



(11)

EP 3 340 390 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

(21) Anmeldenummer: **16205897.8**

(22) Anmeldetag: **21.12.2016**

(51) Int Cl.:
H01R 13/28 ^(2006.01) **H01R 13/621** ^(2006.01)
H01R 4/26 ^(2006.01) **H01R 4/50** ^(2006.01)
H01R 13/58 ^(2006.01) **H01R 11/11** ^(2006.01)
H01R 101/00 ^(2006.01)

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

(71) Anmelder: **Nordex Energy GmbH**
22419 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Fuskova, Lenka**
25462 Rellingen (DE)

- **Kremer, Jochen**
22299 Hamburg (DE)
- **Dannhauer, Jörg**
23617 Stockelsdorf (DE)
- **Baade, Henry**
18069 Rostock (DE)
- **Walter, Armin**
22761 Hamburg (DE)
- **Zappe, Frank**
44575 Castrop-Rauxel (DE)

(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft mbB**
Postfach 11 31 53
20431 Hamburg (DE)

(54) KABELVERBINDER FÜR HOCHSTROM

(57) Kabelverbinder für Hochstrom führende Kabel, mit

- einem ersten und einem zweiten Verbindungstück, die jeweils einen Kontaktstutzen zur Verbindung mit einem Ende des Kabels aufweisen, und
- Befestigungsmitteln zur lösbaren Verbindung der Verbindungsstücke aneinander, wobei
- jedes der Verbindungsstücke eine elektrische Kontaktfläche aufweist, die sich in einer Längsrichtung erstreckt und zu einem freien Ende des Verbindungsstücks hin nach Art einer Rampe derart ansteigt, dass diese bei einer mechanischen Zugbelastung entlang der Längsrichtung eine Kraft auf die Rampe des jeweils anderen Verbindungsstücks überträgt.

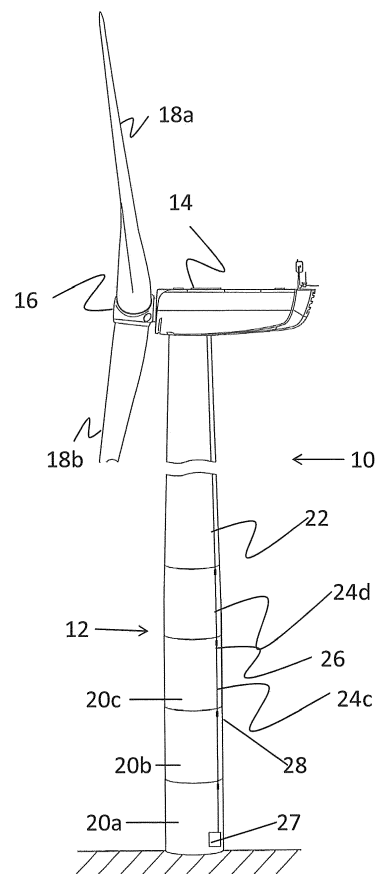


Fig. 1

EP 3 340 390 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kabelverbinder für Hochstrom, der besonders für den Einsatz in rauen Umgebungen geeignet ist, in denen der Kabelverbinder mechanischen Belastungen, beispielsweise durch Vibrationen, Wärme und dergleichen, ausgesetzt ist. Bevorzugt wird der erfindungsgemäße Kabelverbinder in Windenergieanlagen eingesetzt, aber auch der Einsatz im Schiffbau und hier insbesondere im Marine-schiffbau ist vorteilhaft.

[0002] Hochstrom wird in manchen Industriezweigen auch als Starkstrom bezeichnet, wobei nachfolgend diese Begriffe synonymisch für einander stellen sollen. Hochstrom bezeichnet hier Ströme wie sie in den entsprechenden DIN-Normen beispielsweise für die Messung von Hochströmen definiert sind, wobei der Hochstrom in der Regel eine Stromstärke von mehr als 100 A besitzt.

[0003] Aus EP 2 856 566 B1 ist ein elektrisches Verbindungssystem bekannt geworden, das insbesondere für den Einsatz in einer Windkraftanlage ausgebildet ist. Das Verbindungssystem besitzt zwei Verbindungsstücke, die zur Sicherung im Hinblick auf Zugbelastungen einander hintergreifen. Bei einer Zugbelastung des Verbindungssystems in Kabellängsrichtung verändert sich so die elektrisch wirksame Kontaktfläche des Verbindungssystems.

[0004] Aus EP 2 856 562 B1 ist ein elektrisches Verbindungssystem bekannt geworden, bei dem von den beiden Verbindungsstücken eines einen sich in Längsrichtung erstreckenden Vorsprung und das andere eine korrespondierende Aufnahme für den Vorsprung besitzt. Eine Sicherung der Verbindungsstücke gegen Zug in Längsrichtung erfolgt über eine quer zur Längsrichtung verlaufende Schraube.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Kabelverbinder für Hochstrom zur Verfügung zu stellen, der die Nachteile der bekannten in einer mechanisch beanspruchenden Umgebung eingesetzt werden kann.

[0006] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird bevorzugt durch einen Kabelverbinder mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Der erfindungsgemäße Kabelverbinder ist vorgesehen als Verbinder für Hochstrom führende Kabel. Der Kabelverbinder besitzt ein erstes und ein zweites Verbindungsstück, die jeweils einen Kontaktstutzen zur Verbindung mit dem Kabel aufweisen. Ferner sind Befestigungsmittel zur lösbaren Verbindung der Verbindungsstücke aneinandervorgesehen. Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass jedes der Verbindungsstücke mit einer elektrischen Kontaktfläche versehen ist. Die elektrischen Kontaktflächen erstrecken sich jeweils in einer Längsrichtung und steigen zu einem freien Ende des Verbindungsstücks hin nach Art einer Rampe derart an, dass die Verbindungsstücke bei einer mechanischen

Zugbelastung entlang der Längsrichtung eine Kraft auf die rampenförmige Kontaktfläche des jeweils anderen Verbindungsstücks übertragen. Die Neigung der Kontaktflächen ist so, dass bei einem Auseinanderziehen der Kabelverbinder in Längsrichtung die Kontaktflächen flächig aufeinander gepresst werden. Indem die Kontaktflächen aufeinander gepresst werden, entsteht auch unter Zug die Kontaktfläche stets gleich und verändert sich nicht. Ein weiterer besonderer Vorteil der geeigneten Kontaktflächen liegt darin, dass die Befestigungsmittel, die sich quer durch den Kabelverbinder erstrecken, nicht auf Zug belastet werden. Die angreifenden Zugkräfte werden jeweils von dem anderen Verbindungsstück aufgenommen, so dass Scherkräfte auf das quer durch den Kabelverbinder geführte Befestigungselement vermieden werden.

[0008] In einer bevorzugten Ausgestaltung bilden die Verbindungsstücke in ihrer verbundenen Form einen zylindrischen Verbindungskörper, der durch ein Paar von sich durch den Verbindungskörper erstreckenden Befestigungsmitteln zusammengehalten wird. Anders als aus dem Stand der Technik bekannt, wird hier nicht auf ein einziges Befestigungsmittel abgestellt, sondern diese paarweise angewendet.

[0009] In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Verbindungsstücke als Gleichteile ausgebildet. Die Verwendung von Gleichteilen für Kabelverbinder besitzt große Vorteile, insbesondere bei der Herstellung und der Montage des Kabelverbinders. Bei Verwendung von Gleichteilen kann es nicht dazu kommen, dass bei der Montage, beispielsweise eines Turms der Windenergieanlage, nicht zueinander passende Verbindungsstücke auftreten oder gar an den Turmsectionen vormontiert sind. Auch die Herstellungskosten und die Kosten für die Bevorratung werden hierdurch deutlich verringert.

