(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 924 751 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

(21) Anmeldenummer: **06791978.7**

(22) Anmeldetag: **11.09.2006**

(51) Int Cl.:
E04C 5/07 *(2006.01)* ***E04C 5/16*** *(2006.01)*
E04C 5/06 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/008830

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/028652 (15.03.2007 Gazette 2007/11)

(54) **BEWEHRUNGSKÖRPER AUS FASERVERSTÄRKTEM KUNSTSTOFF**

REINFORCING BODY MADE OF FIBRE-REINFORCED PLASTIC

CORPS D'ARMATURE REALISE EN PLASTIQUE RENFORCE PAR FIBRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA HR RS

(30) Priorität: **10.09.2005 DE 102005043386**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.05.2008 Patentblatt 2008/22

(73) Patentinhaber: **FIREP Rebar Technology GmbH**
40549 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **TSUKAMOTO, Kenichi**
40667 Meerbusch (DE)

(74) Vertreter: **Schrooten, Rolf**
BPSH
Patent- & Rechtsanwälte
Mörsenbroicher Weg 191
40470 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 387 968
EP-A- 0 637 658
EP-A- 1 180 565
WO-A-03/101726
WO-A-2004/113821
DE-A- 19 730 393

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 924 751 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Bewehrungskörper für Bauwerke, vorzugsweise für Bauwerke aus Betonwerkstoffen oder aus anderen hydraulisch abbindenden Werkstoffen, die insbesondere auch mit anderen Materialien, beispielsweise mit Bodenmaterialien durchmischt sein können, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Er umfasst mehrere, durch Verbindungsmittel an Verbindungsstellen miteinander verbundene und jeweils aus faserverstärktem Kunststoffe bestehende Bewehrungsstäbe. Die einzelnen Bewehrungsstäbe können dabei beliebige Längen und Querschnittsformen sowie beliebig ausgeformte Endbereiche aufweisen. Vorzugsweise haben die Bewehrungsstäbe einen runden, insbesondere zumindest annähernd kreisförmigen Querschnitt und eine zumindest im wesentlichen geradlinige Längsausrichtung.

[0002] Die Verwendung von Bewehrungskörpem ist allgemein bekannt. Sie werden zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit, insbesondere zur Erhöhung der Zugfestigkeit von Betonbauwerken eingesetzt. Beton ist ein Hauptbestandteil von vielen Bauwerken, beispielsweise von Gebäuden oder Brücken. Um den bei Benutzung auftretenden Belastungen standhalten zu können, müssen jedoch vor allem Zugkräfte übertragende Verstärkungsstreben als Bewehrung oder Armierung in den Beton eingebettet werden. Dazu haben sich Bewehrungsstäbe bzw. Bewehrungskörper aus Stahl über viele Jahre hinweg als geeignete Verstärkung der Betonbauten erwiesen.

[0003] Stahlbewehrungen können jedoch in Situationen, wo die Einsatzbedingungen besonders hart sind, insbesondere in feuchten oder chemisch aggressiven Umgebungen, korrodieren. Die Korrosion der Stahlbewehrungen führt zu einer Reduzierung der Haftungskräfte bzw. zu einer Verschlechterung der Bettung zwischen Stahl und Beton, was in Rissen und im Abplatzen des Betons resultiert. Dies bedingt nicht nur ein unschönes Aussehen der betroffenen Bauten, sendern die Korrosion der Stahlbewehrungen kann schließlich vor allem zur Schwächung und schließlich sogar zum endgültigen Zusammenbruch des Bauwerkes führen, was eine große Gefährdung bedeutet. Durch die korrosionsbedingten Schäden der Bauwerke werden so zur Vermeidung weitergehender Gefahren Reparatur- und Wartungskosten in erheblicher Höhe verursacht.

[0004] Zur Vermeidung der Korrosionsprobleme ist auch die Bewehrung mit schwer oder nicht korrodierbaren Verstärkungsstreben, beispielsweise mit galvanisierten, epoxydharzbeschichteten oder aus rostfreiem Stahl hergestellten Verstärkungsstreben bzw. Bewehrungskörpem bekannt. Aber auch derartige Bewehrungskörper sind bei bestimmten Umgebungsbedingungen, beispielsweise bei hoher Chlorbelastung, nur begrenzt einsetzbar, Außerdem sind sie mit sehr hohen Kosten verbunden, was einer umfassenden Anwendung bisher entgegensteht.

[0005] Außerdem gibt es auch nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt. Da die genannten korrosionsgeschützten Bewehrungskörper zu teuer sind, wird empfohlen, Beton in einer Dicke von 75mm bis 120 mm auf herkömmliche Stahlbewehrungen aufzutragen, um die Verstärkungsstreben aus Stahl hinreichend zu bedecken und um so zu versuchen, ihre Korrosion zu verhindern. Durch den hiermit verbundenen hohen Betonbedarf werden nicht erneuerbare natürliche Ressourcen stark belastet. Außerdem wird durch die erhöhte Zementproduktion unnötig viel CO_2 emittiert.

[0006] Als Ersatz für die korrosionsanfälligen Stahlbewehrungen wurde daher der Einsatz von Bewehrungskörpern aus faserverstärkten Kunststoffen, die international auch als "FRP-rebar" bezeichnet werden (FRP= Fiber Reinforced Plastic) vorgeschlagen. Derartige FRP-Bewehrungskörper sind resistent gegen Korrosion und vergleichsweise preiswert, so dass die vorgenannten korrosionsbedingten Probleme mit geringem Kostenaufwand dauerhaft wirkungsvoll bekämpft werden können.

[0007] Faserverstärkte Kunststoffe stellen Faserverbundwerkstoffe dar, bei denen die Kunststoffe mit aus einem anderen Material bestehenden Fasern kombiniert werden, um positive Synergieeffekte und in der gewünschten Richtung verbesserte, insbesondere mechanisch verbesserte Eigenschaften des Kunststoffs zu erhalten. Als Fasern können beispielsweise Glasfasern eingesetzt werden, die vorzugsweise in Längsrichtung eines Stabprofils mit sogenannter unidirektionaler Faserorientierung in den Kunststoff eingebettet werden. Eine Vielzahl von parallel zueinander orientierten Fasern, die beispielsweise einen Durchmesser von 10 bis 30 μm haben können, wird so von einer Matrix aus Kunststoffharz umgeben. Dabei verleihen die Fasern dem Verbundwerkstoff seine hohe Festigkeit in Längsrichtung, während die Harzmatrix dazu dient, die Fasern in ihrer Lage zu fixieren und sie gleichzeitig vor schädlichen Einflüssen zu schützen.

[0008] Neben einzelnen Bewehrungsstäben sind insbesondere auch aus faserverstärkten Kunststoffen aufgebaute Bewehrungskörper der eingangs genannten Art bekannt. Als Verbindungsmittel zur Verbindung der einzelnen Kunststoffstäbe untereinander werden dabei jedoch häufig Drähte, insbesondere konventionelle sogenannte Rödeldrähte, verwendet, die wiederum anfällig für Korrosion sind und zu den genannten Problemen führen können. Außerdem stellen diese Drahtverbindungen nur eine temporäre Transport- und Montagesicherung dar, wohingegen sie nach der Aushärtung des Betons keinen nennenswerten Beitrag mehr zu einer Erhöhung der Zug-, Schub- und Scherkräfte des Betonkörpers mehr leisten können. Derartige Bewehrungskörper mit durch Draht verbundenen Bewehrungsstäben sind beispielsweise aus der Druckschrift WO 01/26974 A2 bekannt.

