



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



(11) Veröffentlichungsnummer : **0 341 487 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
02.01.92 Patentblatt 92/01

(51) Int. Cl.⁵ : **D02G 3/40, D02G 3/46**

(21) Anmeldenummer : **89107520.2**

(22) Anmeldetag : **26.04.89**

(54) Nähgarn sowie Verfahren zur Herstellung desselben.

(30) Priorität : **07.05.88 DE 3815696**

(73) Patentinhaber : Amann & Söhne GmbH & Co.
Postfach 9
W-7124 Bönnigheim (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
15.11.89 Patentblatt 89/46

(72) Erfinder : Schollmeyer, Eckhard, Prof. Dr.
Von-Baeyer-Strasse 22
W-4152 Kempen 1 (DE)
Erfinder : Bahners, Thomas, Dr.
Fasanenstrasse 1
W-4174 Issum 2 (DE)
Erfinder : Truckenmüller, Kurt, Dipl.-Ing.
Külhäuserstrasse 23
W-7101 Flein (DE)
Erfinder : Greifeneder, Karl, Dipl.-Ing.
Im Stahlbühl 2
W-7100 Heilbronn (DE)

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
02.01.92 Patentblatt 92/01

(74) Vertreter : Döring, Wolfgang, Dr. Ing.
Mörikestrasse 18
W-4000 Düsseldorf 30 (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 119 287
EP-A- 0 153 829
DE-A- 3 540 411
NL-A- 50 506
US-A- 4 016 329

EP 0 341 487 B1

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 eingezogen, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Nähgarn nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie zwei Verfahren zur Herstellung eines derartigen Nähgarns.

Ein Nähgarn mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 ist in der GB-PS 1270174 beschrieben. Hierbei weist das bekannte Nähgarn wahlweise eine Vielzahl von Einzelfilamenten bzw. Einzelfasern auf, d.h. es ist als Multifilamentgarn bzw. Fasergarn ausgebildet. Die Einzelfilamente bzw. Einzelfasern des Garns sind über Verbindungsbereiche miteinander verbunden, wobei diese Verbindungsbereiche durch Einlagerung von schmelzbaren Partikeln in das Nähgarn erzeugt werden. Um dies zu erreichen, werden entweder die Einzelfilamente bzw. Einzelfasern vor der Herstellung des Nähgarns mit den schmelzbaren Partikeln beaufschlagt oder das Nähgarn wird vor der Applikation der Partikel elektrostatisch aufgeladen, so daß sich die Einzelfasern bzw. Einzelfilamente aufspreizen und somit die Anordnung der schmelzbaren Partikel innerhalb des Garnes vorgenommen werden kann. Anschließend wird das so mit Partikeln beaufschlagte fertige Garn auf die Schmelztemperatur der Partikel erwärmt, so daß ein derartiges Nähgarn überwiegend vom Faserinnern her verklebt ist.

Bei dem bekannten Nähgarn besteht die Gefahr, daß infolge der sehr hohen Temperaturen, die beim Nähen auftreten, die aus den schmelzbaren Partikeln bestehenden Verbindungsbereiche wieder plastisch werden oder sogar schmelzen, was zu unerwünschten Verschmutzungen der Nähnadeln, einem mangelnden Garnschluß des Nähmaterials sowie unerwünschten Aufschiebungen von Einzelfilamenten bzw. Einzelfasern und somit zu häufigen Nähgarnbrüchen führen kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Nähgarn der angegebenen Art zur Verfügung zu stellen, das unter besonderer Berücksichtigung der Verarbeitungseigenschaften beim Nähen eine hohe thermische Beständigkeit gegenüber den beim Nähen auftretenden Temperaturen aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Nähgarn mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Nähgarn besitzt eine Vielzahl von Einzelfilamenten und/oder Einzelfasern, d.h. es kann somit sowohl als Fasergarn oder als Multifilamentgarn als auch als Coregarn, bei dem die Seele aus einem Multifilamentgarn und der Mantel aus einem Fasergarn oder umgekehrt besteht, ausgebildet sein. Hierbei sind die Einzelfilamente bzw. Einzelfasern des Nähgarnes über Verbindungsbereiche miteinander verbunden, die überwiegend oder ausschließlich an der Oberfläche des Nähgarnes angeordnet sind. Hierbei verkleben diese Verbindungsbereiche ausschließlich oder nahezu ausschließlich nur die bei dem Nähgarn außen angeordneten Einzelfilamente bzw. Einzelfasern miteinander, wobei über die Garnlänge gesehen nicht ausgeschlossen werden kann, daß ausnahmsweise auch wenige einzelne, mehr innen liegende Einzelfilamente bzw. Einzelfasern miteinander verklebt sind. Die Verbindungsbereiche umfassen eine erstarrte Schmelze des polymeren Materials des jeweiligen Garnes. Zwischen den Verbindungsbereichen weist das erfindungsgemäße Nähgarn Abschnitte auf, in denen das Garn im Vergleich zu den Verbindungsbereichen eine voluminösere Struktur aufweist.

Das erfindungsgemäße Nähgarn weist eine Reihe von Vorteilen auf. Überraschenderweise stellt sich heraus, daß die Laufeigenschaften eines derartigen Nähgarnes im Vergleich zu einem entsprechenden Nähgarn, das keine Verbindungsbereiche aufweist, wesentlich verbessert waren, obwohl erwartet wurde, daß durch die Anordnung der Verbindungsbereiche ausschließlich oder überwiegend außen am Nähgarn die Gefahr zur Bildung von unerwünschten Aufschiebungen beim Nähen erhöht werden würde. Dies wird darauf zurückgeführt, daß trotz der zuvor beschriebenen Erhöhung der Rauhigkeit bei dem erfindungsgemäßen Nähgarn der Garnverbund, d.h. der Zusammenhalt der Einzelfasern bzw. Einzelkapillaren, verbessert wird, so daß es im Vergleich zu einem entsprechenden Nähgarn, daß diese Verbindungsbereiche nicht aufweist, beim Nähen mit dem erfindungsgemäßen Nähgarn zu wesentlich weniger Nähgarnbrüchen kommt. Ferner wird die Verbesserung der Näheigenschaften bei dem mit Verbindungsbereichen versehenen Nähgarn darauf zurückgeführt, daß zwischen den Verbindungsbereichen voluminöse Abschnitte vorgesehen sind, in denen Luft eingelagert ist, die eine zusätzliche Kühlung der Nähnadel und Fadenleitorane bewirkt. Auch kann es bei dem erfindungsgemäßen Nähgarn nicht zu einem Aufschmelzen der Verbindungsbereiche kommen, da der Schmelzpunkt des Materials in dem Verbindungsbereich im wesentlichen dem Material des Nähgarns entspricht. Ferner nimmt das erfindungsgemäß ausgebildete Nähgarn im Vergleich zu einem entsprechenden konventionellen Nähgarn wegen der zuvor beschriebenen höheren Rauhigkeit eine größere Menge Avivagen auf, was sich insbesondere bei einer Blockavivierung deutlich bemerkbar macht.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Nähgarns weist Verbindungsbereiche auf, die überwiegend kugelartig bzw. kugelähnlich ausgebildet sind. Hierbei besitzen diese Verbindungsbereiche einen Durchmesser, der etwa dem 0,5 bis etwa dem 2-fachen Wert, insbesondere dem 0,5-fachen bis 1-fachen Wert des Durchmessers, eines Einzelfilamentes bzw. einer Einzelfaser entspricht. Derartige, im Außenbereich des

Garnes befindliche Verbindungsbereiche verhindern wirksam ein Aufspreizen des Nähgarnes während des Nähvorganges bzw. ein Abspreizen von außen liegenden Einzelfilamenten bzw. Einzelfasern des Nähgarnes, so daß Aufschieber, Elementarfadenbrüche bzw. Fibrillierungen der Elementarfäden und Garnbrüche vermieden werden. Gleichzeitig verringern derartige kugelartigen oder kugelähnlichen Verbindungsbereiche wegen ihrer relativ kleinen Oberfläche den Reibungswiderstand der äußeren Garnschicht zu der Nähnadel bzw. den Fadenumlenkorganen, was sich in einem entsprechend verbesserten Lauf- und Nähverhalten und einer geringeren Erhitzung der Nähnadel bzw. der Fadenumlenkorgane bemerkbar macht.

Um eine möglichst große Anzahl von verschiedenen außen liegenden Einzelfilamenten bzw. Einzelfasern des Nähgarnes durch die Verbindungsbereiche miteinander zu verkleben, sind bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Nähgarnes die Verbindungsbereiche über die Länge und den Umfang des Garnes stochastisch verteilt. Eine derartige Verteilung führt zu einem besonders haltbaren Garnverbund, ohne daß es dabei zu einem Festigkeitsverlust kommt. Vielmehr wird durch die zuvor beschriebene Verbindung der äußeren Einzelfilamente bzw. Einzelfasern eine mit einer dreidimensionalen Vernetzung derselben vergleichbare Verstärkung erreicht, die sich in einer Erhöhung der Garnfestigkeit und einer örtlichen Fixierung der äußeren Elementarfasern bzw. Filamente relativ zu den innen liegen-den Filamenten bzw. Fasern ausdrückt.

Abhängig von dem jeweiligen Verwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Nähgarns weist dieses eine unterschiedliche Anzahl von Verbindungsbereichen auf. Allgemein ist festzuhalten, daß bei Nähgarnen, die bei der Verarbeitung hohen mechanischen Beanspruchungen unterliegen, der axiale Abstand und der Abstand in Umfangsrichtung gesehen zwischen den Verbindungsbereichen sehr klein ist und somit eine große Anzahl von Verbindungsbereichen vorgesehen sind. So liegt bei einem derartigen Nähgarn der axiale Abstand zwischen zwei Verbindungsbereichen zwischen etwa 0,1 mm und etwa 4 mm und der Abstand in Umfangsrichtung zwischen etwa 0,1 mm und etwa 0,4 mm. Bei einem Nähgarn, das beim Nähen nur einer mittleren Beanspruchung unterworfen wird, kann der Abstand zwischen zwei Verbindungsbereichen in Axialrichtung auf Werte zwischen etwa 4 mm und etwa 10 mm und in Umfangsrichtung auf Werte zwischen 0,4 mm und 0,6 mm vergrößert werden, während normal beanspruchte Nähgarne in Axialrichtung einen Abstand zwischen benachbarten Verbindungsbereichen zwischen etwa 10 mm und etwa 20 mm und in Umfangsrichtung einen Abstand zwischen etwa 0,6 mm und 0,8 mm aufweisen.