[0010] In einer bevorzugten Weiterbildung erstrecken sich die Kontaktflächen jeweils über die bevorzugt gesamte Breite der Verbindungsstücke und sind als eine Fläche ausgebildet. Im verbundenen Zustand der Verbindungsstücke liegen die Flächen flächig über ihre Breite aufeinander und werden durch die Verbindungsmittel an einander gesichert. Indem sich die Kontaktfläche über die gesamte Breite des Verbindungsstücks erstreckt, können die Verbindungsstücke auch aus sehr unterschiedlichen Lagen und Orientierungen einfach zusammengeführt werden.

[0011] In einer bevorzugten Weiterbildung besitzt jede der Kontaktflächen eine durchgehende, parallel zueinander verlaufende Zahnung, deren Orientierung an den Verbindungsstücken gleich ist und derart verläuft, dass die Zahnung der Kontaktflächen von zwei miteinander verbundenen Verbindungsstücken unter einem Winkel aufeinanderliegende elektrische Kontaktpunkte der Zahnung schaffen. Der Verwendung einer Zahnung liegt der Gedanke zugrunde, durch das Aufeinanderlegen von zwei Zahnungen eine definierte Kontaktfläche zu schaffen, die definierte Kontaktpunkte aufweist, in denen ein elektrisch leitender Kontakt erfolgt. Durch die Orientie-

rung der Zahnungen unter einem Winkel wird sichergestellt, dass die wirksame Kontaktfläche punktförmige Kontaktflächen besitzt, in denen jeweils höhere Teile der Zähne, beispielsweise ein Zahnkopf oder ein Zahnplateau, aufeinander liegen. Auch bei einer Zugbelastung oder Vibrationen der miteinander verbundenen Verbindungsstücke ändert sich nicht die wirksame Kontaktfläche, da stets Zahn auf Zahn in der Kontaktfläche steht und die elektrisch leitende Kontaktfläche bildet.

[0012] Um sicherzustellen, dass bei der Verwendung von zwei Gleichstücken, die auch eine gleiche Orientierung ihrer Zahnungen besitzen, die Zahnungen bei einer Verbindung der Gleichstücke unter einem Winkel aufeinander stehen, gibt es zwei bevorzugte Ansätze. Bei einem ersten Ansatz sind die Kontakte in zwei Abschnitte hälftig geteilt, von denen ein erster Abschnitt eine Zahnung mit einer ersten Orientierung und der zweite Abschnitt eine zweite, senkrecht zur ersten Orientierung verlaufende Zahnung aufweist. Werden die Verbindungsstücke aufeinander gelegt und miteinander verbunden, so kommt der erste Abschnitt des einen Verbindungsstücks auf dem zweiten Abschnitt des anderen Verbindungsstücks und umgekehrt zu liegen, so dass die Orientierungen zueinander senkrecht verlaufen. Bei dieser Ausgestaltung ist es beispielsweise möglich, die Zahnung in einem Abschnitt in Längsrichtung des Verbindungsstücks zu orientieren, während es in dem anderen Abschnitt in Querrichtung orientiert ist. Aber auch schräge Orientierungen sind möglich.

[0013] In einer zweiten möglichen Ausgestaltung ist jede der Kontaktflächen mit einer einheitlich durchgehenden Zahnung ausgestattet, die einen schrägen Winkel, insbesondere einen 45°-Winkel zu einer Längsachse des zugehörigen Verbindungsstücks aufweist. Bei einem Aufeinanderlegen und Verbinden der Verbindungsstücke besitzen die beiden schrägen Winkel dann eine unterschiedliche Orientierung, die sicherstellt, dass Zahn auf Zahn mit einer definierten Kontaktfläche aufeinander zu liegen kommt. Wird für den schrägen Winkel ein 45°-Winkel relativ zu der Längsrichtung gewählt, so schließen die Zahnungen einen 90°-Winkel miteinander ein.

[0014] In einer bevorzugten Weiterbildung weisen die Befestigungsmittel zwei in der Längsrichtung hintereinander angeordnete Schrauben auf, von denen jeweils eine in einem der Verbindungsstücke verliersicher angeordnet ist. Auch mit dem verliersicher im Verbindungsstück angeordneten Schraubenpaar bleiben die Verbindungsstücke Gleichteile. Beim Herstellen der Verbindung wird die eine Schraube von der einen Seite durch die Verbindungsstücke geführt, während die andere Schraube von der anderen Seite durch die Verbindungsstücke geführt wird. Die Verwendung einer verliersicher in dem Verbindungsstück angeordneten Schraube hat für die Montage große Vorteile, da der Monteur nur mit wenigen Teilen hantieren muss. Zudem geht von verlorenen Befestigungsmittel wie Schrauben und Muttern eine große Verletzungsgefahr bei der Errichtung des Turms aus, da diese aus großer Höhe herunterfallen und

weiter unter arbeitende Personen verletzen können. Auch dies wird durch die verliersicheren Befestigungsmittel vermieden.

[0015] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung weisen die Befestigungsmittel ein Paar von Muttern mit einem zusätzlichen Außengewinde auf, die jeweils in eines der Verbindungsstücke eingeschraubt sind. Außengewinde und Innengewinde der Mutter besitzen dabei eine entgegengesetzte Orientierung, so dass bei einem Einschrauben der Schraube in das Innengewinde die im Verbindungsstück bereits eingeschraubte Mutter sich nicht herausschraubt und somit verliersicher ausgeführt ist.

[0016] Alternativ ist es auch möglich, Muttern ohne Außengewinde zu verwenden, die klemmend in dem zugehörigen Verbindungsstück gehalten sind und auch in diesem Zustand verschraubt werden können und somit verliersicher ausgeführt sind.

[0017] Bevorzugt weist das Verbindungsstück eine erste Stirnfläche an ihrer zum Kontaktstutzen weisenden Seite eine quer zur Mittellängsachse des Verbindungsstücks stehend auf. Je nach Neigung der Kontaktfläche liegt die Mittellängsachse des Verbindungsstücks nicht in der Kontaktfläche, sondern schließt einen Neigungswinkel der Kontaktfläche mit dieser ein. Die zu dem Kontaktstutzen weisende Stirnfläche kann senkrecht oder geneigt zur Mittellängsachse des Verbindungsstücks stehen, wobei die Stirnfläche bei einer Zugbelastung von einer korrespondierenden Stirnfläche des anderen Verbindungsstück fort gezogen wird. Bevorzugt weist das Verbindungsstück an seinem freien Ende ebenfalls eine quer zur Mittellängsachse stehende zweite Stirnfläche auf, wobei im verbundenen Zustand der als Gleichteile ausgebildeten Verbindungsstücke die ersten und zweiten Stirnflächen der Verbindungsstücke einander gegenüber und parallel zu einander angeordnet sind.

[0018] Bevorzugt besitzt der Kontaktstutzen einen konischen Übergangsabschnitt, der auf seiner zur Stirnfläche weisenden Seite einen kleineren Durchmesser als auf seiner zur Kontaktfläche weisenden Seite aufweist. Der konische Übergangsabschnitt leitet als Kegelstumpf von dem Durchmesser des Kontaktstutzens, dessen Stirnfläche mit einem Kabel verbunden werden kann zu einem größeren Durchmesser des Verbindungskörpers über. Der stetige Übergang hat dabei den Vorteil, dass eine elektrische Isolierung des Kabelverbinders leichter angebracht werden kann und auch der elektrische Widerstand des Kabelverbinders sich entlang der Verbindung von Stirnfläche zur Kontaktfläche innerhalb des Verbindungskörpers nicht sprunghaft verändert.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung, die insbesondere für die Verwendung an Turmsektionen geeignet ist, besitzt jedes der Verbindungsstücke eine Orientierungsmarke, die eine vorgesehene Befestigungsposition anzeigt. Durch die vorgesehene Befestigungsposition erhalten die Kontaktflächen eine gewünschte Orientierung und die Verbindungsmittel sind ebenfalls in einer gewünschten Richtung miteinander verbindbar.

