



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

(51) Int Cl.:
B25B 23/142 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15003360.3**

(22) Anmeldetag: **25.11.2015**

(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: **Eduard Wille GmbH & Co KG**
42349 Wuppertal (DE)

(72) Erfinder: **Backhaus, Michael**
44388 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Willems, Volker**
Patentanwälte Weisse, Moltmann & Willems
Partnerschaftsgesellschaft
Am Lomberg 13
42555 Velbert (DE)

(30) Priorität: **25.11.2014 DE 202014105672 U**

(54) **DREHMOMENT- UND DREHWINKELWERKZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug (10) zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments (M) und eines Drehwinkels (φ) an einer Schraubverbindung. Das Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug (10) enthält ein Gehäuse (23) mit einem Griff (22) und einen Hebelarm (12) zum Übertragen des Drehmoments (M). Eine Drehmomentmess-einrichtung (34) erfasst das Drehmoment (M) elektro-

nisch. Eine Drehwinkelmesseinrichtung (36) erfasst den Drehwinkels (φ) elektronisch. Eine Mess- und Steuerelektronik verarbeitet die so erfassten Drehmoment und Drehwinkel. Eine Einrichtung (30) zum Ermitteln des Anzugstatus der Schraubverbindung, ob die Schraubverbindung bereits ein Solldrehmoment erreicht hat, ist vorgesehen.

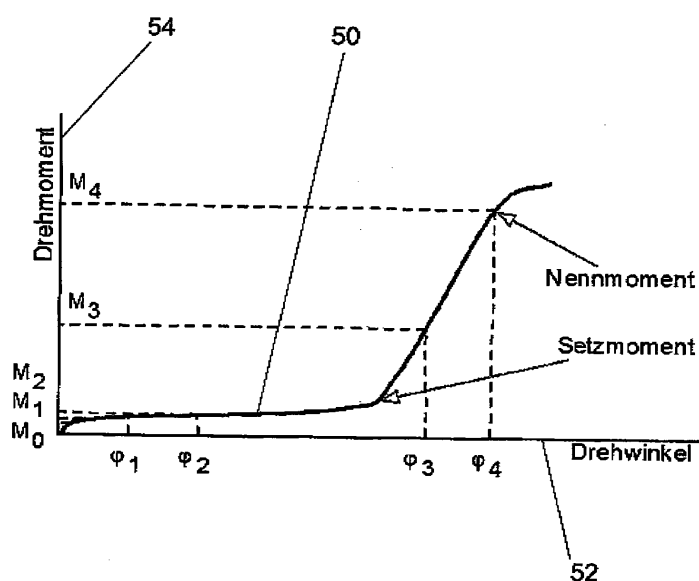


Fig.3

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug zum Messen und zum Anziehen eines Drehmoments und eines Drehwinkels an einer Schraubverbindung, enthaltend

- a) ein Gehäuse mit einem Griff,
- b) einen Hebelarm zum Übertragen des Drehmoments,
- c) eine Drehmomentmesseinrichtung zur elektronischen Erfassung des Drehmoments und
- d) eine Drehwinkelmesseinrichtung zur elektronischen Erfassung des Drehwinkels,
- e) eine Mess- und Steuerelektronik zum Verarbeiten des erfassten Drehmoments und des Drehwinkels,
- f) eine Einrichtung zum Ermitteln des Anzugstatus der Schraubverbindung, ob die Schraubverbindung bereits ein Solldrehmoment erreicht hat.

Beschreibung

[0002] Die Verschraubung ist die am häufigsten genutzte Verbindung im Maschinenbau. Solche Verbindungselemente können nur durch die Verwendung geeigneter Montagewerkzeuge wirksam werden. Zu den hierfür geeigneten Montagewerkzeugen zählen Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeuge, wie sie eingangs genannt sind. Drehmomentwerkzeuge werden benötigt, um an einem Werkstück ein bestimmtes Drehmoment auszuüben. Als Drehmomentwerkzeuge sind beispielsweise Drehmomentschlüssel oder Drehmomentschraubendreher bekannt.

[0003] Es gibt mechanische und elektronische Drehmomentwerkzeuge. Insbesondere gibt es anzeigende und auslösende Drehmomentwerkzeuge. Anzeigende Drehmomentwerkzeuge zeigen immer das jeweils anliegende Drehmoment an. Bei auslösenden Drehmomentwerkzeugen wird ein Solldrehmoment eingestellt. Sobald dieses Drehmoment beim Anziehen einer Verschraubung erreicht wird, signalisiert das Drehmomentwerkzeug das Erreichen des Solldrehmoments einem Nutzer. Dies kann beispielsweise durch ein hörbares Klicken oder fühlbares Knacken signalisiert werden.

[0004] Das bei der Verwendung handgeführter Werkzeuge zu übertragende Drehmoment ist hierbei sowohl von der physischen Konstitution des Benutzers als auch von dessen subjektiven Kraftempfinden abhängig. Drehmomentwerkzeuge werden eingesetzt, um eine Schraube mit einer hohen Vorspannkraft zu belasten, die im elastischen Bereich der Schraube liegt oder auch, um

die Schraube mit nur geringen Vorspannkraften zu belasten. Der Einsatz von neuen Konstruktionswerkstoffen wie z. B. Magnesium, Aluminium oder Kunststoff, vor allem für den Leichtbau in der Automobil- oder Flugzeugindustrie lässt sowohl den Bedarf, als auch die Anforderungen an die Drehmomentwerkzeuge ansteigen. Durch diese neuen Werkstoffe steigt nämlich die Zahl der empfindlichen Schraubverbindungen. Die geringere Zugfestigkeit dieser Leichtbau-Werkstoffe im Vergleich zu Stahlwerkstoffen würde bei einer Überbeanspruchung der Schraubverbindung zu Beschädigungen des Gewindes führen, die diese teuren Bauteile unbrauchbar machen würden.

[0005] Winkelmesseinrichtungen zur Messung des Anziehungswinkels werden unter anderem bei einem drehwinkelgesteuerten Anziehen von Schrauben oder Muttern verwendet. Dabei wird beispielsweise mit einem Drehmomentschlüssel eine Schraubverbindung bis zu einem vorgegebenen Setzdrehmoment angezogen. Mit Erreichen des Setzdrehmoments hat sich eine Schraubverbindung gesetzt, d. h. alle beteiligten Elemente, wie beispielsweise ein Schraubenkopf, eine Mutter und zu verbindende Werkstücke liegen - nach Flachdrücken aller Unebenheiten - glatt aufeinander. Anschließend erfolgt ein weiterer Anziehvorgang durch ein Weiterdrehen um einen bestimmten, vorgegebenen Drehwinkel. Dadurch wird eine optimale Vorspannkraft der Verschraubung erreicht.

