



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 505 351 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 49 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **20.12.95**      51 Int. Cl.<sup>6</sup>: **E04C 5/08, D07B 1/16**
- 21 Anmeldenummer: **92890062.0**
- 22 Anmeldetag: **18.03.92**

### 54 **Spannbündel für vorgespannte Tragwerke aus Beton**

- |  |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |
|--|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|
| <p>30 Priorität: <b>19.03.91 AT 614/91</b></p> <p>43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br/><b>23.09.92 Patentblatt 92/39</b></p> <p>45 Bekanntmachung des Hinweises auf die<br/>Patenterteilung:<br/><b>20.12.95 Patentblatt 95/51</b></p> <p>84 Benannte Vertragsstaaten:<br/><b>AT CH DE FR GB IT LI</b></p> <p>56 Entgegenhaltungen:</p> <table border="0"><tbody><tr><td><b>EP-A- 0 393 013</b></td><td><b>WO-A-85/05394</b></td></tr><tr><td><b>DE-A- 3 234 246</b></td><td><b>FR-A- 2 579 236</b></td></tr><tr><td><b>FR-A- 2 610 656</b></td><td><b>FR-A- 2 638 771</b></td></tr><tr><td><b>GB-A- 1 394 362</b></td><td><b>US-A- 3 646 748</b></td></tr><tr><td><b>US-A- 4 623 504</b></td><td><b>US-A- 4 635 433</b></td></tr></tbody></table> | <b>EP-A- 0 393 013</b> | <b>WO-A-85/05394</b> | <b>DE-A- 3 234 246</b> | <b>FR-A- 2 579 236</b> | <b>FR-A- 2 610 656</b> | <b>FR-A- 2 638 771</b> | <b>GB-A- 1 394 362</b> | <b>US-A- 3 646 748</b> | <b>US-A- 4 623 504</b> | <b>US-A- 4 635 433</b> | <p>73 Patentinhaber: <b>Vorspann-Technik Gesell-<br/>schaft m.b.H.<br/>Mayrwies-Esch 342<br/>A-5023 Salzburg (AT)</b></p> <p>72 Erfinder: <b>Thal, Hermann, Dipl.-Ing.<br/>Guggenberg 83<br/>A-5310 Mondsee (AT)</b></p> <p>74 Vertreter: <b>Köhler-Pavlik, Johann, Dipl.-Ing.<br/>Margaretenplatz 5<br/>A-1050 Wien (AT)</b></p> |
| <b>EP-A- 0 393 013</b>   | <b>WO-A-85/05394</b>   |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |
| <b>DE-A- 3 234 246</b>   | <b>FR-A- 2 579 236</b> |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |
| <b>FR-A- 2 610 656</b>   | <b>FR-A- 2 638 771</b> |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |
| <b>GB-A- 1 394 362</b>   | <b>US-A- 3 646 748</b> |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |
| <b>US-A- 4 623 504</b>   | <b>US-A- 4 635 433</b> |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 505 351 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Spannbündel für vorgespannte Tragwerke, insbesondere aus Beton nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung und Einbau.

Die US-A-3 646 748 offenbart ein Spannbündel für vorgespannte Tragwerke aus Beton, bestehend aus mehreren in einer geordneten Konfiguration schraubenförmig verlaufenden und einander gegenseitig berührenden Spannelementen, welche von einem gemeinsamen aufgeschrumpften Kunststoffmantel umhüllt sind, wobei die Spannelemente vom Kunststoffmantel eng umhüllt sind und die Innenwandung des Kunststoffmantels an den äußeren Spanngliedern eng anliegt. Hierbei kann das Spannbündel irgendeine Form aufweisen. Hierbei ist vorgesehen, daß eine dauerplastische Masse die Zwischenräume ausfüllt und auch zwischen die Spannelemente und den Kunststoffmantel eingedrungen ist. Hierbei ist nur ein einziges Spannbündel vorgesehen, welches aus mehreren Drähten besteht, die in einen zentralen Draht gewunden sind, was den Nachteil hat, daß nur eine beschränkte Spannkraft erzielt werden kann.

Ein ähnliches Spannbündel offenbart auch die US-PS 4 623 504.

Beim Spannbündel gemäß der EP-A-0 393 013 sind mehrere Spannglieder parallel zueinander verlaufend gemeinsam von einem Kunststoffmantel umgeben. Durch die dabei vorgesehenen Umhüllungen der einzelnen Spannglieder selbst ist der Querschnitt der beschriebenen und dargestellten Spannbündel um einiges größer als er eigentlich sein müßte. Auch der umhüllende Kunststoffmantel ist dadurch weiter von den einzelnen Spanngliedern entfernt als es notwendig wäre. Das Herstellungsverfahren gemäß der EP-A-0 393 913 umfaßt das Durchführen der Spannglieder durch einen Extruder, wobei jedoch kein Aufschumpfen des Kunststoffmantels erfolgt, um beim Endprodukt einen möglichst kleinen Querschnitt des Bündels zu erzielen und doch die Beweglichkeit der einzelnen Spannglieder im Bündel gegenüber dem Mantel zu gestatten.

Im Spannbündel gemäß der GB-A-1 394 382 sind die Zwischenräume zwischen den Spannelementen untereinander durch Fett ausgefüllt. Hierbei besteht das Spannbündel aus mehreren Drähten, die parallel zueinander liegend in einer Umhüllung angeordnet sind. Drähte haben den Nachteil, daß sie verhältnismäßig steif sind und eine Haspel mit großem Durchmesser zum Aufwickeln der Spannglieder benötigen.

Weiters ist bekannt, Spannelemente ungeordnet in ein vorgefertigtes Hüllrohr einzuziehen und den verbleibenden Freiraum mit einer Gleitmasse,

beispielsweise Fett, auszupressen. Allerdings kann bei derartig hergestellten Spannbündeln nur eine 50 bis 60%ige Füllung des Querschnittes des Bündels erzielt werden, sodaß ein relativ hoher Platzbedarf in bezug auf die Belastbarkeit des Spannbündels gegeben ist.

Überdies fällt der Schwerpunkt der Spannelement-Anordnung nicht mit dem Schwerpunkt der Umhüllung bzw. deren geometrischer Achse, zusammen. Zusätzlich ändert sich an jeder Umlenkstelle, d.h. bei Wechsel des Krümmungssinnes, die gegenseitige Lage der Schwerpunkte.

Für Kabel, bei welchen die einzelnen Spannelemente nicht parallel zueinander, sondern im Bündel verdreht vorliegen, wurde vorgeschlagen, ("Structural Engineering International", Volum 1, Number 1, February 1991, pp.61,62), die inneren Zwischenräume zwischen den Drähten mit einer Korrosionsschutzmasse auszufüllen. Hierbei ist der innere Mantel auf die Drähte aufgebaut. Beim Spannen dieses Kabels dehnt sich der äußere Mantel mit dem Kabel in gleichem Maß. Dabei wird das Problem, die Reibungskräfte zwischen der Anordnung der Spannelemente und dem Mantel zu vermindern, nicht angesprochen.

