(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Oktober 2009 (08.10.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/121594 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/002401

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. April 2009 (02.04.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 016 925.0 2. April 2008 (02.04.2008) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **WOBBEN, Aloys** [DE/DE]; Argestrasse 19, 26607 Aurich (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KNOOP, Frank** [DE/DE]; Nee Streek 13, 26607 Aurich (DE). **TRAUERNICHT, Guido** [DE/DE]; Norderwieke Süd 47, 26629 Grossefehn (DE).

(74) Anwalt: **SCHÖLING, Ingo**; Eisenführ, Speiser & Partner, Postfach 10 60 78, 28060 Bremen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WIND POWER PLANT HAVING MULTIPLE CONSTRUCTION SECTIONS

(54) Bezeichnung: WINDENERGIEANLAGE MIT MEHREREN KONSTRUKTIONSABSCHNITTEN

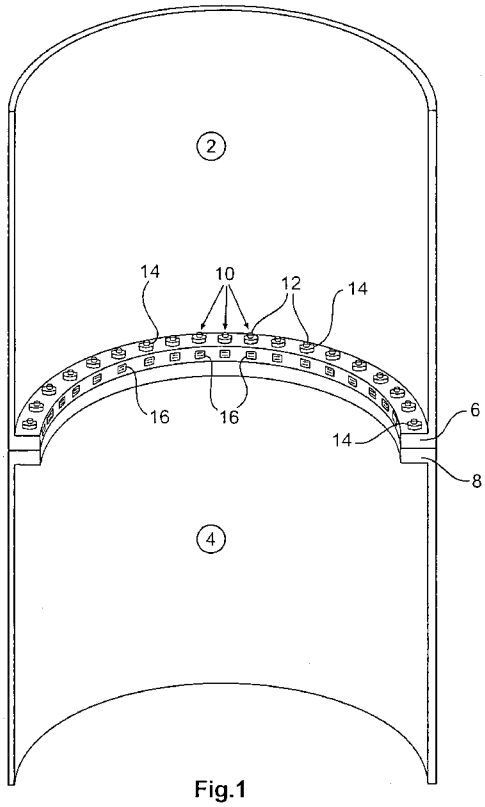


Fig.1

(57) Abstract: A wind power plant is proposed according to the invention having multiple construction sections each having at least one connection area for connecting at least two connection areas of two construction sections among one another, multiple fasteners for fastening at least two connection areas of two construction sections to one another, and an identifier for each fastener for differentiation from other fasteners. The invention also comprises a test device for testing the fasteners of a construction section of a wind power plant according to one of the preceding claims, having a tool section for tightening and/or retightening the fastener, in order to produce a desired strength and/or to check the fastener in regard to its strength, and a detection unit for detecting the identifier of each fastener.

(57) Zusammenfassung: Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen eine Windenergieanlage mit mehreren Konstruktionsabschnitten mit jeweils wenigstens einem Verbindungsbereich zum Verbinden wenigstens zweier Verbindungsbereiche zweier Konstruktionsabschnitte untereinander, mehreren Befestigungsmitteln zum Befestigen wenigstens zweier Verbindungsbereiche zweier Konstruktionsabschnitte aneinander, und einer Kennung für jedes Befestigungsmittel zur Unterscheidung gegenüber anderen Befestigungsmitteln. Die Erfindung umfasst auch ein Prüfgerät zum Prüfen der Befestigungsmittel eines Konstruktionsabschnitts einer Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Werkzeugabschnitt zum Fest- und/oder Nachziehen des Befestigungsmittels, um eine gewünschte Festigkeit herzustellen und/oder zum Überprüfen des Befestigungsmittels hinsichtlich seiner Festigkeit und eine Erfassungseinheit zum Erfassen der Kennung jedes Befestigungsmittels.

WO 2009/121594 A2

SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Windenergieanlage mit mehreren Konstruktionsabschnitten

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit mehreren Konstruktionsabschnitten mit jeweils wenigstens einem Verbindungsbereich zum Verbinden wenigstens zweier Konstruktionsabschnitte untereinander und mehreren Befestigungsmitteln zum Befestigen wenigstens zweier Verbindungsbereiche aneinander. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner Konstruktionsabschnitte für eine solche Windenergieanlage sowie ein Prüfgerät zum Prüfen der Befestigungsmittel einer solchen Windenergieanlage. Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Aufbauen einer Windenergieanlage und ein Verfahren zum Prüfen der Befestigungsmittel eines Verbindungsbereichs zweier Konstruktionsabschnitte einer solchen Windenergieanlage.

Eine moderne und damit große Windenergieanlage wird üblicherweise vor Ort aus einer Vielzahl einzelner Teilelemente zusammengebaut. Hierbei werden häufig große Konstruktionsabschnitte wie Turmsegmente eines Stahlturms, Rotorblätter und Rotornabe mittels lösbarer Befestigungen, insbesondere mittels Verschraubung aneinander befestigt. Beispielsweise ist ein Stahlturm einer größeren Windenergieanlage aus mehreren Stahlturmsegmenten zusammengesetzt. Zum Verbinden zweier Stahlturmsegmente weisen diese in ihrem Verbindungsbereich zwei umlaufende Flansche auf, die ihrerseits eine Vielzahl von Bohrungen aufweisen für eine Verbindung mittels Schrauben und Schraubenmuttern. Ein solcher Flansch kann über 100 Bohrungen aufweisen, so dass zum Verbinden zweier Stahlturmsegmente entsprechend über 100 Schrauben mit zugehörigen Muttern verwendet werden.

Zum Herstellen der Verbindung werden die beiden Stahlturmsegmente übereinander aufgestellt und die Schrauben mit Muttern angeordnet, üblicherweise jedoch nicht sofort festgeschraubt. Erst in einem zweiten oder noch weiteren Schritt werden sämtliche Schrauben und Muttern mit der gewünschten Endfestigkeit festgezogen. Dies erfolgt üblicherweise für eine Schraube nach der anderen, bis sämtliche Schrauben des betreffenden Flansches festgezogen sind. Zurzeit hängt es von der Aufmerksamkeit des Monteurs vor Ort ab, ob sämtliche Schrauben tatsächlich festgezogen wurden. Da in dem Flansch die Bohrungen und entsprechend die Schrauben gleichmäßig sowohl in Position

als auch Größe angeordnet sind, kann es leicht passieren, dass eine Schraube übersprungen oder doppelt festgeschraubt wird. Um diese Fehler zu vermeiden, kann die Anzahl der bereits festgeschraubten Schrauben gezählt werden. Dies kann das Problem aber nicht sicher lösen, weil doppelt angezogene Schrauben auch als zwei Schrauben gezählt werden würden und umgekehrt beim Überspringen einiger Schrauben am Ende des Festziehens andere Schrauben doppelt festgezogen werden würden und die übersprungenen Schrauben so doch übersehen werden.

Die Stabilität einer Windenergieanlage setzt aber voraus, dass sämtliche vorgesehenen Schrauben auch festgezogen sind und die Gefahr, dass einige Schrauben nicht oder nicht richtig festgezogen sind, birgt weiterhin das Risiko, die Windenergieanlage in ihrer Konstruktion zu destabilisieren. Ähnliche Probleme treten auf, wenn Verbindungen zweier Konstruktionsabschnitte einer Windenergieanlage später nachgezogen oder überprüft werden müssen. Eine solche Überprüfung oder ein solches Nachziehen kann beispielsweise nach Ablauf eines Serviceintervalls oder auch bei Austausch von Komponenten durchgeführt werden.

Als Stand der Technik wird an dieser Stelle allgemein auf folgende Dokumente hingewiesen: DE 101 44 167 C1, DE 33 27 964 A1 und WO 00/63565 A1.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, die genannten Probleme möglichst zu beheben und insbesondere eine Lösung zu schaffen, bei der Fehler beim Verbinden und Befestigen von Konstruktionsabschnitten einer Windenergieanlage untereinander vermieden, zumindest aber reduziert werden.

Erfindungsgemäß wird somit eine Windenergieanlage gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 vorgeschlagen, bei der eine Kennung für jedes Befestigungsmittel zur Unterscheidung gegenüber anderen Befestigungsmitteln vorgesehen ist.

Die erfindungsgemäße Windenergieanlage weist somit mehrere Konstruktionsabschnitte wie beispielsweise ein Turmfundament, Turmsegmente, ein Maschinenhaus, eine Rotorblattnabe und Rotorblätter auf. Diese Konstruktionsabschnitte weisen wenigstens einen Verbindungsbereich zum Verbinden wenigstens zweier Konstruktionsabschnitte untereinander auf. Ein solcher Verbindungsbereich kann z. B. ein mit Bohrungen versehener Flansch sein. In einem anderen Beispiel können bereits Gewindestangen vorgesehen sein. Ebenso kommt eine Kombination in Betracht, bei der z. B. das Turmfundament einen mit Gewindestangen oder dergleichen vorbereiteten Bereich

aufweist, auf den ein erstes Turmsegment als Konstruktionsabschnitt mit einem umlaufenden Flansch als Verbindungsbereich aufgesetzt wird.

