

(19)



(11)

EP 2 434 050 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.03.2012 Patentblatt 2012/13

(51) Int Cl.:
D07B 1/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11007787.2**

(22) Anmeldetag: **23.09.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **23.09.2010 DE 202010013519 U**

(71) Anmelder: **Geo. Gleistein&Sohn GmbH
28777 Bremen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schlätzer, Thomas
28777 Bremen (DE)**
• **Berthold, Christian, Dr.
04736 Waldheim (DE)**
• **Jungnickel, Michael, Dipl.-Ing.
04736 Waldheim (DE)**

- **Schirmer, Eckehart, Dipl.-Phys.
04736 Waldheim (DE)**
- **Rickerl, Christoph
40589 Düsseldorf (DE)**
- **Schomburg, Werner Karl, Prof. Dr.
52074 Aachen (DE)**
- **Gries, Thomas Gerhard, Prof. Dr.
52074 Aachen (DE)**
- **Wipfler, Melanie
52074 Aachen (DE)**
- **Giannikopoulos, Tassi
76327 Pfinztal (DE)**

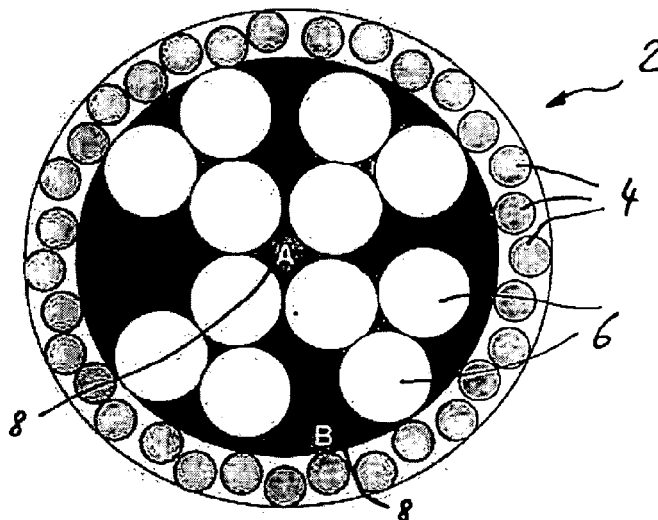
(74) Vertreter: **Philipp, Matthias
Forrester & Boehmert
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)**

(54) **Seil mit einem Sensormodul**

(57) Seil, wobei mindestens ein Sensormodul zur Erfassung von Dehnungs- oder Zerrüttungsbelastungen,

wobei das Sensormodul mindestens ein elektrisch leitfähiges Sensorgarn aufweist.

Fig. 1



EP 2 434 050 A1

Beschreibung

[0001] Textile Seile, Bänder, Schnüre, Kordeln usw., insbesondere aus Chemie- oder Naturfasern oder Drahtlitzen oder aus einer Kombination daraus, im Rahmen der Erfindung als "Seil" bezeichnet, finden in zahlreichen Anwendungsbereichen beim Heben und Sichern von Lasten, Ladungen oder Personen, als Schiffsleinen, im industriellen Bereich oder im Sportbereich Anwendung, wobei ein Versagen ersichtlich z. T. schwerwiegende Folgen haben kann.

[0002] Da allerdings Verschleiß oder Beschädigungen in der Regel nicht von außen erkennbar sind, besteht ein Bedarf an einer zuverlässigen Überprüfungsmöglichkeit der Funktionssicherheit von lastaufnehmenden Seilen oder Bändern.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Seil zu schaffen, das kostengünstig herstellbar ist und eine zuverlässige Erfassung von Belastung, Dehnung und Zerrüttung ermöglicht.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Seil gelöst, das sich durch ein Sensormodul zur Erfassung von Dehnungs- oder Zerrüttungsbelastungen auszeichnet, wobei das Sensormodul mindestens ein elektrisch leitfähiges Sensorgarn aufweist.

[0005] Das Sensormodul ist so mit dem Seil verbunden, dass es bei einer Dehnung des Seils ebenfalls gedehnt wird, ohne sich gegenüber dem Seil zu verschieben oder zu verrutschen, wodurch eine Verfälschung in der Erfassung der Dehnung des Seils eintreten würde.

[0006] Bevorzugt erstreckt sich das Sensormodul von einem ersten Ende bis zu einem zweiten Ende, d.h. praktisch über die volle Länge des Seils.

[0007] Es kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul an mindestens einem seiner Enden, insbesondere an einem Ende des Seils, weiter insbesondere an einer stirnseitigen Endfläche des Seils, mit einem von außen zugänglichen Kontaktelement versehen ist. Dies kann ein von außen kontaktfähiger Abschnitt des Sensormoduls sein oder an dem Sensormodul befestigte Kontakte, Stecker, Buchsen oder ähnliches.

[0008] In einer Variante kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul an einem seiner Enden mit einer Messelektronik verbunden ist, die von außen elektrisch kontaktierend oder berührungslos abfragbar sein kann. Die Messelektronik kann beispielsweise in das Seil eingebettet oder außen daran befestigt sein, und sie kann mit Kontakten versehen sein, über die sie mit Betriebsstrom versorgt und Daten ausgelesen werden können. Alternativ zu den genannten Kontakten kann eine berührungslose Strom- und Datenübertragung vorgesehen sein.

[0009] In einer Variante können mehrere, beispielsweise drei oder vier unabhängige Sensormodule vorhanden sein, die parallel zueinander angeordnet sein können, und die (im Falle von vier Sensormodulen) zum Zwecke der Kompensation unterschiedlicher Temperaturen der einzelnen Sensormodule nach Art einer Wheat-

stone'schen Messbrücke geschaltet sein können.

[0010] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Sensorgarn leitfähiger Metalldraht oder ein leitfähig, insbesondere mit Metall wie etwa Silber, beschichtetes Mono- oder Multifilamentband oder -garn aus Polyamid, Polyäthylen oder einem anderen thermoplastischen oder sonstigen, insbesondere hochfesten oder hochmodularen Polymermaterial ist. Anstelle oder zusätzlich zu der leitfähigen Beschichtung können in dem Polymermaterial oder Trägermaterial (z. B. Polyamid) leitfähige Partikel integriert sein, oder die leitfähige Beschichtung kann leitfähige Partikel in einem beispielsweise polymeren Grundmaterial enthalten.