[0020] Für die Verbindungsstücke eignet sich als Ma-

terial besonders bevorzugt eine Aluminiumlegierung. Die häufig gesehenen Nachteile von Aluminiumlegierungen für Verbinder bestehen darin, dass das Aluminium unter Wärme und Vibrationen zu fließen neigt. Hierdurch können sich beispielsweise die Kontaktflächen oder auch der stromleitende Querschnitt deutlich ändern. Bei dem erfindungsgemäßen Kabelverbinder ist sowohl durch die Ausgestaltung der Kontaktflächen als auch durch die Verbindung mit dem Kontaktstutzen eine solche Fließbewegung ausgeschlossen und es bleibt ein gleichbleibend guter elektrischer Kontakt vorhanden.

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Kontaktflächen und deren Zahnung mit einer metallischen Beschichtung versehen. Aluminiumlegierungen können zur Oxidation neigen, so dass ein gleichbleibend guter elektrischer Kontakt durch eine metallische Beschichtung, beispielsweise mit Zinn, Kupfer oder Silber sichergestellt wird.

[0022] Im Hinblick auf die wirksame Kontaktfläche haben sich für die Zahnung Zahnabstände von 300 µm bis 600 µm als vorzugswürdig herausgestellt. Bevorzugt werden dabei flache Zähne mit einem Plateau verwendet, wobei das Plateau dann eine Breite von 50 µm bis 150 µm aufweist, um die gewünschte elektrische Kontaktfläche zu bilden.

[0023] Ein im Hinblick auf den Einbau sehr zweckmäßiges Kabelverbindersystem besitzt einen erfindungsgemäßen Kabelverbinder, von denen ein Paar von Verbindungsstücken mit einem Leitungsabschnitt jeweils endseitig verbunden ist, der in einer Turmsektion befestigbar ist. Der Leitungsabschnitt mit seinen Verbindungsstücken kann vormontiert sein, so dass bei Errichtung des Turms nur die Kabelverbinder miteinander verbunden werden müssen.

[0024] Ein bevorzugtes Kabelverbindersystem besitzt zusätzlich eine Isolationshülle, die den verbundenen Kabelverbinder nach Außen elektrisch isoliert. Bevorzugt ist die Isolationshülle als ein Schlauch und insbesondere als ein Schrumpfschlauch ausgebildet. Der Schrumpfschlauch wird auf die miteinander verbundenen Verbindungsstücke aufgezogen und auf die fertig verbundenen Verbindungsstücke aufgeschrumpft. Der Schrumpfvorgang kann hierbei warm oder kalt erfolgen.

[0025] Es hat sich herausgestellt, dass das Kabel gut über Widerstandsstumpfschweißen (resistance butt welding) mit den Kontaktstutzen verbunden werden kann. Diese Verbindung ist mechanisch belastbar und stellt einen gleichmäßigen elektrischen Kontakt zwischen Kabel und Kontaktstutzen her. In einer bevorzugten Ausgestaltung besitzt auch das Kabel eine sich in Längsrichtung erstreckende Markierung, die an der Orientierungsmarke der Verbindungsstücke ausgerichtet ist. Hierdurch ist die Orientierungsmarke an den Verbindungsstücken mit Hilfe der Markierung an dem Kabel gut sichtbar und bei der Montage auch aus der Entfernung erkennbar.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Windenergieanlage mit einem im Turm entlang geführten Kabel,
- Fig. 2a, b zwei unterschiedliche Ansichten eines Kabelverbinders im verbundenen Zustand in einer ersten Ausgestaltung,
- Fig. 3a, b ein einzelnes Verbindungsstück in zwei verschiedenen Ansichten,
- Fig. 4 ein Verbindungsstück mit zwei senkrecht zueinanderstehenden Zahnungen in der Kontaktfläche in einer Draufsicht,
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht von zwei Verbindungsstücken aus Fig. 4,
- Fig. 6 eine zweite Ausgestaltung eines Kabelverbinders mit einem konischen Übergang zum Kontaktstutzen und
- Fig. 7 eine Ansicht der miteinander verbundenen Verbindungsstücke aus Fig. 6 mit angeschlossenem Kabel und Markierung.

[0027] Für die Bezugszeichen wird eine Nomenklatur verwendet, dass ein Bezugszeichen X ein Merkmal bezeichnet und Xa sowie Xb, die Ausprägungen des Merkmals X in den beiden Verbindungsstücken bezeichnen. Insofern ist stets bei einer Erläuterung zu einem Merkmal Xa oder Xb auch das Merkmal X mit umfasst.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Windenergieanlage 10 mit einem Turm 12, einem Maschinenhaus 14 und einem Rotor 16. Der Rotor 16 besitzt drei Rotorblätter, von denen, in der Ansicht von der Seite, die Rotorblätter 18a und 18b zu erkennen sind, wobei das Rotorblatt 18b zur besseren Übersicht in der Figur geschnitten dargestellt ist.

[0029] Der Turm 12 besteht zumindest in einem unteren Abschnitt aus einer Mehrzahl von Turmsektionen 20a, 20b, 20c. Im Inneren des Turms führt eine elektrische Leitung 22, die einen im Maschinenhaus 14 angeordneten Generator mit einer elektrischen Einrichtung 27 im Fuß des Turms verbindet. Aufgrund der einzelnen Turmsektionen 20a, 20b, 20c ist auch die elektrische Leitung 22 in Leitungsabschnitte 24d, 24c etc. unterteilt. Die Leitungsabschnitte 24 sind sowohl an ihrem oberen Ende 26 als auch an ihrem unteren Ende 28 über einen Kabelverbinder 30 elektrisch leitend miteinander verbunden.

[0030] Fig. 2a und 2b zeigen eine erste Ausgestaltung des Kabelverbinders 30. Der Kabelverbinder 30 besteht aus zwei Verbindungsstücken 32a, 32b, die als Gleichteile, d. h. als identisch aufgebaute Teile ausgebildet sind. Die Verbindungsstücke 32 sind über Schrauben 34a, 34b verbunden, die über Muttern 36a, 36b gesichert sind (vgl. Fig. 2). Die Verbindungsstücke 32 besitzen jeweils einen Kontaktstutzen 38a, 38b. Zur Ver-

bindung mit dem Kabel wird dieses mit einer Stutzenstirnfläche 40a, 40b des Kontaktstutzens 38 verbunden. Bevorzugt wird das anzuschließende Kabel über Widerstandsstumpfschweißen mit den Stirnflächen 40 verbunden. Die Längsrichtung des Kabelverbinders 30 verläuft in Richtung der die Kontaktstutzen 38 verbindenden Mittellängsachse L.