[0006] Es sind Kombinationswerkzeuge bekannt, die den Drehmomentschlüssel und die Winkelmesseinrichtung zur Messung des Anziehungswinkels kombinieren. Dabei wird mit dem Drehmomentschlüssel ein Drehmoment bis zu einem Solldrehmoment auf die Schraube übertragen. Danach wird die Schraube um einen definierten Drehwinkel mit dem gleichen Werkzeug angezogen.

[0007] In der Praxis kommt es immer wieder zu Montagefehlern, da einzelne Schrauben einer komplexen Baugruppe nicht angezogen werden. Eine Fehlerursache ist, dass Schrauben doppelt und andere dafür gar nicht angezogen werden. Elektronische Drehmomentschlüssel, welche im Rahmen eines Ablaufplans die angezogene Schraubenverbindung registrieren, können den oben beschriebenen Fehler nicht automatisch erkennen.

[0008] Solche Werkzeuge kommen vielfältig in der Montage zum Einsatz. Dabei hat ein Monteur einen Ablaufplan, welche Schraube er in welcher Reihenfolge mit was für einem Drehmoment und Drehwinkel anzuziehen hat.

[0009] Ein Monteur hat beispielsweise in diesem Ablaufplan zehn Schrauben anzuziehen. Bei der Montage zieht der Monteur eine Schraube (z.B. Nr. Acht) versehentlich doppelt an. Bei Erreichen der Schraube Nr. Neun ist der Ablaufplan allerdings abgearbeitet. Es wurden nämlich zehn Schraubverbindungen von dem elektronischen Drehmomentschlüssel aufgezeichnet. Der Monteur gibt die Baugruppe für den nächsten Montageschritt frei, obwohl eine Schraubenverbindung nicht korrekt an-

gezogen wurde.

[0010] Besonders kritisch ist dies, wenn Schrauben zunächst mit einem Drehmoment vorangezogen werden, um sie anschließend in einem zweiten Durchlauf auf das Nennmoment anzuziehen. Passiert der Fehler bei dem zweiten Durchlauf, kann der Fehler selbst bei einer optischen Kontrolle nicht mehr erkannt werden, da in der Regel bereits eine optische feste Schraubverbindung erstellt wurde.

Stand der Technik

[0011] Bekannt ist, dass eine Schraubverbindung während des Montageprozesses zunächst einen sehr flachen Drehmomentgradient aufweist. Der Drehmomentgradient wird als Drehmomentanstieg über ein Schraubwinkelintervall definiert. Der Drehmomentgradient wird allein durch die Reibungsverluste im Schraubengewinde bestimmt. Wird während eines Montageprozesses das Setzmoment erreicht, d.h., dass der Schraubenkopf aufsetzt, steigt der Drehmomentgradient über das gleiche Schraubenwinkelintervall deutlich an. Ursache ist die zusätzlich auftretende Unterkopfreibung der Schraube.

[0012] Bekannt sind ferner elektronische Drehmoment-Drehwinkelschlüssel als handbetätigte Werkzeuge zum kontrollierten Anzug einer Schraubverbindung. Diese Werkzeuge erfassen mechanische Spannungen in einem Biege- oder Torsionselement in der Regel mit Dehnungsmessstreifen. Alternativ dazu können auch Piezokristalle oder mikromechanische Bauteile (MEMS) zur Erfassung der mechanischen Spannung zum Einsatz kommen. Die so erfassten Spannungen werden auf Basis von Justier- und weiteren Korrekturparametern in einer Rechneinheit in ein Drehmoment umgerechnet. Der Drehwinkel wird bei referenzarmlosen Werkzeugen in der Regel mit Gruppen- oder Beschleunigungssensoren erfasst und berechnet. Hier kommen ebenfalls Justier- und weitere Korrekturparameter zum Einsatz.

[0013] Die EP 1 310 333 A1 offenbart einen Drehmomentschlüssel zur Nachfolge-Anziehprüfung. Der dort beschriebene Drehmomentschlüssel dient zum Anziehen eines Stiftes, wie eine Schraube, die sich bereits in einem angezogenen Zustand befindet. Der Drehmomentschlüssel umfasst ein Drehmomenterfassungsmittel zum Erfassen eines Drehmomentes beim Anziehen der Schraube, wobei das Drehmomenterfassungsmittel in einem Schraubenschlüsselkörper angeordnet ist. Weiterhin wird dort ein Drehwinkelerfassungsmittel zum Erfassen eines Drehwinkels des Drehmomentschlüssels beschrieben. Das Drehwinkelerfassungsmittel ist dabei in dem Schraubenschlüssel Körper angeordnet.

[0014] Der Drehmomentschlüssel weist ein erstes Rechenmittel zum Schätzen einer Drehmomentkennlinie in einem drehenden Zustand des Stiftes in Abhängigkeit von Eingangsinformationen auf. Die Drehmomentkennlinie ist dabei in einem stabilen Bereich nach der Drehung des Stiftes aufgenommen worden. Sie ist eine charakteristische Referenzkennlinie für die Torsion, die im Voraus gesetzt wird. Aus den Drehmomentinformationen und dem Drehwinkel werden die Eingabeinformationen gebildet.

5 **[0015]** Mit einem zweiten Rechenmittel wird eine Drehmomentkennlinie in einem stationären Zustand des Stiftes geschätzt, die aus den Eingabeinformationen vor der Drehung des Stiftes erhalten wird.

10 **[0016]** Mit einem dritten Rechenmittel wird der Schnittpunkt zwischen der Drehmomentkennlinie in dem drehenden Zustand und der Drehmomentkennlinie in dem stationären Zustand ermittelt. Hieraus wird ein Drehmomentwert an dem Schnittpunkt als eine Drehmomentmessung bestimmt.

Offenbarung der Erfindung

[0017] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug mit einfachen Mitteln zu schaffen, welches unkompliziert feststellt, ob eine Schraube bereits auf ein Sollmoment und einen Solldrehwinkel angezogen ist oder nicht.

20 **[0018]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass bei einem Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments und eines Drehwinkels an eine Schraubverbindung der eingangs genannten Art

30 g) eine prozessorgesteuerte Auswerteeinrichtung zur Berechnung des Gradienten des Anzugsmoments vorgesehen ist, wobei das Anzugsmoment in einem festgelegten Winkelintervall gemessen und mit einem Solldrehmomentgradienten verglichen wird.