[0011] In einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Seil mehrere Sensormodule mit unterschiedlichen Bruchdehnungen aufweist. Beispielsweise können zwei, drei, vier, fünf oder mehr Sensormodule mit jeweils unterschiedlichen Bruchdehnungen vorgesehen sein, deren Bruch bei zunehmender Belastung des Seils nacheinander eintritt und Rückschlüsse auf die maximal eingetretene Belastung erlaubt.

[0012] Es kann zweckmäßig sein, wenn mindestens ein Sensorgarn mit einer Umhüllung, Umspinnung oder Umflechtung aus einem nichtleitenden Garnmaterial aufweist. Daneben besteht die Möglichkeit, dass mindestens ein Sensormodul ein Sensorgarn aufweist, das mit einem thermoplastischen Kunststoff beschichtet ist.

[0013] Die Erfindung sieht bevorzugt vor, dass mindestens ein Sensormodul zentral in einem Kern des Seils als entlang einer Längsachse des Seils verlaufender Stehfaden angeordnet ist.

[0014] Es kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Sensormodul als parallel zu einer Längsachse des Seils verlaufender Stehfaden angeordnet ist.

[0015] Weiter kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Sensormodul zentral in einer Kern- oder Mantellitze des Seils als Stehfaden angeordnet ist, wobei die Kern- oder Mantellitze als Ganzes geflochten oder geschlagen ist und das Sensormodul mit der Kern- oder Mantellitze mitläuft.

[0016] Es besteht die Möglichkeit, dass mindestens ein Sensormodul parallel zu einer Kern- oder Mantellitze des Seils gefacht angeordnet ist, wobei die Kern- oder Mantellitze als Ganzes und/oder in sich geflochten oder geschlagen ist und das Sensormodul mit der Kern- oder Mantellitze mitläuft.

[0017] Es kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Sensormodul mit einer eingeordnet in eine Kern- oder Mantellitze angeordnet ist, wobei die Kernlitze und/oder die Mantellitze als Ganzes und/oder in sich geflochten oder geschlagen ist und das Sensormodul mit der Kern- oder Mantellitze mitläuft.

[0018] Weiter besteht die Möglichkeit, dass mindestens zwei Sensormodule einander an Überkreuzungsstellen überkreuzend um eine Kern- oder Mantellitze angeordnet sind, wobei mindestens ein Sensormodul eine zerrüttbare, elektrisch isolierende Beschichtung, Umhüllung, Umflechtung, Umlegung, Umwirbelung oder Um-

spinnung aufweist.

[0019] Bevorzugt sieht die Erfindung vor, dass mindestens ein Sensormodul bei einer Dehnung des Seils bricht, die mehr als 95%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30% oder 20% der Bruchdehnung des Seils beträgt.

[0020] In einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Sensormodul bei einer Dehnung des Seils, die über 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90% der Bruchdehnung des Seils liegt, plastisch verformt wird. Aufgrund der plastischen Verformung des Sensormoduls, die erst oberhalb einer vorgegebenen Dehnung des Seils eintritt, wird eine bleibende Verformung und damit eine bleibende Änderung des elektrischen Widerstandsverhaltens des betroffenen Sensormoduls erzielt, die einen Rückschluss auf die tatsächlich eingetretene maximale Dehnung oder Belastung des Seils zulässt.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert, wobei auf eine Zeichnung Bezug genommen ist, in der

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines erfindungsge-
mäßigen Seils in einer ersten und einer zweiten Aus-
führungsform zeigt,

Fig. 2 eine Querschnittsansicht eines erfindungsge-
mäßigen Seils in weiteren Ausführungsformen zeigt,

Fig. 3 eine Querschnittsansicht eines erfindungsge-
mäßigen Seils in weiteren Ausführungsformen zeigt,

Fig. 4a bis c verschiedene Seil- und Sensormodu-
lanordnungen ergänzend zu Fig. 3 zeigen,

Fig. 5 eine schematische Seitenansicht eines Ab-
schnitts einer Litze mit zwei Sensormodulen nach
einer weiteren Ausführungsform zeigt,

Fig. 6 Kraft- und Widerstandsverläufe bei Dehnung
eines Sensorgarns zeigt.

[0022] Die in Fig. 1 bis 4 dargestellten Seile, etwa Seile, sind Beispiele für Einsatzmöglichkeiten der Erfindung bei zahlreichen unterschiedlichen Seilkonstruktionen mit unterschiedlichen Litzenzahlen, wobei geschlagene oder gedrehte Seile als einfache Rundgeflechte mit beispielsweise 3, 4, 8, 12, 16 Litzen ebenso möglich sind wie Kernmantelseile mit Kerngeflechten aus beispielsweise 8, 12 oder 16 Litzen und einem Mantel mit 16, 20, 24, 32 oder 48 Litzen oder parallele Kernfilamente, die mit einem Mantelgeflecht gebündelt und geschützt werden. Eine Litze kann aus parallelen Filamenten, aus einem oder mehreren Garnen oder aus einem oder mehreren Zwirnen oder aus einer Kombination von Garnen und Zwirnen bestehen.

[0023] Eine Litze kann auf vielfältige Art und Weise gebildet sein. Im einfachsten Fall kann eine Litze aus

einem Band oder Monofilament bestehen, oder in Form eines Garns oder Zwirns vorliegen, das aus einem oder mehreren Rohstoffen und in der einen oder anderen Dreh- bzw. Schlagrichtung gebildet sein kann (sogenannte "S" oder "Z" Schlagrichtung). In einer Alternative können mehrere Bänder, Garne oder Zwirne, die wiederum aus einem oder mehreren Rohstoffen bestehen können, nicht gedreht vorliegen, d. h. parallel liegend, und gemeinsam eine Litze bilden. Als weitere Alternative können mehrere Bänder, Garne oder Zwirne gedreht (S oder Z) und aus einem oder mehreren Rohstoffen bestehend vorliegen. Weiterhin ist eine Kombination aus einem oder mehreren Bändern und/oder einem oder mehreren Garnen und/oder einem oder mehreren Zwirnen möglich, die nicht gedreht bzw. parallel liegend angeordnet sind (beispielsweise Band, Garn und Zwirn, Garn und Zwirn, Band und Garn oder Band und Zwirn). In einer solchen Kombination ist selbstverständlich auch eine Drehung (S) oder (Z) eines mehrerer der Bestandteile Band, Garn oder Zwirn möglich.