Zum Verbinden und insbesondere zum festen Befestigen werden mehrere, zuweilen bis zu 100 und mehr Befestigungsmittel verwendet. Hierbei kann es sich jeweils um eine Schraube mit Schraubenmutter handeln. Eine solche Schraube wird beispielsweise durch eine gemeinsame Bohrung zweier benachbarter Flansche geführt und mithilfe der Mutter verschraubt. Grundsätzlich kann auch in einem Flansch bereits ein Gewindegang vorgesehen sein, um die Mutter zu ergänzen oder zu ersetzen.

Schließlich ist für jedes Befestigungsmittel, im oben genannten Beispiel also für jedes Schraubenmutterpaar, eine Kennung vorgesehen. Mithilfe dieser Kennung werden die ansonsten praktisch identischen oder zumindest sehr ähnlichen Befestigungsmittel eines Verbindungsbereichs unterscheidbar gemacht. Günstig ist es, eine Kennung so vorzusehen, dass sämtliche Befestigungsvorrichtungen zumindest eines Verbindungsbereichs individualisiert sind. Wenn ein Verbindungsbereich beispielsweise 50 Befestigungsmittel aufweist, könnten diese mit den Zahlen 1 bis 50 versehen werden. Mitunter kann es aber auch ausreichen, nur einige, beispielsweise die unmittelbar benachbarten Schrauben zur Abgrenzung unterschiedlich zu kennzeichnen. Im genannten Beispiel könnten beispielsweise 5 mal die Ziffern 0 bis 9 vergeben werden.

Durch die Kennung, insbesondere Individualisierung der Befestigungsmittel ist es auf einfache Weise möglich, festzustellen welches Befestigungsmittel bereits festgezogen oder überprüft wurde und bei welchem dies noch nicht der Fall ist. Hierdurch kann eine Fehleranfälligkeit, insbesondere das Überspringen eines Befestigungsmittels beim Festziehen oder Überprüfen weitestgehend vermieden werden. Dabei ist es durch die Individualisierung auf einfache Weise möglich, einen Teil der Befestigungsmittel festzuziehen oder zu überprüfen und mit dem Festziehen oder Überprüfen der weiteren Befestigungsmittel erst später, z. B. nach einer Pause oder am nächsten Tag fortzufahren. Selbst die Monteure können sich bei der Tätigkeit abwechseln, ohne dass eine besondere Gefahr bestände, dass der neue Monteur darüber im Zweifel ist, wo sein Kollege aufgehört hat.

Darüber hinaus können auch etwaige Probleme, die bei einem Befestigungsmittel auftreten, diesem eindeutig zugeordnet werden. Lässt sich beispielsweise im Falle einer Schraubverbindung ein solches Befestigungsmittel nur schwer schrauben, so kann dies für diese Schraube vermerkt und beizeiten überprüft werden.

Als Art der Kennung kommt einen Vielzahl von Möglichkeiten in Betracht wie beispielsweise eine einfache Durchnummerierung, oder die Vergabe von Buchstaben. Ebenso kann eine kodierte Kennung vorgesehen sein. Grundsätzlich kommt auch eine Kennung in Betracht, mit der sämtliche Befestigungsmittel einer Windenergieanlage individualisiert werden. Die Kennung kann dann beispielsweise zusammengesetzt sein aus einer laufenden Nummer und einer Information über den Verbindungsbereich oder den Konstruktionsabschnitt, dem sie angeordnet ist [wie z. B. Schraube Nr. 47 im 8. Turmflansch]. Auch kann die Kennung durch eine Eigenschaft der Befestigungsmittel ergänzt werden wie beispielsweise das vorgesehene Anzugsdrehmoment im Falle einer Schraubverbindung.

Bevorzugt ist die Kennung an einem Verbindungsbereich angebracht. Die Kennung wird somit nicht oder nicht ausschließlich an dem jeweiligen Befestigungsmittel selbst sondern vielmehr an der jeweiligen Stelle des Befestigungsmittels angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Kennung auch schon vor der Anordnung des jeweiligen Befestigungsmittels angebracht werden kann. Die Kennung für eine Vielzahl von Befestigungsmitteln ist somit auch vor einer Montage der Windenergieanlage vor Ort bereits in den Werkshallen bei der Herstellung der betreffenden Konstruktionsabschnitte anbringbar. Die Kennung der Befestigungsmittel entsteht dann erst durch das Einsetzen der Befestigungsmittel an der jeweiligen Stelle des Verbindungsbereichs.

Auch bei einem Austausch eines Befestigungsmittels bleibt die Kennung bestehen und wird dem neu eingesetzten Befestigungsmittel zugeordnet.

Werden gemäß einer weiteren Ausführungsform Befestigungsmittel verwendet, die jeweils wenigstens eine Schraube mit wenigstens einer zugehörigen Mutter aufweisen, wie dies weit verbreitet ist, so kann die Kennung jeweils an der Mutter und zusätzlich oder stattdessen an der Schraube angebracht sein. An der Schraube kann die Kennung dann beispielsweise am Schraubenkopf oder an einer Schraubenspitze, also an dem dem Schraubenkopf abgewandten Teil der Schraube angeordnet sein. Bei der Mutter kommen insbesondere die Angriffsflächen zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels in Betracht, sofern die Kennung einer entsprechenden mechanischen Belastung Stand hält.

Wird die Kennung an dem Befestigungsmittel direkt also z. B. an der Schraube oder der Mutter angebracht, so kann dies beispielsweise auch nach Anordnen der Befestigungsmittel in den jeweiligen Verbindungsbereichen erfolgen. Hierdurch ist auf einfache Weise jedes Befestigungsmittel in einer Reihenfolge mit einer Kennung zu versehen, die die

Position der Befestigungsmittel wiedergibt. Die Kennung kann aber auch an dem Befestigungsmittel schon vor der Montage angebracht sein.

Oftmals ist es ausreichend, dass die Kennung maschinell gelesen werden kann. Insbesondere in diesem Fall ist eine Anordnung der Kennung in einer bestimmten Reihenfolge nicht von Bedeutung, da eine eine Reihenfolge wiederspiegelnde Zuordnung auch danach beispielsweise in einem Datenverarbeitungssystem erfolgen kann. Die Befestigungsmittel bzw. ihre Stellen können somit mit einem beliebigen Code versehen werden, solange dieser sich von allen anderen Codes der weiteren Befestigungsmittel unterscheidet.

Entsprechend werden gemäß weiteren Ausführungsformen unterschiedliche Ausführungen der Kennung vorgesehen. Hierbei kann die Kennung oftmals wie bereits beschrieben kodiert sein. In einem Fall ist die Kennung magnetisch und sie kann mit einem entsprechenden Lesegerät, wie dies beispielsweise von Scheck- oder Kreditkarte mit Magnetstreifen bekannt ist, ausgelesen werden. Als Weiteres ist eine Ausführung mittels mechanischer Formen oder Oberflächengestaltung vorgesehen. Es können erhabene Bereiche oder die Anordnung von Formen wie Vertiefungen oder Erhebungen vorgesehen sein. Besonders einfach ist das Vorsehen von Prägungen. Solche Kennungen sind besonders robust. Auch ein Anbringen mittels Oberflächenätzen kommt in Betracht.

Als weitere Variante wird die Verwendung eines elektronischen Chips vorgeschlagen. Auf diesem kann die gewünschte Kennung gespeichert und bei Bedarf ausgelesen werden. Bei Verwendung eines Chips oder einer anderen, zum Beschreiben geeigneten Lösung kann ein Prüfergebnis oder andere Informationen wie Prüfzeit und -datum zur Kennung ergänzt werden, Insbesondere können solche Informationen auf das die Kennung tragende Medium geschrieben werden

Als weitere Ausführungsform wird ein elektronischer Resonanzkreis vorgesehen, bei dem durch unterschiedliche Resonanzfrequenzen die Kennung kodiert sein kann. Gemäß einer noch weiteren Ausführungsform wird die Verwendung einer Kennung vorgeschlagen, die zur optischen Erfassung geeignet ist. Hierzu gehört jegliche Art der Beschriftung durch Buchstaben und/oder Zahlen oder andere Zeichen. Insbesondere ist ein Barcode vorgesehen, der auf einfache und bewährte Weise vorgesehen und auch ausgelesen werden kann. Auch ein Barcode kann mittels Ätzen aufgebracht sein.

Bevorzugt wird die Kennung mittels Aufkleber angebracht. Insbesondere für die Verwendung eines Barcodes kann dieser auf ein klebendes Material aufgedruckt und das klebende Material dann an der gewünschten Stelle angebracht werden. Beispielsweise kann ein Klebestreifen mit einer Vielzahl von Barcodes an der Innenseite des umlaufenden Ringflansches eines Turmsegmentes angeordnet werden. Auf einem solchen umlaufenden Streifen ist dann zu jeder Bohrung im Flansch und damit zu jedem Befestigungsmittel ein Barcode vorgesehen. Ein solcher zu klebender Streifen kann auf einfache Weise z. B. als letzter Schritt der Herstellung des beispielhaft genannten Turmsegmentes an dem Ringflansch angebracht werden.