Zuvor ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Nähgarnes beschrieben, bei dem die Verbindungsbereiche über die Länge und dem Umfang des Garnes stochastisch, d.h. nach keinem vorgegebenen Muster oder keiner Regelmäßigkeit, verteilt sind. Bei einer anderen, besonders geeigneten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Garnes sind in axiale Richtung gesehen Zonen vorhanden, in denen die Verbindungsbereiche angehäuft sind. Dies führt dazu, daß in diesen Zonen, die eine Anhäufung von Verbindungsbereichen besitzen, ein besonders hoher Garnschluß der äußeren Fasern, Garne oder Filamente vorhanden ist, so daß ein derartiges Garn besonders gute Näheigenschaften aufweist. Diese drücken sich beispielsweise dadurch aus, daß beim Nähen von Knopflöchern die Garnbruchhäufigkeit im Vergleich zu einem entsprechenden konventionellen Garn wesentlich geringer ist, so daß mit dem erfindungsgemäßen Nähgarn im Vergleich zu einem entsprechend konventionellen Nähgarn etwa die 3- bis 5-fache Anzahl an Knopflöchern genäht werden kann, ohne daß es hierbei bei dem erfindungsgemäßen Garn zu Garnbrüchen kommt.

Grundsätzlich bestehen bei dem zuvor beschriebenen, die Zonen mit einer Anhäufung von Verbindungsbereichen aufweisenden Nähgarn zwei Möglichkeiten bezüglich des Bereiches zwischen benachbarten Zonen. So sieht eine dieser Möglichkeiten vor, daß in dem Garnbereich zwischen zwei benachbarten Zonen im wesentlichen keine Verbindungsbereiche vorgesehen sind, so daß ein derartiges Nähgarn zwischen zwei benachbarten Zonen sehr voluminöse Bereiche aufweist. Hierbei ist das Garnvolumen in diesen Bereichen zwischen etwa 5% und etwa 40%, vorzugsweise zwischen etwa 10% bis etwa 20%, größer als das Garnvolumen in den Zonen, in denen eine Anhäufung von Verbindungsbereichen vorliegt. Dies wiederum führt dazu, daß in diesen voluminösen Bereichen ein relativ hohes Luftvolumen eingelagert und beim anschließenden Nähen entsprechend herausgepreßt wird, wodurch eine Kühlung des Fadens und der mit dem Faden in Kontakt tretenden Elemente der Nähmaschine, wie beispielsweise Öse, Nadel, Umlenkorgane o.dgl., hervorgerufen wird. Bei der anderen Möglichkeit des erfindungsgemäßen Garnes sind in den zwischen benachbarten Zonen angeordneten Garnbereichen weitere Verbindungsbereiche, insbesondere in einer ungleichmäßigen Verteilung, vorgesehen, so daß vorzugsweise eine Vielzahl von voluminöseren Teilbereichen entsteht, in die ebenfalls Luft eingelagert werden kann. Hierdurch wird der Garnschluß weiter verbessert, während das Volumen im Vergleich zu der zuvor beschriebenen ersten Möglichkeit verringert wird, so daß ein derartiges Garn wegen des verbesserten Garnschlusses ähnlich gute Eigenschaften besitzt wie die zuerst beschriebene Möglichkeit des erfindungsgemäßen Nähgarnes.

Bezüglich der Größenverhältnisse der zuvor beschriebenen Zonen ist festzuhalten, daß diese vorzugsweise eine axiale Länge zwischen etwa 0,1 mm und etwa 0,4 mm, insbesondere zwischen etwa 0,1 mm und 0,2 mm, aufweisen, während benachbarte Zonen im allgemeinen einen axialen Abstand zwischen etwa 10 mm und

etwa 20 mm, vorzugsweise zwischen etwa 13 mm und etwa 18 mm, besitzen.

Der axiale Abstand von benachbarten Verbindungsbereichen in einer Zone, die mit einer Anhäufung von Verbindungsbereichen versehen ist, liegt zwischen 5 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen etwa 20 µm und etwa 30 µm, während über den Garnumfang gesehen der Abstand von benachbarten Verbindungsbereichen in dieser Zone zwischen 5 µm und 40 µm, insbesondere zwischen etwa 10 µm und etwa 20 µm, beträgt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäß ausgebildeten Nähgarns besteht dieses aus mindestens zwei miteinander verwirbelten Multifilamentgarnen. Hierbei bildet das erste Multifilamentgarn, das vorzugsweise eine höhere Festigkeit als das zweite Multifilamentgarn aufweist, die Seele des Nähgarns, während das zweite Multifilamentgarn schlaufen-, schlingen- und/oder bogenförmig bzw. knotenartig mit dem ersten Filamentgarn verwirrt ist und dieses mantelartig umhüllt bzw. abdeckt. Somit ist das zweite Multifilamentgarn vorzugsweise im äußeren Bereich des Nähgarnes angeordnet und weist demnach auch überwiegend oder ausschließlich die Verbindungsbereiche auf. Selbstverständlich kann bei einem derartigen Nähgarn nicht ausgeschlossen werden, daß in bestimmten Bereichen des Nähgarnes auch Einzelfilamente des die Seele bildenden ersten Multifilamentgarns in bezug auf das Nähgarn außenliegend angeordnet sind, so daß es in diesen relativ kurzen Bereichen zu einer Verschmelzung der äußeren Einzelfilamente untereinander und/oder einem Verschmelzen von außen liegenden Einzelfilamenten des ersten Multifilamentgarnes mit entsprechenden außen liegenden Einzelfilamenten des zweiten Multifilamentgarnes kommt. Ein derartiges Nähgarn weist den Vorteil auf, daß durch die vorstehend beschriebenen Verbindungsbereiche ein gegenüber mechanischer Beanspruchung sehr stabiles Nähgarn zur Verfügung gestellt wird. Außerdem besitzt dieses Nähgarn aus dem gleichen Grund im Vergleich zu einem konventionell ausgebildeten verwirbelten Nähgarn eine höhere Festigkeit sowie geringere Koch- und Thermoschrumpfwerte und bewirkt ferner noch eine ausgezeichnete Kühlung der Nadel und Fadenumlenkorgane beim Nähen. Dies wird auf die Einlagerung von Luft in den relativ voluminösen Abschnitten zwischen den Verbindungsbereichen zurückgeführt, die durch die taillenähnliche Einschnürung in den Verbindungsbereichen eingefangen und beim Umlenken bzw. Nähen herausgepreßt wird.

Ebenso ist es denkbar, daß bei dem zuvor beschriebenen Nähgarn das erste Multifilamentgarn von einem damit verwirbelten Multifilamentgarn bzw. von mehreren, vorzugsweise zwei, damit verwirbelten Multifilamentgarnen derart abgedeckt ist, daß die Seele vollständig von dem äußeren Multifilamentgarn bzw. den äußeren Multifilamentgarnen abgedeckt ist. Dies wiederum führt dazu, daß nur im äußeren Bereich des äußeren Multifilamentgarnes bzw. der äußeren Multifilamentgarne die Verbindungsbereiche vorgesehen sind, so daß bei einer Zugbeanspruchung wegen der Vernetzung über die Verbindungsbereiche ein Teil der Zugbelastung durch das äußere Multifilamentgarn bzw. die äußeren Multifilamentgarne aufgefangen wird.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Nähgarns weist zusätzlich noch eine Drehung auf, wobei diese zwischen etwa einer Drehung/m und etwa 400 Drehungen/m, insbesondere zwischen etwa 100 Drehungen/m und etwa 400 Drehungen/m beträgt. Hierdurch wird zusätzlich noch der Garnverband des Nähgarns verfestigt, so daß derartige Nähgarne einen guten Fadenschluß besitzen und somit sehr stabil gegenüber Aufschiebungen und Kapillarabspleißungen sind.

Selbstverständlich ist es möglich, in einem konventionell gezwirnten Nähgarn aus Multifilamentgarnen die außen liegenden Einzelkapillaren über entsprechende Verbindungsbereiche miteinander zu verkleben. Ebenso können die Verbindungsbereiche auch bei einem Nähgarn vorgesehen sein, das eine Kern-Mantel-Struktur aufweist, wobei üblicherweise dabei der Kern aus einem Multifilamentgarn und der Mantel aus einem Fasergarn und/oder einem oder mehreren Fasergarnen oder aus einem Fasergarn bzw. mehreren Fasergarnen und einem oder mehreren Multifilamentgarnen besteht.

Bezüglich des Fasersubstrats ist festzuhalten, daß im äußeren Bereich des erfindungsgemäßen Nähgarns mindestens ein thermoplastisches Fasergarn und/oder Multifilamentgarn angeordnet ist. Hierbei kann es sich beispielsweise um ein Polyester-, Polyamid-, Aramid- und/oder Polyolefin-Fasergarn bzw. Multifilamentgarn handeln.

Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung des mit Verbindungsbereichen versehenen Nähgarns zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 17 sowie durch ein Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 23 gelöst.

Das in Patentanspruch 17 beanspruchte erfindungsgemäße Verfahren beruht auf dem Grundgedanken, ein für Nähzwecke geeignetes Garn derart mit gepulsten Laserstrahlen zu behandeln, daß ein Teil der äußeren Einzelfilamente und/oder der äußeren Einzelfasern desselben unter Ausbildung von im wesentlichen kugelartigen, aus erstarrtem Filament- bzw. Fasermaterial bestehenden Verbindungsbereichen miteinander verschmolzen wird. Hierbei bewirken die auf das Garn auftreffenden gepulsten Laserstrahlen, daß ein Teil des Garnmaterials und/oder der daran anhaftenden Faserbegleitstoffe verdampft, so daß oberhalb des Garns zwischen dem Garn und dem Laser eine Wolke des verdampften Garnmaterials und/oder der Faserbegleitstoffe entsteht, wobei diese Wolke noch zusätzlich und/oder ausschließlich gecracktes Faser- bzw. Faserbegleitstoff-

material enthält. Dieses gecrackte Material besteht im wesentlichen aus ionisierten Teilchen sowie Elektronen. Die Elektronen werden durch das Laserlicht beschleunigt (inverse Bremsstrahlung) und bewirken als energiereiche Teilchen bei ihrem Auftreffen auf die äußeren Einzelfilamente bzw. Einzelfasern des Garnes, daß an den Aufschlagstellen das polymere Fasermaterial aufgeschmolzen wird und nach dem anschließenden Erstarren die äußeren Einzelfilamente bzw. Einzelfasern des Nähgarnes über die Verbindungsbereiche miteinander verschmolzen werden.