[0024] Jede derartige Litze kann beschichtet, ummantelt (z. B. mit Kunststoff extrudiert oder mit Klebeband umwickelt), umflochten oder umlegt sein. Eine Kombination mit einem Sensormodul oder mehreren Sensormodulen bedeutet bspw. die Anordnung eines Sensormoduls als Stehfaden im Zentrum einer Litze, der der Längsrichtung der Litze folgt, oder eine in die Litze eingerundete Anordnung, wobei ein Sensormodul auch ein Band, ein Garn oder einen Zwirn einer Litze ersetzen oder zusätzlich eingebracht sein kann. Ein Seil kann aus einer Anzahl von Litzen gebildet sein (geschlagen, geflochten, gelegt, Herkules, Hybrid), wobei das Sensormodul vom Stehfaden (Zentrum des Seils oder in einem Abstand dazu bis nach außen) an beliebigen Positionen eingebracht sein kann.

Fig. 1 zeigt zwei Ausführungsbeispiele, bei denen ein Seil 2 einen Mantel mit Mantellitzen 4 und einen Kern mit Kernlitzen 6 aufweist, wobei ein Sensormodul 8 als Stehfaden geradlinig in Längsrichtung des Seils angeordnet ist. Mit A ist eine Anordnung bezeichnet, bei der das Sensormodul 8 zentral im Kern verläuft, während es bei B parallel zu einer Seillängsachse verläuft, insbesondere zwischen Kern und Mantel.

Fig. 2 zeigt zunächst zwei Anordnungen, bei denen ein Sensormodul 8 zentral in einer Kernlitze 6 (A) oder in einer Mantellitze 4 (B) verläuft und einer Flecht- oder Schlagrichtung der jeweiligen Litze, soweit vorhanden, beispielsweise flechtlinien- oder helix- bzw. schraubenlinienförmig, folgt.

[0025] Weiterhin zeigt Fig. 2 zwei weitere Anordnungen, bei denen ein Sensormodul 8 parallel zu einer Kernlitze 6 gefacht (C) oder parallel zu einer Mantellitze 4 gefacht (D) angeordnet ist und so mit der jeweiligen Litze mitläuft. In den Fällen C und D folgt das Sensormodul

somit nur dem Verlauf der jeweiligen Litze als Ganzes, d.h. ihrem geflochtenen oder geschlagenen Verlauf, mit Abstand von der jeweiligen Längsachse der Litze.

[0026] Fig. 3 zeigt Anordnungen, bei denen ein Sensormodul 8 mit eingerundet in einer Kernlitze 6 (A) oder einer Mantellitze 4 (B) verlegt ist. Ähnlich wie bei den Anordnungen C und D in Fig. 2 folgt das Sensormodul 8 hierbei einerseits der Flecht- oder Schlagrichtung der jeweiligen Litze als Ganzes, weist aber zusätzlich einen überlagerten schraubenlinienförmigen Verlauf entlang des äußeren Umfangs der jeweiligen Litze auf.

[0027] In bestimmten Fällen, beispielsweise bei dicken Seilen, kann ein Sensormodul in einem Litzenbestandteil aufgenommen oder integriert sein, beispielsweise in einem Garn oder einem Zwirn einer Litze, nicht nur eingerundet in die Litze insgesamt.

[0028] Das Sensormodul 8 ist mit der Kernlitze 6 und/oder mit dem Mantel 4 reibschlüssig oder durch eine zusätzliche Verbindung wie Kleben oder Schmelzen an einer Relativbewegung bezüglich Kern, Kernlitze, Mantel und/oder Mantellitze gehindert, so dass es bei einer Dehnung des Seils entsprechend mitbewegt wird und sich nicht relativ dazu oder zu einem Teil davon verlagert, verschiebt oder verrutscht.

[0029] Fig. 4a bis c erläutern verschiedene Seil- und Sensorfadenanordnungen in Ergänzung zu Fig. 3, wobei mit A die Anordnung eines oder mehrere Sensormodule jeweils als Stehfaden angedeutet ist und das jeweilige Sensormodul in Längsrichtung des Seils verläuft und keinerlei Drehung, schraubenförmige Anordnung o. ä. besitzt (Fig. 4c: Stehfaden im Zentrum des Seils, Fig. 4a: Stehfaden etwas außerhalb des Zentrums und Fig. 4b: Stehfaden in einer Mantellitze). Mit B ist die Anordnung von Sensormodulen als Stehfaden in einer Litze angedeutet, die ihrerseits eine zu einem Seil bzw. innerhalb des Seils geflochtene (Fig. 4b) oder geschlagene (Fig. 4c) Anordnung aufweist, wobei es sich bei der das Sensormodul enthaltenden Litze um eine Kern- und/oder Mantellitze handeln kann. Mit C ist eine in eine Litze eingerundete Anordnung (analog Fig. 3) eines Sensormoduls bezeichnet, wobei die jeweilige Litze wiederum in einem bzw. zu einem Seil geflochten (Fig. 4b) oder geschlagen (Fig. 4c) sein kann (Kern- und/oder Mantellitze).

[0030] Fig. 5 erläutert eine Variante, bei der zwei Sensormodule 8 als Zerrüttungssensor oder zur Erfassung einer Zerrüttungsbelastung eines Seils angeordnet sind. Die Sensormodule sind gegenläufig helix- oder schraubenlinienförmig um eine Litze herum angeordnet, bei der es sich bevorzugt um eine Kernlitze handelt. Eines der Sensormodule oder beide sind elektrisch nicht leitend beschichtet, umhüllt, umspinnen, umflochten o.ä., so dass im Neuzustand keine elektrisch leitende Kontaktierung erfolgt, sondern erst nach einer gewissen Betriebs- oder Nutzungsdauer des Seils, während der Dehnungs- und Biegewechselbeanspruchungen auf das Seil einwirken und eine Relativbewegung der Sensormodule an den Überkreuzungsstellen mit sich bringen. Dadurch

werden mit der Zeit die elektrisch nicht leitenden Beschichtungen, Umhüllungen o.ä. durch Reibung zerstört, so dass an einem gewissen Punkt, der einer bestimmten Abnutzung des Seils entspricht, eine elektrische Kontaktierung einsetzt, die von außen detektiert werden kann.