Bevorzugt ist dabei wenigstens ein Konstruktionsabschnitt als Turmsegment und/oder ein Verbindungsbereich als Verbindungsflansch oder auch als Ringflansch ausgebildet. Solche Turmsegmente und Verbindungsflansche sind bei Windenergieanlagen bei Verwendung von Stahltürmen generell bekannt und weisen üblicherweise eine Vielzahl von Bohrungen auf. Durch seine kreisrunde Ausgestaltung ist bei einem solchen Verbindungsflansch oftmals ein Anfang oder Ende schwer bzw. gar nicht festlegbar. Die Gefahr hierbei Befestigungsmittel wie Schraubenmutterpaare doppelt festzuziehen oder zu überspringen ist daher besonders groß. Durch Verwendung einer Kennung kann auf einfache Weise eine Identifikation erreicht werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Konstruktionsabschnitt für eine Windenergieanlage vorgesehen, der eine Kennung für jedes Befestigungsmittel aufweist.

Erfindungsgemäß wird zudem ein Prüfgerät zum Prüfen der Befestigungsmittel eines Konstruktionsabschnitts einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage vorgeschlagen, das dazu vorbereitet ist, die Befestigungsmittel fest- und/oder nachzuziehen, um eine gewünschte Festigkeit herzustellen und/oder hinsichtlich ihrer Festigkeit zu überprüfen und das dazu vorbereitet ist, die Kennung jedes Befestigungsmittels zu erfassen.

Ein solches Prüfgerät ist somit ein Werkzeug, das zum Festziehen von Befestigungsmitteln vorgesehen ist, wie beispielsweise ein Drehmomentschlüssel. Es kann somit bei der Montage zum Festziehen als auch bei einer späteren Überprüfung oder Wartung zum Nachziehen eingesetzt werden. Auch das Überprüfen der gewünschten Festigkeit eines Befestigungsmittels erfolgt üblicherweise während dieses festgezogen wird.

Zusätzlich erfasst das Prüfgerät die jeweilige Kennung des Befestigungsmittels während bzw. unmittelbar vor oder nach dem Festziehen. Das Prüfgerät weist somit einen Werkzeugabschnitt einerseits auf, mit dem mechanisch auf das Befestigungsmittel eingewirkt werden kann. Außerdem weist das Prüfgerät eine Leseeinheit oder dergleichen zum Erfassen der Kennung auf.

Bevorzugt ist die Erfassungseinheit zum Erfassen der Kennung so an dem Prüfgerät angeordnet, dass während dem Überprüfen und/oder Festziehen jeweils eines Befestigungsmittels deren zugeordnete Kennung eingelesen werden kann. Das Prüfgerät ist demnach so ausgestaltet, dass der betreffende Monteur sich bei der Bedienung des Gerätes im Wesentlichen nur auf das Überprüfen oder Festziehen des Befestigungsmittels konzentrieren muss. Das Erfassen der Kennung des gerade bearbeiteten Befestigungsmittels kann automatisch mit erfolgen oder der Bediener des Gerätes kann, beispielsweise durch Betätigen eines Schalters, das Erfassen der Kennung ohne großen Aufwand auslösen. Im Falle einer automatischen Erfassung der Kennung ist das Prüfgerät dazu vorbereitet, die Tätigkeit des Überprüfens bzw. Festziehens zu erkennen und das Erfassen der Kennung selbst auszulösen. Hierzu kann ein Tastschalter oder dergleichen an dem Werkzeugabschnitt vorgesehen sein, der durch das Aufsetzen des Werkzeugabschnitts betätigt wird.

Bevorzugt umfasst das Prüfgerät eine Datenverarbeitungseinrichtung, die dazu vorbereitet ist, Daten der Befestigungsmittel zu verarbeiten, insbesondere einzulesen, zu speichern, auszuwerten, zu übertragen und/oder auszugeben. Eine solche Datenverarbeitungseinrichtung kann ein Mikrocomputer, Mikrocontroller oder Ähnliches sein. Die Daten der Befestigungsmittel können sowohl die entsprechende Kennung als auch das Prüfergebnis umfassen. Im Wesentlichen ist nach dem Einlesen das Prüfergebnis der entsprechenden Kennung zuzuordnen und zu speichern oder zumindest zwischenzuspeichern. Als weitere Daten können Datum und Uhrzeit oder auch Daten über den jeweiligen Benutzer des Prüfgerätes, also z. B. der Name des Monteurs, verarbeitet werden. Sollte sich ein Befestigungsmittel als so fehlerhaft erweisen, dass dieses zumindest teilweise getauscht wird, so kann in einer Variante auch dies mit der Datenverarbeitungsvorrichtung erfasst werden.

Zum Auswerten der Daten gehört die Überprüfung, ob beim Prüfen insbesondere Fest- oder Nachziehen ein Befestigungsmittel ausgelassen wurde. Dies kann beispielsweise auch so erfolgen, dass das Prüfgerät alle noch nicht oder zumindest zu dem Prüftermin noch nicht überprüften, nach- oder festgezogenen Befestigungsmittel zur Anzeige bringt.

In einem anderen Beispiel gibt der Monteur dann eine Fertigstellungsmeldung ein, wenn er glaubt alle Befestigungsmittel eines Verbindungsbereichs überprüft zu haben und das Prüfgerät bestätigt, ob dies tatsächlich für sämtliche Befestigungsmittel geschehen ist.

Das Auswerten kann sich aber auch auf weitere Werte erstrecken wie beispielsweise die Aufnahme der Kraft bzw. des Drehmomentes beim Fest- oder Nachziehen. Diese Kraft bzw. dieses Drehmoment kann in seiner Größe bewertet und die Größe einschließlich der Bewertung kann abgespeichert, übertragen und/oder ausgegeben werden.

Eine Übertragung dieser oder anderer Daten kommt bevorzugt zu einer bezogen auf das Prüfgerät externen Datenverarbeitungseinrichtung oder Datenbank in Betracht. Ein solches Übertragen kann online oder offline, per Funk oder kabelgebunden oder auch durch Austausch eines Speichermediums wie eines Speicherchips erfolgen. Die Daten können auch auf einem Speichermedium gespeichert, abgerufen und ergänzt werden. Ein solches Speichermedium kann in das Prüfgerät in einer Ausführungsform bei Bedarf eingesteckt werden und ist ansonsten an zentraler Stelle wie beispielsweise in der Windenergieanlage zu hinterlegen. Entsprechend ist das Prüfgerät z. B. mit einem entsprechenden Slot dafür vorbereitet, eine entsprechende Speicherkarte aufnehmen zu können.

Erfindungsgemäß wird weiter ein Verfahren zum Aufbauen einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage vorgeschlagen, bei dem zwei Konstruktionsabschnitte der Windenergieanlage in ihrem Verbindungsbereich mittels mehrerer Befestigungsmittel verbunden werden und bei dem eine jeweilige Kennung bei oder an dem jeweiligen Befestigungsmittel angeordnet wird. Diese Schritte können in der genannten oder einer anderen Reihenfolge durchgeführt werden. Anders ausgedrückt kann die Kennung vor oder nach dem Verbinden der Konstruktionsabschnitte angeordnet werden. Die Anordnung kann direkt an dem jeweiligen Befestigungsmittel erfolgen oder in dessen Nähe an wenigstens einem der Konstruktionsabschnitte.

Vorzugsweise umfasst das Verfahren weiter die Schritte die Befestigungsmittel fest- und/oder nachzuziehen und das Fest- bzw. Nachziehen insbesondere auf Vollständigkeit unter Berücksichtigung der Kennungen der Befestigungsmittel zu überprüfen. Somit erfolgt nach dem Verbinden der Konstruktionsabschnitte ein weiteres Fest- und/oder Nachziehen der Befestigungsmittel, die in einem ersten Schritt beim Verbinden beispielsweise zunächst nur handfest angezogen waren. Auch nach dem Festziehen aller Befestigungsmittel kann ein weiteres Nachziehen erfolgen. Insbesondere hierbei ist zur

Gewährleistung eines gleichmäßigen Festziehens darauf zu achten, dass alle Befestigungsmittel vollständig und gleichmäßig auf möglichst denselben Festigkeitswert also Anziehkraft oder Anziehdrehmoment festgezogen werden. Durch Überprüfung unter Berücksichtigung der Kennung jedes Befestigungsmittels wird gewährleistet, dass tatsächlich jedes einzelne Befestigungsmittel fest- bzw. nachgezogen wurde und man braucht sich hierbei nicht auf eine bloße Überprüfung der Gesamtzahl zu beschränken.

Erfindungsgemäß wird weiter ein Verfahren zum Prüfen der Befestigungsmittel eines Verbindungsbereichs zweier Konstruktionsabschnitte einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage vorgeschlagen mit den Schritten:

- Sukzessives Überprüfen der Befestigungsmittel und Ermitteln jeweils eines Prüfergebnisses, dabei
- Einlesen jeder Kennung zur Identifizierung des jeweiligen Befestigungsmittels und
- Zuordnen jedes Prüfergebnisses des jeweiligen identifizierten Befestigungsmittels.