Beim Vorspannglied gemäß der AT-PS 269 439 sind im wesentlichen geradlinig verlaufend angeordnete und zueinander parallel ausgerichtete Teilelemente vorgesehen, die jedoch kraftschlüssig und schubfest miteinander verbunden sind. Diese Bindemittel, beispielsweise ein Metallkleber, füllt die Zwischenräume zwischen den Teilelementen aus, jedoch ist kein die Teilelemente gemeinsam umhüllender Kunststoffmantel vorgesehen. Das Problem der Abstandwahl zwischen den einzelnen Teilelementen wird nicht angesprochen und auch das Problem der Reibungskräfte zwischen den Spannelementen und einem Mantel bleibt ungelöst.

Bei der Konstruktion gemäß der EP-A-0 160 135 ist die Beweglichkeit der Spannglieder des Bündels gegenüber dem sie umhüllenden Kunststoffmantel nicht gegeben. Vielmehr muß zu diesem Zweck außerhalb des Kunststoffmantels eine Gleitschicht und radial darauffolgend nochmals eine Umhüllung vorgesehen sein, wobei sich die Spannglieder zusammen mit dem sie umgebenden Mantel innerhalb der äußeren Umhüllung bewegen können. Darüberhinaus sind die äußeren Spannglieder des beschriebenen Spannbündels verdreht um ein zentrales Spannglied angeordnet, sodaß sich bei Veränderung der Vorspannung in nachteiliger Weise Formänderungen, insbesondere Änderungen des Querschnittes des Spannbündels ergeben.

Ein Spannglied mit verdrehten Teilelementen ist auch in der WO-A-85/05394 beschrieben, die kein reines Spannbündel, sondern ein Bewehrungselement für Spannbetonkonstruktionen beschreibt.

Dieses Bewehrungselement besteht aus einer Kombination von einem oder mehreren Spanngliedern herkömmlichen Bewehrungsstäben und zumindest einem dazwischen vorgesehenen Wendelstab als Abstandhalter. Bei dieser Konstruktion kommt es ebenfalls bei wechselnder Vorspannung zu den oben angesprochenen nachteiligen Querschnittveränderungen des Bewehrungselementes und es wird weder auf eine Minimierung des Platzbedarfes noch auf die Verminderung der Reibungskräfte zwischen den Spannelementen und einem sie umhüllenden Mantel eingegangen.

Letzteres gilt auch für die EP-A-0 105 839, in der lediglich beschrieben ist, daß es bekannt ist, Spannelemente mit einer zweischichtigen Kunststoffumhüllung zu versehen. Dieses Dokument geht dann auf die Materialwahl für die Kunststoffumhüllung näher ein, beschäftigt sich jedoch nicht mit der Minimierung des Platzbedarfes der Herabsetzung der Reibung zwischen Spannelementen und Mantel, sowie der Beibehaltung der Form und Geometrie des Spannbündels.

Die EP-A-0 095 413 greift lediglich das Teilproblem der Gleitfähigkeit der Spannglieder gegenüber einem Hüllrohr auf, das auch aus Kunststoff angefertigt sein kann. Das letztgenannte Dokument gibt jedoch keinen Hinweis darauf, wie das Problem der Herabsetzung der Reibung gleichzeitig mit der weitgehenden Minimierung des Platzbedarfes und der Beibehaltung der Form und Geometrie eines Spannbündels aus mehreren einzelnen Spanngliedern gelöst werden kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Spannbündel anzugeben, welches die oben angeführten Nachteile bei weitestgehender Minimierung des Platzbedarfes, gleichzeitiger Herabsetzung der Reibung und Beibehaltung der Form und Geometrie des Bündels in jeder Lage vermeidet und wobei Spannelemente auch einzeln oder in Gruppen spannbar sind und auf einer Haspel mit verhältnismäßig kleinem Durchmesser aufgedreht werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient die Maßnahme nach dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1.

Durch die dauerplastische Masse zwischen den Spannelementen selbst und insbesondere zwischen Spannelementen und Kunststoffmantel wird die Reibung weitgehend vermindert, das Spannen, auch einzelner und insbesondere der äußersten Spannelemente erleichtert, wobei alle Vorteile des kompakten Parallel-Bündels beibehalten werden. Das Merkmal nach Anspruch 2 kann gleichzeitig auch dem Korrosionsschutz der Spannelemente dienen. Hierbei reicht eine Dicke von einem oder wenigen  $\mu\text{m}$  an den Berührungsstellen zwischen den Spannelementen bzw. diesen und dem Kunststoffmantel für das angestrebte reibungslose Span-

nen der Elemente aus.

Vorzugsweise werden als dauerplastische Masse Gleitmassen, z.B. umwelt-, insbesondere waserverträgliche Fette, vorzugsweise auf Silikon- oder Mineralölbasis, oder Naturprodukte, z.B. auf Rapsbasis, verwendet.

Vorteilhafterweise sind die Spannelemente gemäß Anspruch 3 zusammengehalten, wodurch die geometrische Konfiguration des Bündels noch stabiler erhalten bleibt. Auch kann dadurch ein Schlagen der Spannelemente gegeneinander bzw. gegen die Innenwandung des Kunststoffmantels vermieden werden, sodaß die Gefahr von Beschädigungen noch weiter reduziert ist.

Eine vorteilhafte Variante bietet Anspruch 4.

Um eine weitestgehend freie Beweglichkeit der Spannelemente im Mantel zu gewährleisten, dient Anspruch 5. Durch dieses zusätzliche Merkmal wird einerseits eine bessere und exaktere Führung der äußersten Spannelemente auch zwischen allenfalls vorgesehenen umhüllenden Elementen sowie eine Reduzierung der notwendigen Menge an dauerplastischer Masse erzielt.

Selbstverständlich können die Spannelemente einzeln oder in Gruppen korrosionsgeschützt sein, beispielsweise durch eine Kunststoffumhüllung oder eine galvanische Beschichtung.

Vorteilhafterweise wird das beschriebene Spannbündel in einem Verfahren hergestellt, welches nach dem Oberbegriff des Anspruches 6 ausgeführt wird. Ein derartiges Verfahren ist im wesentlichen durch die FR-A-2 610 656 bekannt geworden. Aufgabe der Erfindung ist es, Maßnahmen zu treffen, daß beim anschließenden Kühlen und Schrumpfen des Kunststoffmantels dieser den Spannelementen ausreichend Platz läßt, damit die Elemente im Mantel gleiten können. Diese Maßnahmen werden durch den kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 6 erfüllt.