[0031] Das Sensormodul 8 umfasst im einfachsten Fall einen einzelnen metallischen, elektrisch leitfähigen Draht oder ein einzelnes Filament aus Kunststoffmaterial, das elektrisch leitfähig beschichtet ist, beispielsweise mit einer dünnen Kupfer- oder Silberschicht. Alternativ kann das Sensormodul 8 aus einem Multifilamentgarn bestehen, von dem wenigstens ein oder einige Filamente elektrisch leitfähig beschichtet sind. Das Basismaterial des Sensormoduls kann beispielsweise ein Polyamid, etwa Polyamid 6 oder Polyamid 6.6, oder Polyethylen sein.

[0032] Erfindungsgemäß weisen die Filamente des Sensormoduls jeweils eine leitende, insbesondere metallische Schicht auf, die in Form eines geschlossenen Films aufgebracht ist. Eine Silberschicht hat beispielsweise eine Dicke von ca. 1 µm bis 2 µm bei einer Filamentdicke von beispielsweise 25 µm.

[0033] Die in Fig. 1 bis 5 dargestellten Sensormodule beinhalten mindestens ein Filament und vorzugsweise ein Multifilamentgarn, bei dem es sich zum Beispiel um ein Garn 235dtex2plyHC34f handeln kann. Fig. 6 erläutert beispielhaft Kraft- und Widerstandsverläufe eines derartigen Garns in einem Dehnungsbereich bis zur Höchstzugkraft des Sensorgarns, wobei das Sensorgarn einen reproduzierbaren Anstieg des elektrischen Widerstands mit der Dehnung ähnlich wie ein Dehnungsmessstreifen zeigt.

[0034] Auf oder um ein derartiges Sensorgarn können verschiedene nichtleitende Beschichtungen oder Umhüllungen aus Garnmaterialien angeordnet sein, beispielsweise zur Anpassung an ein gewünschtes Kraft-Dehnungsverhalten, zum Schutz des innenliegenden leitfähigen Sensorgarns bei der Verarbeitung und im Gebrauch des Seils sowie zur Beeinflussung der Krafteinkopplung vom Seil in das Sensormodul.

[0035] Eine Umflechtung oder Umspinnung mit nichtleitenden Fasern macht das Sensormodul empfindlich gegenüber Abrieb, der detektiert werden kann. Der Fasermantel, der um das elektrisch leitfähige Sensorgarn gelegt wird, wird durch Abrieb an anderen Garnen, beispielsweise zwischen Kern und Mantel eines Seils entsprechend Fig. 4, zerrüttet. Diese Eigenschaft kann zur Erfassung von Abrieb des Seils eingesetzt werden.

[0036] Alternativ oder zusätzlich kann ein Sensorgarn mit einer thermoplastischen Kunststoffschicht beschichtet werden, die je nach Dicke und Material das Kraft-Dehnungsverhalten des Sensorgarns verändert. Zusätzlich schützt der Kunststoffmantel bei geeigneter Materialauswahl das Sensorgarn neben dem Schutz bei Verarbeitung und Nutzung auch vor Umwelt- oder Feuchtigkeitseinflüssen. Durch den gegenüber einer metallischen Beschichtung erhöhten Reibkoeffizient wird auch ein verbesserter Reibschluss zwischen Kunststoffmantel und Seil erreicht und damit die Schlupf- oder Verschiebenei-

gung des Sensormoduls gegenüber dem Seil verringert.

[0037] Als Materialien, die sich für eine Kunststoffumhüllung eignen, seien beispielhaft TPU (thermoplastisches Polyurethan) und PVC genannt. Eine Kunststoffbeschichtung kann in unterschiedlichen Schichtdicken und Shore-Härtegraden aufgebracht werden.

[0038] Zur Sicherung des Sensormoduls an den Enden des Seils können die Enden des Sensormoduls mit dem Seil verschmolzen sein, wodurch auch das Eindringen von Feuchtigkeit zu der leitfähigen Beschichtung des Sensormoduls erschwert oder verhindert wird. Bei allen Varianten besteht auch die Möglichkeit, ein Sensormodul in einem geschlossenen U-förmigen Verlauf innerhalb eines Seils zu verlegen, wobei an einem Ende des Seils Anfang und Ende des Sensormoduls herausgeführt sind und das Sensormodul im Bereich des anderen Endes des Seils um 180° umgelenkt und auf gleichem oder anderem Weg zurückgeführt ist. Zweckmäßigerweise ist im Bereich der Herausführung eines Endes des Sensormoduls eine geeignete Kontaktierung, Steckereinheit o.ä. vorgesehen, um das Sensormodul elektrisch kontaktieren zu können.

[0039] Eine Auswertung (Feststellung eines Risses eines Sensorgarns in einem Sensormodul und ggf. dessen Lokalisierung; Widerstandsmessung mit oder ohne Belastung) kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass das Sensormodul von einem oder beiden Enden aus mit einer geeigneten Wechselspannung beaufschlagt wird, beispielsweise mit einer Frequenz zwischen 100 Hz und 20 kHz, mit grundsätzlich beliebiger Impulsform, etwa sinus-, dreieck- oder rechteckförmig. Mittels kapazitiver Messtechnik kann dann in an sich bekannter Weise eine Bruchstelle des Sensormoduls berührungslos detektiert werden.

[0040] Wenn zwei oder mehr Sensormodule innerhalb eines Seils verlegt sind, beispielsweise zwei oder drei der in Fig. 1 bis 4 dargestellten Sensormodule, kann jedes Sensormodul mit einer unterschiedlichen Frequenz beaufschlagt werden, so dass unterschiedliche Bruchpunkte im Zuge einer einzigen Messung erfasst werden können.