[0009] Auch werden aus Kunststoff bestehende Kabelbinder, die aus dem Bereich der Elektroinstallation bekannt sind, zur Verbindung der einzelnen Stäbe ver-

wendet. Hierdurch kann jedoch ebenso wie bei der Verwendung von Draht nur eine äußerst stark begrenzte Festigkeit erreicht werden und die einzelnen Bewehrungsstäbe sind stets noch relativ leicht gegeneinander bewegbar. Auch diese Verbindungsmittel führen lediglich zu Bewehrungskörpern, welche die Belastbarkeit des Betonkörpers nicht optimal erhöhen.

[0010] Ferner ist es bekannt, einzelne aus faserverstärkten Kunststoffen bestehende Bewehrungsstäbe miteinander zu verflechten, was jedoch einen erheblichen fertigungstechnischen Aufwand und entsprechend hohe Kosten bedeutet. Außerdem müssen zumindest einzelne Bewehrungsstäbe bei einer Verflechtung verformt werden, so dass diese Verbindungsart bei vollständig ausgehärteten Bewehrungsstäben nicht angewendet werden kann.

[0011] Aus der Druckschrift EP 0 387 968 A1 bzw. aus der zugehörigen deutschen Druckschrift DE 690 02 071 T2 ist ein auch als Bewehrungskörper einsetzbares, ebenes Gittergewebe der eingangs genannten Art bekannt, bei dem die Verbindungsmittel ein Kettgarn umfassen, das als Verbindungsfaser in eine Kunststoffmatrix eingewebt ist. Jedoch sind die Verbindungsfasern bei diesem Drehergewebe entsprechend eines sehr geringen Schussbiegeindexes von maximal 0,03 nur sehr wenig gekrümmt, so dass sie fast geradlinig, im wesentlichen parallel zu einem Bewehrungsstab verlaufen und an den Verbindungsstellen, an den dazu quer verlaufenden Bewehrungsstäben lediglich von einer Seite über einen stark begrenzten Umfangsbereich anliegen. Diese Art von Verwebung bzw. Verflechtung kann daher ebenfalls nur zu einem Bewehrungskörper führen, der lediglich eine relativ geringe Festigkeit aufweist und somit nicht eine optimale Unterstützung eines Betonbauwerkes bewirken kann.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen konstruktiv einfachen Bewehrungskörper der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem die einzelnen Bewehrungsstäbe in einer einfachen und effizienten Art und Weise zusammengefügt sind, so dass eine sehr hohe Festigkeit erzielt und gleichzeitig eine preiswerte Fertigung ermöglicht wird.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Bewehrungskörper nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0014] Wesentlich bei der erfindungsgemäßen Lösung ist es, dass die in eine Kunststoffmatrix eingebetteten Verbindungsfasern an den Verbindungsstellen mehrfach um die Bewehrungsstäbe herumgewickelt sind, wobei die Verbindungsfasern derart um die Bewehrungsstäbe gewickelt sind, dass bei einer quer zur Längsachse eines ersten Bewehrungsstabes ausgeübten Zug- oder Druckelastung in Längsrichtung eines zweiten Bewehrungsstabes für eine einzelne Verbindungsstelle eine Verbindungskraft S erreicht wird, die der Formel $S > 0{,}3 * A_S * R_B$ genügt, wobei A_S die Querschnittsfläche des zweiten Bewehrungsstabes und R_B die zulässige Gebrauchsspannung des zweiten Bewehrungsstabes ist.

[0015] Der Hauptvorteil liegt dabei darin, dass auf überraschend einfache Weise eine hochfeste, insbesondere unverschiebbare bzw. positionsstabile Verbindung der einzelnen Bewehrungsstäbe untereinander erhalten wird, die mit vergleichsweise geringem fertigungstechnischen Aufwand und daher mit geringen Kosten hergestellt werden kann. Die Bewehrungsstäbe werden dabei an den Verbindungsstellen durch die mehrfache Umwicklung und anschließende Aushärtung besonders fest miteinander verbunden, so dass ein hochfester Bewehrungskörper erhalten wird, der eine optimale Erhöhung der mechanischen Festigkeit eines damit versehenen Betonbauwerks gewährleistet. Schon an jeder einzelnen Verbindungsstelle werden dabei extrem hohe Verbindungskräfte erreicht, die bis zu 5000 N bei Bewehrungsstäben mit einem Durchmesser von 6 mm betragen. Derartig hochfeste und zugleich überaus kompakte Verbindungen der Bewehrungsstäbe erfüllen somit grundsätzlich die gleichen Anforderungen wie eine Verschweißung bei aus Stahl gefertigten Bewehrungskörpern.

[0016] Insbesondere bei der Ausführung der Verbindungen mit Textilglas als Verbindungsfaser und Epoxydharz als Matrixharz können diese hohen Verbindungskräfte einer einzelnen Verbindungsstelle erreicht werden.

[0017] Dazu ist keine aufwendige Verflechtung oder Verwebung der einzelnen Bewehrungsstäbe erforderlich, so dass die Bewehrungsstäbe nicht verformt werden müssen und auch vollständig ausgehärtete Bewehungsstäbe relativ einfach und schnell miteinander verbunden werden können.

[0018] Durch die Einbettung der Verbindungsfasern in eine Kunststoffmatrix wird die Verbindung der Bewehrungsstäbe untereinander erheblich fester, .als dies bei der Verwendung von Kabelbindern oder Drähten möglich ist. Die erfindungsgemäß eingesetzten Verbindungsmittel sind dabei wiederum durch faserverstärkten Kunststoff gebildet, der Verbindungsfasern beliebiger Art, beliebiger Länge, beliebigen Durchmessers und beliebiger Anordnung aufweisen kann.

[0019] Hierbei werden keine korrosionsanfälligen Verbindungsmittel eingesetzt, so das bei insgesamt sehr geringem Gewicht der Bewehrungskörper korrosionsbedingte Abplatzungen von Beton sowie Risse, Beschädigungen und Zerstörungen von Betonbauwerken sicher vermieden werden können. Daraus resultiert wiederum eine erheblich Einsparung im Bereich von Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten. Außerdem können auf diese Weise natürliche Ressourcen geschont werden, da Beton an den mit den erfindungsgemäßen Bewehrungen versehenen Bauwerken wesentlich dünner bzw. in deutlich geringerem Volumen aufgetragen werden kann.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es bei dem erfindungsgemäßen Bewehrungskörper, wenn die Verbindungsfasern in verschiedenen Richtungen bzw. in unterschied-

lichen Orientierungen um jeweils eine Verbindungsstelle gewickelt sind. Vorzugsweise werden die Verbindungsfasern an einer kreuzförmig ausgebildeten Verbindungsstelle sowohl um 45° nach links als auch um 45° nach rechts geneigt um die Kreuzung herumgewickelt. Auf diese Weise wird eine besonders stabile Verbindung erhalten.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass an einer Verbindungsstelle sich die Verbindungsfäsern an einem Bewehrungsstab oder an beiden Bewehrungsstäben jeweils an einem Punkt oder an zwei Punkten überkreuzen. Durch diese Art der Umwicklung kann die Festigkeit der Verbindung nochmals gesteigert werden. Dennoch ist es ebenso möglich, die Bewehrungsstäbe an den Verbindungsstellen so umwickeln, dass beide Bewehrungsstäbe jeweils kreuzungsfrei und U-förmig umschlungen sind.