Dieses Verfahren zum Prüfen kann sowohl beim Aufbau der Windenergieanlage als auch bei einer späteren Wartung eingesetzt werden. Hierbei werden zunächst die Befestigungsmittel nach und nach überprüft und entsprechend ein Prüfergebnis ermittelt. Vorzugsweise umfasst das Überprüfen zumindest das Festziehen des Befestigungsmittels mit einer vorbestimmten Kraft oder einem vorbestimmten Drehmoment. Das Erreichen dieser vorbestimmten Kraft oder des vorbestimmten Drehmomentes kann das Prüfergebnis darstellen. Auch andere Ergebnisse kommen infrage wie beispielsweise das Aufnehmen eines Drehmomentverlaufs beim Festziehen oder das Feststellen, dass eine gewünschte Festigkeit, also eine gewünschte Anziehkraft bzw. ein gewünschtes Anziehdrehmoment bereits vorliegt.

Ebenfalls wird jede Kennung zur Identifizierung des jeweiligen Befestigungsmittels eingelesen und dem jeweiligen Prüfergebnis zugeordnet. Hierdurch liegt für jedes Befestigungsmittel ein Prüfergebnis vor. Es kann sichergestellt werden, dass jedes Befestigungsmittel beim Prüfen berücksichtigt wurde und es können Auffälligkeiten erfasst und beobachtet werden. Tritt für ein Befestigungsmittel ein Problem auf, kann dieses ohne Weiteres dem entsprechenden Befestigungsmittel zugeordnet und dieses gegebenenfalls getauscht werden.

Vorzugsweise umfasst jedes Prüfergebnis zumindest eine Information darüber, ob eine Überprüfung des Befestigungsmittels überhaupt durchgeführt wurde. Somit kann zumindest die Vollständigkeit der Überprüfung gewährleistet werden. Günstig ist es zu jedem Befestigungsmittel das Prüfergebnis abzuspeichern, auszugeben und/oder auszuwerten. Somit kann zu jedem einzelnen Befestigungsmittel das Prüfergebnis vorliegen und ist jederzeit wieder abrufbar, wenn es vorher abgespeichert wurde. Zum Zugängigmachen des Ergebnisses kann dieses ausgegeben werden und es kann zumindest teilweise eine Auswertung des Ergebnisses erfolgen.

Vorzugsweise wird eine Fehlermeldung und/oder ein Fehlersignal ausgegeben, wenn festgestellt wird, dass die Prüfung eines Befestigungsmittels nicht korrekt durchgeführt wurde. Eine solche Fehlermeldung bzw. Fehlersignal kann bei einer unvollständigen Prüfung als auch bei einem Fehler wie einem zu geringen Anzugsdrehmoment oder einer zu geringen Anzugskraft ausgegeben werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Prüfverfahren wiederholt und/oder die Prüfergebnisse in Prüfprotokollen gespeichert. Eine solche Wiederholung kann beispielsweise in vorbestimmten Wartungsintervallen erfolgen. Hierdurch können verlässliche und jedem einzelnen Befestigungsmittel zuordenbare Datensätze erzeugt werden. Ebenso wird hierdurch eine Grundlage für eine Zertifizierung geschaffen, falls dies gewünscht ist.

Zentrales Ziel der Erfindung ist es, eine gewünschte, vorgegebene Montagequalität einschließlich Zuverlässigkeit zu erreichen. Zur Erreichung dieses Ziels sind verschiedene Aspekte und Merkmale zu beachten, die sich ergänzen können oder Alternativen darstellen. Hierzu gehört das eingesetzte Verfahren zum Festziehen der Befestigungsmittel, das verwendete Prüfgerät, das auch als Schraubgerät bezeichnet werden kann, das Führen eines Protokolls, die Erfassung des jeweils bearbeiteten Befestigungsmittels insbesondere deren Kennung, und schließlich die verwendete Kennung.

Bei der Durchführung des Verfahrens muss die Reihenfolge der Bearbeitung stimmen und/oder es muss die Anzahl stimmen.

Ein Schraubgerät kann mit einem Leser, einer Eingabeeinheit, einer Anzeige und/oder einer Sperre versehen sein. Ein Leser kann einen Barcode und/oder eine Struktur

erfassen. Eine Eingabeeinheit kann mit Tasten zur Eingabe versehen sein oder mittels eines manuellen Barcodelesers benutzt werden.

An der Anzeige kann angezeigt werden, ob alle Schrauben bereits bearbeitet, insbesondere festgezogen wurden und/oder sie kann angeben, ob und gegebenenfalls welche bestimmte Schraube fehlt.

Wenn eine Sperre vorgesehen ist, so kann diese das Fortsetzen der Bearbeitung, insbesondere des Festziehens weiterer Befestigungsmittel sperren, wenn eine vorgeschriebene Folge unterbrochen wird, wenn eine zu geringe Anzahl bearbeitet wurde und wenn ein oder mehrere Befestigungsmittel wie z. B. Schrauben davon ausgelassen wurden.

In einem Protokoll ist dann zu vermerken, oder wird automatisch von dem Schraubgerät oder dem Prüfgerät vermerkt, was für die Überprüfung von Bedeutung sein kann. Hierzu gehört eine Kennung des Befestigungsmittels wie ein Schraubenkennzeichen, Datum und Uhrzeit der Bearbeitung, der Bediener des Schraubgerätes oder Prüfgerätes, die gemessene Anzugskraft bzw. das gemessene Anzugsdrehmoment und/oder die Einsatzart, bei der das Protokoll aufgenommen wurde, nämlich ob die Windenergieanlage aufgebaut oder gewartet wurde.

Eine Erfassung kann unter anderem bei einer oder durch eine manuellen Bearbeitung und/oder mittels eines manuellen Barcodelesers erfolgen.

Eine Kennung kann beispielsweise unterteilt werden in einen Barcode und/oder eine Struktur. Anstelle eines Barcodes ist auch eine Vielzahl anderer automatisch erkennbarer Kennungen bzw. Kodierungen denkbar, die oben bereits beschrieben wurden. Durch einen Barcode kann ein Befestigungsmittel wie beispielsweise eine Schraube ansich individualisiert werden. Ebenso ist ein Befestigungsmittel in dem Verbindungsbereich bzw. im Konkreten eine Schraube in einem Flansch zu nummerieren. Ebenso kann sowohl eine Schraube als auch deren Position im Turm individualisiert werden. Auch dies ist auf jegliche Befestigungsmittel übertragbar und ebenso auf Positionen an anderen Stellen in der Windenergieanlage wie beispielsweise am Flansch für die Blattmontage. Wird als Kennung lediglich eine Struktur verwendet, so ist eine Vorfestlegung nicht möglich.

Diese Aspekte und Merkmale zum Erreichen des genannten Ziels erläutern die vorliegende Erfindung sowie Hintergründe dazu.

Erfindungsgemäß wurde zumindest in einer Ausführungsform ein Identifizierungssystem vorgeschlagen, das bei der Verschraubung von Flanschverbindungen wie z. B. Turm- oder Blattflanschen verwendet werden kann. Es soll sichergestellt werden, dass alle Schraubverbindungen ordnungsgemäß hergestellt werden, ohne dass Schrauben doppelt oder gar nicht angezogen werden.

Als ein Beispiel, bei dem die Erfindung zur Geltung kommt, dient ein Turmflansch. Bei der Verschraubung von Turmflanschen muss sichergestellt sein, dass jede Schraube ordnungsgemäß angezogen wird. Bei der Vielzahl der Schraubverbindungen (oft mehr als 100 pro Flansch) konnte es bisher vorkommen, dass einzelne Schraubverbindungen nicht angezogen werden, oder auch einzelne doppelt. Das doppelte Anziehen ist zwar unproblematisch, kann jedoch dazu führen, dass sich der Monteur verzählt und annimmt, alle Verbindungen verschraubt zu haben.

Es ist auch zu beachten, dass die vorliegende Erfindung grundsätzlich auch außerhalb von Windenergieanlagen, wo eine Reihe von gleichen Schraubverbindungen in beispielsweise einem Bauteil vorkommt, zum Einsatz kommen kann.

Gemäß einer Ausführungsform wird an einen Turmflansch ein umlaufender Aufkleber mit einer Nummerierung der Schraubverbindungen, also der Befestigungsmittel, sowie eines einfachen Barcodes befestigt. Ein Verschraubungsgerät, das ein Beispiel eines Prüfgerätes darstellt, und drehend oder ziehend ausgeführt sein kann, ist mit einem Barcodeleser ausgestattet, der bauartgemäß immer richtig zum Barcode positioniert ist. Das Verschraubungsgerät ist so programmiert, dass die Flanschverbindung mit Anzahl, Schraubenart, Anzugsmoment bzw. Vorspannkraft bekannt sind. Das Verschraubungsgerät meldet Fehler, z. B. wenn zu wenig verschraubte Verbindungen erkannt wurden, und erstellt auch ein Protokoll, welches in der Lebenslaufakte im Service hinterlegt wird. Anhand dieses Protokolls kann bei einer Wartung ein weiteres Schraubgerät oder natürlich auch dasselbe diese Verbindung prüfen und jede einzelne Verbindung auf den Erhalt der Vorspannkraft prüfen, bzw. bei der Prüfung mittels Stichprobenprüfung den Wartungsplan vorgeben und dokumentieren.