[0041] Bei der Anordnung mehrerer Sensormodule besteht die Möglichkeit, unterschiedliche Belastungsbereiche des Seils abzudecken, so dass beispielsweise ein erstes Sensormodul so ausgelegt ist, dass es bei 30% der zulässigen Bruchdehnung des Seils reißt, ein zweites Sensormodul bei 60% der zulässigen Bruchdehnung des Seils reißt und ein drittes Sensormodul bei 90% der zulässigen Bruchdehnung des Seils reißt. Es kann dann erfasst werden, ob das Seil einer maximalen Dehnung von über 30%, über 60% oder über 90% seiner maximalen Bruchdehnung unterworfen war. Ein Bruch des Sensormoduls, das bei einer Dehnung des Seils von 60% seiner Bruchdehnung reißt, zeigt beispielsweise an, dass das Seil einer Dehnung von mindestens 60% seiner Bruchdehnung unterworfen gewesen ist.

[0042] Zu den Ausführungsformen nach Fig. 1 bis 3 sei in diesem Zusammenhang ausgeführt, dass bei iden-

tischen Sensormodulen allein aufgrund der unterschiedlichen Verlege- bzw. Einbauarten gemäß Fig. 1 bis 3 deutlich unterschiedliche Bruchdehnungen erzielt werden können. Wenn mehrere Varianten in ein und demselben Seil eingebaut sind, bricht bei zunehmender Belastung und damit Dehnung des Seils ein als Stehfaden angeordnetes Sensorgarn (Fig. 1, A oder B) zuerst, danach ein zentral, dann ein gefacht in/an einer Kern- oder Mantellitze angeordnetes Sensorgarn (Fig. 2, A, B und C,D) und schließlich ein "doppelt" mitlaufendes Sensorgarn (Fig. 3, A oder B). Unterschiedliche farbliche Kennzeichnungen der Sensorgarne können deren Auffindung und Verfolgung im Seil erleichtern.

[0043] Weiterhin besteht die Möglichkeit, ein Sensorgarn oder -modul so auszubilden, dass es bei zunehmender Dehnung des Seils nicht nur elastisch, sondern ab einer bestimmten Dehnung plastisch verformt wird, so dass eine bleibende, nicht reversible Verformung des Sensorgarns und damit eine auch nach Belastungsrückgang messbare, bleibende Widerstandsänderung des Sensorgarns erfasst werden kann. Beispielsweise kann ein Sensorgarn so eingebaut und eingestellt sein, dass es bei einer Dehnung des Seils, die über 10% oder 20% der Bruchdehnung des Seils hinausgeht, plastisch verformt wird. Das Maß der plastischen oder bleibenden Verformung richtet sich nach dem Maß der Dehnung, die über die genannte Mindestdehnung von (etwa 10% oder 20%) hinausgeht, und lässt damit einen Rückschluss auf die maximale Dehnung des Seils zu, der dieses unterworfen war.

[0044] Entsprechend ist eine Auslegung von Sensorgarnen auf größere oder kleinere Schwellenwerte möglich, so dass beispielsweise Dehnungen des Seils ab 5% seiner Bruchdehnung oder erst ab 30%, 40% oder mehr von dessen Bruchdehnung durch eine plastische Verformung des Sensorgarns erfasst und dauerhaft nachweisbar werden.

Bezugszeichenliste

[0045]

2	Seil
4	Mantellitze
6	Kernlitze
8	Sensormodul
10	Überkreuzungsstelle

Patentansprüche

1. Seil (2), **gekennzeichnet durch** mindestens ein Sensormodul (8) zur Erfassung von Dehnungs- oder Zerrüttungsbelastungen, wobei das Sensormodul

- (8) mindestens ein elektrisch leitfähiges Sensorgarn aufweist.
2. Seil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Sensormodul (8) von einem ersten Ende bis zu einem zweiten Ende des Seils (2) erstreckt. 5
 3. Seil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sensormodul (8) an mindestens einem seiner Enden, insbesondere an einem Ende des Seils (2), insbesondere an einer stirnseitigen Endfläche des Seils, mit einem von außen zugänglichen Kontaktelement versehen ist. 10
 4. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sensormodul (8) an einem seiner Enden mit einer Messelektronik verbunden ist, die von außen elektrisch kontaktierend oder berührungslos abfragbar sein kann. 15
 5. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vier unabhängige Sensormodule vorhanden sind, die nach Art einer Wheatstone'schen Messbrücke geschaltet sind. 25
 6. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sensorgarn ein leitfähig, insbesondere mit Metall wie etwa Silber beschichtetes Mono- oder Multifilament aus Polyamid, Polyethylen oder einem anderen Polymermaterial ist. 30
 7. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zwei, drei, vier, fünf oder mehr Sensormodule (8) mit jeweils unterschiedlichen Bruchdehnungen aufweist. 35
 8. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) ein Sensorgarn mit einer Umflechtung oder Umspinnung aus einem nichtleitenden Garnmaterial aufweist. 40
 9. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) ein Sensorgarn aufweist, das mit einem thermoplastischen Kunststoff beschichtet ist. 45
 10. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) zentral in einem Kern des Seils (2) als entlang einer Längsachse des Seils verlaufender Stehfaden angeordnet ist. 50
 11. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) als parallel zu einer Längsachse des

Seils verlaufender Stehfaden angeordnet ist.

12. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) zentral in einer Kern- oder Mantellitze (6, 4) des Seils als Stehfaden angeordnet ist, wobei die Kern- oder Mantellitze als Ganzes geflochten oder geschlagen ist und das Sensormodul (8) mit der Kern- oder Mantellitze (6, 4) mitläuft.
13. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) parallel zu einer Kern- oder Mantellitze (6, 4) des Seils gefacht angeordnet ist, wobei die Kern- oder Mantellitze (6, 4) als Ganzes und/oder in sich geflochten oder geschlagen ist und das Sensormodul (8) mit der Kernlitze (6, 4) mitläuft.
14. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) mit einer eingeordnet in eine Kern- oder Mantellitze (6, 4) angeordnet ist, wobei die Kernlitze (6) und/oder die Mantellitze (4) als Ganzes und/oder in sich geflochten oder geschlagen ist und das Sensormodul (8) mit der Kern- oder Mantellitze (6, 4) mitläuft.
15. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Sensormodule (8) einander an Überkreuzungsstellen überkreuzend um eine Kern- oder Mantellitze (6, 4) angeordnet sind, wobei mindestens ein Sensormodul (8) eine zerrüttbare, elektrisch isolierende Beschichtung, Umhüllung, Umflechtung, Umlegung, Umwirbelung oder Umspinnung aufweist.
16. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) bei einer Dehnung des Seils (2) bricht, die mehr als 95%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30% oder 20% der Bruchdehnung des Seils (2) beträgt.
17. Seil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensormodul (8) umfasst, das bei einer Dehnung des Seils (2), die über 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90% der Bruchdehnung des Seils beträgt, plastisch verformt wird.