35 **[0019]** Eine Schraubenverbindung weist während des Montageprozesses zunächst einen sehr flachen Drehmomentgradient auf. Der Drehmomentgradient wird dabei als Drehmomentanstieg über ein Schraubwinkelintervall definiert. Der Drehmomentgradient entsteht zunächst alleine durch die Reibungsverluste im Schraubengewinde. Ab einem Setzmoment, wenn der Schraubenkopf aufsetzt, wächst der Drehmomentgradient rapide über das gleiche Schraubenwinkelintervall an. Zu der Gewindereibung kommt dann nämlich noch die Unterkopfreibung der Schraube. In einem Drehwinkelintervall ist der Anstieg des Drehmomentgradienten von einem Startdrehmoment bis zu dem Setzmoment relativ gering.

40 **[0020]** Von dem Setzmoment an, bei dem der Schraubenkopf aufsetzt, ist der Anstieg des Drehmomentgradienten allerdings erheblich. Die vorliegende Erfindung macht sich diesen Sachverhalt zu Nutzen. Durch Ermittlung des jeweiligen Drehmomentgradienten innerhalb eines Winkelintervalls und dem Vergleich mit einem Sollwert kann ermittelt werden, ob eine Schraubenverbindung bereits fest angezogen oder nur vorangezogen ist. Dieses erfindungsgemäße Drehmoment-Drehwinkel-

werkzeug macht den Anzug von Schraubverbindungen sicherer, denn dadurch kann gewährleistet werden, ob eine Schraubverbindung tatsächlich fest angezogen oder vergessen wurde. Oft reichen nämlich optische Kontrollen alleine nicht aus, wenn bereits ein Voran-
5 zug einer Schraubverbindung besteht.

[0021] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeugs weist die prozessorgesteuerte Auswerteeinrichtung Auswertemittel auf, die bei einem Nennmoment den erfassten Drehwinkel ermitteln und mit einem Sollwert vergleichen. Diese Maßnahme dient dazu, dass bei einer festen Schraubverbindung ab einem festgelegten Drehmoment das Drehmoment in Bezug auf ein festgelegtes Winkelintervall gemessen und ausgewertet wird. Als Grenzwert wird ein maximales Drehmoment festgelegt. Ein Drehmomentgrenzwert wird dabei durch den Anwender in Bezug auf die Schraubverbindung und ihr Verhalten im Schraubprozess individuell festgelegt. Bei einer losen Schraubverbindung wird ein großer Drehwinkel mit einem sehr kleinen Drehmomentgradienten überschritten. Der eingestellte Grenzwert wird daher nicht erreicht. Ist die Schraubverbindung hingegen bereits vorangezo-
10 gen oder auch auf ein Nennmoment angezogen, steigt der Drehmomentgradient sehr schnell über einem kleinen Drehwinkel an, so dass der Drehmomentgrenzwert erreicht bzw. überschritten wird.

[0022] Eine weitere bevorzugte Ausbildung des erfindungsgemäßen Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeugs besteht darin, dass eine Anzeige, welche von der Auswerteeinrichtung angesteuert wird, eine Abweichung des gemessenen Gradienten des Anzugsmoments von dem Solldrehmomentgradienten signalisiert. Diese Maßnahme dient dazu, dem Anwender darzustellen, wenn Schraubverbindungen nicht korrekt angezogen sind. Hier kann beispielsweise der Ablaufplan beim Anziehen eines Satzes Schrauben dargestellt werden. Dabei lässt sich u.a. zeigen, welche Schraubverbindungen noch angezogen werden müssen. Die Anzeige kann ferner dazu dienen, den Drehmoment-Drehwinkelverlauf für den Anwender sichtbar zu machen. Die Anzeige kann auch für die Bedienung des Drehmoment-Drehwinkelwerkzeugs angesteuert werden.

[0023] Das erfindungsgemäße Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug hat vorzugsweise einen elektromechanischen, akustischen und/oder optischer Signalgeber, welcher von der Auswerteeinrichtung angesteuert wird. Diese Maßnahme hilft dem Anwender zu erkennen, wann ein Sollwert, wie ein Solldrehmoment, ein Solldrehwinkel bzw. ein Solldrehmomentgradient erreicht ist. Auch sonstige Fehlermeldungen können dem Anwender auf diese Weise signalisiert werden. Der Signalgeber wird daher regelmäßig von der Auswerteeinrichtung angesteuert.

[0024] Als vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung hat sich ferner erwiesen, wenn das Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug einen optischen Sensor aufweist, welcher die jeweils zu verarbeitende Schraubverbindung er-

fasst. Der optische Sensor kann beispielsweise als Fotoelement ausgebildet sein. Der optische Sensor erfasst eine Schraubverbindung optisch und ordnet sie entsprechend in den Ablaufplan ein. Auf diesem Wege lässt sich bereits optisch feststellen, ob eine Schraube zuvor angezogen wurde oder noch nicht.

[0025] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen ergeben sich aus dem Gegenstand der Unteransprüche, sowie den Zeichnungen mit den dazugehörigen Beschreibungen. Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher erläutert. Die Erfindung soll jedoch nicht allein auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt werden. Dem Fachmann können zukünftig technische Mittel an die Hand gelegt werden, die von dem Wortlaut der Erfindung grundsätzlich erfasst werden, aber in dem Ausführungsbeispiel nicht explizit beschrieben werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0026]

Fig. 1 zeigt in einer Prinzipskizze einen erfindungsgemäßen Drehmoment-Drehwinkelschlüssel.

Fig. 2 zeigt in einer Funktionsskizze die elektronischen Komponenten eines erfindungsgemäßen Drehmoment-Drehwinkelschlüssels.

Fig. 3 zeigt in einem Prinzip-Diagramm den Drehmoment-Drehwinkelverlauf einer Schraubverbindung.

Fig. 4 zeigt in einem Prinzip-Diagramm den Drehmoment-Drehwinkelverlauf einer festen Schraubverbindung.

Fig. 5 zeigt in einem Prinzip-Diagramm den Vergleich einer festen und einer vorangezogenen Verbindung.

Bevorzugtes Ausführungsbeispiel

[0027] In Fig. 1 wird in einer Prinzipskizze ein erfindungsgemäßer Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 gezeigt. Der Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 enthält einen Hebelarm 12. An einem vorderen Ende 14 des Hebelarms 12 ist ein Kopfteil 16 mit einem Antriebsteil 18 vorgesehen. An einem hinteren Ende 20 des Hebelarms 12 ist ein Handgriff 22 angeordnet, welcher als Gehäuse 23 ausgebildet ist. An dem Handgriff 22 ist eine Anzeige 24 mit Bedienungselementen 26 vorgesehen. Mit den Bedienungselementen 26 wird der Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 eingestellt und bedient.