Erfindungsgemäß soll gegenüber dem Stand der Technik die Anzahl der nicht ausgeführten Schraubverbindungen vermindert werden. Weitere Vorteile bestehen in

einer verbesserten Protokollierung, Überwachung der Schraubverbindungen, und einer verbesserten Kontrolle der Schraubverbindungen während des Betriebs der Anlage.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den Ausschnitt zweier miteinander verbundener Turmsegmente einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage schematisch.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Prüfgerät in einer schematischen Darstellung von unten.

Fig. 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Prüfgerät gemäß einer weiteren Ausführungsform in einer perspektivischen Draufsicht.

Fig. 4 zeigt das Prüfgerät gemäß Fig. 3 in einer perspektivischen Seitenansicht.

Fig. 5 zeigt ein erfindungsgemäßes Prüfgerät gemäß einer noch weiteren Ausführungsform in einer perspektivischen Seitenansicht.

Die Fig. 1 zeigt als ersten und zweiten Konstruktionsabschnitt 2, 4 ein erstes und zweites Turmsegment, die zur Veranschaulichung in einer Darstellung von der Turminnenseite gezeigt sind. Die Größenverhältnisse der Elemente gemäß der Fig. 1 machen keine Aussage über tatsächliche, reale Verhältnisse. Die beiden Turmsegmente 2, 4 weisen jeweils einen Ringflansch 6, 8 auf, die als Verbindungsbereiche dienen. Zum Verbinden der beiden Turmsegmente 2 und 4 liegen die beiden Flansche 6, 8 aufeinander. Zum Befestigen wird eine Vielzahl von Befestigungsmitteln 10 verwendet. Auch die Anzahl dieser Befestigungsmittel 10 lässt keinen Rückschluss auf eine tatsächlich verwendete Anzahl zu. Die Befestigungsmittel 10 bestehen jeweils aus einer Schraube 12 und einer Schraubenmutter 14.

Jedes Befestigungsmittel 10 ist mit einer Kennung 16 gekennzeichnet. Der Einfachheit halber tragen alle Kennungen 16 dasselbe Bezugszeichen. Tatsächlich unterscheiden sich jedoch sämtliche dargestellten Kennungen 16 voneinander. Aufgrund der schematischen Darstellung ist die genaue Ausführung der Kennungen 16 der Fig. 1 nicht zu entnehmen. Gemäß einer Ausführungsform sind die Kennungen 16 als Barcode zum optischen Einlesen ausgeführt. Jeder Barcode kodiert für jedes Befestigungsmittel 10

eine individuelle Nummer, so dass jedes Befestigungsmittel 10 von jedem anderen Befestigungsmittel 10 aufgrund dieser Nummer unterschieden werden kann. Zusätzlich ist für den Monteur eine Nummer in Klarlack aufgedruckt. Von der Kennung 16 beziehungsweise ihres Inhaltes abgesehen, sind die Befestigungsmittel 10 grundsätzlich identisch und unterscheiden sich im Wesentlichen nur von ihrer Position und ihrem Zustand, insbesondere wie fest jedes einzelne Befestigungsmittel 10 gezogen ist. Weitere Unterscheidungen können sich ergeben, wenn beispielsweise ein Befestigungsmittel 10 defekt ist, was jedoch zunächst nicht erkennbar ist.

Zum Aufbauen einer Windenergieanlage werden somit, nachdem die Schraubenmuttern 14 auf die Schrauben 12 aufgesetzt und aufgeschraubt oder zumindest handfest angezogen sind, die Befestigungsmittel 10 eins nach dem anderen festgezogen. Beispielsweise wird gemäß Fig. 1 bei dem Bezugszeichen 6 für den oberen Ringflansch 6 mit der ersten Schraubenmutter 14 begonnen und so alle Schraubenmuttern 14 einmal rund um den Ringflansch 6 herum festgezogen. Dieses Festziehen aller Schraubenmuttern 14 (ganz rechts) und damit aller Befestigungsmittel 10 schließt natürlich auch die auf dem in Fig. 1 nicht dargestellten Teil des Ringflansches 6 mit ein. In dem veranschaulichten Beispiel gemäß Fig. 1 wären demnach 38 Befestigungsmittel 10 festzuziehen, von denen 19 in Fig. 1 dargestellt sind. Tatsächlich weist ein Turmsegment eines Stahlturms einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage meist eine wesentlich höhere Zahl von Befestigungsmitteln je Ringflansch auf. Die Zahl kann bis 100 oder sogar noch darüber hinaus reichen. Es ist klar, dass ein Befestigungsmittel 10 dem anderen gleicht und die Befestigungsmittel 10 als solche kaum Anhaltspunkte für eine Wiedererkennung liefern.

Erfindungsgemäß wird somit zumindest gemäß einer Ausführungsform beim Festziehen jedes Befestigungsmittels 10 die entsprechende Kennung 16 eingelesen und es ist somit leicht feststellbar welches Befestigungsmittel 10 gerade festgezogen wird, welches zuvor festgezogen wurde und insbesondere auch welches als nächstes festzuziehen ist.

Selbst wenn der Barcode für den Monteur möglicherweise nicht oder nur schlecht zu lesen ist, so ist die Kennung für ihn doch leicht mithilfe eines Barcodelesers auszulesen. In einer Ausführungsform ist ein solcher Barcodeleser unmittelbar an einem Prüfgerät angeordnet, das der Prüfer bei der Montage oder Wartung verwendet.

Im Übrigen kann auch gerade bei der Installation nachdem alle Befestigungsmittel 10 eines Ringflansches 6 einmal festgezogen wurden, dieser Vorgang ein weiteres Mal

wiederholt werden. Erfindungsgemäß wird die Möglichkeit geschaffen, dass kein Befestigungsmittel weder im ersten noch in weiteren Durchgängen übersprungen wird.

Um den Montageaufwand durch das Anbringen der Kennungen 16 nicht zu erhöhen, sind diese gemäß der Ausführungsform der Fig. 1 bereits an einer Innenkreisfläche des Ringflansches 6 angeordnet. Diese Anordnung kann auf einfache Weise bereits in der Werkshalle vorgenommen werden. Somit kann auch schon in der Werkshalle auf eine gewünschte Reihenfolge geachtet werden. Beim Vorbereiten der Befestigungsmittel 10, insbesondere beim Aufschrauben der Schraubenmuttern 14 braucht auf die Kennung, insbesondere auf die genannte Reihenfolge, nicht geachtet zu werden. Auch kann bei Austausch eines Befestigungsmittels 10 oder eines Teils davon, wie der Schraubenmutter 14, die Kennung ohne Probleme beibehalten werden.

Das schematisch dargestellte Prüfgerät 30 gemäß Fig. 2 weist einen Werkzeugabschnitt 32 zum Festziehen von Befestigungsmitteln wie den Befestigungsmitteln 10 der Fig. 1 und eine Erfassungseinheit 34 zum Erfassen der Kennung wie der Kennung 16 gemäß Fig. 1 jedes Befestigungsmittels auf. Der Werkzeugabschnitt 32 umfasst ein Gehäuse 36, in dem eine Antriebseinheit zum Bewegen eines Werkzeugschlüsselteils 38 aufgenommen ist. Das Werkzeugschlüsselteil 38 ist dazu vorbereitet, auf eine Schraubenmutter 14 gemäß Fig. 1 zum Festziehen derselben aufgesetzt zu werden. Oftmals ist das Werkzeugschlüsselteil 38 als austauschbare Nuss vorgesehen.

Neben dem Antrieb zum Festziehen einer Schraubenmutter und damit zum Bewegen des Werkzeugschlüsselteils 38 weist das Prüfgerät 30 in dem Gehäuse 36 auch eine Messeinheit zum Messen des aufgewendeten Drehmoments auf.

Die Erfassungseinheit 34 ist an einem Griffelement 40 angeordnet. Die Erfassungseinheit 34 weist eine Vielzahl von optischen Sensoren 42 zum optischen Erfassen einer Kennung wie der Kennung 16 der Fig. 1 auf. Durch die Verwendung einer Vielzahl optischer Sensoren 42 können Kennungen in unterschiedlichen, wenn auch ähnlichen Richtungen abgetastet werden. Das Prüfgerät 30 der Fig. 2 ist dazu vorbereitet, mit dem Werkzeugschlüsselteil 38 auf eine Schraubenmutter 14 gemäß der Fig. 1 aufgesetzt zu werden. In dieser Situation wäre das Prüfgerät 30 gegenüber der Fig. 2 um etwa 180 Grad gedreht, so dass das Werkzeugschlüsselteil 38 gemäß Fig. 1 im Wesentlichen nach unten weist. Ebenso weisen dann die optischen Sensoren 42 und damit die Erfassungseinheit 34 insgesamt etwa nach unten und dabei in Richtung auf die

betreffende Kennung 16. Jedenfalls ein Paar der optischen Sensoren 42 kann dann die Kennung 16 auslesen.

Für eine erste Verarbeitung und Zwischenspeicherung ist in dem Griffelement 40 ein entsprechender Mikrocomputer vorgesehen. Dieser arbeitet auch mit der Messeinheit im Gehäuse 36 des Werkzeugabschnitts 32 zusammen und kann somit die Tätigkeit des Werkzeugabschnitts 32, insbesondere das ausgeübte und gemessene Drehmoment der Kennung 16 zuordnen, die etwa zeitgleich durch die Erfassungseinheit 34 erfasst wurde.