Gemäß diesem Herstellungsverfahren wird das Spannbündel in der Konfiguration hergestellt, welche den geringstmöglichen Platzbedarf aufweist und durch das Ansaugen des Kunststoffmantels an die Innenwandung des Kalibrators wird erreicht, daß der Mantel so weit aufgeweitet wird, daß er beim anschließenden Abkühlen und damit verbundenen Schrumpfen nur in einem Maße enger wird, daß die innenliegenden Spannelemente noch genügend Freiheit haben, um gegenüber dem Kunststoffmantel gleiten zu können. Der Mantel muß also so weit aufgeweitet werden, daß seine Innenwandung beim fertigen Spannbündel nicht derart fest anliegt, um ein Gleiten der Spannelemente zu verhindern. Das genaue Ausmaß der notwendigen Aufweitung ist abhängig von verwendeten Material des Kunststoffmantels, da verschiedene Kunststoffe unterschiedliche Schrumpfkoeffizienten aufweisen können. Auch der weiter oben angesprochene

Reibungs- bzw. Haftkoeffizient des Kunststoffmaterials gegenüber dem Material der Spannelemente beeinflusst die notwendige Aufweitung des Kunststoffmantels. Materialien mit sehr niedrigem Reibungs- bzw. Haftkoeffizienten können fester gegen die Spannelemente gepreßt werden als solche mit hohem Koeffizienten. Während im ersteren Fall geringe Aufweitungen möglich sind, muß im zweiten Fall der Kunststoffmantel so weit nach außen gesaugt werden, daß die Spannelemente nach dem anschließenden Aufschumpfen des Mantels relativ locker umschlossen sind.

Je nach dem Anwendungsgebiet für das fertige Spannbündel bzw. der gewünschten Vorgangsweise in bezug auf eine anschließende Auspressung des Raumes zwischen den Spannelementen mit unterschiedlichen Substanzen, kann vorgesehen sein, daß die Spannelemente trocken oder mit einer dünnen Schicht einer dauerplastischen Masse umgeben durch den Extruder geführt werden.

Wenn das erfindungsgemäße Spannbündel derart ausgeführt sein soll, daß die Zwischenräume zwischen den Spannelementen durch eine dauerplastische Masse ausgefüllt sein sollen und diese Masse auch die Spannelemente umgeben soll, kann gemäß den Ansprüchen 6 und 7 das Herstellungsverfahren gekennzeichnet sein.

Die Maßnahme nach Anspruch 8 dient dazu, um das Führen der Spannelemente zu erleichtern und auch beim fertiggestellten Spannbündel die Konfiguration mit dem geringsten Platzbedarf beibehalten zu können.

Das erfindungsgemäße Spannbündel wird vorzugsweise nach Anspruch 9 eingebaut. Danach können die Spannelemente nach Anspruch 10 oder 11 verankert werden.

Als einer der letzten Verfahrensschritte beim Einbau des erfindungsgemäßen Spannbündels kann die Maßnahme nach Anspruch 12 vorgesehen sein.

Bei Verwendung einer dauerplastischen Masse ist es wie angegeben möglich, sowohl vor als auch nach dem Spannen das Spannbündel zu verpressen, weshalb diese Möglichkeit hauptsächlich dort angewendet wird, wo die Spannelemente auch nach dem ersten Einbau nachgespannt werden müssen, bzw. deren Vorspannung allenfalls vermindert werden soll. Die zweite angegebene Möglichkeit des Verpressens mit einer aushärtenden Masse wird in jenen Fällen Anwendung finden, in welchen das Spannbündel über die gesamte Standzeit keiner Änderung der Vorspannungskräfte unterworfen wird.

Das erfindungsgemäße Spannbündel findet in vorteilhafter Weise nach den Ansprüchen 13 und 14 Anwendung.

In der nachfolgenden Beschreibung sollen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen

zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Spannbündels näher beschrieben werden.

Dabei zeigen

Fig. 1 das erfindungsgemäße Spannbündel mit im wesentlichen kreisförmigen inneren Querschnitt des Kunststoffmantels,

Fig. 2 das gleiche Spannbündel der Fig. 1, jedoch mit einem umhüllenden Element,

Fig. 3 eine Variante, bei welcher der Kunststoffmantel in die äußeren Zwischenräume der Litzen eindringt,

Fig. 4 ein Spannbündel mit einem umhüllenden Element der Litzen, in einer Ausführung entsprechend der Fig. 3,

Fig. 5 bis 16 verschiedene Varianten des erfindungsgemäßen Spannbündels mit unterschiedlichen Anzahlen und Anordnungen der einzelnen Litzen,

Fig. 17 eine Umlenkstelle im Tragwerk mit drei Spannbündeln,

Fig. 18 einen Schnitt nach der Linie XVIII-XVIII der Fig. 17 und

Fig. 19 bis 21 drei Varianten der Anordnung von Spannbündeln, z. B. nach den Fig. 9, 12 und 16.

In den Zeichnungen sind mit 1 die einzelnen Spannelemente des Spannbündels bezeichnet. Hierbei sind die einzelnen Spannelemente 1 aus Litzen aufgebaut. Auch Umhüllungen der Spannelemente 1 oder Gruppen davon sind möglich, insbesondere aus Kunststoff oder durch galvanische Beschichtung, um den Korrosionsschutz schon für jedes einzelne Element, bzw. jede Gruppe von Elementen sicherzustellen.

Alle Spannelemente 1 sind von einem gemeinsamen Kunststoffmantel 2 umgeben. Dieser ist vorzugsweise aus Polyäthylen oder einem ähnlichen Material hergestellt. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen ist die Konfiguration der Spannelemente 1 derart gewählt, daß ein Kranz von sechs äußeren Spannelementen um ein zentrales Spannelement herum angeordnet ist. Die Mittelpunkte je dreier benachbarter Spannelemente 1 bilden in diesem Fall ein gleichseitiges Dreieck.

Für bestimmte Anwendungsgebiete kann es jedoch auch notwendig sein, von dieser Anordnung abweichende Konfigurationen vorzusehen, bei welchen die Mittelpunkte aller Spannelemente 1 auf einer geraden Linie oder je vier Spannelemente in den Ecken eines Quadrates oder eines Rechteckes liegen. So könnten beispielsweise nur drei benachbarte Spannelemente 1 derart angeordnet sein, daß deren Mittelpunkte beispielsweise ein gleichseitiges Dreieck bilden (Fig. 5). Die einfachste Anordnung ergibt sich bei zwei nebeneinander liegenden Spannelementen. Das Spannbündel bildet in diesem Fall ein flaches Band (Fig. 6). Es können aber auch drei (Fig. 7), vier (Fig. 8) oder mehrere Spannelemente nebeneinander liegend in einer

Reihe angeordnet sein. Des weiteren sind auch zwei oder mehrere übereinander liegende Reihen von Spannelementen denkbar. Beispielsweise ist in Fig. 9 ein Spannbündel dargestellt, bei welchem vier Spannelemente ein Quadrat bilden.

In entsprechender Weise können aber auch zwei Dreierreihen (Fig. 10), zwei Viererreihen (Fig. 11) oder zwei Reihen einer beliebigen Anzahl von nebeneinander liegenden Spannelementen übereinanderliegend angeordnet sein. Natürlich sind auch Anordnungen von drei (Fig. 12, Fig. 13) oder auch mehreren übereinander liegenden Reihen von Spannelementen möglich. Nach oben hin besteht für die Anzahl der möglichen Spannelemente 1 im Prinzip keine Beschränkung, sodaß im wesentlich beliebig viele Spannelemente in allen möglichen geometrischen Konfigurationen zu einem erfindungsgemäßen Spannbündel vereinigt werden können. So sind etwa auch mehrere konzentrische Kränze von Spannelementen möglich. Beispielsweise zwei Kränze wie in Fig. 14 dargestellt ist. Aber auch eine dreieckige Anordnung, wie in Fig. 5, kann um einen weiteren äußeren Kranz von Spannelementen ergänzt werden, sodaß sich beispielsweise die in Fig. 15 dargestellte Anordnung ergibt (in den Fig. 5 bis 15 ist nur die schematische Anordnung der Spannelemente 1 im Spannbündel dargestellt, ohne auf den erfindungsgemäßen Aufbau näher einzugehen. Natürlich sind die erfindungsgemäßen Merkmale der zwischen Mantel 2 und Spannelement 1 eindringenden Gleitmasse bzw. der zusätzlich vorgesehenen Merkmale bei allen diesen Ausführungen vorhanden). Eine weitere Variante ist in Fig. 16 dargestellt.

