

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01L 5/24, F16B 31/02	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/57532 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. November 1999 (11.11.99)
--	-----------	--

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01279
(22) Internationales Anmeldedatum: 30. April 1999 (30.04.99)
(30) Prioritätsdaten:
 198 19 301.7 30. April 1998 (30.04.98) DE
(71)(72) Anmelder und Erfinder: LÖFFLER, Thomas [DE/DE];
 Rosenheimerstrasse 62, D-83714 Miesbach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

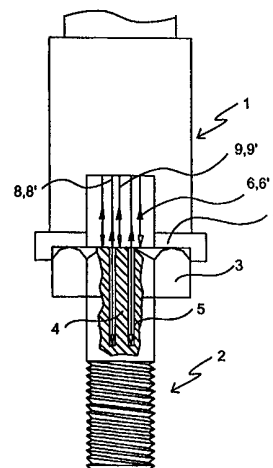
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CHECKING SCREWED CONNECTIONS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM PRÜFEN VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

(57) Abstract

The invention relates to a method and a device for checking a screwed connection and to special screws to implement said method. The method is based on the utilization of a special screw (2) with a one-piece cored hole (5) pressing together two components with a prestress force. The method comprises the following steps: determining the original length of the special screw by measuring the length of the cored hole; determining the length of the special screw when stressed by measuring the distance from the head of the screw (7) to the bottom of the bore and comparing the measuring values of said lengths with predetermined data. According to predetermined criteria, it is determined whether sufficient prestress force has been applied or whether it is necessary to further tighten the screw. The device for checking the prestress force comprises the special screw (2) and a length measuring device (1) determining the distance from the base surface of the cored hole (5) to the screw head (7) and the distance between the front face of the core (4) of the cored hole to the screw head (7). The annular gap (5) of the cored hole can be filled with a material preventing penetration of dirt and humidity and having almost no influence on the extension of the screw. The invention can be preferably used for controlling a screw connection in industrial production, in workshop operations or for monitoring purposes in plant engineering.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Prüfen einer Schraubverbindung sowie Spezialschrauben zur Durchführung des Verfahrens. Das Verfahren basiert auf der Verwendung einer Spezialschraube (2) mit einem einstückigen Kernloch (5), die zwei Bauteile mit der Vorspannkraft aneinanderpreßt. Es umfaßt die Schritte: Bestimmen der ursprünglichen Länge der Spezialschraube durch Messen der Länge des Kernlochs; Bestimmen der Länge der Spezialschraube im gespannten Zustand durch Messen des Abstandes vom Schraubenkopf (7) zum Bohrungsgrund, und Vergleichen der erfaßten Längenmeßwerte mit vorbestimmten Daten, wobei nach vorbestimmten Kriterien ermittelt wird, ob die Vorspannkraft reicht oder ob die Schraube nachgezogen werden muß. Die Vorrichtung zum Prüfen der Vorspannkraft umfaßt die Spezialschraube (2) und eine Längenmeßvorrichtung (1), die den Abstand der Grundfläche der Kernlochbohrung (5) zum Schraubenkopf (7) und den Abstand der Stirnfläche des Kerns (4) der Kernlochbohrung zum Schraubenkopf (7) bestimmt. Der Ringspalt (5) der Kernlochbohrung kann mit einem Material ausgefüllt sein, welches das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit verhindert und nahezu keinen Einfluß auf die Schraubendehnung hat. Die Erfindung kann bevorzugt zur Kontrolle einer Schraubverbindung in der industriellen Produktion, im Werkstattbetrieb oder zur Überwachung in der Anlagentechnik eingesetzt werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5 **Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen von Schraubverbindungen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Prüfen einer Schraubverbindungen und kann bevorzugt zur Kontrolle einer Schraubverbindung in der industriellen Produktion, im Werkstattbetrieb und zur Überwachung in der Anlagentechnik beim Vorliegen hoher Sicherheitserfordernisse eingesetzt werden. Die Erfindung betrifft weiterhin Spezialschrauben zur Durchführung des Verfahrens.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, daß in der industriellen Produktion immer häufiger elektronisch gesteuerte Schraubsysteme eingesetzt werden, die mit einem vorbestimmten Einschraubmoment die Schrauben anziehen um die zu verschraubenden Bauteile mit einer vorbestimmten Kraft aneinander zu pressen. Diese Kraft wird als Vorspannkraft bezeichnet und entsteht durch die Längenänderung des Schraubenschaftes, die nachfolgend als Längung bezeichnet wird.

In vielen Anwendungsfällen ist es notwendig, die Vorspannkraft auch nach der Herstellung der Verbindung mit einer hohen Genauigkeit zu bestimmen. Damit kann z.B. beim Kundendienst die Güte der Verbindung geprüft werden, ohne daß die Verbindung gelöst und erneut hergestellt werden muß.

Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, die Prüfung der Vorspannkraft einer Schraubverbindung indirekt über die Messung des Lösemoment oder des Weiterdrehmoments zu prüfen. Diese Verfahren sind jedoch aufgrund der Reibschwankungen im Schraubengewinde und unter dem Schrauben-

kopf sowie dem Wechsel zwischen Haft- und Gleitreibung sehr ungenau und zudem wird die Vorspannkraft während des Prüfvorgangs verändert.

Um den Einfluß der Reibung bei der Prüfung zu verringern sind Verfahren, welche die Vorspannkraft der Schraubenverbindung durch Messung der Länge der Schraube ermitteln bekannt. Um aus der Länge der Schraube die Vorspannkraft zu ermitteln, muß die genaue Ausgangslänge der ungespannten Schraube bekannt sein. Dies ist jedoch in der Praxis aufgrund der groben Schraubentoleranzen nicht oder nur mit sehr großem Aufwand in der Serienmontage möglich.

Eine weitere Möglichkeit zur Prüfung der Vorspannkraft besteht darin, Ultraschall in die Schraube einzuleiten und die Laufzeit des Schalls in der Schraube zu messen. Durch die Einleitung von Longitudinal und Transversalwellen ist es möglich die Vorspannkraft der Schraube zu bestimmen, ohne daß die Ausgangslänge bekannt ist. Bei dem Verfahren sind jedoch große technisch Schwierigkeiten zu überwinden. So funktioniert das Verfahren nur mit Schrauben einer bestimmten Geometrie, das Einleiten der Transversalwelle ist äußerst schwierig, und die Genauigkeit des Prüfverfahrens zur Bestimmung der Vorspannkraft ist geringer als bei den Verfahren, die bei der Herstellung der Schraubenverbindung zum Einsatz kommen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Prüfung der Qualität von Schraubverbindungen zu verbessern, um die vorstehend beschriebenen Probleme zu überwinden.

Die Aufgabe wird mit einem

- Prüfverfahren nach Patentanspruch 1, mit einer
- Prüfvorrichtung nach Patentanspruch 5 und einer
- Schraube nach Patentanspruch 10 gelöst.

Das Prüfverfahren für Schraubverbindungen nach Patentanspruch 1 weist folgende Verfahrensschritte auf:

- Bestimmen der ursprünglichen Länge der Spezialschraube durch Messen
5 der Länge des Kerns des Kernlochs,
- Bestimmen der Länge der Spezialschraube im gespannten Zustand durch Messen des Abstandes vom Schraubenkopf zum Bohrungsgrund,
- Vergleichen der erfaßten Längenmeßwerte mit vorbestimmten Daten, wo-
bei nach vorbestimmten Kriterien ermittelt wird, ob die Vorspannkraft aus-
10 reicht oder ob die Schraube nachgezogen werden muß.

Der Hauptvorteil des Verfahrens besteht darin, daß die ursprünglichen Länge der Spezialschraube durch Messen der Länge des Kerns des Kernlochs bestimmt werden kann, da sich der Kern beim Anziehen der Schraube nicht dehnt. Da bei der Herstellung der Kernlochbohrung die Kernlänge und die
15 Bohrungstiefe immer genau gleich groß sind, ist es lediglich notwendig, die Länge der Bohrung der gedehnten Schraube mit der Länge des ungedehnten Kerns zu vergleichen. Die Differenz der zwei Meßergebnisse ist die Längung des Schraubenschaftes unter Vorspannung, aus der nunmehr nach dem Fachmann bekannten Beziehungen die Vorspannkraft errechnet
20 werden kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind aus den Ansprüchen 2 bis 4 entnehmbar.

- 25 Zur Messung der Tiefe der Kernlochbohrung und der Länge des Kerns können aus dem Stand der Technik bekannte Meßverfahren eingesetzt werden. Insbesondere ist es auch möglich, für die Messung der Tiefe und der Länge unterschiedliche Meßverfahren einzusetzen. Entscheidend ist lediglich, daß die Meßverfahren die Bedingungen hinsichtlich Genauigkeit und Zuverlässigkeit erfüllen.
30

Die Prüfvorrichtung für Schraubverbindungen nach Patentanspruch 5 weist folgende Merkmale auf: Eine Längenmeßvorrichtung, die den Abstand der Grundfläche der Kernlochbohrung zum Schraubenkopf und den Abstand der Stirnfläche des Kerns der Kernbohrung zum Schraubenkopf bestimmt.

5

Die Vorteile der Prüfvorrichtung liegen darin, daß die im Stand der Technik verfügbaren Längenmeßvorrichtung alle hier gestellten Anforderungen weitgehend erfüllen können und kostengünstig zu erwerben sind, so daß je nach Anforderung eine optimale Konfiguration gleicher oder unterschiedlicher Meßsysteme zusammengestellt werden kann.