Das Prüfgerät 30 weist an seinem Griffelement 40 zudem noch eine Leitung 44 auf, die nur abgeschnitten dargestellt ist. Diese Leitung 44 dient im Wesentlichen der Energieversorgung des Werkzeugabschnitts 32. Zusätzlich können Datenleitungen in diese Leitung 44 integriert werden.

Das Prüfgerät 330 gemäß Fig. 3 ist auf eine Schraubenmutter 314 eines Befestigungsmittels 310 aufgesetzt. Die Befestigungsmittel 310 sind an einem Ringflansch 306 angeordnet. Ein auf eine Schraubenmutter 314 aufgesetztes Werkzeugschlüsselteil 338 ragt durch ein Gehäuse 336 des Prüfgerätes 330 hindurch und ist in Fig. 3 somit an der Oberseite des Gehäuses 336 zum Teil sichtbar. In dem Gehäuse 336 ist ein Werkzeugabschnitt 332 angeordnet, in dem eine Antriebseinheit zum Bewegen des Werkzeugschlüsselteils 338 aufgenommen ist. Zum Ausüben einer Kraft auf den Werkzeugschlüsselteil 338 sind Kraftanschlüsse 344 vorgesehen. Weiterhin weist das Prüfgerät 330 eine Hilfslasche 350 auf, auf die es vorliegend jedoch nicht ankommt. Zum Abstützen, insbesondere zum Aufnehmen eines Drehmomentes beim Festziehen einer Schraubenmutter 314 weist das Prüfgerät 330 zudem ein Stützelement 346 auf. Dieses Stützelement 346 liegt an einer weiteren Schraubenmutter 314 und damit an einem weiteren Befestigungsmittel 310 an und stützt sich beim Aufbringen eines Drehmomentes daran ab.

Kennungen 316 sind an dem Turmflansch 306 zur Turminnenseite weisend angeordnet und in der Fig. 3 schematisch dargestellt. Ein Erfassungseinheit ist an dem Gehäuse 336 an der nach unten weisenden Seite angeordnet und daher in der Fig. 3 nicht ersichtbar. Diese Erfassungseinheit befindet sich etwa an der Gehäuseunterseite im Bereich zwischen der Hilfslasche 350 und dem Kraftanschluss 344. Die Erfassungseinheit weist somit gemäß Fig. 3 nach unten und dabei in Richtung auf jedenfalls eine der Kennungen 316 an dem Turmflansch (Verbindungsbereich) 306. Das Prüfgerät 330 gemäß Fig. 3

kann somit in auf der Schraubenmutter 314 aufgesetzten Position die Kennung 306 lesen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass das Prüfgerät 330 gemäß Fig. 3 auf einer Schraubenmutter 314 aufgesetzt ist, wobei nur ein äußerst geringer Abstand zwischen den Schraubenmuttern 314 und der benachbarten Turmwandung 318 verbleibt. Das Prüfgerät 330 weist somit an einer Stelle einen nur sehr schmalen Rand 348 neben dem Werkzeugschlüsselteil 338 auf. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu dem sehr schematisch dargestellten Prüfgerät 330 der Fig. 2.

In der Fig. 4 ist ein Prüfgerät 430 auf eine weitere Schraubenmutter 414 an einem breiten Flansch 406 aufgesetzt. Das Prüfgerät 340 der Fig. 4 entspricht im Wesentlichen dem Prüfgerät 330 der Fig. 3, wobei die Hilfslasche 350 nicht vorhanden ist. An dem Flansch 406 sind auf einer nach oben weisenden Seite die Kennungen 416 angeordnet und im Bereich des Stützelementes 446 angedeutet. Auch diese Kennung 416 ist somit bei der gerade bearbeiteten Schraubenmutter 414 unterhalb des Gehäuses 436 des Prüfgerätes 430 angeordnet, so dass das Prüfgerät 430 in dem gezeigten Zustand die betreffende Kennung 416 erfassen kann.

Das Prüfgerät 530 gemäß Fig. 5 ist mit seinem Werkzeugabschnitt 532 auf eine der Schraubenmuttern 514 eines Befestigungsmittels 510 aufgesetzt. Ein Stützelement 546 stützt sich an einer Schraubenmutter 514 ab und ist auf seiner Unterseite mit einer Erfassungseinheit versehen, um die betreffende Kennung 516 zu erfassen. Das Prüfgerät 530 weist zudem ein Griffelement 540 auf, mit dem das Prüfgerät 530 gehalten werden kann und das einige nicht näher dargestellte Bedienelemente aufweist. Das Prüfgerät 530 wird gemäß Fig. 5 im Bereich des Griffelementes 540 durch eine Hand gehalten, die schematisch angedeutet ist.

Ansprüche

1. Windenergieanlage mit

- mehreren Konstruktionsabschnitten mit jeweils wenigstens einem Verbindungsbereich zum Verbinden wenigstens zweier Konstruktionsabschnitte untereinander,

- mehreren Befestigungsmitteln zum Befestigen wenigstens zweier Verbindungsbereiche zweier Konstruktionsabschnitte aneinander, und

- einer Kennung für jedes Befestigungsmittel zur Unterscheidung gegenüber anderen Befestigungsmitteln.

2. Windenergieanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennung an einem Verbindungsbereich angebracht ist.

3. Windenergieanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Befestigungsmittel wenigstens eine Schraube mit wenigstens einer zugehörigen Mutter aufweist.

4. Windenergieanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beziehungsweise eine weitere Kennung jeweils an der Mutter und/oder an der Schraube angebracht ist.

5. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennung magnetisch, mittels mechanischer Formen oder Oberflächengestaltung, durch einen elektronischen Chip, einen elektronischen Resonanzkreis und/oder zur optischen Erfassung, insbesondere als Barcode ausgeführt ist.

6. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennung mittels Aufkleber angebracht wird.

7. Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Konstruktionsabschnitt als Turmsegment und/oder ein Verbindungsbereich als Verbindungsflansch ausgebildet ist.

8. Konstruktionsabschnitt einer Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Kennung für jedes Befestigungsmittel.

9. Prüfgerät zum Prüfen der Befestigungsmittel eines Konstruktionsabschnitts einer Windenergieanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit:

- einem Werkzeugabschnitt zum Fest- und/oder Nachziehen der Befestigungsmittel, um eine gewünschte Festigkeit herzustellen und/oder zum Überprüfen der Befestigungsmittel hinsichtlich ihrer Festigkeit und

- eine Erfassungseinheit zum Erfassen der Kennung jedes Befestigungsmittels.

10. Prüfgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinheit zum Lesen der Kennung so an dem Prüfgerät angeordnet ist, dass während dem Überprüfen und/oder Festziehen jeweils eines Befestigungsmittels dessen zugeordnete Kennung erfasst werden kann.

11. Prüfgerät nach Anspruch 9 oder 10, weiter umfassend eine Datenverarbeitungseinrichtung, die dazu vorbereitet ist, Daten der Befestigungsmittel zu verarbeiten, insbesondere einzulesen, zu speichern, auszuwerten, zu übertragen und/oder auszugeben.

12. Prüfgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 11, das dazu vorbereitet ist, bei Feststellen einer nicht korrekten Durchführung der Prüfung eines ersten Befestigungsmittels eine Fehlermeldung und/oder ein Fehlersignal auszugeben und/oder eine Fortsetzung der Prüfung zu sperren, bis für die Prüfung des ersten Befestigungsmittels eine korrekt durchgeführte Prüfung festgestellt wurde.

13. Verfahren zum Aufbauen einer Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend die Schritte:

- Verbinden zweier Konstruktionsabschnitte in ihrem Verbindungsbereich mittels mehrerer Befestigungsmittel und

- Anordnen der jeweiligen Kennung bei oder an dem jeweiligen Befestigungsmittel.

14. Verfahren zum Aufbauen einer Windenergieanlage nach Anspruch 13, weiter umfassend die Schritte:

- Fest- und/oder Nachziehen der Befestigungsmittel und

- Überprüfen des Fest- bzw. Nachziehens insbesondere auf Vollständigkeit unter Berücksichtigung der Kennungen der Befestigungsmittel.

15. Verfahren zum Prüfen der Befestigungsmittel eines Verbindungsbereichs zweier Konstruktionsabschnitte einer Windenergieanlage gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend die Schritte:

- Sukzessives Überprüfen der Befestigungsmittel und Ermitteln jeweils eines Prüfergebnisses, dabei

- Einlesen jeder Kennung zur Identifizierung des jeweiligen Befestigungsmittels und

- Zuordnen jedes Prüfergebnisses des jeweiligen identifizierten Befestigungsmittels.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Überprüfen zumindest das Festziehen des Befestigungsmittels mit einer vorbestimmten Kraft oder einem vorbestimmten Drehmoment umfasst.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei jedes Prüfergebnis zumindest eine Information umfasst, ob eine Überprüfung des Befestigungsmittels durchgeführt wurde.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zu jedem Befestigungsmittel das Prüfergebnis abgespeichert, ausgegeben und/oder ausgewertet wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass bei Feststellen einer nicht korrekten Durchführung der Prüfung eine Fehlermeldung und/oder ein Fehlersignal ausgegeben wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, wobei das Verfahren, insbesondere in vorbestimmten Wartungsintervallen, wiederholt und/oder die Prüfergebnisse in Prüfprotokollen gespeichert werden.