Ergänzend zu dem eingangs aufgeführten Stand der Technik wird noch auf die DE PS3540411 verwiesen. In dieser Veröffentlichung ist ein Verfahren zur Ausrüstung von Garnen beschrieben, bei dem das Garn mit einem Laser bestrahlt wird. Hierbei werden die Laserstrahlen derart auf das Garn gerichtet, daß die Oberfläche des Garnes punktuell, linienförmig oder flächig an/aufgeschmolzen und/oder abgetragen wird, so daß eine mikrostrukturierte, mit linienförmigen oder flächigen Kratern versehene Garnoberfläche entsteht, bei dem die Einzelfilamente des Garnes nicht miteinander verschmolzen sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist eine Reihe von Vorteilen auf. So erlaubt es eine schnelle und wirtschaftliche Herstellung eines mit Verbindungsbereichen versehenen Garnes, ohne daß dabei ein Festigkeitsverlust des eingesetzten Ausgangsgarnes auftritt. Darüber hinaus ist der erforderliche apparative Aufwand minimal, da zur Durchführung des Verfahrens lediglich eine geeignete Transportvorrichtung für das relativ zum Laserstrahl bewegte Garn sowie ein entsprechender Laser notwendig sind. Auch ist der Wirkungsgrad einer derartigen Behandlung sehr hoch, da das zu behandelnde Garn sowie die dieses umgebende Atmosphäre nicht aufgeheizt wird, sondern die für die Verdampfung des Fasersubstrates bzw. der Faserbegleitstoffe notwendige Energie über den Garnquerschnitt gesehen überwiegend oder ausschließlich den äußeren Lagen des Garnes zugeführt wird, so daß keine nennenswerte Erwärmung der innen liegenden Einzelfasern bzw. Einzelfilamente des Garnes auftritt. Dies wiederum hat zur Folge, daß die physikalische Struktur des Garnes, die für die textilemischen und physikalischen Eigenschaften des Garnes, wie beispielsweise das Anfärbeverhalten, verantwortlich ist, weitestgehend nicht verändert wird, so daß die erwünschten, vorstehend beim Nähgarn aufgeführten vorteilhaften Eigenschaftsänderungen eines derart behandelten Garnes allein oder überwiegend von der Anzahl, Anordnung und Verteilung der Verbindungsbereiche abhängen. Hierdurch wird eine besonders hohe Reproduzierbarkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens sichergestellt.

Bezüglich der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Laserstrahlen ist festzuhalten, daß grundsätzlich solche Laserstrahlen geeignet sind, die die vorstehend beschriebene Wolke an Fasersubstanz bzw. Faserbegleitstoffsubstanz erzeugen und die von den darin enthaltenen Teilchen (ionisierte Teilchen sowie Elektronen) absorbiert werden. Vorzugsweise werden Laserstrahlen einer Wellenlänge > 900 nm verwendet, wobei besonders gute Ergebnisse mit Laserstrahlen erzielt werden konnten, die eine Wellenlänge von 1.060 nm oder 10.600 nm aufweisen. Laserstrahlen mit einer Wellenlänge > 900 nm erzeugen Gas- oder Festkörperlaser, wie beispielsweise CO₂—, CO—, Neodym-Yag- oder Neodym-Glas-Laser, wobei bevorzugt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren CO₂— oder Neodym-Yag-Laser verwendet werden.

Als Pulszeiten für die gepulsten Laserstrahlen werden vorzugsweise sehr kurze Pulszeiten ausgewählt, da bei längeren Pulszeiten die Gefahr besteht, daß einerseits unerwünscht große Verbindungsbereiche entstehen und andererseits eine unerwünschte Schädigung des Nähgarnes nicht ausgeschlossen werden kann. Insbesondere hat sich gezeigt, daß Pulszeiten kleiner als 10 ms zu ausgezeichneten Ergebnissen führt.

Die Pulsfrequenz der Laserstrahlen kann abhängig von dem gewünschten Effekt in einem großen Bereich variieren, so beispielsweise zwischen etwa 1 Hz und etwa 30 KHz. Durch Veränderung der Pulsfrequenz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des transportierten Garnes, das relativ zu den Laserstrahlen bewegt wird, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Häufigkeit der Verbindungsbereiche pro Längeneinheit gesteuert. Bei relativ hohen Garngeschwindigkeiten, d.h. Geschwindigkeiten im Bereich zwischen etwa 100 m/min bis etwa 300 m/min, ist es erforderlich, die Pulsfrequenz entsprechend zu erhöhen, um die erforderliche Anzahl von Verbindungsbereichen zu erzeugen. Gute Ergebnisse erzielt man bei derartigen Geschwindigkeiten mit Pulsfrequenzen, die zwischen etwa 5 KHz und etwa 10 KHz liegen. Vorzugsweise werden bei niedrigeren Garngeschwindigkeiten Pulsfrequenzen angewendet, die etwa 1 KHz und etwa 5 KHz betragen. Will man hingegen eine besonders große Anzahl von Verbindungsbereichen, beispielsweise zwischen 200 und 300 Verbindungsbereichen pro m Nähgarn, so sind insbesondere bei Nähgarn Geschwindigkeiten zwischen etwa 80 m/min und etwa 120 m/min Pulsfrequenzen im Bereich von etwa 1 KHz bis etwa 3 KHz erforderlich.

Ebenso ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Energiedichte pro Puls entscheidend für die Ausbildung der Verbindungsbereiche. Abhängig von dem eingesetzten Fasersubstrat, dem Titer der Einzelfilamente bzw. Einzelfasern sowie der Größe der Verbindungsbereiche kann die Energiedichte eines Laserstrahlpulses zwischen etwa 5 J/cm² und etwa 50 KJ/cm² variiert werden, wobei bei den für Polyesternähgarnen üblichen Titer zwischen etwa 100 Dtex und etwa 350 Dtex Energiedichten zwischen etwa 5 J/cm² und etwa 300 J/cm², vorzugsweise zwischen etwa 60 J/cm² und etwa 200 J/cm², zu ausgezeichneten Ergebnissen führen.

Die Leistung der eingesetzten Laserstrahlen beträgt zwischen etwa 100 W und etwa 1000 W, vorzugsweise zwischen etwa 300 W und etwa 600 W. Dementsprechend liegt die Leistungsdichte der gepulsten Laserstrahlen in einem Bereich zwischen etwa 0,5 MW/cm² und etwa 5 MW/cm².

Bei einer besonders geeigneten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bringt man auf das Nähgarn vor der Laserstrahlbehandlung eine geeignete Avivage auf, die einerseits sehr leicht verdampft und andererseits soviel Energie aus den Laserstrahlen absorbiert, daß die für die Herstellung erforderlichen ionisierten Teilchen und Elektronen in hoher Konzentration entstehen. Hierfür kommen insbesondere organische Verbindungen, wie beispielsweise Phosphorsäureester, Carbonsäuren bzw. Derivate, oder anorganische Verbindungen, wie beispielsweise Graphit, in Frage. Die Konzentration einer derartigen Avivage liegt zwischen 0,01% und etwa 1%, vorzugsweise zwischen 0,1% und 0,5%, jeweils bezogen auf das Garnge wicht. Eine derartige Avivage weist zudem noch den Vorteil auf, daß sie gleichzeitig die elektrostatische Aufladung des Nähgarnes verhindert, so daß ein Aufspreizen von Einzelfasern bzw. Einzelfilamenten des Nähgarns während des Bestrahlens nicht auftritt.

Ebenso besteht die Möglichkeit, bereits bei der Herstellung des Nähgarnes eine Kohlenstofffaser bzw. mehrere Kohlenstofffasern derart mit zu verspinnen, daß diese Kohlenstofffaser bzw. Kohlenstofffasern in bezug auf das Nähgarn außen liegend angeordnet sind. Bei der Bestrahlung wird diese Kohlenstofffaser bzw. werden diese Kohlenstofffasern verdampft und liefern die für die Erzeugung der Verbindungsbereiche notwendigen ionisierten Teilchen bzw. Elektronen, so daß im fertigen Garn die die Weiterverarbeitung störende Kohlenstofffaser bzw. die die Weiterverarbeitung störenden Kohlenstofffasern nicht mehr vorhanden sind. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn das erfindungsgemäße Verfahren vor der Färbung der Nähgarne durchgeführt wird, da evtl. in dem Nähgarn noch vorhandene Kohlenstofffaserbruchteile beim Färben ausgespült werden.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Nähgarn kann auch nach einem weiteren Verfahren hergestellt werden. Hierbei wird das Nähgarn im Dauer-Zustand mit Laserstrahlen bestrahlt, wobei man oberhalb der bestrahlten Fläche des Nähgarnes, d.h. zwischen Nähgarn und dem die Laserstrahlen erzeugenden Laser, eine Lochmaske anordnet. Hierbei weist die Lochmaske eine Vielzahl von Löchern auf und schirmt das zu bestrahlende Nähgarn derart ab, daß nur bestimmte, die Verbindungsbereiche bildenden Abschnitte des Nähgarnes bestrahlt werden.

Abhängig von dem jeweilig zu bestrahlenden Material weisen die Laserstrahlen Energiedichten zwischen etwa 0,5 J/cm² und etwa 7 J/cm² auf. So führen Laserbestrahlungen an Polyester-Nähgarne mit den zuvor genannten Titern bei einer Energiedichte zwischen etwa 3 J/cm² und etwa 5 J/cm² zu hervorragenden Ergebnissen, wobei es bei den ausgewählten Nähgarne bei diesen Energiedichten zu keinem unerwünschten Festigkeitsabfall kommt.

Bezüglich der Wellenlänge und der Leistung der Laserstrahlen bei der Dauer-Behandlung gelten die gleichen Werte, die bereits vorstehend für die gepulsten Laserstrahlen offenbart sind.