[0022] Besonders vorteilhaft ist es bei dem erfindungsgemäßen Bewehrungskörper, wenn die Verbindungsfasern Glasfasern und/oder Aramidfasern und/oder Kohlenstofffasern (= Carbönfasern) umfassen. Es ist jedoch auch der Einsatz anderer Fasern, beispielsweise von Siliciumcarbidfasern oder von Borfasern möglich Vorzugsweise umfassen die Verbindungsfasern nur Fasern ein und der selben Art.

[0023] Günstig ist es ferner, wenn die Verbindungsfasern und/oder der Kunststoff der Kunststoffmatrix an den Verbindungsstellen jeweils aus dem gleichen Material bestehen, wie die Fasern bzw. der Kunststoff in den Bewehrungsstäben. Hierdurch kann der fertigungstechnische Aufwand besonders gering gehalten werden.

[0024] Um einen optimalen Halt des Bewehrungskörpers im umgebenden Baustoff zu erzielen, ist es von Vorteil, wenn die Bewehrungsstäbe eine außenseitige Oberflächenprofilierung aufweisen, die vorzugsweise in der Form von Rippen oder eines Schraubprofils bzw. eines Gewindes ausgebildet sein kann. Es können jedoch auch ungleichmäßige Profilierungen, beispielsweise aufgeraute Oberflächen durch in Harz gebettete Sandkörner in Form einer Panierung vorgesehen werden, um die Verbundkräfte zu erhöhen bzw. um die Bettung zu verbessern.

[0025] Vorzugsweise wird vorgeschlagen, die Bewehrungsstäbe zumindest im wesentlichen rechtwinklig zueinander anzuordnen. Dabei können die Verbindungsmittel besonders einfach angebracht werden. Die Bewehrungsstäbe können aber auch in beliebigen anderen Ausrichtungen und/oder unter anderen Winkeln angeordnet werden.

[0026] Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Bewehrungsstäbe zumindest im wesentlichen zweidimensional in der Form einer Matte angeordnet sind. Vorzugsweise können die einzelnen Bewehrungsstäbe in zwei Ebenen übereinander liegen und so ein insbesondere rechtwinkliges Gitter bilden. Als Bewehrungsmatte kann der erfindungsgemäße Bewehrungskörper dabei in der gewünschten Größe besonders gut in flachen Bauwerkelementen, beispielsweise in Decken oder Wänden eingesetzt werden. Von besonderem Vorteil ist es dabei, dass alle Bewehrungsstäbe geradlinig gesteckt ausgeführt sein können, wobei eine erste Gruppe von Bewehrungsstäben sich flach in einer ersten Ebene erstreckt und wobei eine zweite Gruppe von Bewehrungsstäben sich ebenfalls flach in einer zweiten Ebene erstreckt, die parallel zur ersten Ebene verläuft. Eine Verformung einzelner Bewehrungsstäbe ist dabei nicht erforderlich, so dass auch vollständig ausgehärtete Bewehrungsstäbe besonders einfach, schnell und mit der gewünschten hohen Festigkeit miteinander verbunden werden können.

[0027] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung können die Bewegrungsstäbe auch einen dreidimensionalen Bewehrungskörper, insbesondere einen Bewehrungskorb, einen Bewehrungspfahl oder einen insbesondere dreigurtigen oder viergurtigen Gitterträger bilden. Dabei können ergänzend auch zusätzliche Versteifungsstäbe vorgesehen werden, die in einem Winkel schräg zu den vorzugsweise rechtwinklig angeordneten Bewehrungsstäben verlaufen.

[0028] Eine besonders vielseitige Einsetzbarkeit des erfindungsgemäßen Bewehrungskörpers kann dadurch erreicht werden, dass zumindest einzelne Bewehrungsstäbe abschnittsweise oder vollständig gebogen ausgeführt sind. Dabei können die Biegungen auch so eng bzw. mit einem so geringen Biegeradius ausgeführt sein, dass die derart abschnittsweise gebogenen Bewehrungsstäbe quasi abgewinkelt sind.

[0029] Dazu wird vorzugsweise vorgeschlagen, dass mehrere Bewehrungsstäbe vollständig zu einem Kreis gebogen ausgebildet sind, die innenseitig und/oder außenseitig mit mehreren vorzugsweise unter einem rechten Winkel dazu angeordneten und zumindest annähernd geradlinig verlaufenden Bewehrungsstäben zu einem röhrenförmigen Bewehrungskörper verbunden sind, der zum Beispiel als Pfahlbewehrung eingesetzt werden kann. Es ist jedoch ebenso möglich, die innenseitig und/oder außenseitig verlaufenden Bewehrungsstäbe gebogen auszuführen, so dass röhrenförmige Bewehrungskörper mit einem gebogenen Verlauf, beispielsweise in der Form von Gitterbögen erhalten werden.

[0030] Als Alternative wird vorgeschlagen, dass mehrere Bewehrungsstäbe nur abschnittsweise winklig gebogen und in der Form eines Vierecks, insbesondere eines Rechtecks ausgebildet sind, die innenseitig und/oder außenseitig mit mehreren vorzugsweise unter einem rechten Winkel dazu angeordneten und zumindest annähernd geradlinig verlaufenden Bewehrungsstäben zu einem quaderförmigen Bewehrungskörper verbunden sind. Auch dabei ist es möglich, die innenseitig und/oder außenseitig verlaufenden Bewehrungsstäbe gebogen auszuführen, so dass ein Bewehrungskörper mit einem insgesamt gebogenen. Verlauf, insbesondere in der Form eines Gitterbogens erhalten wird.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform

der Erfindung sind die Bewehrungskörper fabrikseitig derart vorgefertigt, dass die Kunststoffmatrix mit den darin eingebetteten Verbindungsfasern vollständig ausgehärtet ist. Die erfindungsgemäßen Bewehrungskörper kommen dabei in einem vollkommen starren Zustand an die Baustelle wo sie in das Bauwerk bzw. in den Beton integriert werden. Vorzugsweise werden die Verbindungen der Bewehrungsstäbe mit zangenartigen Geräten maschinell ausgeführt, die in großer Anzahl vorzugsweise in einer gemeinsamen Produktionsfläche angeordnet sind und gleichzeitig eine entsprechend große Anzahl, vorzugsweise alle Verbindungumwicklungen eines Bewehrungskörpers herstellen.

[0032] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung können die Bewehrungskörper auch als Prepreg ausgeführt sein, wobei die Kunststoffmatrix mit den darin eingebetteten Verbindungsfasern derart lediglich bis zu einem bestimmten Grad vorgehärtet ist, dass in den Verbindungsstellen noch eine gewisse, relativ geringe Beweglichkeit gegeben ist, wobei die Kunststoffmatrix durch Wärmezufuhr zu einem späteren Zeitpunkt vollständig aushärtbar ist. Die Verwendung von Prepregs ist an sich bekannt. Ein wesentlicher Vorteil besteht dabei darin, dass der Bewehrungskörper besonders flexibel einsetzbar ist und noch an der Baustelle den aktuellen Anforderungen entsprechend geformt und dann durch kurzes Aufheizen endgültig fixiert werden kann.