[0028] Über den Hebelarm 12 wird ein Drehmoment von dem Handgriff 22 auf das Kopfteil 16 übertragen. An dem Kopfteil 16 ist das Antriebsteil 18 mit einem Einsteck- bzw. Aufsteckwerkzeug 28 vorgesehen. Das Ein-

steck- bzw. Aufsteckwerkzeug 28 überträgt das Drehmoment auf eine - hier nicht gezeigte - Schraubverbindung. Das Einsteckwerkzeug wird üblicherweise in ein Innenvierkantprofil eingesteckt. Das Aufsteckwerkzeug 28 wird entsprechend auf ein Außenvierkantprofil aufgesteckt. Unterhalb der Anzeige 24 und innerhalb des Handgriffs 22 ist in dem Gehäuse 23 eine elektronische Steuer- und Verarbeitungseinrichtung 30 vorgesehen. Die Steuer- und Verarbeitungseinrichtung 30 wird einerseits von einem - hier nicht dargestellten - Anwender über die Bedienungselemente 26 zur Bedienung des Drehmoment-Drehwinkelschlüssels 10 angesteuert. Andererseits nimmt die Steuer- und Verarbeitungseinrichtung 30 die erfassten Messdaten auf, speichert sie und verarbeitet sie anschließend. Die Steuer- und Verarbeitungseinrichtung 30 (siehe Figur 2) steuert die Anzeige 24 an, um beispielsweise die Messdaten und/oder eine Auswertung darzustellen bzw. Bedienermenüs darzustellen.

[0029] Das aufgebrachte Drehmoment wird mittels Dehnungsmessstreifen 32 (siehe Figur 2) ermittelt. Die Dehnungsmessstreifen 32 sind Bestandteile einer Drehmomentmesseinrichtung 34. Die Dehnungsmessstreifen 32 erfassen die Spannung in einem Biegeelement. Das Biegeelement verbiegt sich beim Anlegen eines Drehmoments an dem Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10. Die Dehnungsmessstreifen 32 sind an dem Biegeelement befestigt und erfassen die Verbiegung bzw. Torsion des Biegeelements. Diese Verbiegung des Biegeelements wird durch die Dehnungsmessstreifen 32 in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das elektrische Signal, welches dem jeweils anliegenden Drehmoment entspricht, kann von der Steuer- und Verarbeitungseinrichtung 30 verarbeitet werden.

[0030] Der Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 verfügt ferner über eine Drehwinkelmesseinrichtung 36 zur Erfassung des zu messenden Drehwinkels. Hierbei wird die Messung des Drehwinkels zu einem Startzeitpunkt gestartet. Dabei kann die Drehwinkelmesseinrichtung 36 beispielsweise von der Drehmomentmesseinrichtung 34 gestartet werden.

[0031] Fig. 2 zeigt in einer Funktionsskizze die elektronischen Komponenten 37 des erfindungsgemäßen Drehmoment-Drehwinkelschlüssels 10. Einer oder mehrere Dehnungsmessstreifen 32 erfassen die Spannung in dem Biegeelement des Drehmoment-Drehwinkelschlüssels. Aus diesem elektrischen Signal, welches von den Dehnungsmessstreifen 32 erzeugt wird, wird letztendlich das an dem Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 anliegende Drehmoment ermittelt. Mit dem Bezugszeichen 38 wird eine analoge Signalaufbereitung zur Aufbereitung der elektrischen Signale der Dehnungsmessstreifen 32 bezeichnet. Ein Analog-Digital-Wandler 39 wandelt diese aufbereiteten analogen Signale in digitale Signale um. Die digitalen Werte der Signale werden einer Rechen- und Speichereinheit 40 zugeführt.

[0032] Ein Gyroskop 42 erfasst den überstrichenen Drehwinkel des Drehwinkel-Drehmomentschlüssels 10.

Anstelle des Gyroskops 42 können auch Beschleunigungssensoren verwendet werden. Das Signal des Gyroskops 42 wird über einen weiteren Analog-Digital-Wandler 44 in ein digitales Signal umgewandelt. Der Wert des digitalen Signals wird an die Rechen- und Speichereinheit 40 weitergeleitet.

[0033] Ein optischer Sensor 46, welcher beispielsweise von einem Fotoelement gebildet wird, erfasst die jeweils zu verarbeitende Schraubverbindung. Das Signal des optischen Sensors 46 wird wiederum über einen dritten Analog-Digital-Wandler 47 in digitale Werte umgewandelt, welche in der Rechen- und Speichereinheit 40 weiterverarbeitet werden.

[0034] Der Drehmoment- und Drehwinkelschlüssel 10 wird über die Bedienungselemente 26 von einem Nutzer bedient. Die Bedienungselemente 26 bestehen beispielsweise aus den Eingabeelementen: Tasten, Decoder und digitale Schnittstelle zum Einstellen der gewünschten Parameter.

[0035] Die Drehmomentmesseinrichtung 34 und die Drehwinkelmesseinrichtung 36 werden von den elektronischen Komponenten Dehnungsmessstreifen 32, Gyroskop 42, den Analog-Digital- Wandlern 39 und 44, sowie der Rechen- und Speichereinheit 40 gebildet.

[0036] Die von den Dehnungsmessstreifen 32, dem Gyroskop 42, dem optischen Sensor 46 und den Bedienungselementen 26 generierten Eingangssignale werden von der Rechen- und Speichereinheit 40 verarbeitet. Die von der Rechen- und Speichereinheit 40 daraus erzeugten Werte werden auf der Anzeige 24, welche bevorzugt aus einer OLED-Anzeige besteht, ausgegeben. Die Rechen- und Speichereinheit 40 kann aber auch einen Signalgeber 48, wie beispielsweise LEDs, einen Summer oder einen elektromechanischen Signalgeber ansteuern. Der Signalgeber 48 wird bei Erreichen eines voreingestellten Drehmoments oder Drehwinkels von der Rechen- und Speichereinheit 40 angesteuert.