Bei der Dauer-Behandlung wird eine Lochmaske verwendet, bei der die Löcher der Maske einen Lochabstand zwischen etwa 0,1 mm und etwa 20 mm, vorzugsweise einen Abstand zwischen etwa 4 mm und 10 mm, aufweisen. Abhängig von der gewünschten Größe der Verbindungsbereiche variiert der Durchmesser der Löcher der Lochmaske zwischen etwa 50 µm und etwa 500 µm, insbesondere zwischen etwa 70 µm und etwa 150 µm. Hierdurch wird sichergestellt, daß nur relativ wenige, am Nähgarnäußerem angeordnete Einzelfilamente bzw. Einzelfasern, beispielsweise zwischen etwa einem Einzelement bzw. einer Einzelfaser und etwa vier Einzelfilamenten bzw. Einzelfasern, durch die Laserstrahlen aufgeschmolzen werden. Ferner erlaubt eine derartige Lochmaske durch Variation des Durchmessers der Löcher eine Anpassung der Verbindungsbereiche an den Titer der Einzelfilamente bzw. Einzelfasern.

Um bei einem derartigen Verfahren eine kontinuierliche Laserbestrahlung durchzuführen, bestehen mehrere Möglichkeiten. So muß die Bestrahlung des Nähgarnes in einem Zustand erfolgen, in dem dieses relativ zu den Laserstrahlen nicht bewegt wird. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß man die Laserstrahlen während des Transportes des Garnes abdeckt, da ansonsten sich in Axialrichtung erstreckende Verbindungsbereiche entstehen würden. Um ein derartiges Abdecken der Laserstrahlen zu erreichen, kann man beispielsweise die Lochmaske relativ zum Garn derart bewegen, daß die durch die Löcher tretenden Laserstrahlen nicht mehr auf das Garn auftreffen. Diese abgelenkten Laserstrahlen können dann über geeignete Reflexionseinrichtungen, beispielsweise dielektrische Spiegel, so umgelenkt werden, daß sie auf die der Lochmaske entgegengesetzte oder seitlich davon angeordnete Garnseite auftreffen, so daß hierdurch die Verbindungsbereiche über den Garnumfang gesehen gleichmäßig verteilt werden. Besonders einfach gelingt ein derartiges Ablenken bei Verwendung einer kreisförmigen Lochblende, die relativ zur Transportrichtung des Nähgarnes derart drehbar gelagert ist, daß bereits bei einer Drehung um einen relativ kleinen Drehwinkel die durch die Löcher der Lochmaske tretenden Laserstrahlen nicht mehr auf die dem Laser zugewandte Garnseite auftreffen. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, während des Transportes des Nähgarns die Löcher der Lochmaske abzudecken oder geeignete Reflexions- oder Absorptionseinrichtungen in den Strahlengang

zwischen dem Laser und der Lochmaske oder zwischen der Lochmaske und dem Garn anzutragen. Auch kann man diese Dauer-Behandlung mit einem gepulsten Laser durchführen, wobei die Pulsrate abhängig von der Anzahl der Löcher, dem Lochdurchmesser sowie der Geschwindigkeit des relativ zu den Laserstrahlen transportierten Garnes ist. Überlicherweise werden dann Pulsraten zwischen 3000 Pulse/min und 9000 Pulse/min bei Geschwindigkeiten zwischen 100 m/min und 300 m/min verwendet.

Bei einer besonders geeigneten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verfahren wird nicht ein einzelnes Nähgarn, sondern eine Schar von Nähgarnen, beispielsweise bis zu 100 Nähgarnen, gleichzeitig mit den Laserstrahlen bestrahlt. Hierbei erlaubt ein derartiges Verfahren eine besonders wirtschaftliche Arbeitsweise und ermöglicht zudem noch eine völlig unregelmäßige oder zonenweise Verteilung der Verbindungsstellen über die Garnlänge und den Garnumfang.

Üblicherweise wird das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelte Nähgarn im Anschluß an die Laserstrahlbehandlung gefärbt. Eine derartige Laserstrahlbehandlung vor der Färbung erweist sich in solchen Fällen insbesondere dann als vorteilhaft, wenn, wie vorstehend beschrieben, das Garn aviviert oder eine Kohlenstofffaser mit versponnen wird. Bei Verwendung gewisser Farbstoffe und insbesondere bei recht großen Verbindungsstellen kann es vorkommen, daß diese durch ein unterschiedliches Anfärbeverhalten markiert werden. Ist ein derartiger Effekt unerwünscht, so kann man das erfindungsgemäße Verfahren auch am bereits gefärbten Nähgarn durchführen. Eine solche, nach der Färbung vorgenommene Laserbestrahlung ist in solchen Fällen dann besonders wirtschaftlich durchzuführen, wenn man die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens auswählt, bei der das Nähgarn vor der Bestrahlung aviviert wird, da die Avivage beispielsweise im Anschluß nach dem Färben leicht und besonders gleichmäßig auf das Nähgarn aufgebracht werden kann.

Ebenso ist es möglich, zusätzlich zur Herstellung der Verbindungsstellen vor oder nach der Laserbestrahlung das Nähgarn zu zwirnen, wobei insbesondere zwischen etwa einer Drehung pro m und etwa 400 Drehungen pro m aufgebracht werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Nähgarns sowie der erfindungsgemäßen Verfahren sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Ausführungsformen in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen :

- 30 Figur 1 eine Rasterlektronenmikroskopaufnahme einer ersten Ausführungsform des Nähgarnes ;
- Figur 2 das in Figur 1 gezeigte Nähgarn an einer anderen Stelle ;
- Figur 3 eine schematische Prinzipskizze während einer Laserbestrahlung mit gepulsten Strahlen ; und
- Figur 4 eine schematische Prinzipskizze einer Laserbestrahlung im Dauer-Verfahren unter Verwendung einer Lochmaske.

35 Die Figuren 1 und 2 der Zeichnung zeigen eine mikroskopische Aufnahme im Maßstab 1 : 100 eines insgesamt mit 1 bezeichneten Nähgarns. Hierbei besteht das Nähgarn 1 aus einem Polyestermultifilamentgarn mit einem Gesamttitre von 250 dtex, dessen Einzelfilamente 3 von der Ausbildung des Nähgarnes 1 miteinander verwirbeln. Das Nähgarn 1 besitzt insbesondere 64 Einzelfilamente.

40 Wie den Figuren 1 und 2 zu entnehmen ist, weist das Nähgarn eine Vielzahl von Verbindungsstellen 2 auf, die unregelmäßig über die Länge und den Umfang des Nähgarnes 1 verteilt sind. Besonders gut ist in den Figuren 1 bei den dort bezeichneten Verbindungsstellen 2a, 2b und 2c sowie in der Figur 2 bei dem Verbindungsstellen 2d zu erkennen, daß diese Verbindungsstellen 2a bis 2d jeweils einzelne, in bezug auf das Garn 1 außen angeordnete Einzelfilamente miteinander verkleben. Insgesamt ist aus den beiden Figuren 45 weiter ersichtlich, daß der überwiegende Teil der Verbindungsstellen 2 an der Oberfläche des Nähgarnes 1 angeordnet ist. Schließlich ist in Figur 1 ein mit 4 umrandeter Bereich erkennbar, in dessen Zentrum 5 zwei Verbindungsstellen 2e und 2f angeordnet sind, die sich relativ zur Oberfläche des Garnes 1 weiter innen liegend befinden, d.h. bezogen auf die äußere Lage der Einzelfilamente 3 etwa in der hieran sich in Richtung des Garninneren unmittelbar anschließenden nächsten Lage der Einzelfilamente. Der Abstand der Verbindungsstellen 2a bis 2e variiert bei dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel und liegt in Axialrichtung zwischen etwa 0,1 mm und 0,5 mm und in Umfangsrichtung zwischen etwa 0,1 mm und etwa 0,3 mm. Zwischen den Verbindungsstellen 2e bis 2f befinden sich Garnabschnitte 6 (Figur 2), in denen das Nähgarn 1 im Vergleich zu den Verbindungsstellen 2a-2f eine wesentlich voluminöse Struktur besitzt.

55 Ebenso ist aus den beiden Figuren 1 und 2 erkennbar, daß die Verbindungsstellen im wesentlichen kugelartig ausgebildet sind, was am deutlichsten beispielsweise bei dem Verbindungsstellen 2a, 2f oder 2d erkennbar ist. Überlicherweise weisen die Verbindungsstellen 2a bis 2f einen Durchmesser auf, der etwa dem 0,5-fachen bis etwa 2-fachen des Durchmessers der Einzelfilamente 3 entspricht. Hiervon gibt es jedoch vereinzelte Ausnahmen, d.h. es ist insbesondere in Figur 1 ein Verbindungsstellen 2c erkennbar, dessen Größe

etwa dem vierfachen Wert des Durchmessers der Einzelfilamente 3 entspricht. Demgegenüber ist in Figur 2 ein Verbindungsreichbereich 7 erkennbar, der im Vergleich zu einem Einzelfilament kaum größer ausgebildet ist.

Das Material des Verbindungsreichbereiches besteht bei den Figuren 1 und 2 aus Polyester, was durch Anfärbeverebsuche mit geeigneten Farbstoffen und durch Löseversuche mit den aus der üblichen Faseranalyse bekannten Lösungsmitteln nachgewiesen werden konnte. Inwieweit eine chemische Veränderung des Materials im Verbindungsreichbereich 2a bis 2f sowie 7, beispielsweise Oxidation, Vernetzung oder Kettenlängenabbau stattgefunden hat, konnte wegen fehlender Isolationsverfahren nicht nachgewiesen werden.

Das zuvor an den Figuren 1 und 2 beschriebene Ausführungsbeispiel des Garnes weist eine Struktur auf, bei dem die Verbindungsreichbereiche 2a bis 2f bzw. 7 völlig ungleichmäßig über die Garnlänge und dessen Umfang verteilt sind. Daneben ist, wie bereits vorstehend beschrieben, eine weitere Ausführungsform des Nähgarnes bekannt, bei dem das Nähgarn Zonen aufweist, in denen eine Anhäufung von Verbindungsreichbereichen vorgesehen ist. Hierbei sind zwischen benachbarten Zonen Garnbereiche vorhanden, die entweder weitere Verbindungsreichbereiche, allerdings in einer geringeren Anzahl als in den Zonen, oder nahezu frei von Verbindungsreichbereichen sind. Da es sich hierbei um eine andere Ausführungsform als die ausführlich anhand der Figuren 1 und 2 beschriebene Ausführungsform des Garnes handelt, weisen die Verbindungsreichbereiche in axiale Richtung und in Umfangsrichtung des Garnes gesehen, naturgemäß andere Abstände auf, wie diese zuvor genannt sind.