[0031] In Fign 2a, 3a, 3b ist eine Z-förmige Trennstelle 42 zwischen den Verbindungsstücken 32a, 32b zu erkennen. Die Z-förmige Trennstelle 42 besitzt zwei Stirnflächen 44, 45 sowie eine Kontaktfläche 46. Hierbei kommen in der Kontaktfläche 46 die Kontaktfläche 46b des Verbindungsstücks 32b und die Kontaktfläche 46a des Verbindungsstücks 32a in einen elektrisch leitenden Kontakt miteinander. Die Stirnflächen 44, 45 der Verbindungsstücke (vgl. Fign. 3) sind einander gegenüber angeordnet, wobei hier ein Spalt verbleiben kann, ohne dass es zu einer Berührung der Stirnflächen kommt. Deutlich zu erkennen ist, dass, bezogen auf die Längsachse L das freie Ende des Verbindungsstücks 32 auf einer Seite der Längsachse L liegt, während das zum Kontaktstutzen 38 weisende Ende der Kontaktfläche 46 auf der anderen Seite liegt. Die Kontaktflächen 46 sind somit gegenüber der Mittellängsachse L um einen Neigungswinkel α geneigt. Der Neigungswinkel α kann 1° bis 45° , bevorzugt 1° bis 10° und besonders bevorzugt 3° bis 7° betragen.

[0032] Fig. 2b zeigt den Kabelverbinder um 90° im Uhrzeigersinn um seine Längsachse L gedreht. Zu erkennen ist, dass die Mutter 36b in einer rechteckigen Ausnehmung 50a an dem Verbindungsstück 32a gehalten ist. Die Abmessung der Ausnehmung 50a und der Mutter 36b können so aufeinander abgestimmt sein, dass die Mutter 36b klemmend in dem Verbindungsstück 32 gehalten ist. Ebenfalls in der Fig. 2b zu erkennen ist, dass der Kopf der Schraube 34a über einen Innensechskant verfügt.

[0033] Fign. 3a, 3b zeigen ein Verbindungsstück 32b in seinem nicht verbundenen Zustand. Die Kontaktstutzen 38b sind kreiszylindrisch ausgebildet und daher in beiden Ansichten der Figuren 3a und 3b gleich. Die Ausnehmung 50b besitzt eine rechteckige Form mit einer zentralen Durchgangsbohrung 56b. Für den Schraubenkopf 34a ist eine kreisrunde Aussparung 52 mit einer zentralen Durchgangsbohrung 54b vorgesehen.

[0034] Das Verbindungsstück 32b besitzt eine Kontaktfläche 46b, die durch eine quer zur Längsrichtung L verlaufende Nut 61 in zwei Abschnitte 58b und 60b geteilt ist.

[0035] Ferner ist in Fig. 3a eine Stirnfläche 45b zu erkennen, die näher am Kontaktstutzen 38b angeordnet ist als die Stirnfläche 44b vom freien Ende. Die Kontaktfläche 46b mit ihren Abschnitten 58b und 60b ist stets zu der nahe dem Kontaktstutzen 38b angeordneten Stirnfläche 45b hin geneigt.

[0036] Fig. 4 zeigt das Verbindungsstück 32b mit einem Blick auf die Kontaktfläche 46b. Deutlich zu erkennen ist in dem Abschnitt 60b eine Zahnung quer zur

Längsrichtung L angeordnet, während die Zahnung im Abschnitt 58b in Längsrichtung L verläuft.

[0037] In Fig. 5 ist zu erkennen, dass die Verbindungsstücke 32a und 32b aus Fig. 4, wenn die Kontaktflächen 46 flächig miteinander verbunden werden, die Orientierung der Zahnung in den Abschnitten 58b und 60b senkrecht aufeinander steht.

[0038] Fig. 6 zeigt eine zweite, verbesserte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kabelverbinders 62, der einen konischen Übergangsabschnitt 64 zu seinem Kontaktstutzen 66 besitzt. Der konische Übergangsabschnitt 64 erlaubt es, besser den Strom aus dem Kontaktstutzen über das Verbindungsstück und die Kontaktfläche zu leiten. Zudem erlaubt der konische Übergangsabschnitt 64 ein besseres Aufbringen eines Isolationsschlauchs und verhindert Lufteinschlüsse unter diesem.

[0039] Fig. 7 zeigt den Kabelverbinder 68 mit angeschlossenen Leitungen 70, die jeweils eine sich in Längsrichtung der Leitung erstreckende Markierung 72 besitzen. Die Leitungen 70 sind an den Kontaktstutzen 38a, 38b angesetzt. Die Isolierung der Leitungen 70 erstreckt sich entlang der Leitung 70a, als Leitung mit Isolierung und geht in die Leitung 70b ohne Isolierung über. Die Leitung 70b ohne Isolierung ist an den Kontaktstutzen 38a, 38b geschweißt. Die Isolierung der Leitungen 70, ihres Anschlusses an die Kontaktstutzen 38a, 38b und des gesamten Kabelverbinders erfolgt über einen Schrumpfschlauch 75, der in seinem noch nicht geschrumpften Zustand dargestellt ist. Der Schrumpfschlauch 75 umschließt die gesamte Anordnung, bevorzugt ohne Einschluss von Luftblasen. Alternativ können auch mehrere Schrumpfschläuche vorgesehen sein (nicht dargestellt), die jeweils nur einen Teilabschnitt umschließen und sich so überlagern, dass diese die gesamte Anordnung umschließen und sicher isolieren. An dem Kabelverbinder 68 selbst sind zwei Orientierungsmarken 74a, 74b vorgesehen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel fällt die Markierung 72 des Kabels mit den Orientierungsmarken 74a, 74b zusammen. Der Vorteil der Orientierungsmarken 74 und der Kabelmarkierung 72 ist, dass diese eine klar definierte Befestigungsposition für die Kabelverbinder in einer Turmsektion definieren können. Da die Verbindungsstücke als Gleichteile ausgebildet sind, ist es unerheblich, welches Verbindungsstück oben in der Turmsektion und welches zur Verbindung mit einem unten oder oben liegenden Verbindungsstück in der Turmsektion montiert wird.

[0040] Der erfindungsgemäße Kabelverbinder besteht aus massiv ausgebildeten Verbindungsstücken, die aus einer Metallegierung, vorzugsweise einer Aluminiumlegierung hergestellt sind. Die Verbindungsstücke können beschichtet oder blank, bevorzugt verzinkt, verkupfert oder versilbert ausgebildet sein und an ihren Kontaktflächen die jeweiligen Kabel über ein Schweißverfahren kontaktieren, mit dem sie stoffschlüssig verbunden sind. Die Verbindungsstücke sind als Gleichteile ausgeführt, wobei die Kontaktfläche von jedem Verbindungsstück mit einer Zahnung versehen ist, so dass beim Zusam-

menschluss zweier Verbindungsstücke immer definierte Punktkontakte der Zahnungen auftreten.

[0041] Hierdurch sind die Zahnungen auf den Verbindungsstücken entsprechend orientiert. Die Zahngeometrie ist für die definierten Punktkontakte wesentlich, bevorzugt liegt der Abstand zwischen zwei Zähnen jeweils zwischen 300 µm und 600 µm. Die Zähne besitzen ein Plateau in einem Bereich von 50 µm bis 150 µm.

[0042] Die Kontaktfläche ist zur Längsachse hin geneigt und besitzt eine Fläche, die größer oder gleich dem Querschnitt des zu verbindenden Kabels ist. Durch die Neigung werden die Verbindungsstücke beim Schrauben nicht nur parallel zur Vorspannkraft der Schraube zusammengedrückt, sondern auch senkrecht zur Schraube, was die Stabilität der Verbindung erhöht. Die kraftschlüssige Befestigung der beiden Verbindungsstücke aneinander erfolgt beispielsweise durch zwei Schrauben. Um die Handhabung bei der Montage der Verbindungsstücke zu erleichtern, kann die Schraube verliersicher in dem Verbindungsstück angeordnet sein.