In jedem Fall bleibt die Geometrie des Spannbündels, d.h. die relative Lage der Schwerpunkte der Spannelement-Anordnung und der Umhüllung, auch bei Umlenkungen od.dgl. erhalten.

Die Spannelemente 1 berühren einander wie in Fig. 1 dargestellt, d.h. die Spannelemente 1 sind dichtestmöglich aneinander liegend im Spannbündel angeordnet. Die Zwischenräume zwischen den Spannelementen untereinander sind durch die eingangs erwähnte dauerplastische Masse ausgefüllt.

Die Innenwandung 3 des Kunststoffmantels 2 ist im Querschnitt im wesentlichen von kreisförmigem Umriß. Sie liegt an den äußeren Spannelementen 1 dicht an. Dieses dichte Anliegen des Mantels 2 an die Spannelemente 1 erfolgt jedoch nur in einem solchen Ausmaß, daß die relative Beweglichkeit der Spannelemente 1 gegenüber dem Kunststoffmantel 2, beispielsweise im Falle des Spanns der Spannelemente, gewahrt bleibt. Die Kraft, mit welcher die Innenwandung 3 des Mantels 2 gegen die Spannelemente 1 gepreßt wird, darf nicht jenen Wert überschreiten, bei welchem der Reibungs- oder Haftkoeffizient zwischen den beiden Bauteilen 1, 2, so groß wird, daß keine

Verschiebung mehr möglich ist. Zur Verringerung des besagten Koeffizienten kann natürlich auch eine dauerplastische Masse vorgesehen sein, wobei diese Masse zumindest einen zwischen den äußersten Elementen 1 und dem Mantel 2 eingedrungenen Film mit zumindest einer Dicke von einem oder weniger  $\mu\text{m}$  bildet. Zwischen jeweils zwei der äußersten Spannelemente 1 liegt ein Zwischenraum 5, der bei im wesentlichen kreisförmigen äußeren Querschnitt der Spannelemente einen zwickelförmigen Umriß aufweist. Diese zwickelförmigen Zwischenräume 5 und die innenliegenden Zwischenräume 4 zwischen den einzelnen Spannelementen 1 können mit der bereits erwähnten dauerplastischen Masse ausgefüllt sein.

Bei anders gestalteten Spannbündeln bezüglich des äußeren Umrisses der einzelnen Spannelemente 1 bzw. deren Konfiguration im Spannbündel kann vorgesehen sein, daß der Kunststoffmantel 2 nur an einigen der äußersten Spannelemente 1 eng anliegt. Als Beispiels sei hier nur eine Anordnung von Spannelementen genannt, bei welcher mehrere konzentrische Kränze um ein zentrales Element angeordnet sind, und bei welcher sich schließlich eine im wesentlichen hexagonale Anordnung ergibt. Bei keisförmigem Umriß der Innenwandung 3 des Kunststoffmantels 2 wird diese nur an den sechs Spannelementen 1 eng anliegen, welche vom zentralen Element den größten Abstand aufweisen. Auch bei dreieckigen Konfigurationen der Spannelemente 1 gilt dies für die jeweiligen drei äußersten Spannelemente 1, welche die Ecken des Dreiecks bilden, sinngemäß.

Die Fig.2 zeigt eine Variante des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Spannbündels, wobei die Spannelemente 1 nun durch ein umhüllendes Element 7 in der dichtestmöglichen Anordnung, in welcher sie einander berühren, gehalten ist. Diese Variante bietet auch bei der Herstellung des Spannbündels Vorteile, da die einzelnen Spannelemente 1 bereits während des Durchführens durch den Extruder zur Aufbringung des Kunststoffmantels 2 auf die Spannelemente 1 bzw. durch die Korrosionsschutzmasse, um allenfalls die Zwischenräume 4 und 5 mit der besagten Masse füllen, in der gewünschten Konfiguration gehalten werden. Die Spannelemente 1 müssen daher nicht anschließend durch zusätzliche Einrichtungen zusammengedrückt werden, um die gewünschte dichte Anordnung zu erhalten, oder überschüssige Gleitmasse aus dem Spannbündel herauszupressen, sondern die Spannelemente 1 mit der daran befindlichen Masse können direkt in den Extruder eingeführt werden.

Eine andere Variante zeigt die Fig.3. Hierbei schließt die Innenwandung 3 des Kunststoffmantels 2 ebenfalls an jeder Stelle entlang des Umfanges an den äußersten Spannelementen 1 an. Allerdings

füllt der Kunststoffmantel 2 zumindest einen Teil der von den äußersten Spannelementen außen begrenzten und meist zwickelförmigen Zwischenräume durch Vorsprünge 6 zumindest teilweise aus. Da die Spannelemente 1 jedoch dicht an dicht liegen, kann das Material des Kunststoffmantels 2 nicht zwischen die äußersten Spannelemente 1 eindringen, sodaß alle innerhalb des äußersten Kranzes von Spannelementen 1 liegenden Zwischenräume 4 weiterhin nur von der Gleitmasse ausgefüllt sind. Selbstverständlich kann auch bei dieser Variante ein umhüllendes Element 7 vorgesehen sein, wie das in Fig. 4 dargestellt ist.

Zur Herstellung des oben beschriebenen Spannbündels bzw. der oben beschriebenen Ausführungsformen kann vorteilhafterweise so vorgegangen werden, daß die Spannelemente 1 einander gegenseitig berührend durch einen Extruder geführt werden, in welchen der Kunststoffmantel 2 aufgebracht wird. Die Verwendung von Extrudern zur Aufbringung von Ummantelungen ist dabei eine übliche Technik. Um jedoch ein ausreichendes Maß an Freiheit für die Spannelemente 1 gegenüber der Innenwandung 3 des Kunststoffmantels zu erzielen bzw. zu erreichen, daß der Kunststoffmantel 2 mit seiner Innenwandung 3 nicht derart fest an den Spannelementen 1 anliegt, um die relative Verschiebung dieser Bauteile gegeneinander zu verhindern, ist als anschließender Verfahrensschritt vorgesehen, das Spannbündel mit dem noch erwärmten Kunststoffmantel in einen Vakuumkalibrator zu führen. In diesem Gerät wird durch Erzeugen eines Vakuums der Mantel 2 derart an die Wand des Kalibrators gesaugt, sodaß beim anschließenden Kühlen und Schrumpfen des Kunststoffmantels dieser den Spannelementen ausreichend Platz läßt, damit die Elemente 1 im Mantel 2 gleiten können.