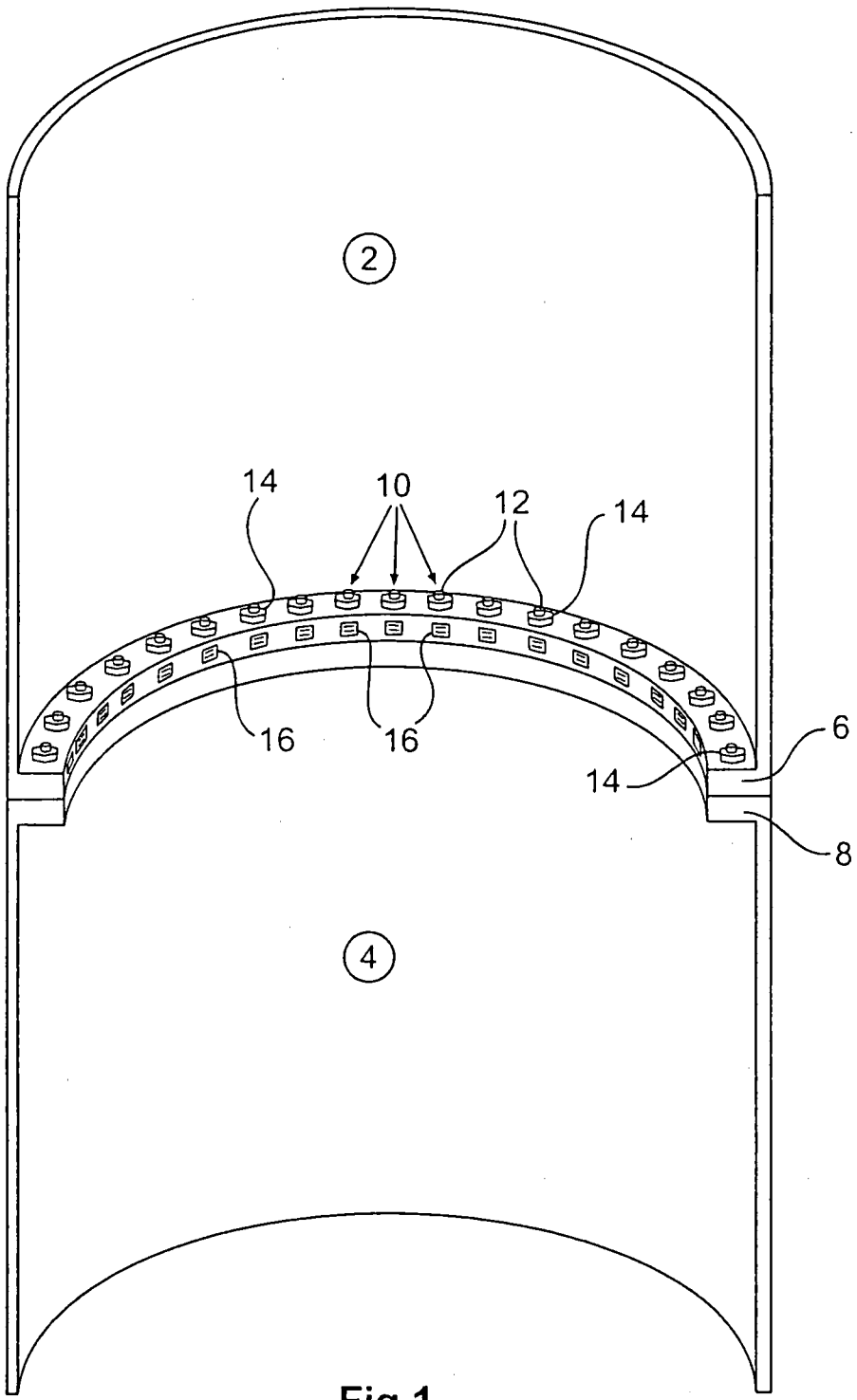


Fig.1

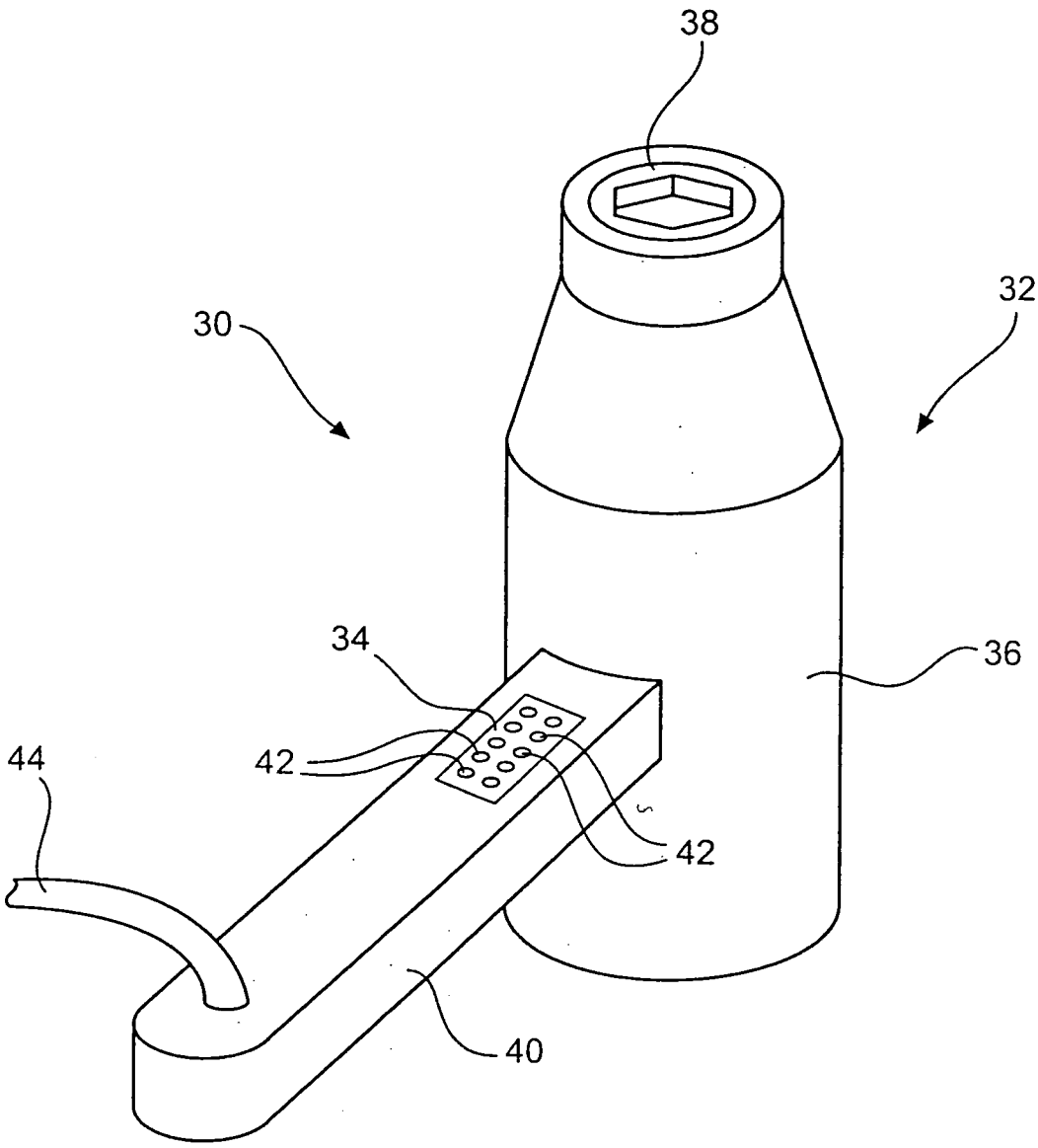


Fig.2

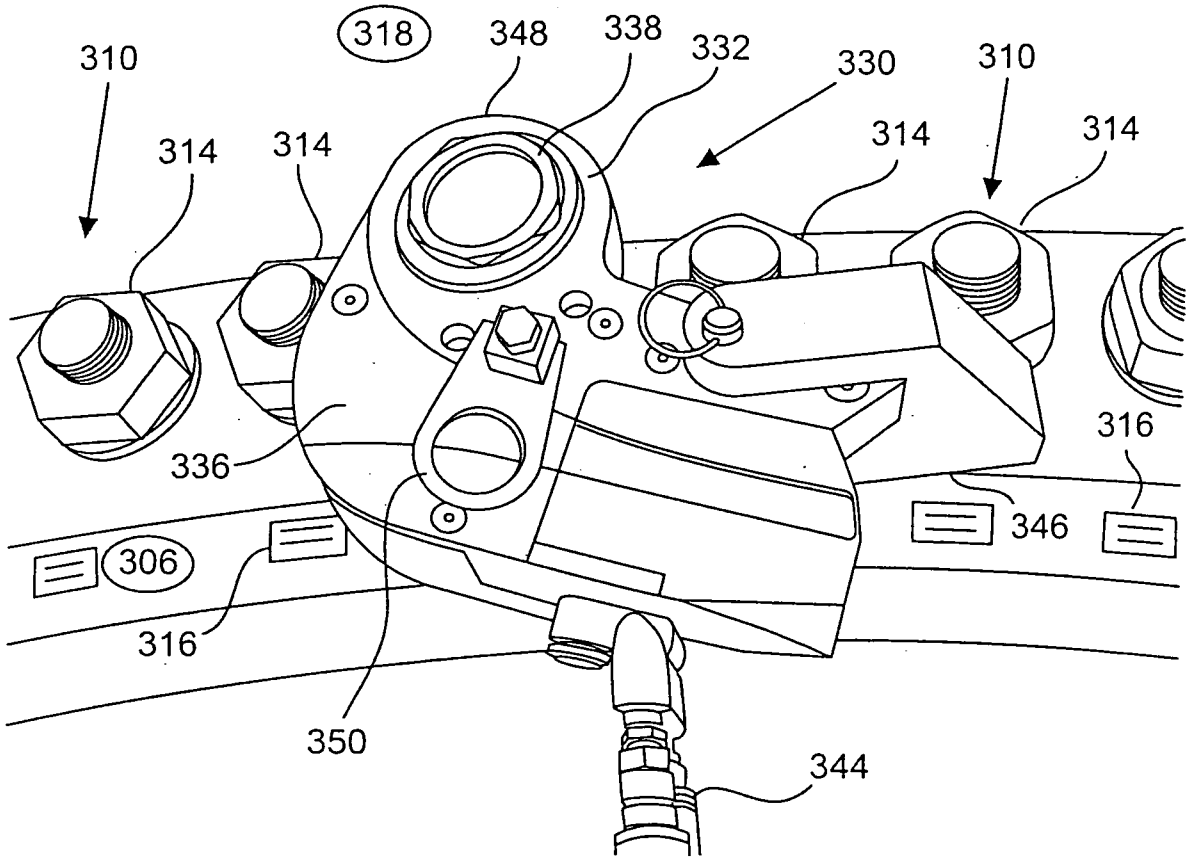

318
348
338
332