[0043] Eine nicht dargestellte Ausgestaltung der Befestigungsmittel sieht eine Spannvorrichtung vor, die in ihrem gespannten Zustand die Verbindungsstücke quer zu ihrer Längsrichtung gegeneinander presst. Der Vorteil einer Spanneinrichtung liegt darin, dass die schnell in eine definierte Position gebracht werden kann, um die Verbindungsstücke miteinander zu verbinden.

[0044] Zur Erleichterung der Montage im Turm ist auf einer Seite des Kabelverbinders senkrecht zur Kontaktfläche eine Orientierungsmarke angebracht. In Verbindung mit einem Längsstrich an dem zu verbindenden Kabel kann so sichergestellt werden, dass zwei Kabel mit in gleicher Weise angeschweißten Verbindungsstücken bei gleicher Ausrichtung des Kabels ohne eine Torsion der Kabel miteinander verbunden werden können.

Bezugszeichenliste

[0045]

10	Windenergieanlage
12	Turm
14	Maschinenhaus
16	Rotor
18a	Rotorblatt
18b	Rotorblatt
20a	Turmsektion
20b	Turmsektion
20c	Turmsektion
22	elektrische Leitung
24c	Leitungsabschnitt
24d	Leitungsabschnitt
26	oberes Ende der Leitungsabschnitte
27	elektrische Einrichtung
28	unteres Ende der Leitungsabschnitte
30	Kabelverbinder
32a	Verbindungsstück
32b	Verbindungsstück

34a	Schraube
34b	Schraube
36a	Mutter
36b	Mutter
5 38	Kontaktstutzen ohne Übergangsbereich
38a	Kontaktstutzen ohne Übergangsbereich
38b	Kontaktstutzen ohne Übergangsbereich
40	Stutzenstirnfläche
40a	Stutzenstirnfläche
10 40b	Stutzenstirnfläche
42	Z-förmige Trennstelle
44	Stirnfläche
44a	Stirnfläche
44b	Stirnfläche
15 45	Stirnfläche
45b	Stirnfläche
46	Kontaktfläche
46a	Kontaktfläche
46b	Kontaktfläche
20 50	Ausnehmung
50a	Ausnehmung
50b	Ausnehmung
52	Aussparung
54b	Durchgangsbohrung
25 56b	Durchgangsbohrung
58b	Abschnitt
60b	Abschnitt
61	Nut
62	Kabelverbinder
30 64	Übergangsabschnitt
66	Kontaktstutzen mit Übergangsbereich
68	Kabelverbinder
70	Leitung
70a	Leitung mit Isolierung
35 70b	Leitung ohne Isolierung
72	Markierung
74a	Orientierungsmarke
74b	Orientierungsmarke
75	Schrumpfschlauch
40	

Patentansprüche

1. Kabelverbinder (30) für Hochstrom führende Kabel, mit
 - einem ersten und einem zweiten Verbindungsstück (32a, 32b), die jeweils einen Kontaktstutzen (66) zur Verbindung mit einem Ende des Kabels aufweisen, und
 - Befestigungsmitteln (34, 36) zur lösbaren Verbindung der Verbindungsstücke (32a, 32b) aneinander,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- jedes der Verbindungsstücke (32a, 32b) eine elektrische Kontaktfläche (40a, 40b) aufweist,

- die sich in einer Längsrichtung erstreckt und zu einem freien Ende des Verbindungsstücks hin nach Art einer Rampe derart ansteigt, dass diese bei einer mechanischen Zugbelastung entlang der Längsrichtung eine Kraft auf die Rampe des jeweils anderen Verbindungsstücks überträgt.
2. Kabelverbinder (30) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsstücke (32a, 32b) in ihrer verbundenen Form einen zylindrischen Verbindungskörper bilden, der durch ein Paar von sich durch den Verbindungskörper erstreckenden Befestigungsmitteln (34, 36) zusammen gehalten ist.
 3. Kabelverbinder (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsstücke (32a, 32b) als Gleichteile ausgebildet sind.
 4. Kabelverbinder (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche (40a, 40b) sich über das Verbindungsstück (32a, 32b) erstreckt und eine Fläche bildet.
 5. Kabelverbinder (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche (40a, 40b) eine durchgehende parallel verlaufende Zahnung aufweist, deren Orientierung an den Verbindungsstücken (32a, 32b) gleich ist und derart verläuft, dass die Zahnungen der Kontaktflächen (40a, 40b) von zwei miteinander verbundenen Verbindungsstücken (32a, 32b) unter einem Winkel aufeinander liegend elektrische Kontaktpunkte der Zahnungen schaffen.
 6. Kabelverbinder (30) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Kontaktflächen (40a, 40b) in zwei Abschnitte (58b, 60b) hälftig geteilt ist, von denen je ein erster Abschnitt (58b) eine Zahnung mit einer ersten Orientierung und der zweite Abschnitt (60b) eine zweite, senkrecht zur ersten Orientierung verlaufende Orientierung aufweist.
 7. Kabelverbinder (30) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Kontaktflächen (40a, 40b) eine durchgehende Zahnung aufweist, die einen schrägen Winkel, insbesondere einen 45° Grad Winkel zu der Längsrichtung des zugehörigen Verbindungsstücks aufweist.
 8. Kabelverbinder (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmittel (34, 36) zwei in der Längsrichtung hintereinander angeordnete Schrauben (34a, 34b) aufweisen, von denen jeweils eine Schraube in einem der Verbindungsstücke (32a, 32b) verliersicher angeordnet ist.
 9. Kabelverbinder (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmittel ein Paar von Muttern (36a, 36b) mit Außengewinde aufweisen, die jeweils in eines der Verbindungsstücke (32a, 32b) eingeschraubt ist.
 10. Kabelverbinder (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmittel ein Paar von Muttern (36a, 36b) aufweisen, die jeweils klemmend in dem zugehörigen Verbindungsstück (32a, 32b) gehalten ist.
 11. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Stirnfläche (44a) an einer zum Kontaktstutzen (38a) weisenden Seite quer zur Mittellängsachse (L) des Verbindungsstücks (32a) stehend angeordnet ist.
 12. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Stirnfläche (44b) an einem freien Ende des Verbindungsstücks (32b) quer zur Mittellängsachse (L) des Verbindungsstücks (32b) stehend angeordnet ist, wobei im verbundenen Zustand die ersten und zweiten Stirnflächen (44a, 44b) der Verbindungsstücke (32a, 32b) einander gegenüber und planparallel zu einander angeordnet sind.
 13. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktstutzen (66) einen konischen Übergangsabschnitt (64) aufweist, der auf seiner zur Stutzenstirnfläche (40) weisenden Seite einen kleineren Durchmesser als auf seiner zur Kontaktfläche (46) weisenden Seite besitzt.
 14. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes der Verbindungsstücke (32a, 32b) eine Orientierungsmarke (74a, 74b) trägt, die eine vorgesehene Befestigungsposition anzeigt.
 15. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsstücke (32a, 32b) aus einer Aluminiumlegierung hergestellt sind.
 16. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktflächen (40a, 40b) und deren Zahnung mit einer metallischen Beschichtung, beispielsweise aus Zinn, Kupfer oder Silber versehen ist.
 17. Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahnung einen Zahnabstand von 300 µm bis 600 µm und abgeflachte Zahnköpfe mit einer Plateau-

breite von 50 μm bis 150 μm aufweisen.