[0033] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

[0034] Es zeigen:

Figur 1: Aufsicht auf einen ersten erfindungsgemäßes Bewehrungskörper;

Figur 2: vergrößerte Darstellung einer Schnittansicht entlang der Schnittlinie A-A in Figur 1;

Figur 3: Aufsicht auf eine Ausführungsvariante eines zweiten erfindungsgemäßen Bewehrungskörpers;

Figur 4: dreidimensionale Absicht eines dritteln erfindungsgemäßen Bewehrungskörpers; und

Figur 5: dreidimensionale Ansicht eines vierten erfindungsgemäßen Bewehrungskörpers.

[0035] Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Bewehrungskörper 1 besteht aus vier einzelnen, jeweils geradlinig verlaufenden Bewehrungsstäben 2a und 2b, die in der Art eines Doppelkreuzes rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Dabei befinden sich die beiden Bewehrungsstäbe 2ä parallel zueinander in einer ersten Ebene 3a und die beiden anderen Bewehungsstäbe 2b sind ebenfalls parallel zueinander in einer zweiten Ebene 3b auf den Bewehrungsstäben 2a angeordnet. Selbstverständlich kann der Bewehrungskörper 1 Ähnlich zu Figur 3 auch eine sehr viel größere Anzahl von Bewehrungsstäben 2a und 2b umfassen, so dass die Figur 1 dann nur einen Ausschnitt des gesamten Bewehrungskörper 1 darstellten würde.

[0036] Die als sogenannter FRP-rebar ausgeführten Bewehrungsstäbe 2a und 2b bestehen jeweils aus faserverstärktem Kunststoff, wobei hier Glasfasern in einem Anteil von ca. 60 % bis 85 % in eine Matrix aus Polyester-Harz eingebettet sind. Es können jedoch ebenso gut Aramid-Fasern oder Kohlenstofffasern in eine Matrix aus Epoxydharz oder Vinylester-Harz eingebettet sein. Die mit im wesentlichen kreisrundem Querschnitt ausgebildeten Bewehrungsstäbe 2a und 2b haben hier alle die gleiche Länge und den gleichen Durchmesser, der vorzugsweise im Bereich von 5 mm bis 25 mm, aber auch darüber liegen kann. Zur Erzeilung besonders hoher Haftungskräfte an umgebenden Beton sind die Oberflächen der Bewehungsstäbe 2a und 2b durch eine leichte Gewindestruktur profiliert. Je nach Anwendungsfall des herzustellenden Bewehrungskörpers können die Bewehungsstäbe 2a und 2b jedoch auch unterschiedliche Durchmesser und/oder verschiedene Längen bzw. Formen haben.

[0037] Die vier Bewehrungsstäbe 2a und 2b sind an den vier Verbindungsstellen 4 durch Verbindungsmittel 5 jeweils paarweise miteinander verbunden. Die Verbindungsmittel 5 umfassen erfindungsgemäß jeweils Verbindungsfasern 6, die in eine Kunststoffmatrix 7 eingebettet und mehrfach um die Bewehrungsstäbe 2a und 2b herumgewickelt sind. Dabei wird das Harz 7 vorher auf das Fasermaterial 6 aufgebracht, so dass die Fasern 6 "nass" gewickelt und appliziert werden. Auch bei den so aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Verbindungsmitteln 5 sind Glasfasern 6 von einer Matrix 7 aus Polyester-Harz umgeben. Insbesondere können die Verbindungsmittel 5 nach der vollständigen Aushärtung des Harzes 7 auch stoffschlüssig wirken.

[0038] Die Verbindungsfasern 6 sind hier an den Bewehrungsstäben 2b in Winkeln von +45° und -45° schräg zu der Längsrichtung der Bewehrungsstäbe 2b gewikkelt. An den Bewehrungsstäben 2a sind die Verbindungsfasern 6 so geführt, dass sie sich (bezogen auf die Zeichnungsebene von Figur 2) sowohl vor als auch hinter den Bewehrungsstäben 2a kreuzen. Durch diese Art der mehrfachen Wicklung der Verbindungsfasern 6 in verschiedenen Richtungen um die Verbindungsstellen 4 herum wird nach dem Aushärten der Harzmatrix 7 eine besonders feste Verbindung der Bewehrungsstäbe 2a und 2b und somit ein insgesamt hochstabiles Bewehrungskörper 1 erhalten.

[0039] Der in Figur 3 dargestellte, ebenfalls im wesentlichen zweidimensional aufgebaute Bewehrungskörper 10 besteht aus achtzehn rechtwinklig angeordneten Bewehrungsstäben 2a und 2b, die gitterförmig als Bewehrungsmatte an insgesamt einundachtzig Verbindungsstellen 4 miteinander verbunden sind. Auch hier befinden sich die Bewehrungsstäbe 2a in einer ersten Ebene 3a,

auf der die Bewehrungsstäbe 2b in einer zweiten Ebene 3b angeordnet sind.

[0040] Die erfindungsgemäßen Verbindungsmittel 5 umfassen wie bei dem vorangehend beschriebenen Beispiel jeweils Verbindungsfasern 6, die in eine Kunststoffmatrix 7 eingebettet und mehrfach um die Bewehrungsstäbe 2a und 2b herumgewickelt sind. Auf diese Weise wird eine hochfeste Verbindung der einzelnen Bewehrungsstäbe 2a, 2b untereinander erhalten, was zu einem stabilen, leichten und gegen korrosion vollständig unempfindlichen Bewehrungskörper 1 führt, welcher vorteilhafterweise in Betondeckel oder Betonwänden eingesetzt werden kann. Insbesondere kann der Bewehrungskörper 1 an Brücken oder Gebäuden, aber auch im Tunnelbau zur Armierung von Beton oder ähnlichen Baustoffen verwendet werden.

[0041] In den Figuren 4 und 5 sind Bewehrungskörper 11 und 12 dargestellt, die eine dreidimensionale Form in der Form einer Röhre (Figur 4) bzw. eines Quaders (Figur 5) haben. Der in Figur 4 gezeigte Bewehrungskörper 11 besteht aus zwei kreisförmig gebogenen Bewehrungsstäben 2a, die durch sechs parallel zueinander verlaufende Bewehrungsstäbe 2b miteinander verbunden sind, welche jeweils am inneren Umfang der kreisförmigen Bewehrungsstäbe 2a unter einem rechten Winkel auf die erfindungsgemäße Art befestigt sind. Der in Figur 5 gezeigte Bewehrungskörper 12 besteht demgegenüber aus zwei im wesentlichen quadratisch ausgebildeten Bewehrungsstäben 2a, die durch vier parallel zueinander verlaufende Bewehrungsstäbe 2b miteinander verbunden sind, welche jeweils innenseitig in den vier Ecken der quadratischen Bewehrungsstäbe 2a unter einem rechten Winkel ebenfalls auf die erfindungsgemäße Art befestigt sind.

[0042] Auch bei diesen beiden Bewehrungskörpern 11 und 12 umfassen die Verbindungsmittel 5 jeweils an den Verbindungsstellen 4 um die Bewehrungsstäbe 2a und 2b mehrfach herumgewickelte Verbindungsfasern 6, die in eine Kunststoffmatrix 7 eingebettet sind. Die so erhaltenen hochstabilen und gegen Korrosion vollständig unempfindlichen Bewehrungskörper 11 und 12 können vorteilhafterweise als Pfahlbewehrung eingesetzt werden.