In Figur 3 ist schematisch eine Verfahrensvariante zur Herstellung der zuvor beschriebenen und teilweise in den Figuren 1 und 2 gezeigten Nähgarne dargestellt. Hierbei wird das Nähgarn 1 kontinuierlich mit einer Geschwindigkeit V_g in Pfeilrichtung transportiert. Garnführungseinrichtungen 2 sowie eine Umlenkrolle 3, die mit einer Hysteresebremse ausgestattet ist, sorgen für einen einwandfreien Garntransport unter einer definierten Garnspannung während der Laserbestrahlung. Oberhalb des Nähgarnes ist ein nicht gezeigter Laser angeordnet, der gepulste Laserstrahlen von einem Gesamtdurchmesser von 16 mm erzeugt. Diese Laserstrahlen werden über eine im Strahlengang angeordnete Sammellinse 4 fokussiert, wobei das Garn 1 nicht im Brennpunkt, sondern mit einem Abstand a davon angeordnet ist.

Durch die von Laser bei der Bestrahlung des Garnes 1 diesem zugeführte Energie bildet sich oberhalb des Garnes 1 eine Wolke 5 aus verdampftem Faser- bzw. Faserbegleitstoffmaterial, die zusätzlich noch ionisierte Teilchen und Elektronen (Plasma) aufweist. Diese Wolke 5 absorbiert die Energie des Laserlichtes und enthält energiereiche Elektronen, die auf das Garn 1 auftreffen und dort unter Ausbildung der Verbindungsreichbereiche 2a-2f (Figuren 1 und 2) die äußere Verklebung der Einzelfilamente bewirken. Abhängig von dem Abstand a sowie der Lage des Brennpunktes 6 der Sammellinse 4, der Garngeschwindigkeit V_g und den Bedingungen der Bestrahlung (z.B. Wellenlänge, Leistung, Energiedichte, Pulsfrequenz, Pulsdauer) können die Anzahl der Verbindungsreichbereiche, die Größe und deren Verteilung gesteuert werden.

Die Figur 4 bildet schematisch ein Verfahren zur Herstellung der zuvor beschriebenen Nähgarne ab. Hierbei wird das Nähgarn 1 mit Laserstrahlen 2 behandelt, die von einem nicht gezeigten Laser erzeugt werden. Oberhalb des Garnes 1 ist eine Lochmaske 3 vorgesehen, die mit einer Vielzahl von Löchern 4 versehen ist. Die Löcher 4 weisen die zuvor beschriebenen Durchmesser auf und bewirken, daß lediglich Teilstrahlen 5 einer bestimmten Dimension auf das Garn 1 gelangen, die dann, wie bereits mehrfach vorstehend beschrieben, die in den Figuren 1 und 2 gezeigten und mit 2 bezeichneten Verbindungsreichbereiche erzeugen. Nach erfolgter Bestrahlung wird das Nähgarn 1 in Pfeilrichtung 6 um den Abstand A transportiert und erneut bestrahlt. Um während des Transportes eine unerwünschte Bestrahlung des Garnes 1 und damit die Ausbildung von strichförmigen Verbindungsreichbereichen zu verhindern, kann man die Laserstrahlen 2, beispielsweise durch geeignete Reflexionseinrichtungen oder Absorptionseinrichtungen, abblenden, so daß die Teilstrahlen 5 nicht auf das Garn 1 auftreffen. Ebenso ist es möglich, einen Laser zu verwenden, dessen Dauer-Laserlicht nur periodisch erzeugt wird, wobei die Periode auf die Garngeschwindigkeit abzustimmen ist.

Durch Abstimmung der Bedingungen der Laserbestrahlung, z.B. Pulszeit, Pulsfrequenz, Energiedichte, Art (mit oder Lochmaske) der Bestrahlung und/oder der Bewegung der Lochmaske auf die Garntransportgeschwindigkeit kann erreicht werden, daß die Verbindungsreichbereiche entweder unregelmäßig über die Garnlänge oder in Zonen mit einer Anhäufung von Verbindungsreichbereichen angeordnet sind.

Bezüglich des Materials der Lochschablone 3 ist festzuhalten, daß grundsätzlich jedes Material geeignet ist, das Laserstrahlen der angegebenen Wellenlänge nicht absorbiert und somit sich nicht erwärmt. Besonders gute Ergebnisse konnten mit einer Lochmaske erreicht werden, die aus sauerstofffreiem Kupfer besteht, wobei der Sauerstoffgehalt in diesem Material unter 20 ppm lag. Ebenso kann ein das Laserlicht reflektierendes Material verwendet werden, wobei die reflektierten Laserstrahlen über geeignete Umlenkseinrichtungen derart reflektiert werden, daß sie über den Umfang des Garnes 1 gesehen eine allseitige Behandlung desselben ermöglichen. Hierzu können beispielsweise Bestrahlungszellen 10 verwendet werden, durch die das Garn eingeführt wird und deren Wände die Laserstrahlen auf das Garn reflektieren, wie dies schematisch in Figur 3 angedeutet ist.

Ausführungsbeispiel 1

Ein Polyester-Multifilamentgarn mit einem Gesamttiter von 650 dtex und einer Elementarfadenzahl von 132 Einzelfilamenten, das durch Verwirbelung eines ersten Multifilamentgarnes mit einem Titer von 500 dtex und einer Elementarfadenzahl von 96 Einzelfilamenten (Seele) mit einer zweiten Multifilamentgarn eines Titers von 100 dtex und einer Elementarfadenzahl von 36 Einzelfilamenten (Mantel) hergestellt wurde, wurde mit gepulsten Laserstrahlen behandelt. Das Nähgarn wurde in einem Abstand von 1,5 mm vom Fokus der Laseroptik mit einer Garngeschwindigkeit von 160 m/min geführt. Als Laser wurde ein CO₂-Laser bei einer Wellenlänge von 10.600 nm verwendet. Die Pulsfrequenz betrug 1750 Hz die Pulsdauer 70 µsec. Als Energiedichte wurde 175 J/cm² ausgewählt.

Nach der Laserstrahlbehandlung wurde das Nähgarn konventionell gefärbt und aviviert.

Vergleichende Nähversuche im industriellen Maßstab zeigten, daß die Fadenbruchhäufigkeit bei dem bestrahlten Nähgarn im Vergleich zu einem gleichen, nicht bestrahlten Nähgarn um 35% geringer war. Die vergleichenden Festigkeitsversuche bei den zuvor genannten Nähgarnen ergaben, daß das bestrahlte Nähgarn eine um 15% höhere Festigkeit aufwies.

Bei der mikroskopischen Auswertung des bestrahlten Garnes wurde festgestellt, daß die Verbindungsstellen unregelmäßig über die Garnlänge und den Garnumfang verteilt angeordnet waren. Ihre Anzahl betrug 1.800 Verbindungsstellen/m, wobei dieser Wert ein statistischer Mittelwert darstellt, der durch Auszählen von 50 jeweils 1 cm langen Garnabschnitten an verschiedenen Bereichen des behandel-ten Nähgarnes gewonnen wurde.

Ausführungsbeispiel 2

Das unter Beispiel 1 beschriebene Nähgarn wurde zusätzlich noch vor dem Färben mit einer Drehung von 150 Drehungen/m versehen.

Der Vergleich mit dem nur bestrahlten Nahgarn ergab, daß lediglich die Fadenbruchhäufigkeit bei industriellen Nähversuchen um etwa 10%, bezogen auf die Fadenbruchhäufigkeit beim nur bestrahlten Garn, reduziert wurde. Ansonsten wies das zusätzlich gedrehte Garn die gleichen mechanischen Eigenschaften wie das zuvor beschriebene bestrahlte Nähgarn auf.

Ausführungsbeispiel 3

Das im Ausführungsbeispiel 1 beschriebene Nähgarn wurde vor der Laserstrahlbehandlung mit einer Aviage auf Basis eines Phosphorsäuresterderivates behandelt, wobei der Aviageauftrag 0,2 Gew.%, bezogen auf das Garngewicht, betrug. Anschließend wurde die Laserstrahlbehandlung gemäß dem Ausführungsbeispiel 1 durchgeführt. Während der Laserbestrahlung war, wie beim Ausführungsbeispiel 1, visuell eine feine Flammenbildung und Dampfentwicklung durch das Abdampfen des Garnmaterials sowie der Aviage zu erkennen, wobei die Flammenbildung bei dem avivierten Garn im Vergleich zum nicht avivierten Garn höher war.

Bei den anschließenden industriellen Nähversuchen wurde festgestellt, daß das avivierte und bestrahlte Garn im Vergleich zu dem nur bestrahlten Garn gemäß Ausführungsbeispiel 1 eine noch geringere Fadenbruchhäufigkeit zeigte, d.h. beim avivierten Garn traten im Vergleich zum nicht avivierten Garn noch zwischen 20 und 25% weniger Fadenbrüche auf.

Die visuelle mikroskopische Auswertung und Auszählung der Verbindungsstellen führte zu einem statistischen Mittel wert von 2.600 Verbindungsstellen pro Meter. Die Festigkeit des avivierten und bestrahlten Nähgarnes lag im Vergleich zu dem nur bestrahlten Nähgarn etwa 15% höher.

Patentansprüche

- 50 1. Nähgarn mit einer Vielzahl von Einzelfilamenten und/oder Einzelfasern einer bestimmten Stapellänge und mit über das Garn verteilten Verbindungsstellen, durch die die einzelnen Filamente und/oder Fasern des Garnes miteinander verklebt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsstellen (2a-2f, 7) überwiegend oder ausschließlich an der Oberfläche des Nähgarnes (1) angeordnet sind und größtenteils oder nur die äußeren Filamente (3) bzw. Fasern des Nähgarnes miteinander verkleben, daß die Verbindungsstellen (2a-2f, 7) eine erstarrte Schmelze des polymeren Materials des jeweiligen Nähgarnes (1) umfassen und daß zwischen den Verbindungsstellen (2a-2f, 7) Abschnitte (6) vorgesehen sind, in denen das Nähgarn (1) im Vergleich zu den Verbindungsstellen (2a-2f, 7) eine voluminösere Struktur aufweist.
- 55 2. Nähgarn nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsstellen (2a-2f, 7) im wesent-

lichen kugelartig ausgebildet sind und einen Durchmesser aufweisen, der etwa dem 0,5-fachen bis etwa 2-fachen des Durchmessers der Einzelfilamente bzw. Einzelfasern, vorzugsweise etwa dem 0,5-fachen bis 1-fachen des Durchmessers der Einzelfilamente bzw. Einzelfasern, entspricht.