[0037] Fig. 3 zeigt in einem Prinzip-Diagramm den Drehmoment-Drehwinkelverlauf 50 einer Schraubverbindung. Eine Schraubverbindung weist während des Montageprozesses zunächst einen sehr flachen Drehmomentgradienten auf. Der Drehmomentgradient wird als Drehmomentanstieg $M_2 - M_1 / \varphi_2 - \varphi_1$ über ein Schraubwinkelintervall $\varphi_2 - \varphi_1$ definiert. Dabei ist M immer die Bezeichnung für ein Drehmoment und φ bezeichnet einen Winkel. Der Drehmomentgradient wird durch die Reibungsverluste im Schraubengewinde allein bestimmt. Wird während des Montageprozesses das Setzmoment erreicht, das heißt, dass der Schraubenkopf aufsetzt, steigt der Drehmomentgradient über das gleiche Schraubwinkelintervall deutlich an. Ursache ist die zusätzlich auftretende Unterkopfreibung der Schraube. In dem Prinzip-Diagramm der Figur 3 ist auf der horizontalen Achse 52 der Drehwinkel und auf der vertikalen Achse 54 das Drehmoment dargestellt. In einem Drehwinkelintervall $\varphi_2 - \varphi_1$ ist der Anstieg des Drehmomentgradienten $M_2 - M_1 / \varphi_2 - \varphi_1$ von einem Startdrehmoment M_0 bis zu einem Setzmoment relativ gering. Von dem Setzmoment

an, bei dem der Schraubenkopf aufsetzt, ist der Anstieg des Drehmomentgradienten $M_4-M_3/\varphi_4-\varphi_3$ gegenüber dem Drehmomentgradienten $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$ erheblich. Dabei ist das Drehwinkelintervall $\varphi_2-\varphi_1=\varphi_4-\varphi_3$, welches zugrundegelegt wird, unverändert. Die Schraubverbindung wird bis zu einem Solldrehmoment bzw. Nennmoment, dem gewünschten bzw. erforderlichen Drehmoment, angezogen.

[0038] Fig. 4 zeigt in einem Prinzip-Diagramm den Drehmoment-Drehwinkelverlauf 50 einer festen Schraubverbindung. Auf der horizontalen Achse 52 ist wiederum der Drehwinkel und auf der vertikalen Achse 54 das Drehmoment aufgetragen. Hier startet der Verlauf bei dem Startdrehmoment M_0 , welches dem Setzdrehmoment entspricht. Bedingt durch die Gewindereibung der Schraubverbindung und der Unterkopfreibung ist der Anstieg des Drehmoments-Drehwinkelverlaufs 50, also des Drehmomentgradienten $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$, relativ stark. Die Schraubverbindung wird bis zu dem Nennmoment angezogen.

[0039] Fig. 5 zeigt in einem Prinzip-Diagramm den Vergleich einer festen und einer vorangezogenen Schraubverbindung. Auf der horizontalen Achse 52 ist der Drehwinkel und auf der vertikalen Achse 54 ist das Drehmoment aufgetragen. Der Drehmoment-Drehwinkelverlauf 50 der vorangezogenen Schraubverbindung wird hier mit dem Bezugszeichen 56 bezeichnet. Der Drehmoment-Drehwinkelverlauf 50 der festen Schraubverbindung wird hier mit Bezugszeichen 58 gekennzeichnet. Hier startet der Verlauf bei dem Startdrehmoment M_0 . Es zeigt sich, dass der Anstieg des Drehmoment-Drehwinkelverlaufs 50 der vorangezogenen Schraubverbindung 56 flacher ausfällt, als der Drehmoment-Drehwinkelverlauf der festen Schraubverbindung 58. Bei einem Vergleich der Drehwinkelverläufe 50 der vorangezogenen 56 und der festen Schraubverbindung 58 lässt sich feststellen, dass ein Solldrehmoment bzw. Nennmoment M_N von der festen Verbindung durch den steileren Anstieg schneller erreicht wird.

[0040] Mit dem erfindungsgemäßen Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 lassen sich prinzipiell zwei Verfahren zur Erkennung einer bereits vorangezogenen Schraubverbindung 56 bzw. 58 durchführen.

[0041] In einem ersten Fall wird während des Schraubvorgangs, ab einem festgelegten Startdrehmoment M_0 , der Drehmomentgradient $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$ in Bezug auf ein festgelegtes Winkelintervall $\varphi_2-\varphi_1$ gemessen und ausgewertet. Als Grenzwert wird ein maximaler Drehmomentgradient festgelegt. Die Festlegungen des Startdrehmoments M_0 , Winkelintervalls $\varphi_2-\varphi_1$ und Drehmomentgradienten $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$ werden durch den Anwender in Bezug auf die Schraubverbindung und ihr Verhalten im Schraubprozess festgelegt. Diese Werte können dem Drehmoment-Drehwinkelschlüssel beispielsweise über die Bedienungselemente 26 als Parameter übergeben werden.

[0042] Wird der Schraubprozess mit einer "losen Schraubverbindung" gestartet, wird zunächst ein großer

Drehwinkel mit einem sehr kleinen Drehmomentgradienten überschritten, wie gut in Fig. 3 zu sehen ist. Ist die Schraubverbindung hingegen bereits vorangezogen oder auch auf das Nennmoment M_N angezogen steigt der Drehmomentgradient $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$ sehr schnell über ein kleines Drehwinkelintervall $\varphi_2-\varphi_1$ an. Betrachtet man dieses Verhalten über ein festgelegtes Drehwinkelintervall kann die bereits angezogene Schraubverbindung automatisch erkannt werden. Der Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 erfasst während des gesamten Schraubvorgangs das Drehmoment M und den Drehwinkel φ . Beide Werte werden in der Rechen- und Speicherreinheit 40 verarbeitet und mit den hinterlegten Grenzwerten verglichen. Bei einer Überschreitung des Grenzwertes für den Drehmomentgradient $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$ erfolgt automatisch eine optische und akustische Warnung über den Signalgeber 48 an den Anwender. Dieser kann den Schraubvorgang abbrechen und den Montagefehler korrigieren. Diese Bestimmung kann bevorzugt bei "weichen Schraubverbindungen" angewendet werden, bei denen sich der Drehmomentgradient zwischen einer losen und angezogenen Schraubverbindung ausreichend deutlich unterscheidet.

[0043] Bei einer festen Schraubverbindung 58 nutzt der Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 eine andere Vorgehensweise. Während des Schraubvorgangs wird, ab einem festgelegten Drehmoment, das Drehmoment in Bezug auf ein festgelegtes Winkelintervall $\varphi_2-\varphi_1$ gemessen und ausgewertet. Als Grenzwert wird ein maximales Drehmoment festgelegt. Die Festlegungen des Startdrehmoments M_0 , Winkelintervalls $\varphi_2-\varphi_1$ und Drehmomentgrenzwertes M_N werden durch den Anwender in Bezug auf die Schraubverbindung und ihr Verhalten im Schraubprozess individuell festgelegt. Diese Werte können dem Drehmoment-Drehwinkelschlüssel 10 über die Bedienungselemente 26 wieder entsprechend als Parameter übergeben werden. Wird der Schraubprozess mit einer "losen Schraubverbindung" gestartet, überschreitet man zunächst einen großen Drehwinkel mit einem sehr kleinen Drehmomentgradienten. Der eingestellte Grenzwert wird nicht erreicht bzw. überschritten. Ist die Schraubverbindung hingegen bereits vorangezogen oder auch auf das Nennmoment M_N angezogen, steigt der Drehmomentgradient $M_2-M_1/\varphi_2-\varphi_1$ sehr schnell über einem kleinen Drehwinkel an, so dass der Drehmomentgrenzwert erreicht bzw. überschritten wird. Die Schraubverbindung wird als bereits angezogen erkannt und es erfolgt automatisch eine optische und akustische Warnung über den Signalgeber 48 an den Anwender. Dieser kann den Schraubvorgang ggf. abbrechen und den Schraubprozess an der korrekten Schraubverbindung fortsetzen.