330
310
310
314
314
314
314
336
316
346
306
316
350
344

Fig.3

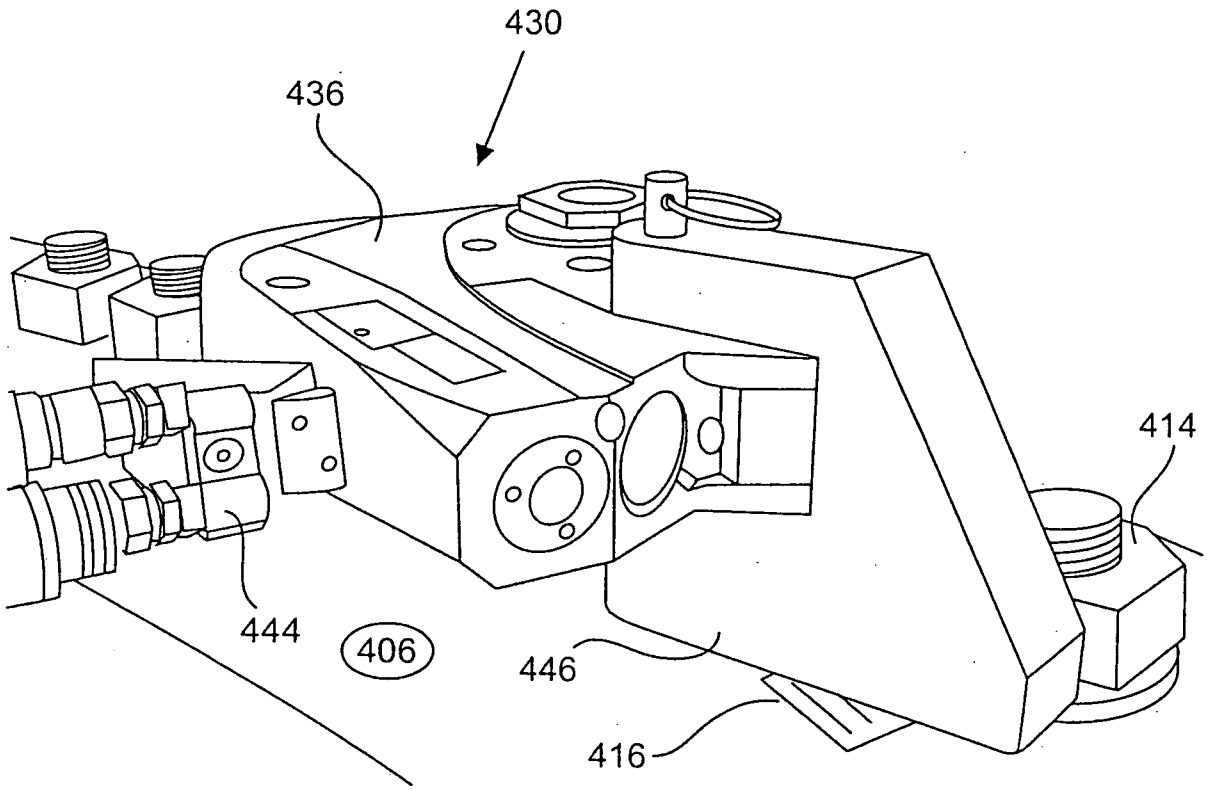


Fig.4

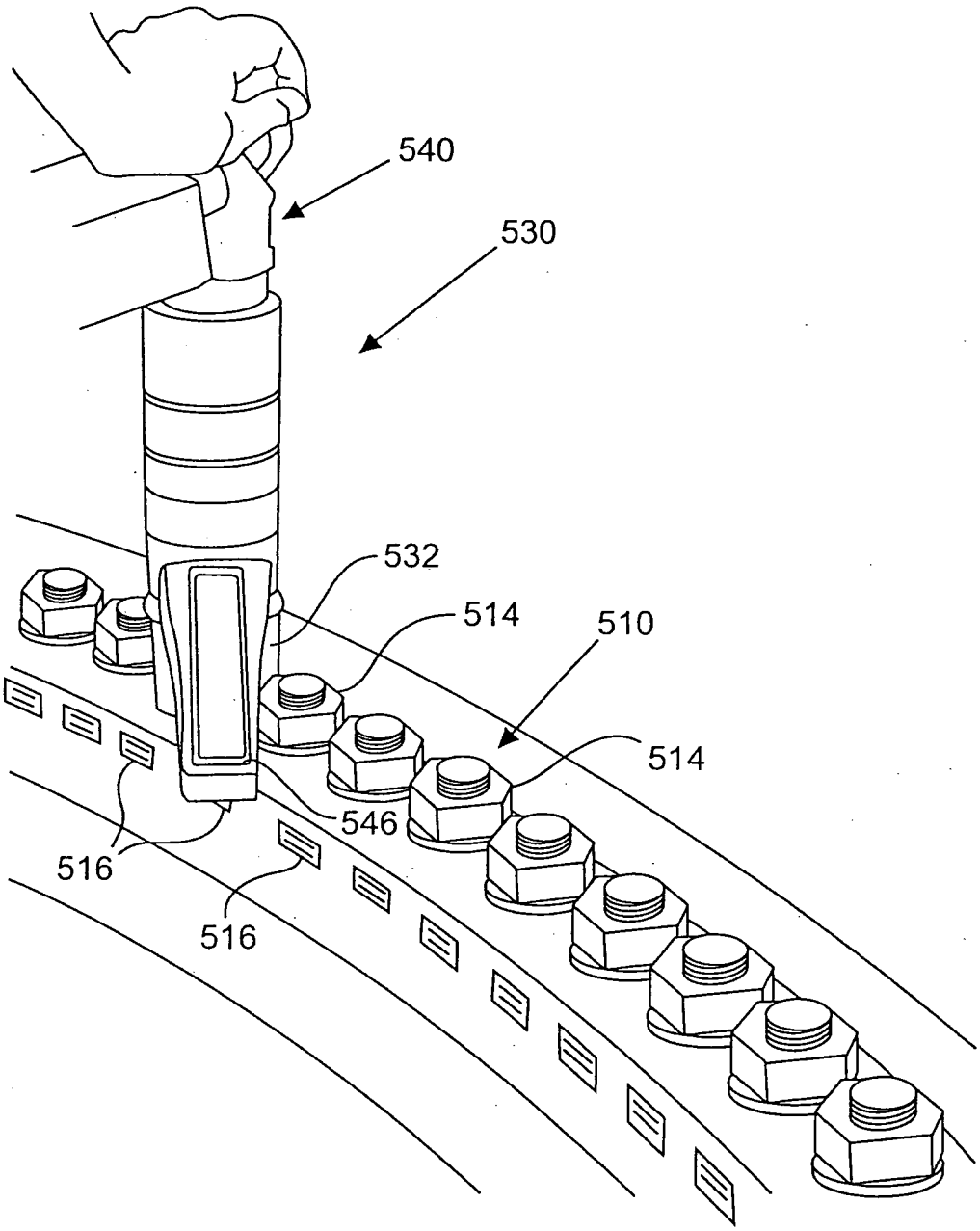


Fig.5