[0043] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die hier dargestellten Ausführungsbeispiels beschränkt. So können die Bewehrungskörper 1, 10, 11 und 12 insbesondere in Anzahl und/oder Form und/oder Größe und/oder Ausrichtung der Bewehrungsstäbe variieren. Auch können Fasern und/oder Kunststoffe aus anderen Materialien eingesetzt werden. Ebenso können die Verbindungsfasern 6 anders angeordnet werden. Außerdem können auch Bewehrungsstäbe unterschiedlicher Art, insbesondere unterschiedlicher Größe und/oder Form, zu einem Bewehrungskörper zusammengefügt werden.

Patentansprüche

1. Bewehrungskörper (1) für Bauwerken insbesondere für Bauwerke aus Betonwerkstoffen, umfassend mehrere durch Verbindungsmittel (5) an Verbindungsstellen (4) miteinander verbundene und aus faserverstärktem Kunststoff bestehende Bewehrungsstäbe (2a, 2b), wobei die Verbindungsmittel (5) Verbindungsfasern (6) umfassen, die in eine Kunststoffmatrix (7) eingebettet sind,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Verbindungsfasern (6) an den Verbindungsstellen (4) mehrfach derart um die Bewehrungsstäbe (2a, 2b) herumgewickelt sind, dass bei einer quer zur Längsachse eines ersten Bewehrungsstabes (2a, 2b) ausgeübten Zug- oder Druckbelastung in Längsrichtung eines zweiten Bewehrungsstabes (2b, 2a) für eine einzelne Verbindungsstelle (4) eine Verbindungskraft S erreicht wird, die der Formel $S > 0{,}3 * A_S * R_B$ genügt,
   wobei A_S die Querschnittsfläche des zweiten Bewehrungsstabes (2b, 2a) beschreibt und wobei R_B die zulässige Gebrauchsspannung des zweiten Bewehrungsstabes (2b, 2a) beschreibt.

2. Bewehrungskörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsfasern (6) in verschiedenen Richtungen um jeweils eine Verbindungsstelle (4) gewickelt sind.

3. Bewehrungskörper nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Verbindungsfasern (6) an einem Bewehrungsstab (2a, 2b) oder an beiden Bewehrungsstäben (2a, 2b) jeweils an mindestens einem Punkt überkreuzen.

4. Bewehrungskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsfäsern (6) Glasfasern und/oder Aramidfasern und/oder Kohlenstofffasern umfassen.

5. Bewehrungskörper nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsfäsern (6) und/oder der Kunststoff der Kunststoffmatrix (7) an den Verbindungsstellen (4) aus dem gleichen Material bestehen wie die Fasern bzw. der Kunststoff in den Bewehrungsstäben (2a, 2b).

6. Bewehrungskörper nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe (2a, 2b) eine außenseitige Profilierung, aufweisen, die insbesondere in der Form eines schraubbaren Profils oder vorzugsweise in der Form eines Gewindes ausgebildet ist.

7. Bewehrungskörper nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Be-

wehrungsstäbe (2a, 2b) zumindest im wesentlichen rechtwinklig zueinander angeordnet sind.

8. Bewehrungskörper nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe (2a, 2b) zumindest im wesentlichen zweidimensional in der Form einer Matte (1, 10) angeordnet sind.

9. Bewehrungskörper nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Bewehrungsstäbe (2a, 2b) geradlinig gestreckt sind, wobei eine erste Gruppe von Bewehrungsstäben (2a) sich in einer ersten Ebene (3a) erstreckt und wobei eine zweite Gruppe von Bewehrungsstäben (2b) sich in einer zweiten Ebene (3b) erstreckt, die parallel zur ersten Ebene (3a) verläuft.

10. Bewehrungskörper nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass** die Bewehrungsstäbe (2a, 2b) einen dreidimensionalen Bewehrungskörper (11, 12), insbesondere einen Bewehrungspfahl (11) oder einen Bewehrungskorb (12) bilden.

11. Bewehrungskörper nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Bewehrungsstäben (2a, 2b) abschnittsweise oder vollständig gebogen sind.

12. Bewehrungskörper nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Bewehrungsstäbe (2a) kreisförmig ausgebildet sind, die innenseitig und/oder außenseitig mit mehreren zumindest annähernd geradlinig verlaufenden Bewehrungsstäben (2b) zu einem röhrenförmigen Bewehrungskörper (11) verbunden sind.

13. Bewehrungskörper nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Bewehrungsstäbe (2a) abschnittsweise winklig gebogen und in der Form eines Rechtecks ausgebildet sind, die innenseitig und/oder außenseitige mit mehreren zumindest annähernd geradlinig verlaufenden Bewehrungsstäben (2b) zu einem quaderförmigen Bewehrungskörper (12) verbunden sind.

14. Bewehrungskörper nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kunststoffmatrix (7) mit den darin eingebetteten Verbindungsfasern (6) vollständig ausgehärtet ist.

15. Bewehrungskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** er als Prepreg ausgeführt ist, wobei die Kunststoffmatrix (7), mit den darin eingebetteten Verbindungsfasern (6) derart bis zu einem bestimmten Grad vorgehärtet ist, dass in den Verbindungsstellen (4) eine gewisse Beweglichkeit gegeben ist, wobei die Kunststoff matrix (7) durch Wärmezufuhr vollständig aushärtbar ist.

Claims

1. A reinforcing body (1) for buildings, in particular for buildings made of concrete, said reinforcing body comprising a plurality of reinforcing rods (2a, 2b) which are connected together by connecting agents (5) at connecting points (4) and which are made of fiber-reinforced plastic, said connecting agents (5) comprising connection fibers (6) which are embedded in a plastic matrix (7), **characterized in that** the connection fibers (6) are wound several times about the reinforcing rods (2a, 2b) at the connecting points (4) in such a way that, when a tensile or compressive stress acts transversally to the longitudinal axis of a first reinforcing rod (2a, 2b) in the longitudinal direction of a second reinforcing rod (2b, 2a), a connecting force S which satisfies the equation $S > 0.3 * A_S * R_B$ is achieved for a single connection point (4), where A_S describes the cross-sectional area of the second reinforcing rod (2b, 2a) and R_B describes the permissible working stress of the second reinforcing rod (2b, 2a).

2. The reinforcing body of claim 1, **characterized in that** the connection fibers (6) are wound in different directions about a connection point (4).

3. The reinforcing body of claim 1 or 2, **characterized in that the** connection fibers (6) at a reinforcing rod (2a, 2b) or at both reinforcing rods (2a, 2b) each intersect at least one point.

4. The reinforcing body of any of claims 1 to 3, **characterized in that** the connection fibers (6) include glass fibers and/or aramide fibers and/or carbon fibers.

5. The reinforcing body of any of the preceding claims, **characterized in that** the connection fibers (6) and/or the plastic in the plastic matrix (7) at the connecting points (4) consist of the same material as the fibers and/or plastic in the reinforcing rods (2a, 2b).

6. The reinforcing body of any of the preceding claims, **characterized in that** the reinforcing rods (2a, 2b) have external profiling which is specifically embodied as a threaded profile or preferably in the form of a screw thread.

7. The reinforcing body of any of the preceding claims, **characterized in that** the reinforcing rods (2a, 2b) are arranged at least substantially perpendicular to one another.