[0044] Handelt es sich um eine harte Schraubverbindung bzw. liegt das Voranzugsmoment knapp unter dem Nennmoment der Schraubverbindung, gibt es keinen sicher erfassbaren Unterschied der beiden Drehmomentgradienten. In diesem Fall muss die Schraubverbindung auf das Nennmoment M_N angezogen werden. Dabei wird

der Drehwinkel φ gemessen. Die Erkennung bei diesem Verfahren erfolgt über den Drehwinkel φ . Bei einer losen Schraubverbindung wird ein größerer Drehwinkel $\varphi_4 - \varphi_2$ überschritten als bei einer festen Schraubverbindung $\varphi_3 - \varphi_1$ des gleichen Typs. Der Drehmoment-Drehwinkelschlüssel erfasst während des gesamten Schraubvorgangs das Drehmoment M und den Drehwinkel φ . Beide Werte werden verrechnet und mit den hinterlegten Grenzwerten verglichen. Bei einer Überschreitung des Grenzwertes des Drehwinkels φ erfolgt automatisch eine optische und akustische Warnung über den Signalgeber 48 an den Anwender. Dieser kann den Schraubvorgang abbrechen und den Montagefehler korrigieren.

10	Drehmoment-Drehwinkelschlüssel	15
12	Hebelarm	
14	Vordere Ende des Hebelarms 12	
16	Kopfteil	
18	Antriebsteil	
20	Hintere Ende des Hebelarms 12	20
22	Handgriff	
23	Gehäuse	
24	Anzeige (OLED)	
26	Bedienungselemente (IN)	
28	Einsteck- bzw. Aufsteckwerkzeug	25
30	Steuer- und Verarbeitungseinrichtung	
32	Dehnungsmessstreifen (DMS)	
34	Drehmomentmesseinrichtung	
36	Drehwinkelmesseinrichtung	
37	elektronische Komponenten	30
38	analoge Signalaufbereitung (AG)	
39	Analog-Digital-Wandler (ADC)	
40	Rechen- und Speichereinheit (CPU)	
42	Gyroskop (GYRO)	
44	Analog-Digital-Wandler (ADC)	35
46	Optischer Sensor (OS)	
47	Analog-Digital-Wandler (ADC)	
48	Signalgeber (SG)	
50	Drehmoment-Drehwinkelverlauf	
52	horizontalen Achse	40
54	vertikalen Achse	
56	Drehmoment-Drehwinkelverlauf einer vorangezo-	
	genen Schraubverbindung	
58	Drehmoment-Drehwinkelverlauf einer festen	45
	Schraubverbindung	

Patentansprüche

1. Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug (10) zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments (M) und eines Drehwinkels (φ) an einer Schraubverbindung, enthaltend
 - a) ein Gehäuse (23) mit einem Griff (22),
 - b) einen Hebelarm (12) zum Übertragen des Drehmoments (M),
 - c) eine Drehmomentmesseinrichtung (34) zur

elektronischen Erfassung des Drehmoments (M) und

d) eine Drehwinkelmesseinrichtung (36) zur elektronischen Erfassung des Drehwinkels (φ),
 e) eine Mess- und Steuerelektronik zum Verarbeiten des erfassten Drehmoments und des Drehwinkels,

f) eine Einrichtung (30) zum Ermitteln des Anzugstatus der Schraubverbindung, ob die Schraubverbindung bereits ein Solldrehmoment erreicht hat,

dadurch gekennzeichnet, dass

g) eine prozessorgesteuerte Auswerteeinrichtung (40) zur Berechnung des Gradienten ($M_2 - M_1 / \varphi_2 - \varphi_1$) des Anzugsmoments vorgesehen ist, wobei das Anzugsmoment in einem festgelegten Winkelintervall $\varphi_2 - \varphi_1$ gemessen und mit einem Solldrehmomentgradienten verglichen wird.

2. Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug (10) zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments und eines Drehwinkels (φ) an einer Schraubverbindung, nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die prozessorgesteuerte Auswerteeinrichtung (40) Auswertemittel aufweist, die bei einem Nennmoment (M_N) den erfassten Drehwinkel (φ) ermitteln.

3. Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug (10) zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments (M) und eines Drehwinkels (φ) an eine Schraubverbindung, nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzeige (24), welche von der Auswerteeinrichtung (40) angesteuert wird, eine Abweichung des gemessenen Gradienten ($M_2 - M_1 / \varphi_2 - \varphi_1$) des Anzugsmoments von dem Solldrehmomentgradienten signalisiert.

4. Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug (10) zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments und eines Drehwinkels (φ) an eine Schraubverbindung, nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** einen elektromechanischen, akustischen und/oder optischen Signalgeber (48), welcher von der Auswerteeinrichtung (40) angesteuert wird.

5. Drehmoment- und Drehwinkelwerkzeug zum Messen und/oder zum Anziehen eines Drehmoments und eines Drehwinkels an eine Schraubverbindung, nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein optischer Sensor (46) vorgesehen ist, welcher die jeweils zu verarbeitende Schraubverbindung erfasst.