- 3. Nähgarn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsgebiete (2a-2f, 7) ungleichmäßig über die Länge und den Umfang des Nähgarnes (1) verteilt sind.
- 5 4. Nähgarn nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsgebiete (2a-2f, 7) einen axialen Abstand zwischen etwa 0,1 mm und etwa 20 mm, insbesondere einen Abstand zwischen etwa 4 mm und etwa 10 mm, aufweisen.
- 10 5. Nähgarn nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsgebiete (2a-2f, 7) einen Abstand in Umfangsrichtung des Nähgarnes (1) zwischen etwa 0,1 mm bis etwa 1 mm, insbesondere zwischen etwa 0,2 mm und etwa 0,6 mm, aufweisen.
- 15 6. Nähgarn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Garn in axialer Richtung Zonen aufweist, in denen eine Anhäufung von Verbindungsgebieten (2a-2f, 7) vorhanden ist.
- 7. Nähgarn nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen benachbarten Zonen im wesentlichen keine Verbindungsgebiete befinden.
- 15 8. Nähgarn nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zonen eine axiale Länge zwischen 0,1 mm und 0,4 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 mm und 0,2 mm, aufweisen.
- 9. Nähgarn nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Zonen einen axialen Abstand zwischen 10 mm und 20 mm, vorzugsweise zwischen 13 mm und 18 mm, aufweisen.
- 20 10. Nähgarn nach einem der Ansprüche 6-9, dadurch gekennzeichnet, daß in den Zonen benachbarte Verbindungsgebiete einen axialen Abstand zwischen 5 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen 20 µm und 30 µm, und einen Abstand in Umfangsrichtung zwischen 5 µm und 40 µm, vorzugsweise zwischen 10 µm und 20 µm, aufweisen.
- 25 11. Nähgarn nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Garnvolumen zwischen den Zonen um etwa 5% bis etwa 40%, vorzugsweise etwa 10% bis etwa 20%, größer ist als das Garnvolumen in den Zonen.
- 12. Nähgarn nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Nähgarn aus mindestens zwei miteinander verwirbelten Multifilamentgarnen besteht.
- 30 13. Nähgarn nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Nähgarn (1) ein Multifilamentgarn überwiegend innerliegend als Kern angeordnet ist und daß das andere Multifilamentgarn bzw. die anderen Multifilamentgarne als den Kern umgebender Mantel vorgesehen ist bzw. sind.
- 14. Nähgarn nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das innen liegende Multifilamentgarn eine höhere Festigkeit aufweist als das äußere Multifilamentgarn bzw. die äußeren Multifilamentgarne.
- 35 15. Nähgarn nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur die Einzelfilamente des äußeren Multifilamentgarnes bzw. der äußeren Multifilamentgarne miteinander verklebt sind.
- 16. Nähgarn nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zusätzlich eine Drehung zwischen etwa einer Drehung/m und etwa 800 Drehungen/m, insbesondere zwischen etwa 100 Drehungen und etwa 400 Drehungen, aufweist.
- 40 17. Verfahren zur Herstellung des Nähgarnes nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Nähgarn mit gepulsten Laserstrahlen derart bestrahlt, daß ein Teil der äußeren Einzelfilamente bzw. der äußeren Einzelfasern desselben unter Ausbildung von im wesentlichen kugelartigen, aus erstarrtem Filament- bzw. Fasermaterial bestehenden Verbindungsgebieten miteinander verschmolzen werden.
- 45 18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Nähgarn mit Laserstrahlen einer Wellenlänge > 900 nm, vorzugsweise bei 1.060 nm oder 10.600 nm, bestrahlt wird.
- 19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pulszeiten der gepulsten Laserstrahlen kleiner als 10 msec, vorzugsweise zwischen 10 µsec und 100 µsec, betragen.
- 50 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-19, **dadurch gekennzeichnet**, daß Laserstrahlen mit einer Pulsfrequenz zwischen 1 Hz und 30 KHz, vorzugsweise zwischen 1 KHz und 10 KHz, ausgewählt werden.
- 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Laserstrahlen mit einer Leistung zwischen etwa 100 W und etwa 1.000 W, insbesondere zwischen 300 W und 600 W, auf das Nähgarn gerichtet werden.
- 55 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß Laserstrahlen mit einer Energiedichte zwischen 5 J/cm² und 50 KJ/cm², insbesondere zwischen 5 J/cm² und 300 J/cm², verwendet werden.
- 23. Verfahren zur Herstellung des Nähgarnes nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Garn mit Laserstrahlen in Dauer-Behandlung behandelt wird, von denen ein Teil durch eine Lochmaske, die zwischen dem Laser und dem Garn angeordnet wird, abgeschirmt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß Laserstrahlen mit einer Energiedichte zwischen 0,5 J/cm² und 7 J/cm², vorzugsweise zwischen 3 J/cm² und 5 J/cm², verwendet werden.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Lochmaske verwendet wird, deren Löcher in einem Abstand zwischen 0,1 mm und etwa 20 mm, vorzugsweise zwischen etwa 4 mm und etwa 10 mm, angeordnet sind.
- 5 26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Lochmaske verwendet wird, deren Löcher einen Durchmesser zwischen 50 µm und 500 µm, insbesondere zwischen 70 µm und 150 µm aufweisen.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Nähgarn während der Bestrahlung in einer reflektierenden Zelle angeordnet wird, deren Wände parabolisch ausgebildet sind.
- 10 28 Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Garn mit einer Geschwindigkeit zwischen etwa 60 m/min und etwa 500 m/min, vorzugsweise zwischen etwa 100 m/min und etwa 250 m/min, relativ zu den Laserstrahlen bewegt wird.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Schar von Nähgarnen bestrahlt wird.
- 15 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Garn nach der Laserstrahlbehandlung gefärbt wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Nähgarn vor der Laserstrahlbehandlung mit einer Aviage präpariert wird.
- 20 32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Aviage Phosphorsäureester, Carbonsäuren, Carbonsäurederivate und/oder Graphit auf das Nähgarn aufgetragen wird.
33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aviage in einer Konzentration zwischen 0,1 Gew.% und 2 Gew.%, vorzugsweise zwischen 0,2 Gew.% und 0,9 Gew.%, aufgetragen wird.
- 25 34. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Nähgarn mit Laserstrahlen bestrahlt wird, das in seiner äußeren Lage mindestens eine Einzelkapillare einer Kohlenstofffaser aufweist.

Claims

- 30 1. A sewing yarn having a plurality of monofilaments and/or monofibers of a certain staple length and connecting areas distributed across the yarn, by which the individual filaments and/or fibers of the yarns are bonded, characterized in that the connecting areas (2a-2f, 7) are located predominantly or exclusively at the surface of the sewing yarn (1) and bond the outer filaments (3) or fibers of the sewing yarn only or for the greatest part, in that the connecting areas (2a-2f, 7) comprise a solidified melting of the polymer material of the respective sewing yarn (1), and in that sections (6) are provided between the connecting areas (2a-2f, 7) in which the sewing yarn (1) has a more voluminous structure compared with the connecting areas (2a-2f, 7).
2. The sewing yarn according to claim 1, characterized in that the connecting areas (2a-2f, 7) are substantially spherically formed and have a diameter corresponding to about 0.5 times up to about 2 times the diameter of the monofilaments or monofibers, preferably about 0.5 times up to 1 times the diameter of the monofilaments or monofibers.
3. The sewing yarn according to claim 1 or 2, characterized in that the connecting areas (2a-2f, 7) are non-uniformly distributed across the length and the circumference of the sewing yarn (1).
4. The sewing yarn according to one of the preceding claims, characterized in that the connecting areas (2a-2f, 7) have an axial distance of between about 0.1 mm and about 20 mm, especially a distance of between about 4 mm and about 10 mm.
- 45 5. The sewing yarn according to one of the preceding claims, characterized in that the connecting areas (2a-2f, 7) have a distance of between about 0.1 mm up to about 1 mm, especially of between about 0.2 mm and about 0.6 mm, in the circumferential direction of the sewing yarn (1).
6. The sewing yarn according to claim 1 or 2, characterized in that the yarn has zones in axial direction in which an accumulation of connecting areas (2a-2f, 7) occurs.
- 50 7. The sewing yarn according to claim 6, characterized in that substantially no connecting areas are between adjacent zones.
8. The sewing yarn according to claim 6 or 7, characterized in that the zones have an axial length of between 0.1 mm and 0.4 mm, preferably of between 0.1 mm and 0.2 mm.
- 55 9. The sewing yarn according to claim 7 or 8, characterized in that adjacent zones have an axial distance of between 10 mm and 20 mm, preferably of between 13 mm and 18 mm.
10. The sewing yarn according to one of the claims 6-9, characterized in that, in the zones, adjacent connecting areas have an axial distance of between 5 µm and 50 µm, preferably of between 20 µm and 30 µm,

and a distance in circumferential direction of between 5 µm and 40 µm, preferably of between 10 µm and 20 µm.

11. The sewing yarn according to one of the claims 6 to 10, characterized in that the yarn volume between the zones is for about 5% up to about 40%, preferably for about 10% up to about 20%, greater than the yarn volume in the zones.

5 12. The sewing yarn according to one of the preceding claims, characterized in that it consists of at least two intermingled multifilament yarns.

13. The sewing yarn according to claim 12, characterized in that one multifilament yarn is disposed as core in the sewing yarn (1), predominantly at an inner location, and in that the other multifilament yarn or the other multifilament yarns are provided as jacket surrounding the core.

10 14. The sewing yarn according to claim 13, characterized in that the inner multifilament yarn has a higher strength than the outer multifilament yarn or the outer multifilament yarns.

15 15. The sewing yarn according to claim 14, characterized in that only the monofilaments of the outer multifilament yarn or the outer multifilament yarns are bonded with one another.

16. The sewing yarn according to one of the preceding claims, characterized in that it has additionally a twist of between about one twist/m and about 800 twists/m, especially of between about 100 twists and about 400 twists.

20 17. A method of producing the sewing yarn according to one of the preceding claims, characterized by irradiating the sewing yarn with pulsed laser beams such that a part of the outer monofilaments or the outer monofibers of the same is fused with one another with the formation of substantially spherical connecting areas consisting of solidified filament or fiber material.

18. The method according to claim 17, characterized by irradiating the sewing yarn with laser beams of a wave length > 900 nm, preferably at 1060 nm or 10600 nm.

25 19. The method according to claim 17 or 18, characterized in that the pulse durations of the pulsed laser beams are smaller than 10 msec, preferably between 10 µsec and 100 µsec.