18. Kabelverbindersystem mit einem Kabelverbinder (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Paar von Verbindungsstücken endseitig mit einem Leitungsschnitt (24c, 24c) verbunden ist, der in einer Turm-
sektion (20b, 20c) befestigbar ist. 5
19. Kabelverbindersystem nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich eine Isolations-
hülle vorgesehen ist, die die miteinander verbundenen Verbindungsstücke (32a, 32b) isoliert. 10
20. Kabelverbindersystem nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolationshülle
als ein Schrumpfschlauch (75) ausgebildet ist. 15
21. Kabelverbindersystem nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ka-
bel über Widerstandsstumpfschweißen mit dem Kontaktstutzen verbunden ist. 20
22. Kabelverbindersystem nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ka-
bel eine sich in Längsrichtung erstreckende Markie-
rung (72) trägt, die an den Orientierungsmarken (74a, 74b) der Verbindungsstücke (32a, 32b) aus-
gerichtet ist. 25

30

35

40

45

50

55

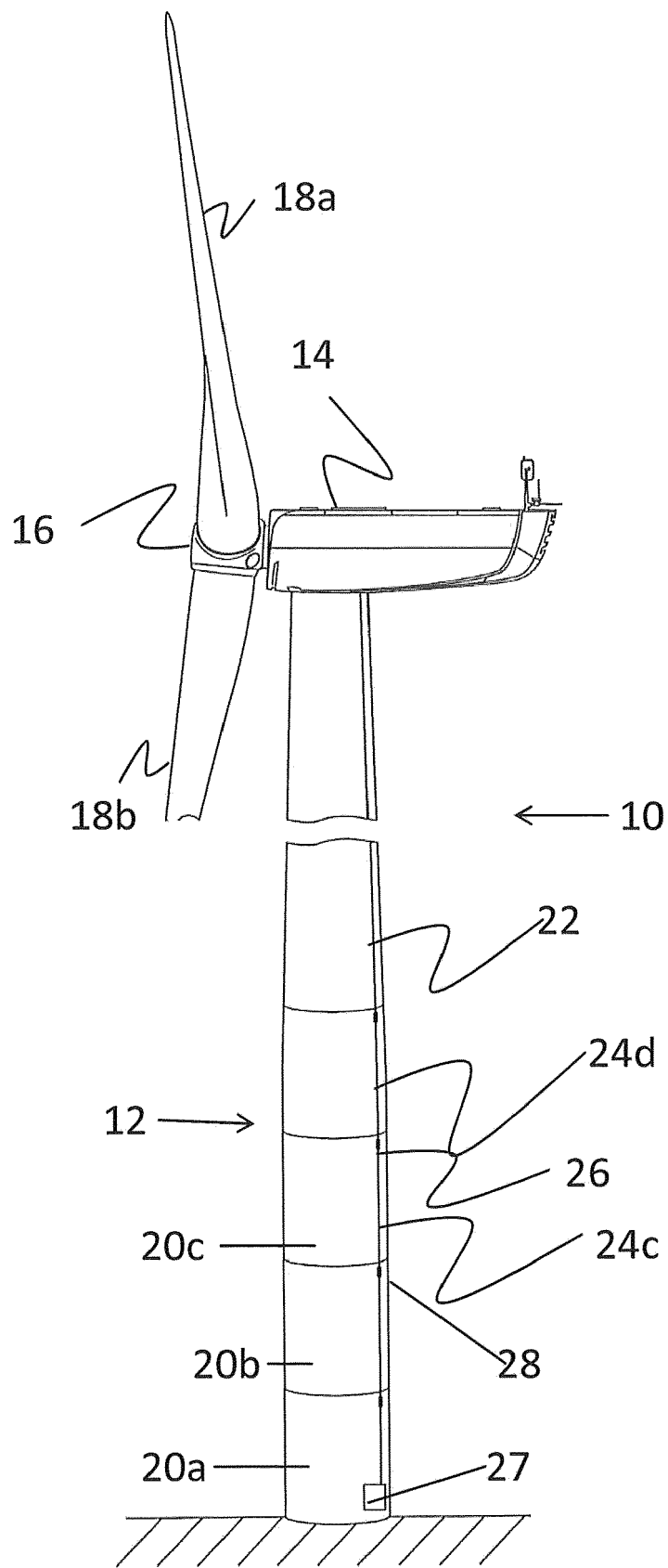
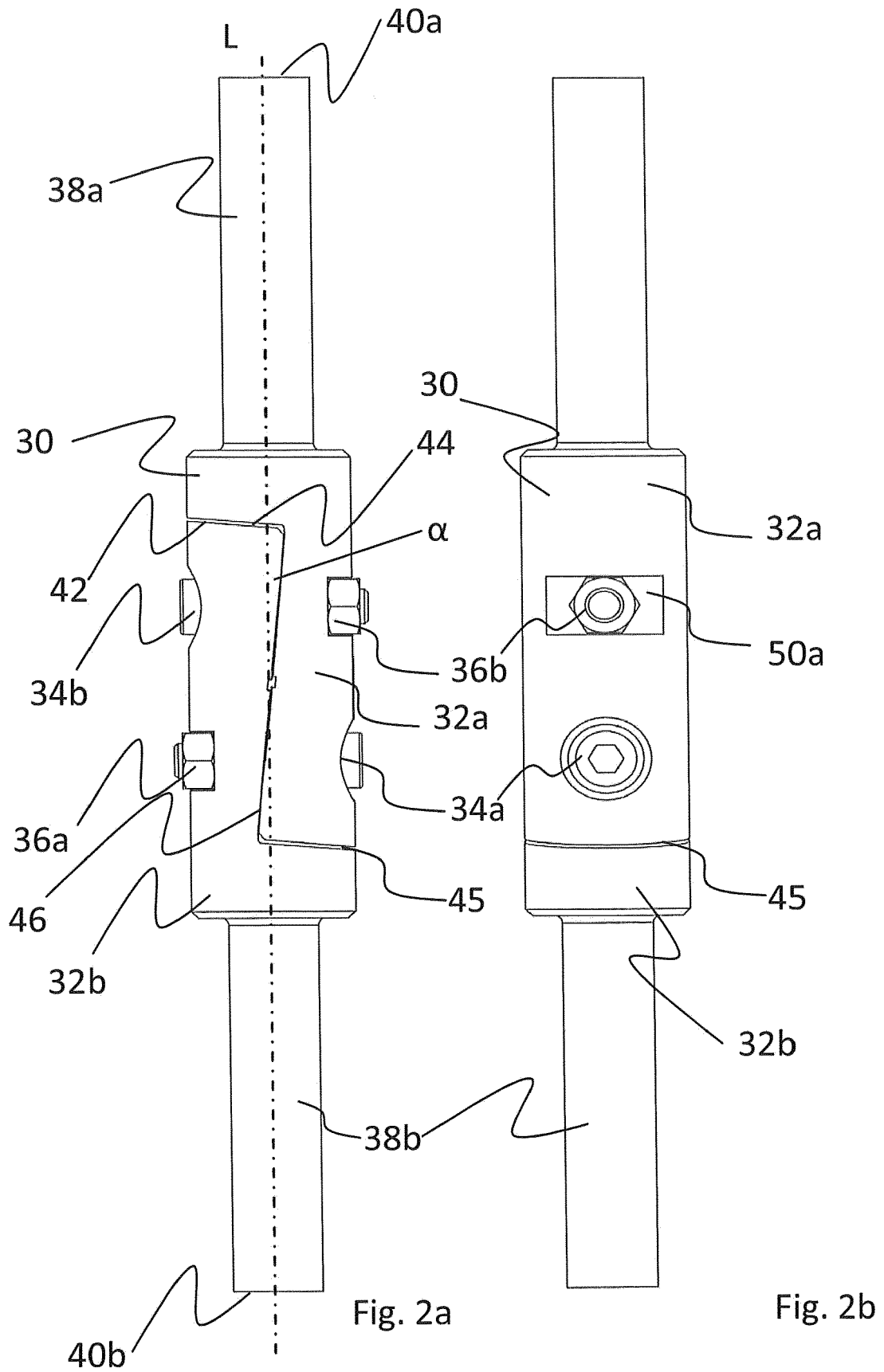
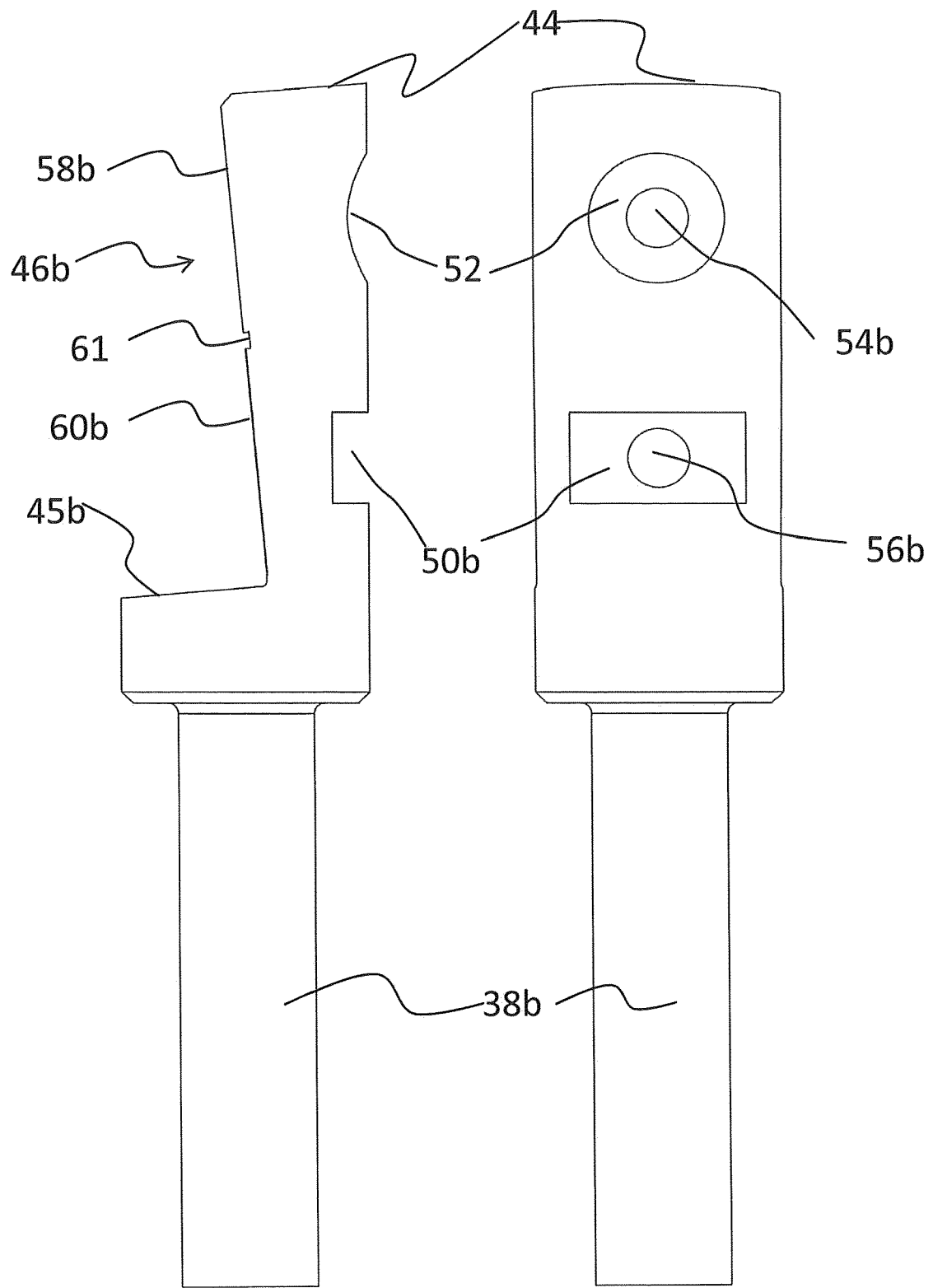