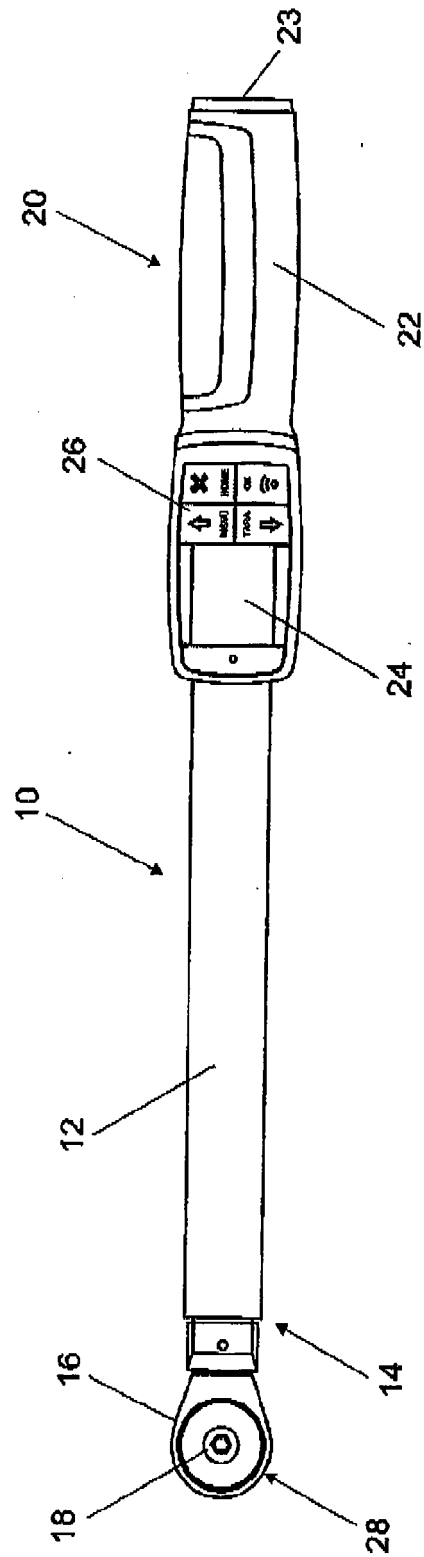


Fig.1

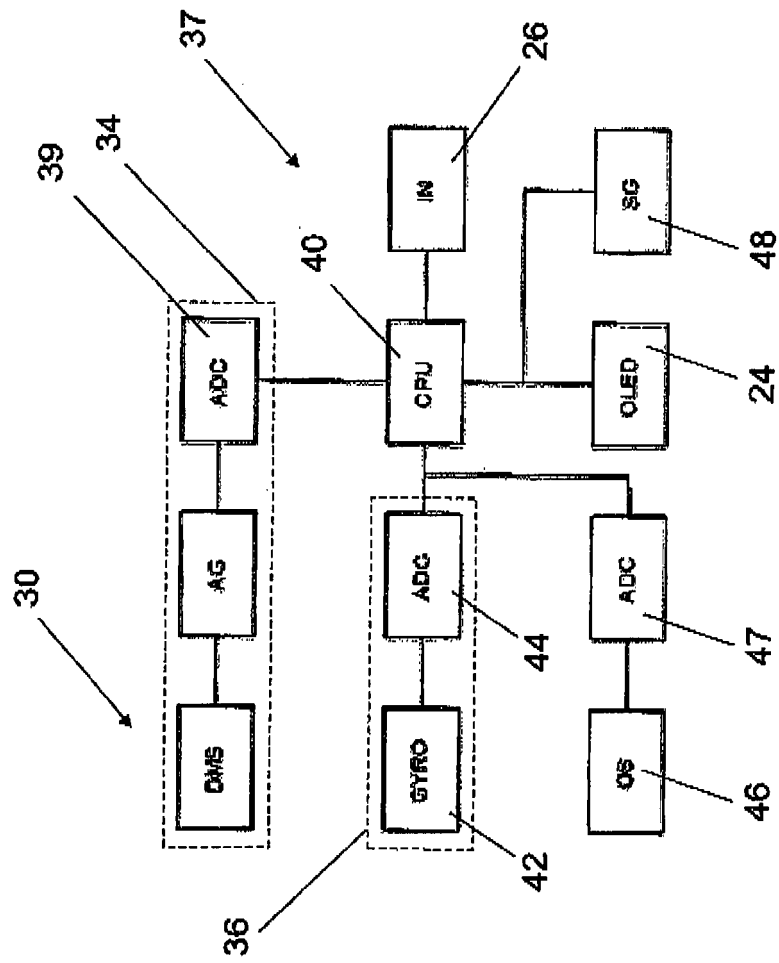


Fig.2

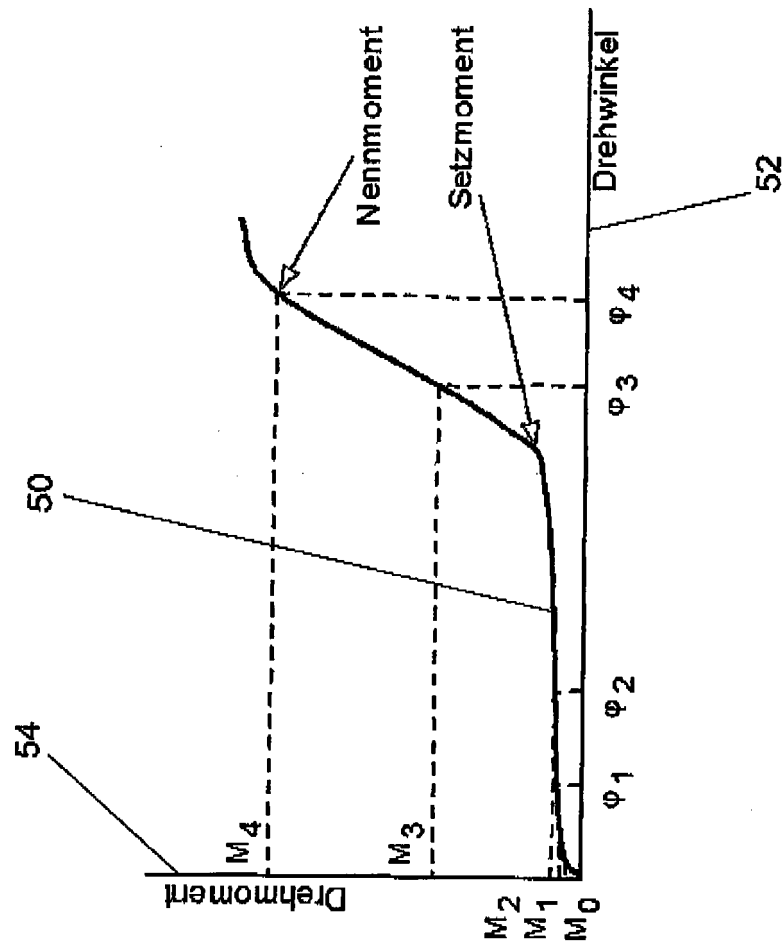


Fig.3

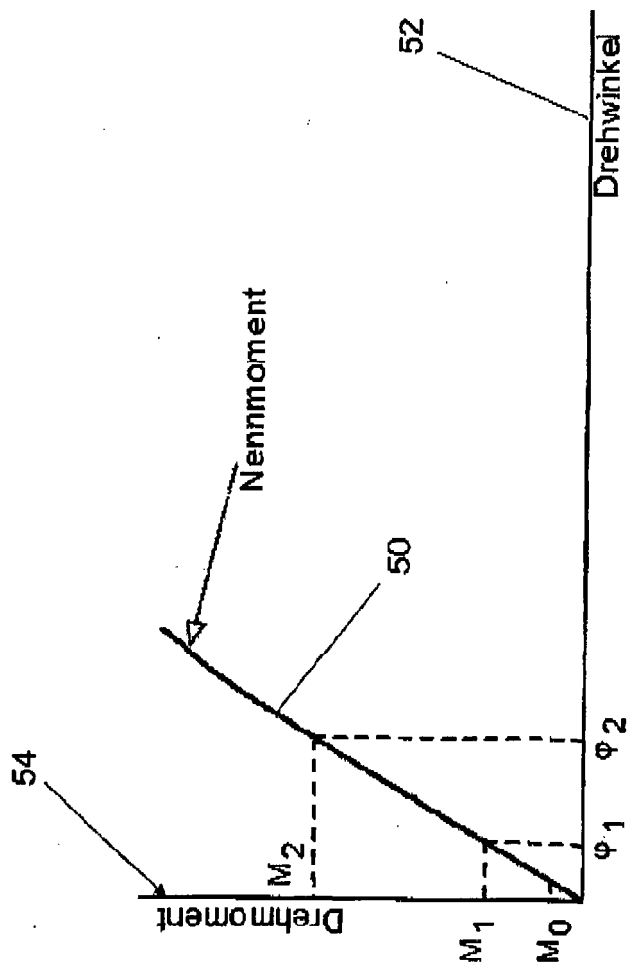


Fig.4

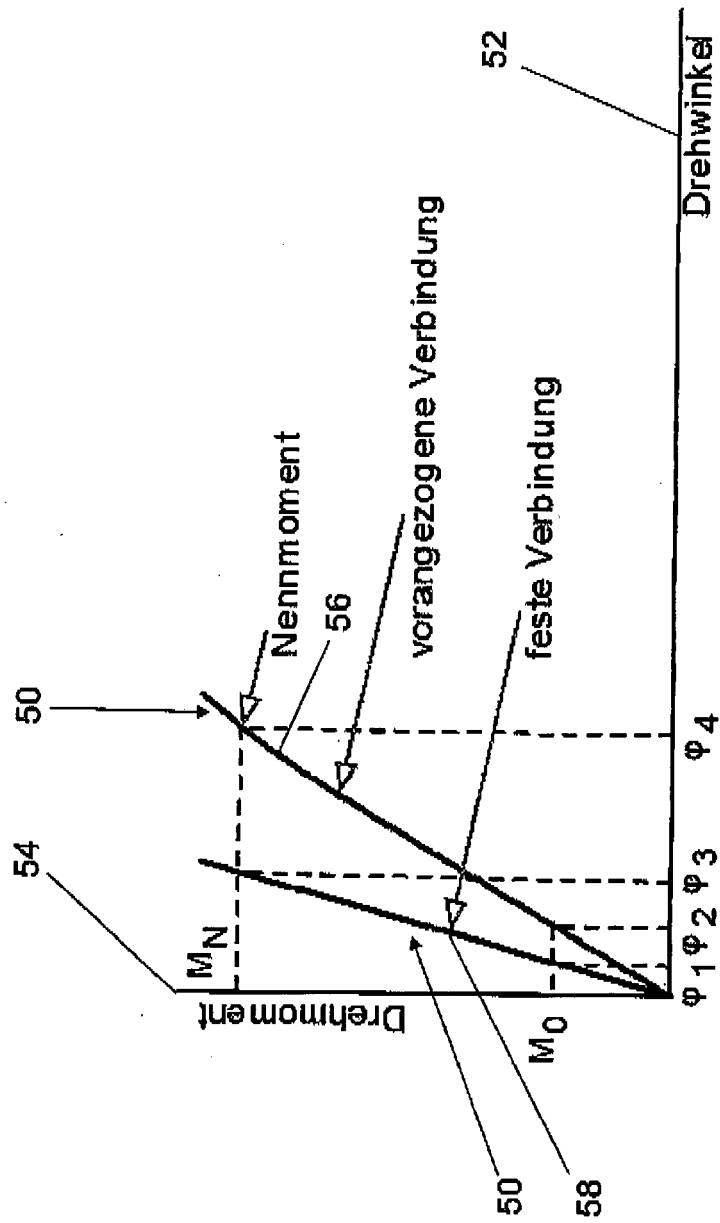


Fig.5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 3360

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	DE 29 32 044 A1 (SPS TECHNOLOGIES) 21. Februar 1980 (1980-02-21) * Seiten 18,28,41 *	1,4	INV. B25B23/142
X	US 5 172 616 A (NEGISHI MASAKI [JP]) 22. Dezember 1992 (1992-12-22) * Zusammenfassung *	1,4	
Y	* Abbildung 2 * * Spalte 1, Zeile 24 - Zeile 51 * * Spalte 6, Zeile 22 - Zeile 36 *	2,3,5	
Y	DE 41 18 595 A1 (SCHATZ GMBH [DE]) 10. Dezember 1992 (1992-12-10) * Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 63; Anspruch 1; Abbildungen 2,3 *	2,3	
Y	WO 2014/053048 A1 (BLACKBERRY LTD [CA]) 10. April 2014 (2014-04-10) * Absätze [0024], [0037]; Abbildung 5 *	5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 27. Januar 2016	Prüfer Pastramas, Nikolaos
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 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 00 3360