Bei Durchführung durch den Extruder können die Spannelemente je nach Wunsch trocken oder mittels beliebiger Aufbringungsverfahren mit einer dünnen Schicht einer dauerplastischen Masse umgeben sein. Beispielsweise könnte eine derartige Masse durch Aufsprühen auf jedes einzelne Spannelement bzw. die bereits endgültige Konfiguration der Spannelemente vorgesehen sein.

Gemäß einer Abwandlung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens kann aber auch in einer Weise vorgegangen werden, bei welcher die Spannelemente sich gegenseitig berührend durch die dauerplastische Masse geführt werden, wobei die Masse in die inneren und äußeren Zwischenräume der Spannelemente 1 eindringt. Danach werden die Spannelemente 1 zusammen mit der daran befindlichen Masse durch einen Extruder geführt, in welchem der Kunststoffmantel aufgebracht wird. Die zwickelförmigen Zwischenräume werden hierbei zuerst mit der dauerplastischen Masse ausgefüllt, und im Extruder kann dann wahlweise die

Aufextrudierung des Kunststoffmantels 2 derart gesteuert werden, daß entweder die äußeren Zwischenräume lediglich von der Gleitmasse ausgefüllt verbleiben, oder daß das Material des Kunststoffmantels 2 auch zumindest teilweise Vorsprünge 6 bildet, welche die besagten äußeren Zwischenräume zumindest teilweise ausfüllt. Diese Möglichkeit besteht natürlich auch für das zuerst beschriebene Verfahren.

Im zweiten Fall dringt die Masse zwischen die äußersten Spannelemente 1 und der Innenwandung 3 des Mantels 2 ein, sodaß die Spannelemente 1 gleitfähig im Mantel 2 liegen und außen von zumindest einem Film der Gleitmasse umhüllt sind.

Um nun die Spannelemente 1 vor allem während der Herstellung des erfindungsgemäßen Spannbündels in einer Konfiguration zu halten, bei der die einzelnen Elemente 1 einander gegenseitig berühren, kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, daß die Spannelemente 1 schon beim Durchführen durch den Extruder beim ersten Herstellungsverfahren bzw. im zweiten Fall durch die dauerplastische Masse durch zumindest ein umhüllendes Element 7 zusammengehalten sind. Dazu kann beispielsweise eine Folie oder ein Netz aus Kunststoff- oder Stahlgeflecht verwendet werden, welches jedoch auch während des Durchlaufens der Masse bzw. des Extruders oder auch nach dem Durchführen des Spannbündels durch die Masse angebracht werden.

Das als Beispiel für ein derartiges Element 7 angegebene Netz weist dabei den Vorteil auf, daß es das Eindringen der Gleitmasse in die Zwischenräume zwischen den Spannelementen nicht behindert, und sogar noch eine gewisse rückhaltende Wirkung für jenen Anteil der Masse aufweist, welche die äußeren Zwischenräume 5 ausfüllt. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, gestattet es das umhüllende Element 7 in seiner Ausführung als netzartige Struktur, daß auch die Vorsprünge 6 des Kunststoffmantels 2 durch das Element 7 hindurchdringen und dabei eine feste Verbindung zwischen dem umhüllenden Element 7 und dem Mantel 2 herstellen, während die Spannelemente 1 weiter gleitfähig bleiben. Das Element 7 übernimmt bei dieser Ausführungsform auch die Funktion einer stabilisierenden "Bewehrung" des Kunststoffmantels 2.

Beim Einbau des Spannbündels kann das komplette und werksmäßig gefertigte, allenfalls bereits abgelängte, Bündel eingezogen werden, worauf die Spannelemente gemeinsam mittels einer Spannpresse auf den gewünschten Wert gespannt werden. Das Parallel-Bündel hat zusätzlich den Vorteil, daß die Spannelemente aber auch in Gruppen oder einzeln gespannt werden können, da aufgrund der erfindungsgemäßen Konstruktion die Spannelemente 1 relativ zueinander und gegenüber dem Kunst-

stoffmantel 2 leicht beweglich sind. Die Verankerung in Ankerkörpern erfolgt vorzugsweise unter Verwendung von Keilen für jedes Spannelement separat. Hierbei ist es möglich, mehrere Spannbündel in einem gemeinsamen Ankerkörper oder in einzelnen Ankerkörpern zu verankern.

Die Spannbündel können auch in verschiedenen Konfigurationen dicht zusammengefaßt werden, wie z. B. die Fig. 19 bis 21 zeigen, in welchen quadratische Spannbündel, wie sie beispielsweise die Fig. 9, 12 und 16 zeigen, gewählt sind, wobei das einzelne Bündel mit 10 bezeichnet ist.

An den Umlenkstellen im Tragwerk können zwischen je zwei Bündeln 10 harte Zwischenlagen, z. B. aus Blech oder dgl., eingelegt werden. Bei der in den Fig. 17 und 18 dargestellten Umlenkstelle ist mit 11 ein Umlenksattel bezeichnet, auf dem drei aus je vier Spannelementen bestehende bandförmige Spannbündel 10 aufliegen, zwischen denen eine harte Zwischenlage 12 angeordnet ist. Zwischen den allfälligen Umlenkstellen sind die Spannbündel vorzugsweise zu einer Gruppe von einander berührenden Bündeln zusammengefaßt.

Selbstverständlich können im Rahmen der Erfindung verschiedene konstruktive Abänderungen vorgenommen werden. So besteht die Möglichkeit, die Spannelemente trocken zu verwenden oder nur mit einem Hauch dauerplastischer Masse zu überziehen, so daß die Gleitfähigkeit der Spannelemente innerhalb des Kunststoffmantels gewährleistet ist. In üblicher Weise kann der Raum zwischen den Spannelementen bzw. zwischen den Spannelementen und der Innenwandung des Kunststoffmantels nach dem Spannen der Spannelemente mit einer aushärtenden Masse, vorzugsweise Zement, verpreßt werden. In diesem Fall wird eine weitere Änderung der Vorspannung durch die Aushärtung der Masse und das feste Einbetten der Spannelemente darin unterbunden. Wenn dagegen vorgesehen bzw. gewünscht ist, daß die Vorspannung des Spannbündels auch nach dem ersten Einbau und der ersten Aufspannung verändert werden soll, kann alternativ zur erstgenannten Möglichkeit vorgesehen sein, daß Spannbündel vor oder auch nach dem Spannen mit einer dauerplastischen Masse, vorzugsweise Fett, zu verpressen.

#### Patentansprüche

1. Spannbündel für vorgespannte Tragwerke, insbesondere aus Beton, wobei die Spannbündel aus mehreren, in einer geordneten Konfiguration und einander gegenseitig berührenden Spannelementen bestehen, deren Mittelpunkte an den Ecken gleichseitiger Dreiecke bzw. von Rechtecken oder auf einer geraden Linie liegen und welche von mindestens einem gemeinsamen aufgeschrumpften Kunststoffman-

tel (2), vorzugsweise aus Polyäthylen, umhüllt sind, wobei die Zwischenräume (4,5) zwischen den Spannelementen durch eine dauerplastische Masse ausgefüllt sind, welche auch zwischen die Spannelemente und den Kunststoffmantel (2) eingedrungen ist, welcher Kunststoffmantel (2) die Spannelemente eng umschlossen umgibt, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente aus parallel zueinander verlaufenden Litzen (1) bestehen.

2. Spannbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Litzen (1) einzeln oder in Gruppen durch eine Oberflächenbeschichtung, beispielsweise durch eine Kunststoffumhüllung oder eine galvanische Beschichtung, korrosionsgeschützt sind.

3. Spannbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Litzen (1) durch zumindest ein umhüllendes Element (7), beispielsweise eine Folie oder ein Netz aus Kunststoff oder Stahl, innerhalb des Kunststoffmantels (2) zusammengehalten sind.

4. Spannbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffmantel (2) zumindest einen Teil der von den äußersten Litzen (1) außen begrenzten, meist zwickelförmigen Zwischenräume (5) durch Vorsprünge (6) zumindest teilweise ausfüllt.

5. Spannbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für den Kunststoffmantel (2) Materialien mit möglichst geringem Reibungskoeffizienten gegenüber dem Material der Spannelemente (1) gewählt sind.

6. Verfahren zur Herstellung eines Spannbündels nach Anspruch 1, wobei die Litzen (1) parallel durch einen Extruder geführt werden, in welchem der Kunststoffmantel (2) aufgebracht wird, das Spannbündel anschließend mit dem noch erwärmten Kunststoffmantel in einen Vakuum-Kalibrator geführt wird, wobei durch Erzeugen eines Vakuums der Kunststoffmantel (2) derart an die Wand des Vakuum-Kalibrators gesaugt wird, sodaß beim anschließenden Kühlen und Schrumpfen des Kunststoffmantels (2) dieser den Litzen (1) ausreichend Platz läßt, damit diese im Kunststoffmantel (2) gleiten können, dadurch gekennzeichnet, daß die Litzen (1) vor dem Einführen in den Extruder mit einer dünnen Schicht einer dauerplastischen Masse umgeben werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Litzen (1) parallel und einan-

der gegenseitig berührend durch die dauerplastische Masse geführt werden, wobei diese in die Zwischenräume (4, 5) eindringt und die Litzen (1) umgibt, worauf diese gemeinsam und zusammen mit der dauerplastischen Masse durch den Extruder geführt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Litzen (1) mit einem umhüllenden Element (7) umgeben werden. 10
9. Verfahren zum Einbau eines Spannbündels nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das komplette Spannbündel in das Tragwerk eingezogen oder auf dieses aufgebracht wird und die Litzen (1) gemeinsam, allenfalls in Gruppen oder einzeln, gespannt werden. 15
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Litzen (1) einzeln unter Verwendung von Keilen in Ankerkörpern verankert werden. 20
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Spannbündel in einem gemeinsamen Ankerkörper verankert werden. 25
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende der Spannbündel vor oder nach dem Spannen mit einer dauerplastischen Masse, vorzugsweise mit Fett, bzw. nach dem Spannen mit einer aushärtenden Masse, vorzugsweise Zement, verpreßt wird. 30
13. Verwendung der Spannbündel gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5 für innere oder äußere Vorspannungs-Anordnungen in einem Tragwerk aus Beton unter Verwendung mehrerer solcher Spannbündel, zwischen denen an allfälligen Umlenkstellen Zwischenlagen aus hartem Material eingelegt werden, wobei die Enden der Spannbündel in einem gemeinsamen Ankerkörper oder in getrennten Ankerkörpern verankert sind. 40
14. Verwendung von Spannbündeln nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Umlenkstellen mehrere Spannbündel zu einer Gruppe einander berührender Bündel zusammengefaßt sind. 45

#### Claims

1. Tensioning bundle for prestressed structures, in particular made of concrete, the tensioning

bundles comprising a plurality of tensioning elements in an ordered configuration and in mutual contact, whose centre-points lie at the corners of equilateral triangles or of rectangles or on a straight line, and which are sheathed by at least one common, shrunk-on plastic sheath (2), preferably of polyethylene, the gaps (4, 5) between the tensioning elements being filled by a permanently flexible compound which has also penetrated between the tensioning elements and the plastic sheath (2), which plastic sheath (2) surrounds the tensioning elements, enclosing them tightly, characterized in that the tensioning elements comprise strands (1) extending parallel to one another.

2. Tensioning bundle according to Claim 1, characterized in that the strands (1) are protected against corrosion individually or in groups by a surface coating, for example by a plastic sheathing or a galvanic coating.
3. Tensioning bundle according to Claim 1, characterized in that the strands (1) are held together by at least one sheathing element (7), for example a film or a net of plastic or steel, within the plastic sheath (2).
4. Tensioning bundle according to Claim 1, characterized in that the plastic sheath (2) at least partially fills at least some of the gaps (5), which are bounded on the outside by the outermost strands (1) and are usually gusset-shaped, by means of projections (6).
5. Tensioning bundle according to Claim 1, characterized in that materials having the lowest possible friction coefficient compared to the material of the tensioning elements (1) are selected for the plastic sheath (2).
6. Method for the manufacture of a tensioning bundle according to Claim 1, the strands (1) being passed in parallel through an extruder in which the plastic sheath (2) is applied, the tensioning bundle subsequently being guided with the still heated plastic sheath into a vacuum calibrator, the plastic sheath (2) being sucked onto the wall of the vacuum calibrator by generating a vacuum, such that, during the subsequent cooling and shrinking of the plastic sheath (2), the latter leaves the strands (1) sufficient room for them to be able to slide in the plastic sheath (2), characterized in that the strands (1) are surrounded by a thin layer of a permanently flexible compound prior to introduction into the extruder.



- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>7. Method according to Claim 6, characterized in that the strands (1) are guided in parallel and in mutual contact through the permanently flexible compound, the latter penetrating into the gaps (4, 5) and surrounding the strands (1), whereupon the latter are passed jointly and together with the permanently flexible compound through the extruder.</p> <p>8. Method according to one of Claims 6 or 7, characterized in that the strands (1) are surrounded by a sheathing element (7).</p> <p>9. Method for installing a tensioning bundle according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the complete tensioning bundle is drawn into the structure or applied to the latter and the strands (1) are tensioned jointly, possibly in groups or individually.</p> <p>10. Method according to Claim 9, characterized in that the strands (1) are anchored individually using wedges in anchoring bodies.</p> <p>11. Method according to Claim 10, characterized in that a plurality of tensioning bundles are anchored in a common anchoring body.</p> <p>12. Method according to one of Claims 9 to 11, characterized in that the end of the tensioning bundles is compressed before or after tensioning with a permanently flexible compound, preferably with grease or after tensioning with a curing compound, preferably cement.</p> <p>13. Use of the tensioning bundles according to at least one of Claims 1 to 5 for inner or outer pretensioning arrangements in a structure made of concrete using a plurality of such tensioning bundles between which intermediate layers of hard material are inserted at any deflection points present, the ends of the tensioning bundles being anchored in a common anchoring body or in separate anchoring bodies.</p> <p>14. Use of tensioning bundles according to Claim 13, characterized in that a plurality of tensioning bundles are combined between the deflection points to form a group of mutually contacting bundles.</p> | <p>5</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>30</p> <p>35</p> <p>40</p> <p>45</p> <p>50</p> | <p>et disposés suivant une configuration ordonnée dont les points médians se trouvent aux coins de triangles équilatéraux respectivement de rectangles ou sur une ligne droite, ces éléments étant enveloppés au moins d'une gaine commune en matière plastique (2) rétractée, de préférence en polyéthylène, les espaces (4, 5) entre les éléments de tension étant remplis d'une masse plastique permanente qui s'infiltre également entre les éléments de tension et le gaine en matière plastique (2), gaine en matière plastique (2) qui entoure, de manière serrée, les éléments de tension, caractérisé en ce que les éléments de tension se composent de cordons (1) parallèles entre eux.</p> <p>2. Faisceau de tension selon la revendication 1, caractérisé en ce que les cordons (1) sont protégés contre la corrosion individuellement ou en groupe par un revêtement de surface, par exemple, par une enveloppe en matière plastique ou par un revêtement galvanique.</p> <p>3. Faisceau de tension selon la revendication 1, caractérisé en ce que les cordons (1) sont maintenus ensemble par au moins un élément enveloppant (7), par exemple une feuille ou un filet en matière plastique ou en acier, à l'intérieur de la gaine en matière plastique (2).</p> <p>4. Faisceau de tension selon la revendication 1, caractérisé en ce que la gaine en matière plastique (2) remplit, par des saillies (6), au moins une partie des espaces (5) sensiblement cunéiformes et limités à l'extérieur par les cordons externes (1).</p> <p>5. Faisceau de tension selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour la gaine en matière plastique 2, des matières sont choisies dont le coefficient de friction est le plus faible possible par rapport à la matière des éléments de tension (1).</p> <p>6. Procédé pour la fabrication d'un faisceau de tension selon la revendication 1, les cordons (1) étant guidés parallèlement entre eux à travers une extrudeuse dans laquelle la gaine en matière plastique (2) est appliquée, le faisceau de tension étant guidé ensuite avec la gaine en matière plastique encore chaude à travers un calibre sous vide où, par la génération d'un vide, la gaine en matière plastique (2) est aspirée et plaquée contre la paroi du calibre sous vide de manière que, lors du refroidissement et de la rétraction ultérieure de la gaine en matière plastique (2), celle-ci laisse suffisamment de place aux cordons (1) pour leur</p> |
|---|--|--|
- Revendications**
1. Faisceau de tension pour structures portantes précontraintes, en particulier en béton, les faisceaux de tension se composant de plusieurs éléments de tension se touchant mutuellement

permettre de glisser dans la gaine en matière plastique (2), caractérisé en ce que les cordons (1) sont entourés, avant l'insertion dans l'extrudeuse, d'une fine couche de masse plastique permanente.

5

faisceaux de tension en un groupe de plusieurs faisceaux se touchant mutuellement.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les cordons (1) sont guidés parallèlement entre eux en se touchant à travers la masse plastique permanente, celle-ci pénétrant dans les espaces (4, 5) et entourant les cordons (1) qui sont ensuite guidés, ensemble avec la masse plastique permanente, à travers l'extrudeuse. 10
8. Procédé selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que les cordons (1) sont entourés d'un élément enveloppant (7). 15
9. Procédé pour la mise en place d'un faisceau de tension selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le faisceau de tension complet est inséré dans la structure portante ou est placé sur celle-ci et en ce que les cordons (1) sont tendus ensemble, dans tous les cas, en groupe ou individuellement. 20 25
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les cordons (1) sont ancrés individuellement au moyen de clavettes dans des corps d'ancrage. 30
11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que plusieurs faisceaux de tension sont ancrés dans un corps d'ancrage commun. 35
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que l'extrémité des faisceaux de tension, est comprimée, avant ou après la tension, avec une masse plastique permanente, de préférence de la graisse, respectivement après la tension, avec une masse durcissable, de préférence du ciment. 40
13. Utilisation des faisceaux de tension selon au moins l'une des revendications de 1 à 5 pour des dispositifs de précontrainte internes ou externes dans une structure portante en béton en utilisant plusieurs de ces faisceaux de tension entre lesquels des couches intermédiaires en matière dure sont insérées aux points de renvoi, les extrémités des faisceaux de tension étant ancrées dans un corps d'ancrage commun ou dans des corps d'ancrage séparés. 45 50
14. Utilisation de faisceaux de tension selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'entre les points de renvoi sont rassemblés plusieurs 55

Fig.1

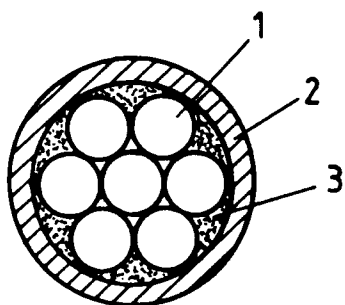


Fig.2

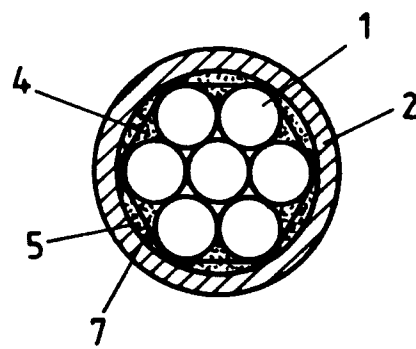


Fig.3

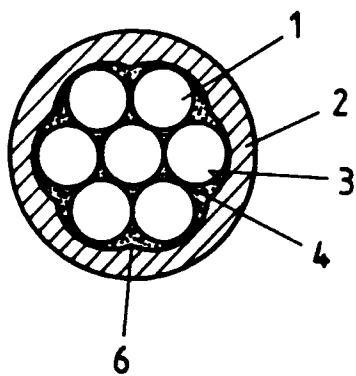
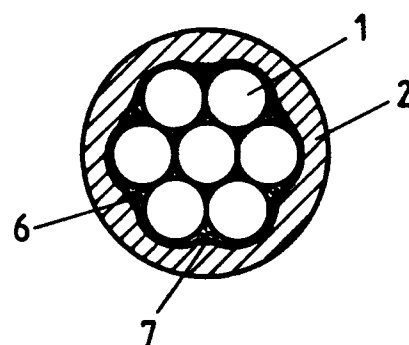