8. The reinforcing body of any of the preceding claims, **characterized in that** the reinforcing rods (2a, 2b) are arranged at least substantially two-dimensionally in the form of a mat (1, 10).

9. The reinforcing body of claim 8, **characterized in that** all the reinforcing rods (2a, 2b) extend in a straight line, wherein a first group of reinforcing rods (2a) extends in a first plane (3a) and wherein a second group of reinforcing rods (2b) extends in a second plane (3b) running parallel to the first plane (3a).

10. The reinforcing body of any of the preceding claims, **characterized in that** the reinforcing rods (2a, 2b) form a three-dimensional reinforcing body (11, 12), in particular a reinforcing pile (11) or a reinforcing cage (12).

11. The reinforcing body of claim 10, **characterized in that** at least individual reinforcing rods (2a, 2b) are curved in sections thereof or throughout.

12. The reinforcing body of claim 11, **characterized in that** a plurality of reinforcing rods (2a) are embodied in circular shape and are connected on the inside and/or the outside to a plurality of reinforcing rods (2b) extending at least approximately in a straight line to form a tubular reinforcing body (11).

13. The reinforcing body of claim 11, **characterized in that** a plurality of reinforcing rods (2a) are bent at an angle at least in sections thereof and are embodied in the shape of a square and are connected on the inside and/or on the outside to a plurality of reinforcing rods (2b) extending at least approximately in a straight line to form a cuboidal reinforcing body (12).

14. The reinforcing body of any of the preceding claims, **characterized in that** the plastic matrix (7) is fully hardened with the connection fibers (6) embedded therein.

15. The reinforcing body according to any of claims 1 to 13, **characterized in that** said reinforcing body is embodied as a prepreg, the plastic matrix (7) with the connection fibers (6) embedded therein being pre-hardened to a certain degree such that a certain degree of mobility is provided at the connecting points (4), wherein said plastic matrix (7) can be fully hardened by the application of heat.

Revendications

1. Corps d'armature (1) pour des édifices, en particulier pour des édifices à base de matériaux de béton, comprenant plusieurs barres d'armature (2a, 2b) reliées entre elles par des moyens liaison (5) en des points de liaison (4) et à base de plastique renforcé de fibre, les moyens de liaison (5) comprenant des fibres de liaison (6) qui sont intégrées dans une matrice de plastique (7),
caractérisé en ce que
les fibres de liaison (6) sont enroulées aux points de liaison (4) plusieurs fois autour des barres d'armature (2a, 2b) de telle sorte que, dans le cas d'une charge de traction ou de pression exercée transversalement à l'axe longitudinal d'une première barre d'armature (2a, 2b), dans le sens longitudinal d'une seconde barre d'armature (2b, 2a) pour un point de liaison (4) individuel, on obtient une force de liaison S qui répond à la formule $S > 0,3 * A_S * R_B$, A_S décrivant la surface de section de la seconde barre d'armature (2b, 2a) et R_B la tension d'utilisation autorisée de la seconde barre d'armature (2b, 2a).

2. Corps d'armature selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fibres de liaison (6) sont enroulées dans différentes directions autour de respectivement un point de liaison (4).

3. Corps d'armature selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les fibres de liaison (6) se croisent à chaque fois en au moins un point sur une barre d'armature (2a, 2b) ou sur les deux barres d'armature (2a, 2b).

4. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les fibres de liaison (6) comportent des fibres de verre et/ou des fibres d'aramide et/ou des fibres de carbone.

5. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fibres de liaison (6) et/ou le plastique de la matrice de plastique (7) aux points de liaison (4) sont à base du même matériau que les fibres ou le plastique dans les barres d'armature (2a, 2b).

6. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barres d'armature (2a, 2b) présentent un profilage côté extérieur, qui est conçu en particulier sous la forme d'un profil vissable ou de préférence sous la forme d'un filetage.

7. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barres d'armature (2a, 2b) sont disposées au moins essentiellement à angle droit les unes par rapport aux autres.

8. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barres d'armature (2a, 2b) sont disposées au moins essentiellement en deux dimensions sous la forme

d'un treillis (1, 10).

9. Corps d'armature selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** toutes les barres d'armature (2a, 2b) sont étirées en ligne droite, un premier groupe de barres d'armature (2a) s'étendant dans un premier plan (3a) et un second groupe de barres d'armature (2b) s'étendant dans un second plan (3b), qui est agencé parallèlement au premier plan (3a).

10. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barres d'armature (2a, 2b) forment un corps d'armature (11, 12) en trois dimensions, en particulier un pieu d'armature (11) ou une cage d'armature (12).

11. Corps d'armature selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**au moins des barres d'armature (2a, 2b) individuelles sont pliées de façon partielle ou complètement.

12. Corps d'armature selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** plusieurs barres d'armature (2a) sont conçues avec une forme circulaire, qui sont reliées côté intérieur et/ou côté extérieur à plusieurs barres d'armature (2b) agencées au moins approximativement en ligne droite pour former un corps d'armature (11) de forme tubulaire.

13. Corps d'armature selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** plusieurs barres d'armature (2a) sont pliées en partie à angle droit et sont réalisées sous la forme d'un rectangle, qui sont reliées côté intérieur et/ou côté extérieur à plusieurs barres d'armature (2b) agencées au moins approximativement en ligne droite pour former un corps d'armature (12) en forme de parallélépipède.

14. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la matrice de plastique (7) est durcie complètement avec les fibres de liaison (6) intégrées à l'intérieur.

15. Corps d'armature selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé sous forme de préimprégné, la matrice de plastique (7) étant prédurcie avec les fibres de liaison (6) intégrées à l'intérieur jusqu'à un certain degré de telle sorte qu'une certaine mobilité est obtenue aux points de liaison (4), la matrice de plastique (7) pouvant être durcie complètement par l'arrivée de chaleur.

