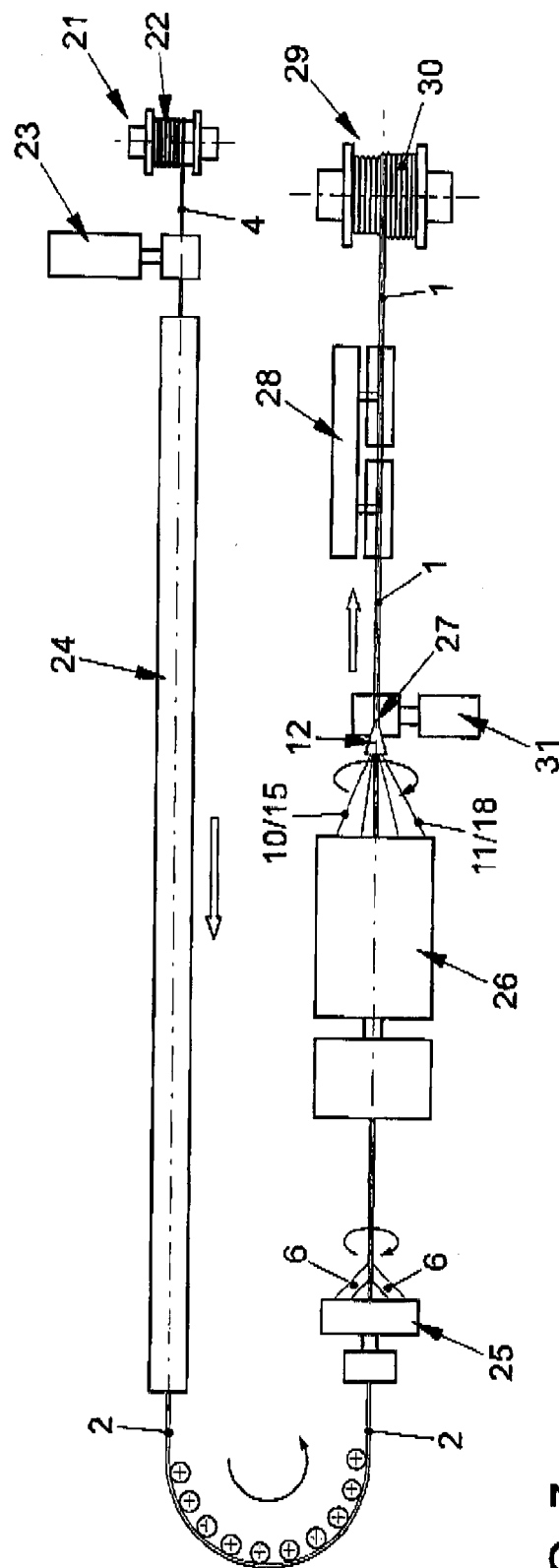


FIG. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 00 2889

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)
A,D	DE 10 2009 057147 A1 (FUEHRER WERNER [DE]) 9. Juni 2011 (2011-06-09) * das ganze Dokument * -----	1,13	INV. H01B7/04
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. Februar 2016	Prüfer Salm, Robert
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 : mündliche 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 15 00 2889

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.

29-02-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102009057147 A1	09-06-2011	KEINE	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3808049 A1 [0006]
- DE 102004015219 A1 [0007]
- US 20080289849 A1 [0008]
- DE 102009057147 A1 [0009]
- DE 10059918 A1 [0010]
- DE 3810746 C2 [0011]