Fig.4



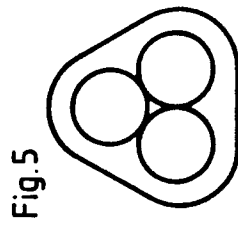


Fig. 5

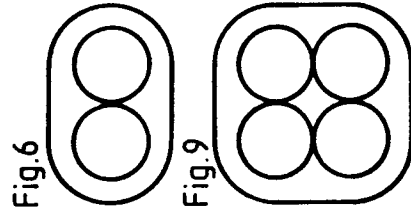


Fig. 6

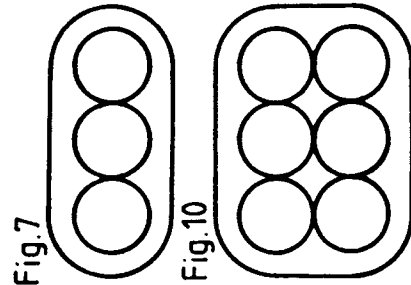


Fig. 7

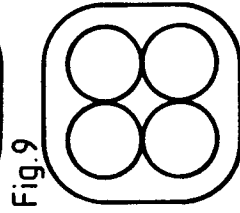


Fig. 9

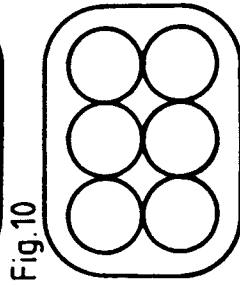


Fig. 10

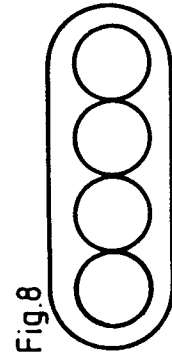


Fig. 8

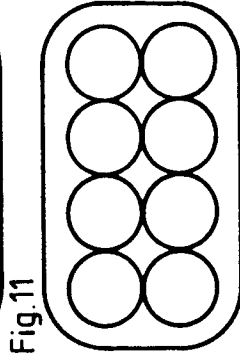


Fig. 11

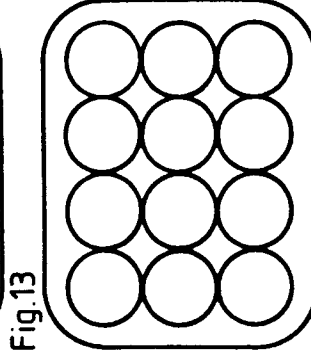


Fig. 13

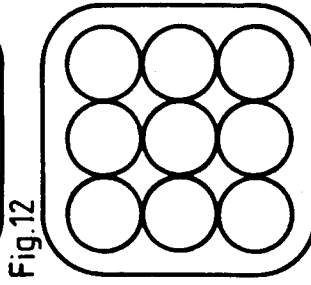


Fig. 12

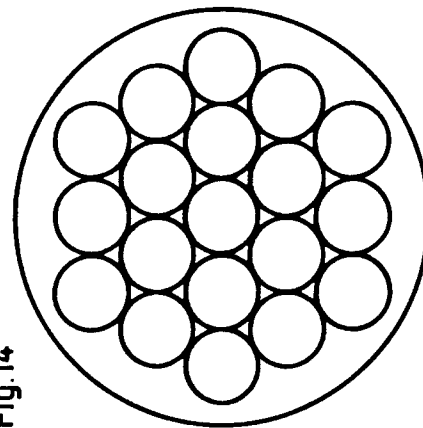


Fig. 14

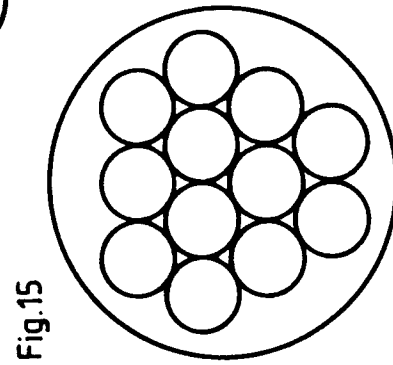


Fig. 15

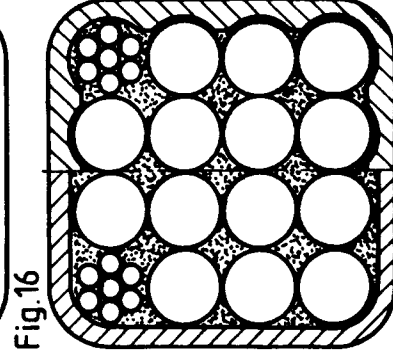


Fig. 16

Fig. 17

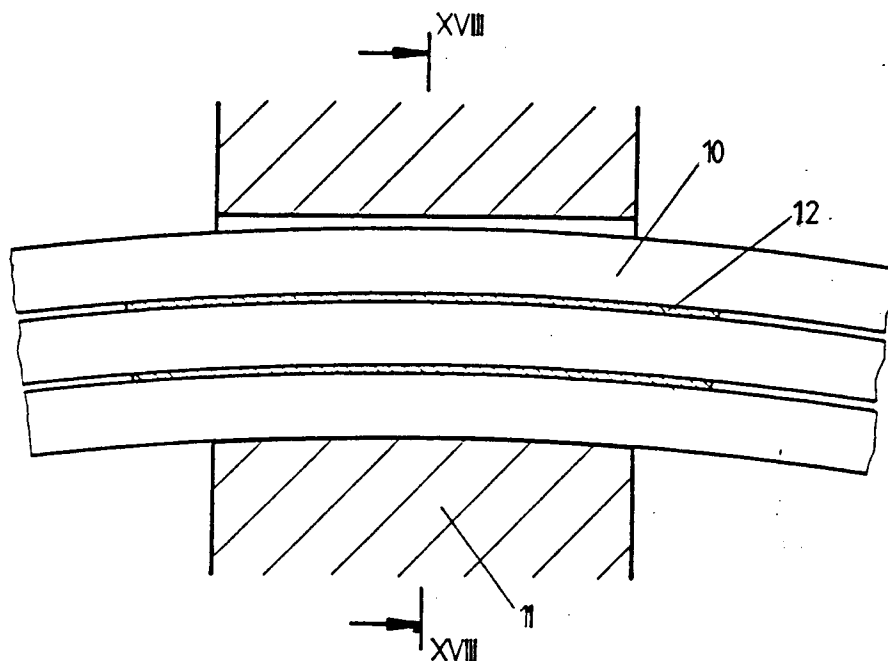


Fig. 18

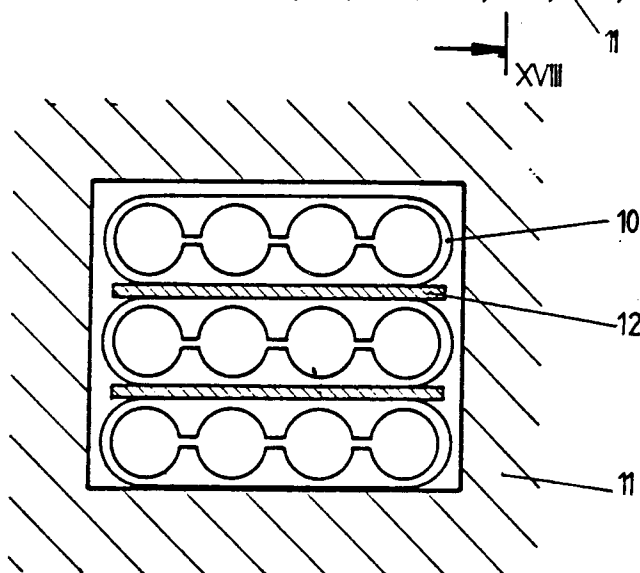


Fig. 19

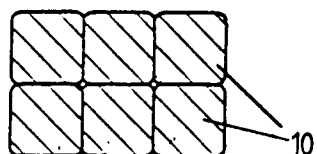


Fig. 20

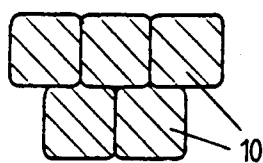


Fig. 21