20 20. The method according to one of the claims 17-19, characterized by selecting laser beams having a pulse frequency of between 1 Hz and 30 kHz, preferably of between 1 kHz and 10 kHz.

21. The method according to one of the claims 17 to 20, characterized by directing the laser beams onto the sewing yarn with a power of between about 100 W and about 1000 W, especially of between 300 W and 600 W.

30 22. The method according to one of the claims 17 to 21, characterized by using laser beams having an energy density of between 5 J/cm² and 50 kJ/cm², especially of between 5 J/cm² and 300 J/cm².

23. The method of producing the sewing yarn according to one of the claims 1 to 16, characterized by treating the yarn with laser beams in a permanent treatment and covering a part of the laser beams by a perforated mask which is arranged between the laser and the yarn.

35 24. The method according to claim 23, characterized by using laser beams having an energy density of between 0.5 J/cm² and 7 J/cm², preferably of between 3 J/cm² and 5 J/cm².

25 25. The method according to claim 23 or 24, characterized by using a perforated mask the holes of which are spaced from one another between 0.1 mm and about 20 mm, preferably between about 4 mm and about 10 mm.

40 26. The method according to claim 25, characterized by using a perforated mask the holes of which have a diameter of between 50 µm and 500 µm, especially of between 70 µm and 150 µm.

27. The method according to one of the claims 17 to 26, characterized by locating the sewing yarn during the irradiation in a reflecting cell the walls of which are formed in a parabolic manner.

45 28. The method according to one of the claims 17 to 27, characterized by moving the yarn with a speed of between about 60 m/min and about 500 m/min, preferably of between about 100 m/min and about 250 m/min, relative to the laser beams.

29. The method according to one of the claims 17 to 28, characterized by irradiating a bundle of sewing yarns.

50 30. The method according to one of the claims 17 to 29, characterized by dyeing the yarn after the laser irradiation treatment.

31. The method according to one of the claims 17 to 30, characterized by preparing the sewing yarn with a lubricant prior to the laser irradiation treatment.

32. The method according to claim 31, characterized by applying phosphoric ester, carboxylic acids, carboxylic acid derivatives and/or graphite onto the sewing yarn.

55 33. The method according to claim 31 or 32, characterized by applying the lubricant in a concentration of between 0.1% by weight and 2% by weight, preferably of between 0.2% by weight and 0.9% by weight.

34. The method according to one of the claims 17 to 33, characterized by irradiating a sewing yarn with

laser beams which has in its outer location at least one mono capillary of a carbon fiber.

Revendications

5

1. Fil à coudre avec un ensemble de filaments individuels et/ou de fibres individuelles d'une longueur d'assemblage donnée et avec des régions de liaison distribuées sur le fil, grâce auxquelles les filaments individuels et/ou fils individuels du fil sont collés les uns aux autres, **caractérisé en ce que** les régions de liaison (2a-2f, 7) sont disposées de manière prédominante ou exclusive à la surface du fil à coudre (1) et que les filaments (3) extérieurs ou fibres extérieures sont dans le fil les seuls à être collés ou forment la plus grande partie des filaments ou fibres collés du fil, **en ce que** les régions de liaison (2a-2f, 7) englobent un produit de fusion durci du matériau polymérique du fil à coudre (1), et **en ce qu'**entre les régions de liaison (2a-2f, 7) sont prévues des sections dans lesquelles le fil à coudre (1) présente une structure plus volumineuse que dans les régions de liaison (2a-2f, 7).

10

2. Fil à coudre selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les régions de liaison (2a-2f, 7) sont réalisées en forme de sphères et présentent un diamètre qui correspond à environ 0,5 à environ 2 fois le diamètre du filament individuel ou de la fibre individuelle, et de préférence à environ 0,5 fois à 1 fois le diamètre du filament individuel ou de la fibre individuelle.

15

3. Fil à coudre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les régions de liaison (2a-2f, 7) sont distribués de manière irrégulière le long de la longueur et du périmètre du fil à coudre (1).

20

4. Fil à coudre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les régions de liaison (2a-2f, 7) présentent un écartement axial situé entre environ 0,1 mm et environ 20 mm, et en particulier un écartement situé entre environ 4 mm et environ 10 mm.

25

5. Fil à coudre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les régions de liaison (2a-2f, 7) présentent dans la direction du périmètre du fil à coudre (1) un écartement situé entre environ 0,1 et environ 1 mm, et en particulier entre environ 0,2 mm et 0,6 mm.

6. Fil à coudre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le fil présente dans sa direction axiale des zones dans lesquelles existe une accumulation de régions de liaison (2a-2f, 7).

30

7. Fil à coudre selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**entre des zones voisines il n'existe essentiellement aucune région de liaison.

8. Fil à coudre selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les zones présentent une longueur axiale d'entre 0,1 mm et 0,4 mm, et de préférence entre 0,1 mm et 0,2 mm,

9. Fil à coudre selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** des zones voisines présentent un écartement axial d'entre 10 mm et 2 mm, et de préférence d'entre 13 mm et 18 mm.

35

10. Fil à coudre selon l'une des revendications 6-9, **caractérisé en ce que** des régions de liaison voisines des zones présentent un écartement axial situé entre 5 µm et 50 µm, et de préférence entre 20 µm et 30 µm, et un écartement dans la direction du périmètre situé entre 5 µm et 40 µm, et de préférence entre 10 µm et 20 µm.

40

11. Fil à coudre selon l'une des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce qu'**entre les zones le volume du fil est supérieur d'environ 5% à environ 40%, et de préférence d'environ 10% à environ 20%, au volume du fil dans les zones.

12. Fil à coudre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le fil à coudre consiste en au moins deux fils, mutuellement tourbillonnés, à plusieurs filaments.

45

13. Fil à coudre selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** dans le fil à coudre (1) est disposé un fil à plusieurs filaments, intérieur de manière prépondérante et servant de noyau, et **en ce que** l'autre fil à plusieurs filaments ou les autres fils à plusieurs filaments sert ou servent d'enveloppe au noyau.

14. Fil à coudre selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le fil à plusieurs filaments situé à l'intérieur présente une résistance plus grande que le ou les fils extérieurs à plusieurs filaments.

50

15. Fil à coudre selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les filaments individuels du ou des fils extérieurs à plusieurs filaments sont collés les uns aux autres.

16. Fil à coudre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** présente en outre une torsion située entre environ 1 torsion /mètre et environ 800 torsions/mètre, et en particulier entre 100 torsions et 400 torsions.

55

17. Procédé de fabrication du fil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le fil à coudre est irradié au moyen de rayons laser à régime pulsé de telle manière qu'une partie des filaments individuels extérieurs ou des fibres individuelles extérieures de ces derniers sont fusionnées les unes avec les autres par formation de régions de liaison essentiellement sphériques et consistant en matériau durci de filaments ou de fibres.

18. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** le fil à coudre est irradié par des rayons laser d'une longueur d'onde > 900 nm, et située de préférence entre 1.060 nm et 10.600 nm.
19. Procédé selon les revendications 17 ou 18, **caractérisé en ce que** les durées d'impulsion des rayonnements laser pulsés sont inférieures à 10 msec, et s'élèvent de préférence à entre 10 µsec et 100 µsec.
- 5 20. Procédé selon l'une des revendications 17-19, **caractérisé en ce que** l'on sélectionne des rayonnements laser d'une fréquence de pulsation située entre 1 Hz et 30 kHz, et de préférence entre 1 kHz et 10 kHz.
21. Procédé selon l'une des revendications 17-20, **caractérisé en ce que** les rayons laser sont dirigés sur le fil à coudre avec une puissance située entre environ 100 W et environ 1.000 W, et en particulier entre 300 W et 600 W.
- 10 22. Procédé selon l'une des revendications 17-21, **caractérisé en ce que** l'on utilise des rayons laser avec une densité d'énergie située entre 5 J/cm² et 300 J/cm².
23. Procédé de fabrication du fil à coudre selon les revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** le fil est traité au moyen de rayons laser dans un traitement lent et qu'il est protégé des rayons laser par un écran perforé qui est disposé entre le laser et le fil.
- 15 24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** l'on utilise des rayons laser d'une densité d'énergie située entre 0,5 J/cm² et 7 J/cm², de préférence entre 3 J/cm² et 5 J/cm².
25. Procédé selon les revendications 23 ou 34, **caractérisé en ce que** l'on utilise un écran perforé dont les perforations sont disposées à un écartement situé entre 0,1 mm et environ 20 mm, et de préférence entre environ 4 mm et environ 10 mm.
- 20 26. Procédé selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** l'on utilise un écran perforé dont les perforations présentent un diamètre situé entre 50 µm et 500 µm, et en particulier entre 70 µm et 150 µm.
27. Procédé selon l'une des revendications 17 à 26, **caractérisé en ce qu'**au cours de l'irradiation, le fil est disposé dans une cellule dont les parois sont réalisées sous forme parabolique.
28. Procédé selon l'une des revendications 17 à 27, **caractérisé en ce que** le fil est déplacé par rapport au rayonnement laser à une vitesse située entre environ 60 m/min et environ 500 m/min, et de préférence entre environ 100 m/min et 250 m/min.
29. Procédé selon l'une des revendications 17 à 28, **caractérisé en ce que** c'est une nappe de fils à coudre qui est irradiée.
30. Procédé selon l'une des revendications 17 à 29, **caractérisé en ce que** le fil est teinté après le traitement par irradiation baser.
31. Procédé selon l'une des revendications 17 à 30, **caractérisé en ce que** le fil à coudre est subit un traitement d'avivage.
32. Procédé selon la revendication 31, **caractérisé en ce que** comme avivage c'est un ester d'acide phosphorique, un acide carbonique, un dérivé d'acide carbonique et/ou du graphite qui est déposé sur le fil à coudre.
- 35 33. Procédé selon les revendications 31 ou 32, **caractérisé en ce que** l'avivage est déposé à une concentration située entre 0,1% en poids et 2% en poids, et de préférence entre 0,2% en poids et 0,9% en poids.
34. Procédé selon l'une des revendications 17-33, **caractérisé en ce qu'**un fil à coudre qui présente sur sa couche externe au moins un capillaire individuel constitué d'une fibre de carbone est irradié au moyen d'un rayon laser.