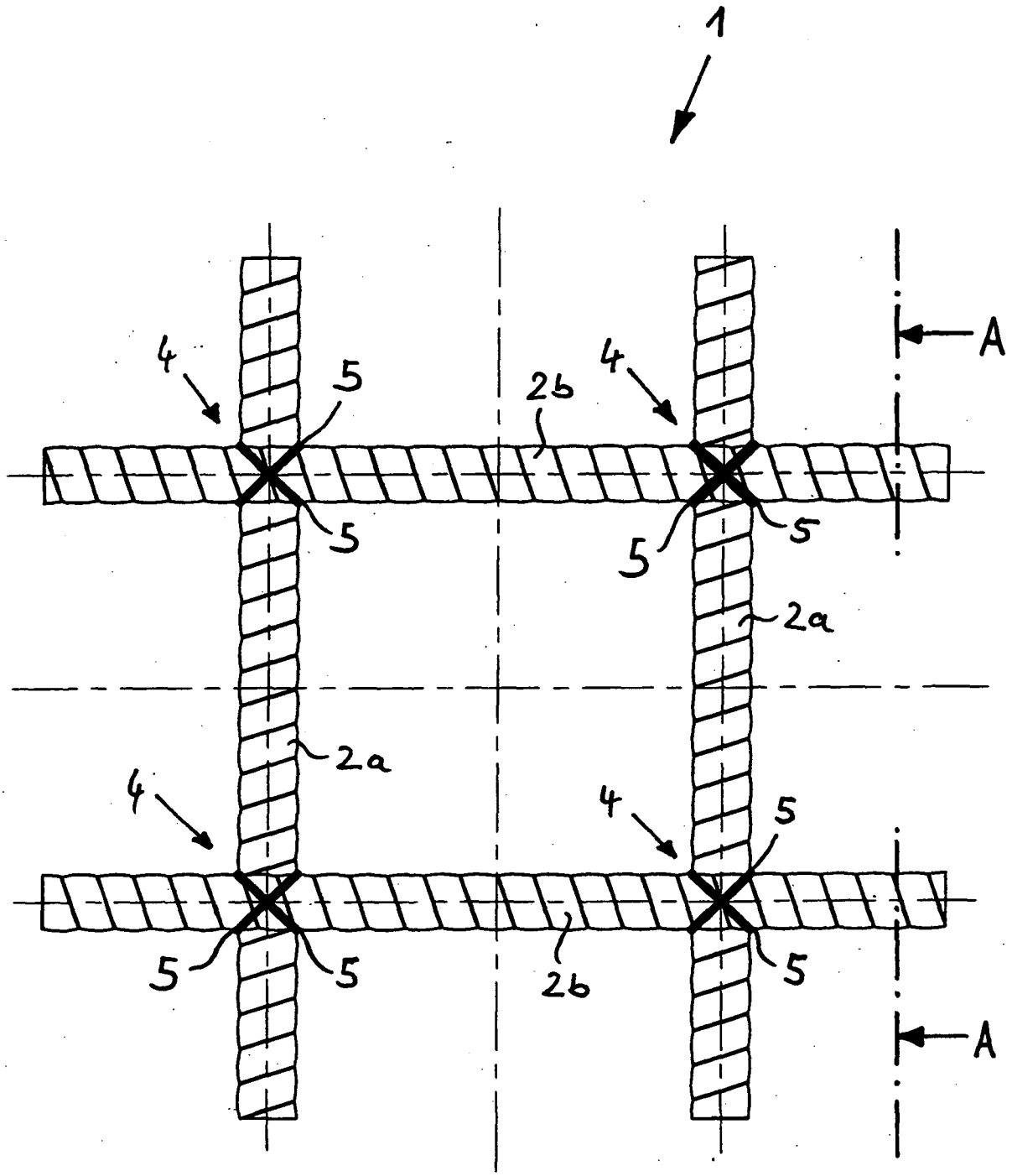
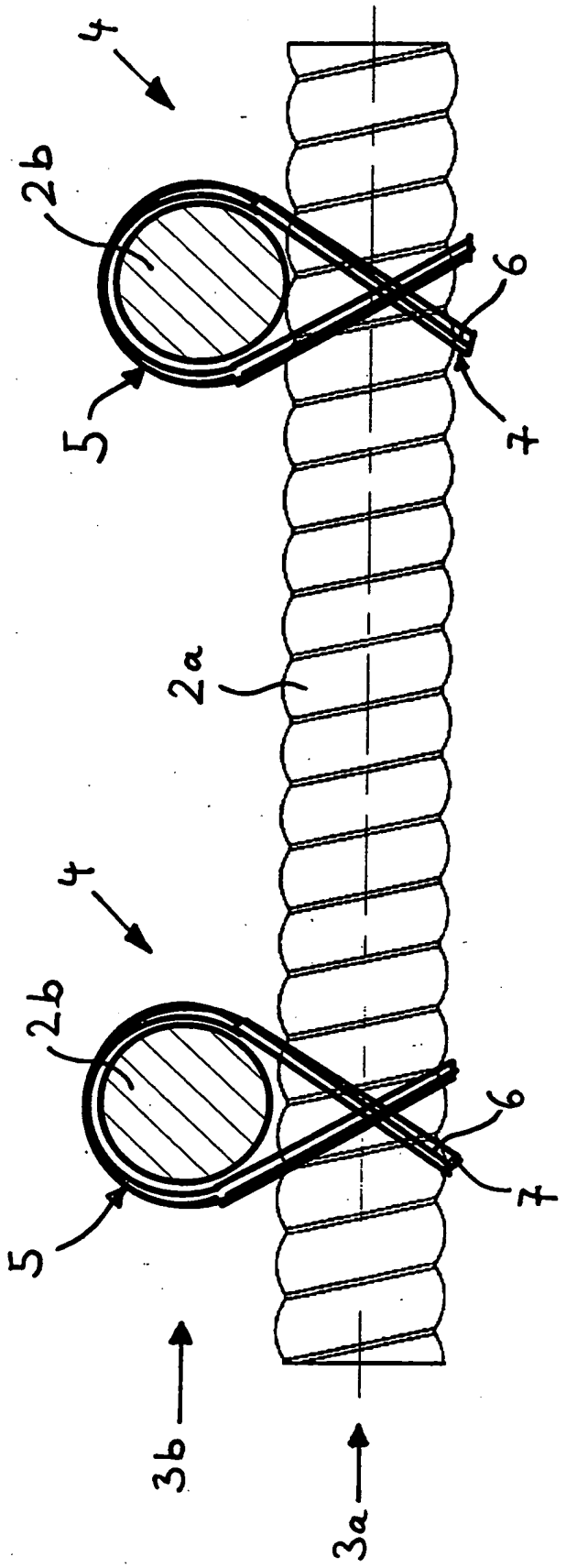