10

Vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung sind aus den Ansprüchen 6 bis 9 entnehmbar.

Nach Anspruch 6 stellen die Längenmeßvorrichtungen elektrische Meßdaten bereit, die einer Datenverarbeitungseinheit zugeführt werden, wobei die Meßdaten mit gespeicherten Daten verglichen werden und entschieden wird, ob die Vorspannkraft ausreichend ist, oder ob die Schraube nachgezogen werden muß. Das Nachziehen der Schraube kann mit den aus dem Stand der Technik bekannten Techniken erfolgen, also auch von Hand oder an einem anderen Arbeitsplatz.

20

Nach Anspruch 7 ist zusätzlich eine Anzieh-Vorrichtung vorgesehen, die bei einer Nachzieh-Entscheidung der Datenverarbeitungseinheit die Schraube so weit nachzieht, bis die vorgesehene Vorspannung erreicht ist. Anschließend kann bei erhöhter Genauigkeitsanforderung die Schraubverbindung erneut überprüft werden.

25

Die Schraube nach Anspruch 10 weist einen Ringspalt auf, der mit einem geeigneten Material abgedeckt oder verfüllt ist. Dazu sind z. B. elastische Massen oder auch Fette geeignet.

30

Weitere Maßnahmen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den beigefügten schematischen Zeichnung, wobei sich die Erfindung auf alle daraus entnehmbaren neuen Merkmale oder Merkmalskombinationen richtet, auch wenn diese nicht ausdrücklich in den Ansprüchen angeführt sind.

Fig. 1 zeigt eine optische Ausführungsform der Vorrichtung auf einer Kernlochschraube.

Die Vorrichtung 1 sitzt auf dem Kopf 3 der Schraube 2, die eine Kernlochbohrung mit einem Bohrungskern 4 und einem Ringspalt 5 aufweist. In der Vorrichtung 1 ist eine optische Längenmeßeinrichtung (nicht gezeigt) angeordnet, die Meßlichtstrahlen 6 auf eine definierte Oberfläche 7 am Schraubenkopf 3 aussendet. Die Meßlichtstrahlen 6 werden von der Oberfläche 7 reflektiert als Reflektionsstrahl 6' von der Längenmeßeinrichtung empfangen. Ebenso werden Meßlichtstrahlen 8 vom Boden des Ringspaltes als Reflektionsstrahlen 8' reflektiert und von der Längenmeßeinrichtung empfangen. Weiterhin werden Meßlichtstrahlen 9 von der Stirnfläche des Bohrungskerns 4 als Reflektionsstrahlen 9' reflektiert und von der Längenmeßeinrichtung empfangen.

Vor dem Anziehen der Schraube waren der Bohrungskern 4 und der Ringspalt 5 gleich lang. Beim Anziehen der Schraube längt sich der Schraubenschaft, wodurch sich die Länge des Ringspaltes 5 bezogen auf die Fläche 7 vergrößert, während die Länge des Bohrungskerns 4 unverändert bleibt. Aus diesem Effekt ergibt sich die Möglichkeit, die ursprüngliche Länge des Ringspaltes 5 nach folgender Gleichung zu bestimmen:

Ursprüngliche Länge des Ringspaltes = aktuelle Länge des Ringspaltes (bezogen auf die Oberfläche 7) minus der Höhendifferenz zwischen der Oberfläche 7 und der Stirnfläche des Bohrungskerns 4.

- Da nunmehr die ursprüngliche absolute Länge bzw. Tiefe und die aktuelle Länge bzw. Tiefe der Kernbohrung bekannt sind, kann der Fachmann mit den bekannten Berechnungsverfahren der Festigkeitsmechanik in Verbindung mit den bekannten Abmaßen der Schraube und deren E-Modul die
- 5 Vorspannkraft berechnen.