Fig. 1

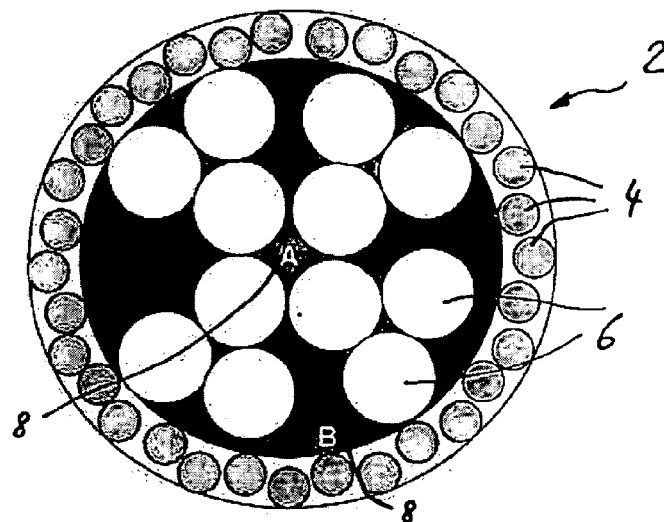


Fig. 2

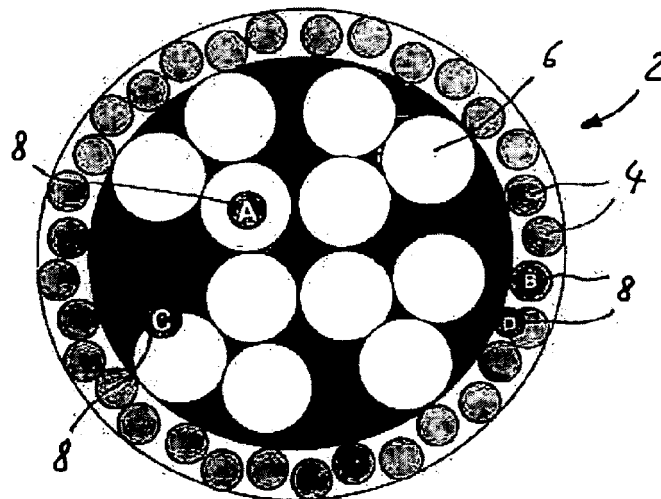
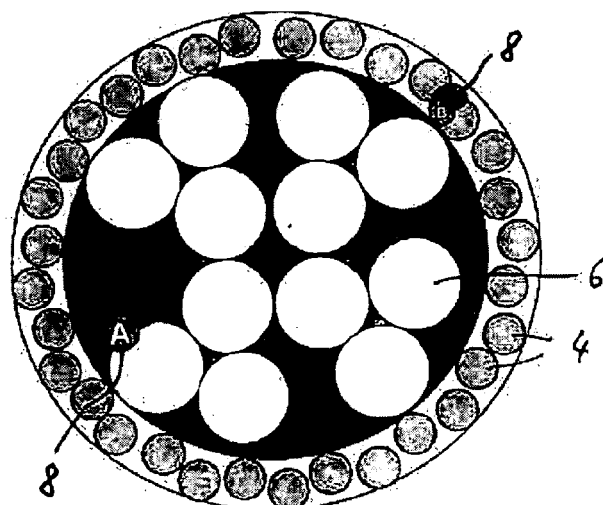