40

45

50

55

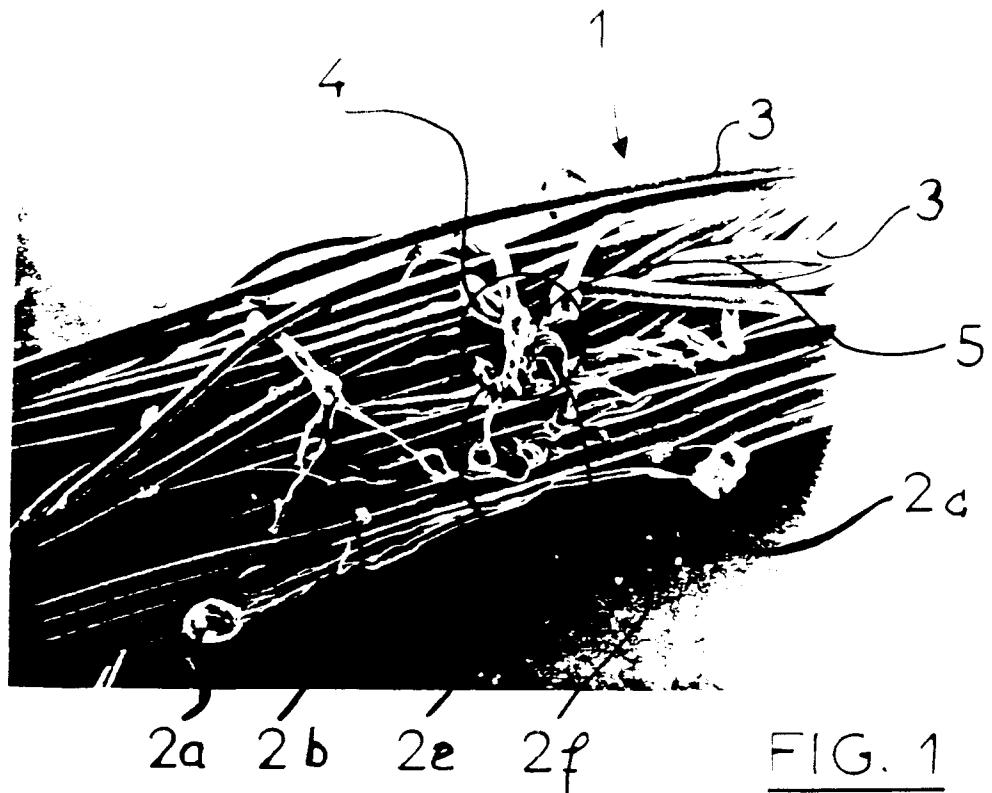


FIG. 1

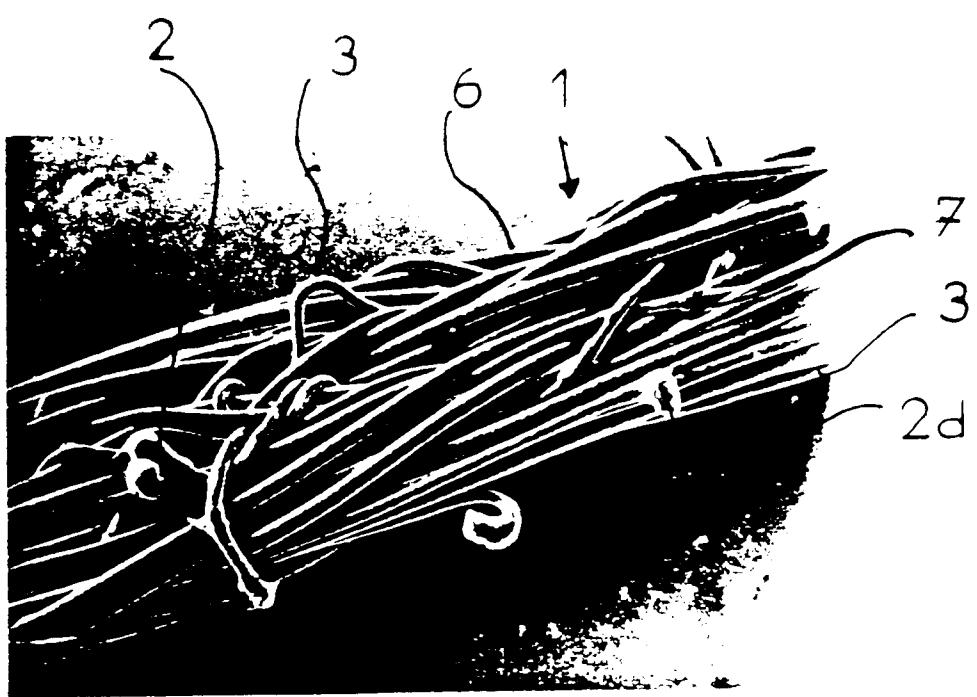


FIG 2

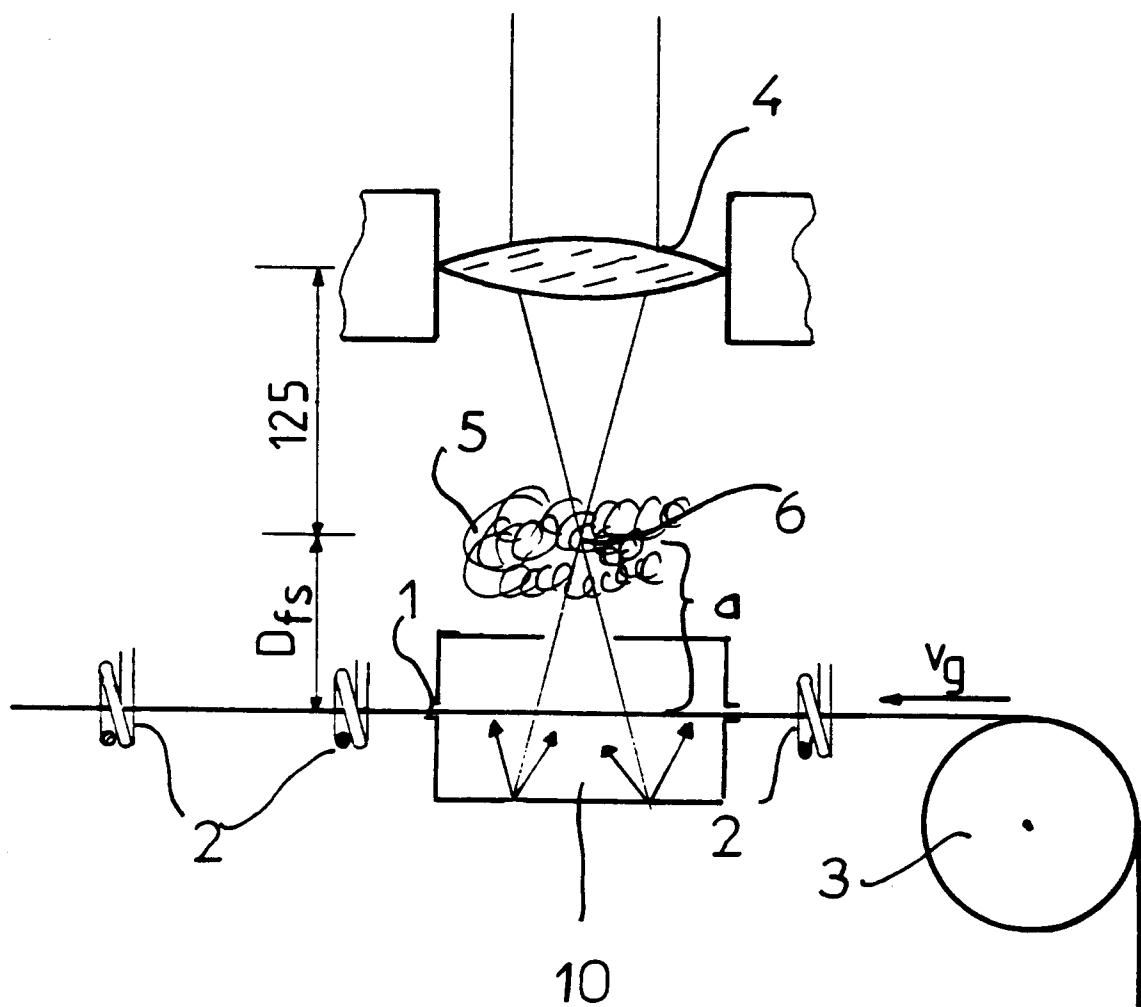


FIG 3

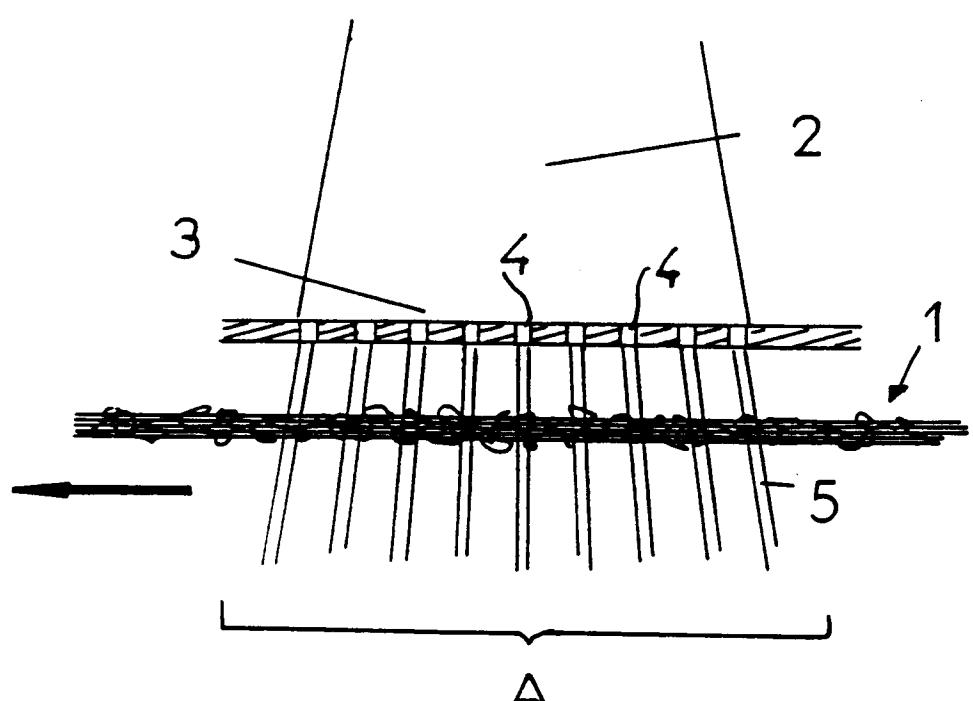


FIG. 4