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.

27-01-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	DE 2932044	A1	21-02-1980	AU	529920 B2	23-06-1983
				AU	4921879 A	14-02-1980
				BR	7905010 A	20-05-1980
15				CA	1132361 A	28-09-1982
				DE	2932044 A1	21-02-1980
				ES	483174 A1	16-04-1980
				ES	484812 A1	16-05-1980
				FR	2432917 A1	07-03-1980
20				FR	2448963 A1	12-09-1980
				GB	2027907 A	27-02-1980
				IT	1201545 B	02-02-1989
				JP	S5524898 A	22-02-1980
				JP	S5911428 B2	15-03-1984
25				JP	S5997851 A	05-06-1984
				JP	S6161944 B2	27-12-1986
				SE	449311 B	27-04-1987
				US	4211120 A	08-07-1980
				ZA	7904120 A	24-09-1980
30	US 5172616	A	22-12-1992	JP	2526075 Y2	12-02-1997
				JP	H0463361 U	29-05-1992
				US	5172616 A	22-12-1992
35	DE 4118595	A1	10-12-1992	DE	4118595 A1	10-12-1992
				EP	0587653 A1	23-03-1994
				ES	2096759 T3	16-03-1997
				WO	9221483 A1	10-12-1992
40	WO 2014053048	A1	10-04-2014	US	2015247745 A1	03-09-2015
				WO	2014053048 A1	10-04-2014
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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 1310333 A1 [0013]