Fig. 3



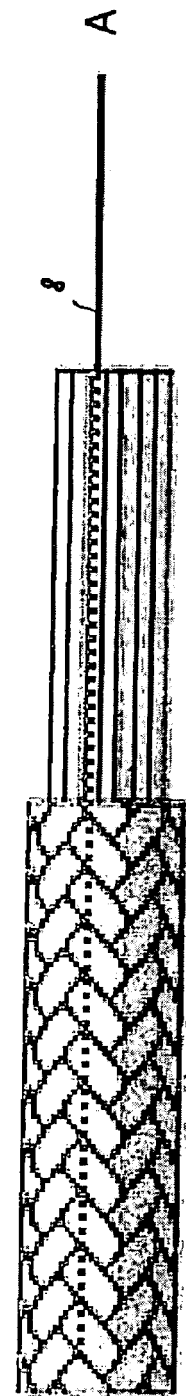


Fig. 4a



Fig. 4b

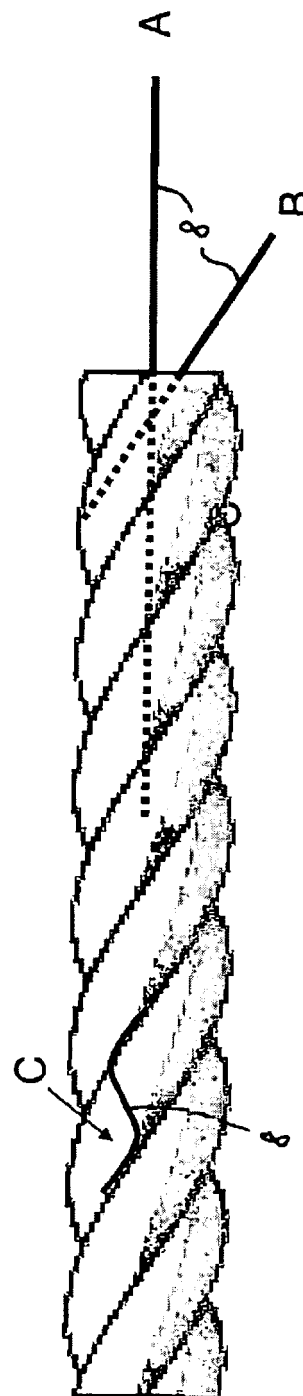


Fig. 4c

Fig 5

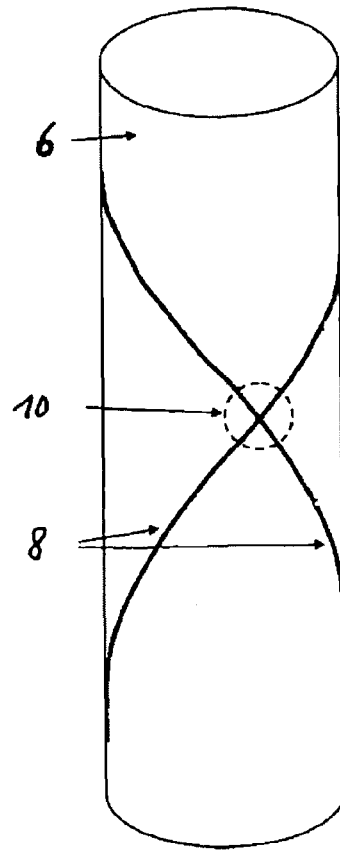
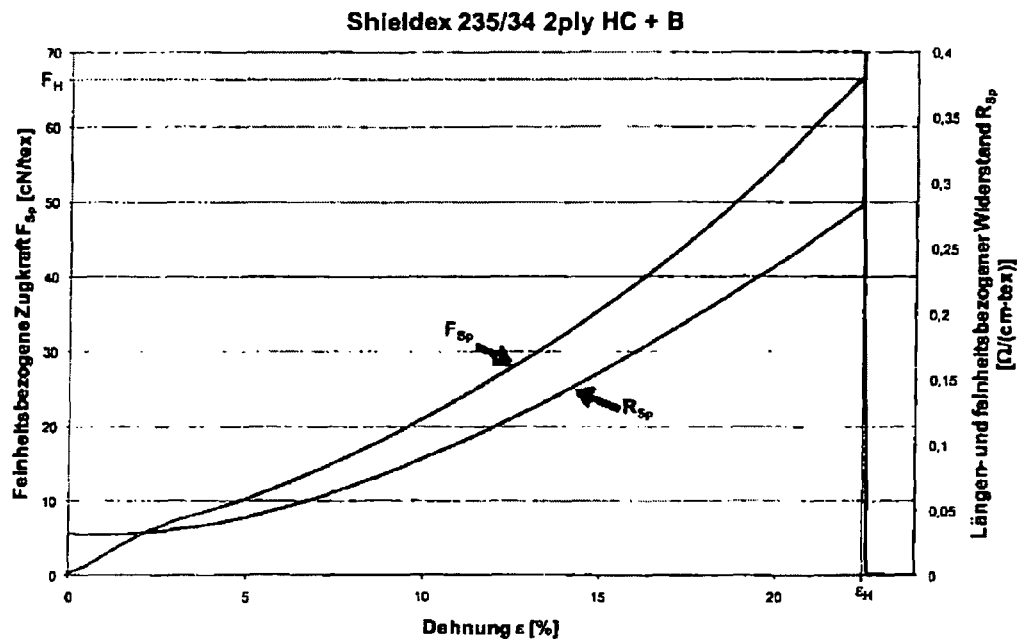


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 00 7787

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 538 779 A2 (SICOM GES FUER SENSOR UND VORS [DE]; AUSTRIA DRAHT GMBH [AT] VOEST ALP) 28. April 1993 (1993-04-28) * Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 49 * * Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 5; Abbildungen 1-4 *	1,4,10, 11	INV. D07B1/14
X	GB 2 152 088 A (BRIDON PLC) 31. Juli 1985 (1985-07-31) * Seite 1, Zeile 18 *	1,2,12, 13	
Y	* Seite 1, Zeile 40 - Zeile 122; Ansprüche 1,4; Abbildungen * * Seite 2, Zeile 13 - Zeile 29; Ansprüche 1,4 *	1,4,6, 10,11	
X	EP 0 731 209 A1 (INVENTIO AG [CH]) 11. September 1996 (1996-09-11) * Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 5, Zeile 2; Anspruch 1; Abbildungen *	1-4,7, 14,16 5	
X	US 7 326 139 B2 (EICHHORN ROLAND [CH] ET AL) 5. Februar 2008 (2008-02-05) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeilen 22,23,40 * * Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 34 *	1,2,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D07B
X	WO 2010/072549 A1 (INVENTIO AG [CH]; KOCHER HANS [CH]; ANNEN MIRCO [CH]; LIMACHER ROGER []) 1. Juli 2010 (2010-07-01) * Seite 12, Zeile 15 - Seite 13, Zeile 21 *	1-4 5	
Y	* Seite 15, Zeile 1 - Zeile 23; Abbildungen 15,16 *		
----- -/-			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Januar 2012	Prüfer Uhlig, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 00 7787

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	US 2005/231207 A1 (GOLDWATER DAN [US] ET AL) 20. Oktober 2005 (2005-10-20)	1-3,9, 12,17		
Y	* Absätze [0006], [0025], [0053], [0057], [0059], [0080], [0082]; Abbildungen 2-4,6,13,15 * * Absätze [0076], [0077], [0080] *	6		
X	JP 2006 028671 A (HITACHI LTD; TOKYO SEIKO CO LTD) 2. Februar 2006 (2006-02-02)	1,2		
Y	* Zusammenfassung * * Absatz [0031]; Abbildung 5 * * Anspruch 1; Abbildung 1 *	5		
X	EP 1 439 262 A2 (HITACHI LTD [JP]) 21. Juli 2004 (2004-07-21)	1,2		
	* Zusammenfassung * * Absätze [0005], [0009], [0011]; Ansprüche 1,13,14 *			
X	WO 2006/049226 A1 (TORAY INTERNATIONAL INC [JP]; MIURA BRAID FACTORY CO LTD [JP]; HARADA) 11. Mai 2006 (2006-05-11)	1-3,8		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	* Zusammenfassung; Anspruch 1 *	5,9		
X	EP 1 435 407 A1 (TEIJIN TWARON BV [NL]) 7. Juli 2004 (2004-07-07)	1		
Y	* Seite 2, Zeile 31 - Zeile 34; Anspruch 1 *	6		
Y	WO 87/04209 A1 (FRANKE LUTZ [DE]) 16. Juli 1987 (1987-07-16)	9		
A	* das ganze Dokument *	1		
A	US 6 165 604 A (EDWARDS CHRISTOPHER MICHAEL [GB] ET AL) 26. Dezember 2000 (2000-12-26)	1		
	* Spalte 7, Zeile 2; Anspruch 1; Abbildung 2 *			
		-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Januar 2012	Prüfer Uhlig, Robert	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur				