Fig. 1



Schnitt A-A

Fig.2

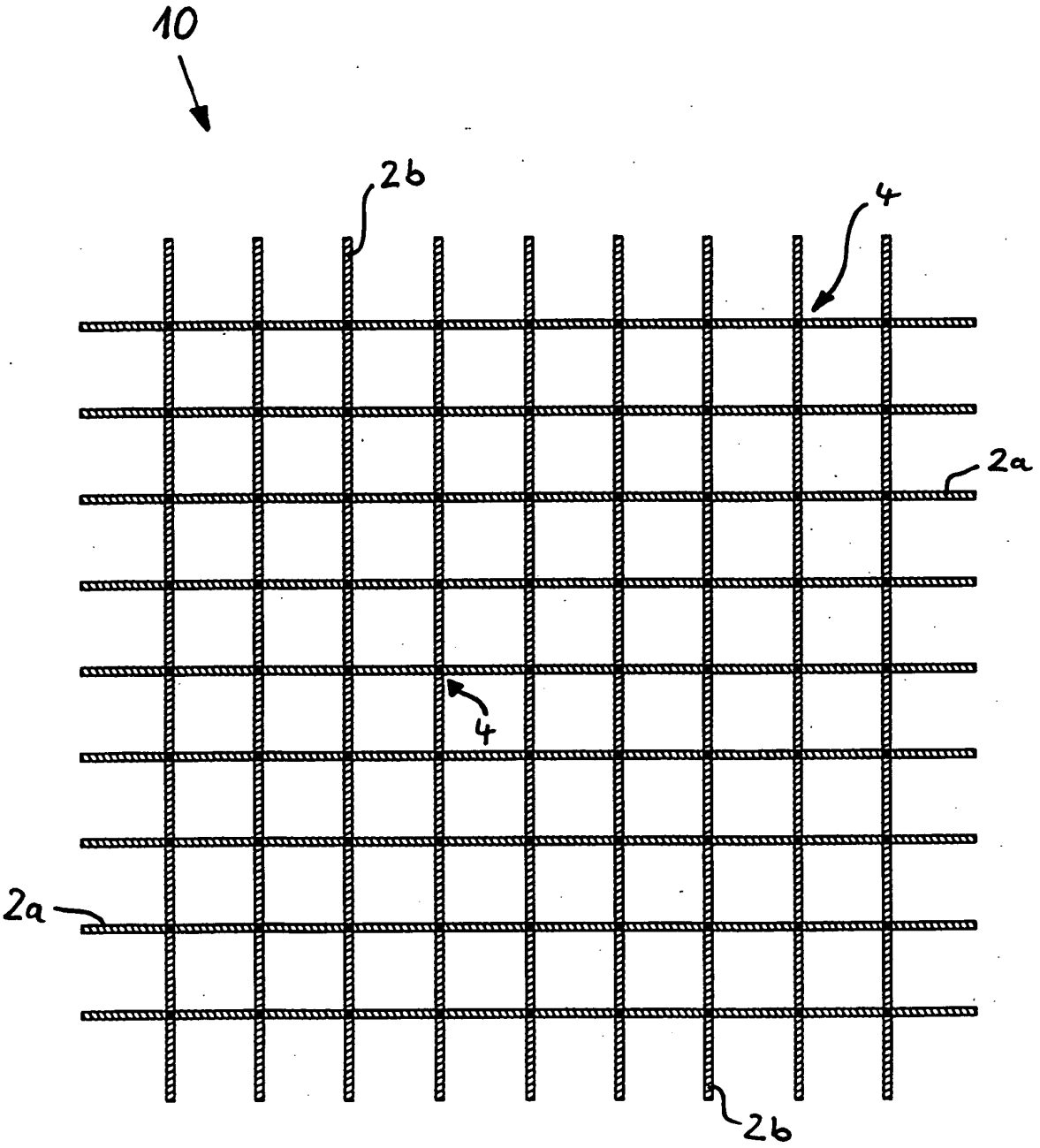


Fig. 3

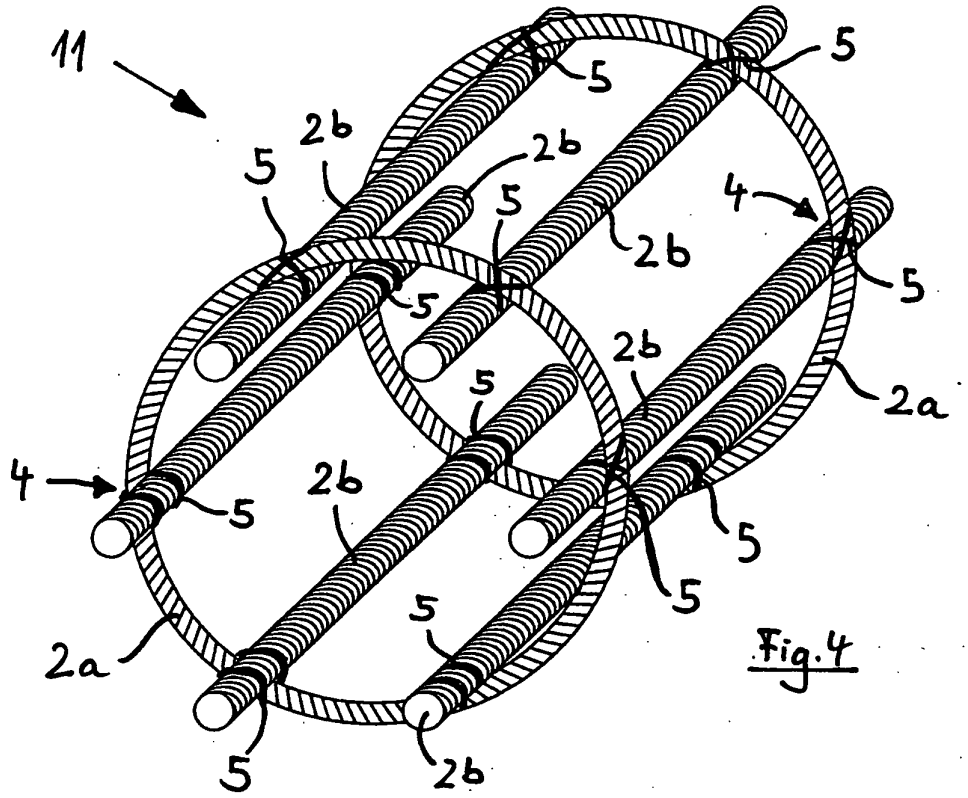


Fig.4

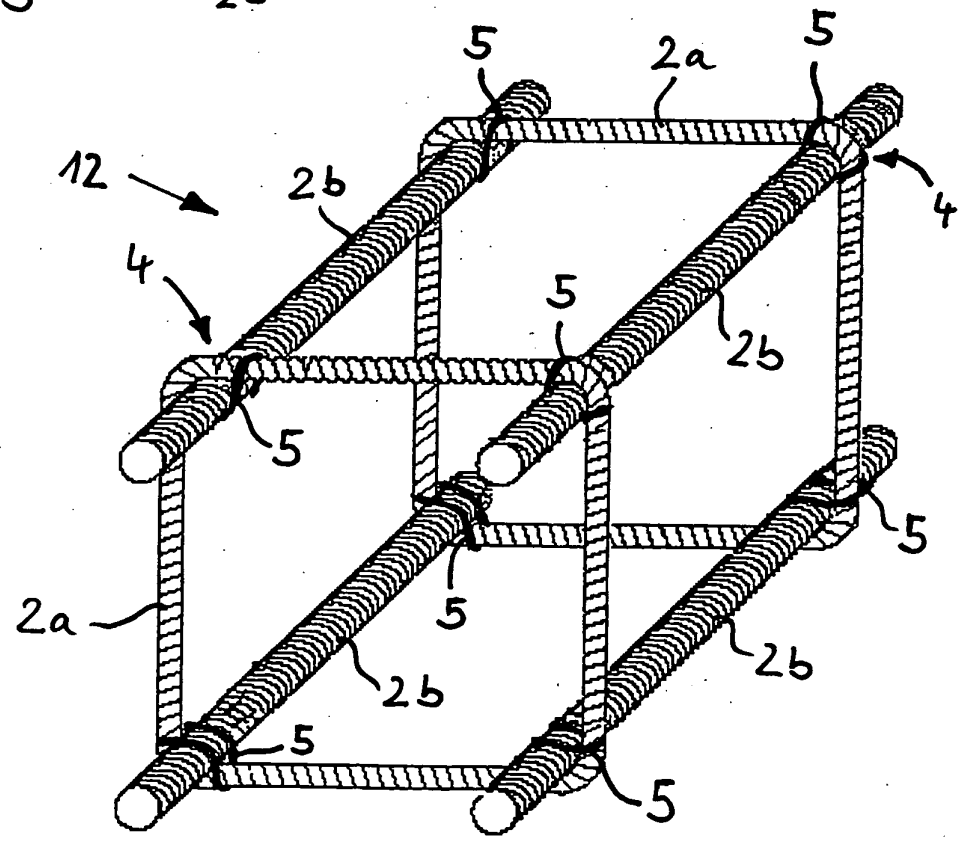


Fig.5

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

- WO 0126974 A2 **[0008]**
- EP 0387968 A1 **[0011]**
- DE 69002071 T2 **[0011]**