Fig. 1





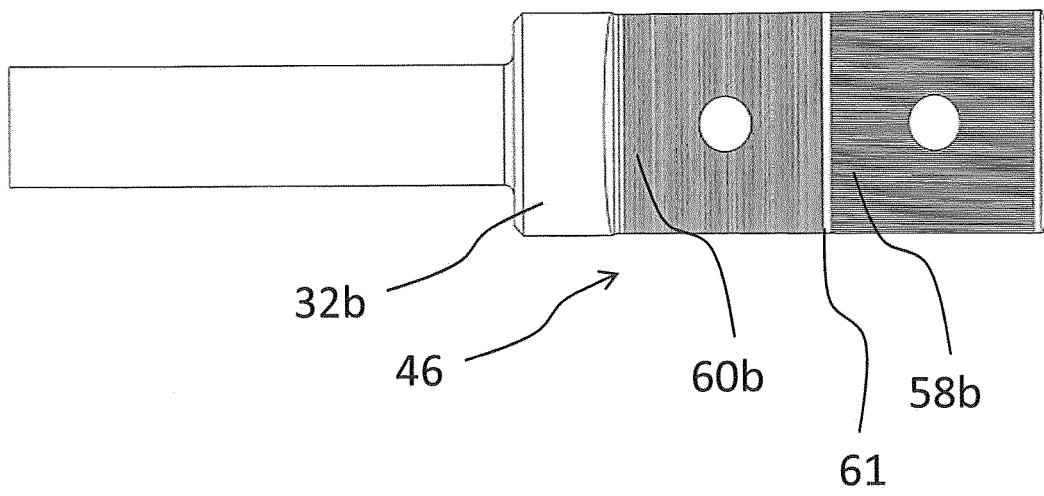


Fig. 4

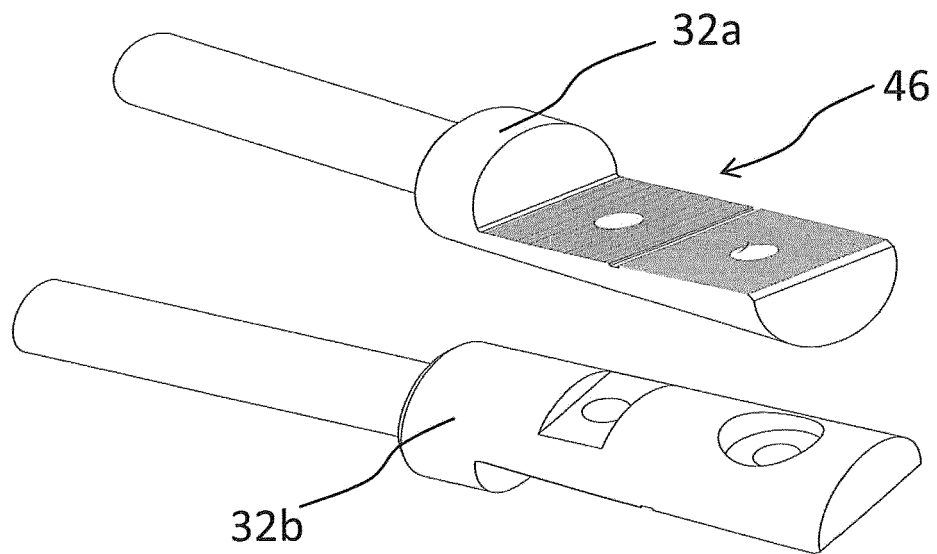


Fig. 5

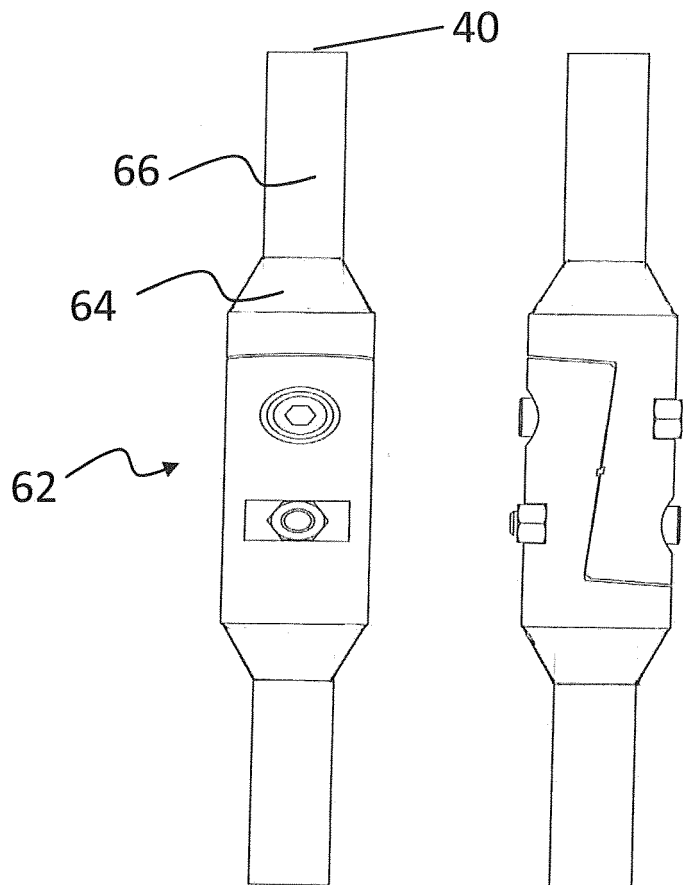


Fig. 6

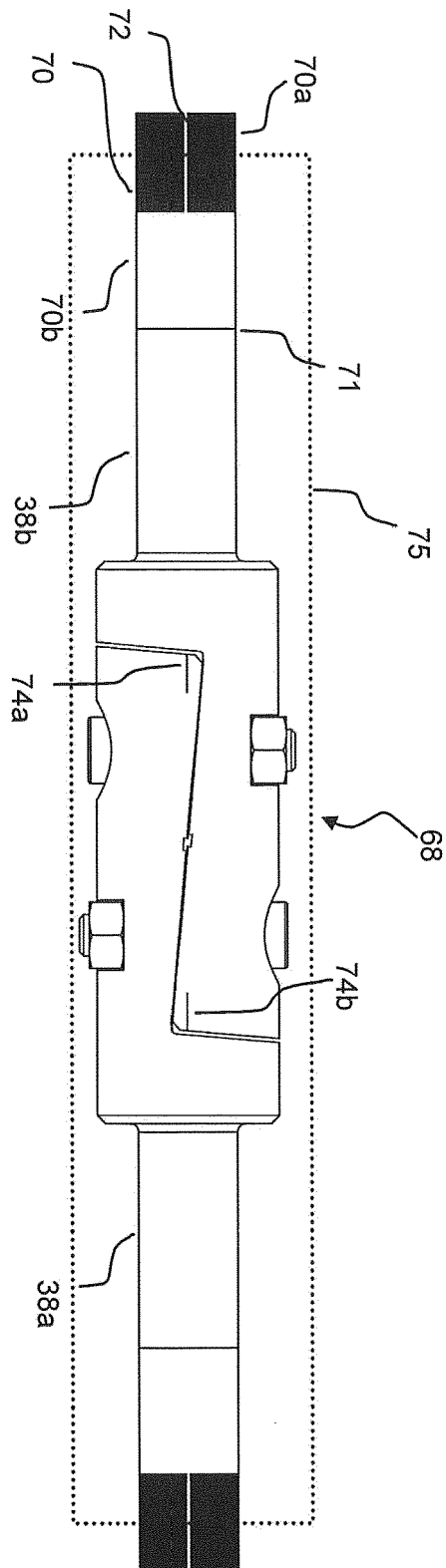


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 5897

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/295790 A1 (TYCO ELECTRONICS CORP) 7. November 2013 (2013-11-07) * Abbildungen 1-8 * * Absätze [0027], [0028], [0029], [0031] - [0034], [0040] - [0042], [0044], [0051] *	1,2,4, 8-10, 13-15, 19,20,22	INV. H01R13/28 H01R13/621 H01R4/26 H01R4/50 H01R13/58 H01R11/11 H01R101/00
X	DE 10 2009 033168 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 17. Februar 2011 (2011-02-17) * Abbildungen 1-3 * * Absätze [0033] - [0034], [0037] - [0038], [0046] *	3,11,12, 21	
X	DE 10 2010 045921 A1 (AUTO KABEL MAN GMBH) 22. März 2012 (2012-03-22) * Abbildungen 1-4 * * Absätze [0038] - [0044], [0046] - [0049] *	18	
X	EP 1 833 118 A2 (PLASTAB I ANDERSTORP AB) 12. September 2007 (2007-09-12) * Abbildung 2 *	5-7,16, 17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01R
X	US 2 449 660 A (LAWHORNE W M) 21. September 1948 (1948-09-21) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 2, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 50 *	13	
X	EP 2 856 566 B1 (AUTO KABEL MAN GMBH) 18. November 2015 (2015-11-18) * Abbildungen 1, 5, 6, 8, 9 * * Absatz [0067] - Absatz [0074] *	1,18	
A	DE 816 864 C (HAUGSRUD E) 5. November 1951 (1951-11-05) * Abbildungen 1-3, 16-20 *	1-22	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. Juni 2017	Prüfer Mier Abascal, Ana
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 20 5897

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

13-06-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013295790 A1	07-11-2013	CA 2872301 A1	07-11-2013
		EP 2845269 A1	11-03-2015
		MX 341334 B	16-08-2016
		PE 05482015 A1	14-05-2015
		US 2013295790 A1	07-11-2013
		WO 2013165955 A1	07-11-2013

DE 102009033168 A1	17-02-2011	KEINE	

DE 102010045921 A1	22-03-2012	CN 103201510 A	10-07-2013
		DE 102010045921 A1	22-03-2012
		EP 2619454 A1	31-07-2013
		US 2013206473 A1	15-08-2013
		WO 2012048992 A1	19-04-2012

EP 1833118 A2	12-09-2007	EP 1833118 A2	12-09-2007
		US 2007212951 A1	13-09-2007

US 2449660 A	21-09-1948	KEINE	

EP 2856566 B1	18-11-2015	CN 104380537 A	25-02-2015
		DE 102012010277 A1	28-11-2013
		DK 2856566 T3	01-02-2016
		EP 2856566 A1	08-04-2015
		ES 2560414 T3	18-02-2016
		US 2015132986 A1	14-05-2015
		WO 2013174581 A1	28-11-2013

DE 816864 C	05-11-1951	CH 260408 A	15-03-1949
		DE 816864 C	05-11-1951
		FR 943983 A	23-03-1949
		GB 635570 A	12-04-1950
		US 2591437 A	01-04-1952

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2856566 B1 [0003]
- EP 2856562 B1 [0004]