10

15

20

25

30

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen der Vorspannkraft einer Schraubverbindung mit einer Spezialschraube, die zwei Bauteile mit der Vorspannkraft aneinanderpreßt, wobei die Spezialschraube im Schraubenschaft ein einstückiges Kernloch aufweist, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- 10 - Bestimmen der ursprünglichen Länge der Spezialschraube durch Messen der Länge des Kerns des Kernlochs,
- Bestimmen der Länge der Spezialschraube im gespannten Zustand durch
- 15 Messen des Abstandes vom Schraubenkopf zum Bohrungsgrund,
- Vergleichen der erfaßten Längenmeßwerte mit vorbestimmten Daten, wobei nach vorbestimmten Kriterien ermittelt wird, ob die Vorspannkraft ausreicht oder ob die Schraube nachgezogen werden muß.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Kerns des Kernlochs und die Länge der Kernlochbohrung durch mechanische oder optische Meßverfahren oder durch Ultraschallmeßverfahren gemessen wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Anforderung unterschiedliche Meßverfahren kombiniert werden, wobei für die Abstände zur Kernoberfläche oder zum Schraubenkopf mit anderen Meßverfahren bestimmbar sind, wie z. B. induktiv oder kapazitiv.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperatur in der Nähe der Schraubverbindung gemessen wird und temperaturbedingte Meßfehler kompensiert werden.
- 5 5. Vorrichtung zum Prüfen der Vorspannkraft einer Schraubverbindung mit einer Spezialschraube, die zwei Bauteile mit der Vorspannkraft aneinanderpreßt, wobei die Spezialschraube im Schraubenschaft ein einstückiges Kernloch aufweist, **gekennzeichnet durch** eine Längenmeßvorrichtung, die den Abstand der Grundfläche der Kernlochbohrung zum Schraubenkopf
- 10 und den Abstand der Stirnfläche des Kerns der Kernbohrung zum Schraubenkopf bestimmt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Längenmeßvorrichtungen elektrische Meßdaten bereitstellen, die einer Daten-
- 15 verarbeitungseinheit zugeführt werden, wobei die Meßdaten mit gespeicherten Daten verglichen werden und entschieden wird, ob die Vorspannkraft ausreichend ist oder ob die Schraube nachgezogen werden muß.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zusätzlich
- 20 eine Anzieh-Vorrichtung vorgesehen ist, die bei einer Nachzieh-Entscheidung der Datenverarbeitungseinheit die Schraube so weit nachzieht, bis die vorgesehene Vorspannung erreicht wird.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,
- 25 **net**, daß die Längenmeßvorrichtungen je nach Anforderung optische, mechanische, induktive oder kapazitive Meßsysteme aufweist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß je nach Anforderung unterschiedliche Meßsysteme kombiniert werden.

10. Schraube mit einer Kernlochbohrung, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ringspalt der Kernlochbohrung mit einem Material ausgefüllt ist, welches das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit verhindert und nahezu keinen Einfluß auf die Schraubendehnung hat.

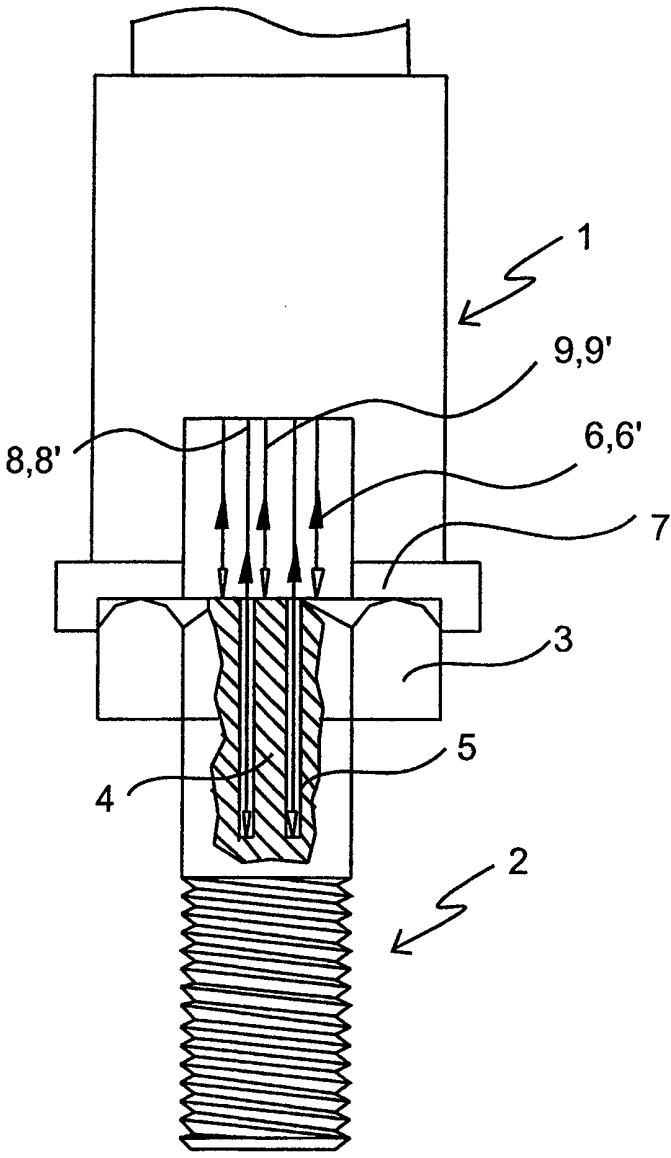


Fig. 1