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 00 7787

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 1 353 415 A (COLUMBIAN ROPE CO) 15. Mai 1974 (1974-05-15) * Spalte 3, Zeile 44 - Zeile 48 * * Spalte 4, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 2; Abbildungen * * Seite 2, Zeile 128 - Zeile 129 * -----	1,9,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Januar 2012	Prüfer Uhlig, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 7787

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

02-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0538779	A2	28-04-1993	AT	141005 T	15-08-1996
			DE	4134787 A1	29-04-1993
			EP	0538779 A2	28-04-1993

GB 2152088	A	31-07-1985	KEINE		

EP 0731209	A1	11-09-1996	AR	001155 A1	24-09-1997
			AT	181977 T	15-07-1999
			AU	700649 B2	14-01-1999
			AU	4584896 A	19-09-1996
			BR	9600892 A	30-12-1997
			CA	2169431 A1	07-09-1996
			CN	1134484 A	30-10-1996
			CZ	9600649 A3	11-09-1996
			DE	59602355 D1	12-08-1999
			DK	731209 T3	17-01-2000
			EP	0731209 A1	11-09-1996
			ES	2136335 T3	16-11-1999
			HK	1011391 A1	28-04-2000
			HU	9600548 A2	28-05-1997
			JP	3824698 B2	20-09-2006
			JP	8261972 A	11-10-1996
			NO	960880 A	09-09-1996
			NZ	286035 A	24-06-1997
			PL	313088 A1	16-09-1996
			RU	2148117 C1	27-04-2000
			TR	960867 A2	21-10-1996
			ZA	9601733 A	10-09-1996

US 7326139	B2	05-02-2008	AT	357554 T	15-04-2007
			AU	2003264823 A1	04-05-2004
			BR	0315360 A	23-08-2005
			CA	2500437 A1	29-04-2004
			CN	1705789 A	07-12-2005
			DK	1554428 T3	18-06-2007
			EP	1554428 A1	20-07-2005
			ES	2285258 T3	16-11-2007
			HK	1080914 A1	29-06-2007
			JP	2006508004 A	09-03-2006
			KR	20050055768 A	13-06-2005
			MX	PA05004030 A	08-06-2005
			NO	325262 B1	17-03-2008
			NZ	539247 A	26-01-2007
			PT	1554428 E	31-05-2007
			US	2005245338 A1	03-11-2005
			WO	2004035913 A1	29-04-2004

EPO FORM P0461

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

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 7787

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010072549 A1	01-07-2010	CN 102256888 A EP 2367747 A1 US 2011253487 A1 WO 2010072549 A1	23-11-2011 28-09-2011 20-10-2011 01-07-2010
US 2005231207 A1	20-10-2005	US 2005231207 A1 US 2009160426 A1	20-10-2005 25-06-2009
JP 2006028671 A	02-02-2006	JP 4374293 B2 JP 2006028671 A	02-12-2009 02-02-2006
EP 1439262 A2	21-07-2004	CN 1517485 A EP 1439262 A2 JP 4310112 B2 JP 2004218147 A KR 20040066009 A TW 1251634 B	04-08-2004 21-07-2004 05-08-2009 05-08-2004 23-07-2004 21-03-2006
WO 2006049226 A1	11-05-2006	AT 452102 T DK 1809563 T3 EP 1809563 A1 JP 4630899 B2 JP 2008515740 A KR 20070070204 A US 2008061572 A1 WO 2006049226 A1	15-01-2010 29-03-2010 25-07-2007 09-02-2011 15-05-2008 03-07-2007 13-03-2008 11-05-2006
EP 1435407 A1	07-07-2004	AT 476544 T AU 2003293789 A1 CN 1735726 A DK 1581688 T3 EP 1435407 A1 EP 1581688 A1 ES 2348537 T3 JP 4737742 B2 JP 2006512488 A KR 20050092728 A PT 1581688 E RU 2323283 C2 US 2006105168 A1 WO 2004061196 A1	15-08-2010 29-07-2004 15-02-2006 25-10-2010 07-07-2004 05-10-2005 09-12-2010 03-08-2011 13-04-2006 22-09-2005 13-10-2010 27-04-2008 18-05-2006 22-07-2004
WO 8704209 A1	16-07-1987	AT 67811 T CA 1269142 A1 DE 3600034 A1	15-10-1991 15-05-1990 09-07-1987

EPO FORM P0461

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

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 7787

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6165604 A	26-12-2000	EP 0253826 A1	27-01-1988
		US 4870365 A	26-09-1989
		WO 8704209 A1	16-07-1987
		-----	-----
		AT 294832 T	15-05-2005
		BR 9810497 A	26-12-2001
		CA 2294963 A1	14-01-1999
		DE 69830056 D1	09-06-2005
		DE 69830056 T2	19-01-2006
		EP 0993487 A2	19-04-2000
GB 1353415 A	15-05-1974	JP 2002508021 A	12-03-2002
		TW 517068 B	11-01-2003
		US 5891560 A	06-04-1999
		US 6165604 A	26-12-2000
		WO 9901501 A2	14-01-1999
		-----	-----
		AU 460331 B2	24-04-1975
		AU 3264971 A	01-03-1973
		CA 943020 A1	05-03-1974
		DE 2142035 A1	02-03-1972
		FR 2105894 A5	28-04-1972
		GB 1353415 A	15-05-1974
		NL 7111507 A	23-02-1972
		SE 380555 B	10-11-1975
		-----	-----

EPO FORM P0481

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