



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 28 574 T2** 2008.01.17

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 320 000 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 28 574.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 811 220.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **12.12.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.06.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.05.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G05B 19/401** (2006.01)
G01B 3/30 (2006.01)

(73) Patentinhaber:
TESA SA, Renens, CH

(74) Vertreter:
**Beck & Rössig - European Patent Attorneys, 81679
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, LI

(72) Erfinder:
**Jordil, Pascal, 1612 Ecoteaux, CH; Zufferey,
Charles-Henri, 1976 Erde, CH; Zanier, Adriano,
1008 Prilly, CH**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Kalibrierung eines Messgerätes**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Referenzkaliber für die Kalibrierung eines Messgerätes. Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls das Verfahren zur Kalibrierung eines Messgerätes, verbunden mit einem Referenzkaliber gemäss der Erfindung.

[0002] Messgeräte umfassen einen in eine oder mehrere Richtungen bewegbaren Arm, dessen Position mit Genauigkeit mittels z.B. kapazitiver, induktiver, magnetoresistiver oder optoelektronischer Messsysteme bestimmt wird. Am Ende des beweglichen Arms wird ein allgemein sphärischer Taster montiert. Der Arm des Messgeräts wird räumlich entlang einer bestimmten Bahn verschoben, bis zu einem gewissen Messpunkt, z.B. bis zu einer Fläche, einer Kante oder einem genauen Punkt eines zu messenden Stücks. Die Koordinaten dieses Punkts werden vermessen, entweder manuell durch die Bedienungsperson, oder beispielsweise durch ein mit dem Messgerät verbundenes Computerprogramm. Ein solches Computerprogramm erlaubt es nachher, zum Beispiel, die Höhe des Messpunkts in Bezug auf die Werkfläche oder auf jede andere Referenzebene zu bestimmen, die Dimensionen eines Objekts zu berechnen oder, in einigen Fällen, ein zu messendes Objekt mittels einer Reihe von Messpunkten zwei- oder drei-dimensional darzustellen.

[0003] Um die Genauigkeit der Messung zu gewährleisten muss das Messgerät regelmässig kalibriert werden, um mögliche Fehler zu korrigieren, die beispielsweise aus der Variation der Umgebungsbedingungen, der Änderung des Durchmessers des Tasters, usw. stammen. Die Kalibrierung erfolgt mindestens bei jeder neuen Inbetriebnahme des Messgeräts, und bevor die Messungen durchgeführt werden können.

[0004] Das üblicherweise verwendete Werkzeug für die Kalibrierung eines Messgeräts ist ein Referenzkaliber. Das Referenzkaliber umfasst allgemein eine kalibrierte Gabel, welche dazu dient, das Messgerät gemäss einer bestimmten Achse zu kalibrieren. Die Gabel wird um den Taster angelegt. Der Arm des Messgeräts wird gemäss einer bestimmten Achse bewegt, bis der Taster mit einer ersten Seite der Gabel in Kontakt kommt und somit einen ersten Messpunkt bestimmt. Der Arm des Messgeräts wird danach in die entgegen gesetzte Richtung bewegt, bis er die andere Seite der Gabel berührt und somit einen zweiten Messpunkt bestimmt. Da das Computerprogramm des Messgeräts die genaue Dimension der kalibrierten Gabel, ihre Bewegung und in gewissen Fällen die genaue Dimension des Tasters kennt, kann es also die Kalibrierungsparameter berechnen, wie beispielsweise die Flexionen und Hysteresen, welche in einem solchen mechanischen System

während einer Richtungsänderung existieren. Die Kalibrierungsprozedur muss nach jeder Inbetriebsetzung des Messgeräts, und bevor die Messungen durchgeführt werden können, wiederholt werden.

[0005] Um die Qualität des Vermessens der Dimension der kalibrierten Gabel zu erhöhen ist es vorteilhaft, den Weg des Arms des Messgeräts einzuschränken und demzufolge die Dimension der Gabel selbst zu begrenzen. Eine solche Verringerung hat den Nachteil, dass sie die Verwendung von Tastern mit einem Durchmesser ungefähr gleich oder grösser als die Dimension der kalibrierten Gabel verhindert. Die Dimension der Gabel ist somit das Resultat eines Kompromisses zwischen der gewünschten Genauigkeit der Messung und der Möglichkeit, das Referenzkaliber mit einem Maximum an üblichen Tastern zu verwenden. Deshalb weisen die gegenwärtig verwendeten Kaliber alle eine Referenzdimension von entweder 20 Millimetern oder 25.4 Millimetern (1 Inch) auf, je nach gewähltem Messsystem.

[0006] Die Patentanmeldung JP2000039304 beschreibt ein Kaliber, das erlaubt, einen Referenzabstand zwischen zwei, durch ein Endmass getrennten parallelen Elementen zu messen.

[0007] Das Patent US4899094 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kalibrierung einer Drehbank, worin der Innen- oder Aussendurchmesser eines durch die Spindel der Drehbank gehaltenen Stücks gemessen wird.

[0008] Das Patent GB595190 beschreibt ein Präzisionskaliber, das mittels eines Masses mit nichtparallelen Seiten eingerichtet werden kann.

[0009] Das Patent US5134781 beschreibt ein Kaliber zur Kalibrierung von Messgeräten mit einem herausragenden Volumen mit parallelen Seiten.

[0010] Ein Ziel der Erfindung ist es, ein Referenzkaliber vorzuschlagen, das eine genauere Kalibrierung als die gegenwärtigen Kaliber erlaubt, unabhängig davon, was der Durchmesser des Tasters des Messgeräts ist.

[0011] Erreicht wird dieses Ziel, indem ein Referenzkaliber gemäss Anspruch 1 vorgeschlagen wird, dessen Referenzdimension sowohl durch seine Innenseiten wie durch seine Aussenseiten gemessen werden kann. Die Messung der Referenzdimension erfolgt entweder, wie vorher beschrieben, indem die lineare Verschiebung des Arms des Messgeräts zwischen zwei Referenzflächen, die eine kalibrierte Gabel definieren, gemessen wird, oder indem der Abstand zwischen einem ersten Messpunkt auf der einen Seite eines Endmasses und einem zweiten Messpunkt auf der entgegen gesetzten Seite des gleichen Endmasses gemessen wird. Die für die Refe-

renzdimension gewählte Dimension beträgt weniger als 20 Millimeter, vorzugsweise weniger als 15 Millimeter und vorzugsweise weniger als 7 Millimeter.

[0012] Ein Referenzkaliber gemäss der Erfindung hat zwei Hauptvorteile:

Die Referenzdimension wird stark verringert im Vergleich zu derjenigen der gegenwärtigen Kaliber, was somit die Verschiebung des Arms des Messgeräts während der Kalibrierung einschränkt;

Die Referenzdimension kann entweder auf die Innenseiten einer kalibrierten Gabel oder auf die Aussen-seiten eines herausragenden Volumens gemessen werden, und die Verwendung des gleichen Referenzkalibers für die Kalibrierung von Messgeräten, welche Taster mit einem beliebigen Durchmesser verwenden, wird ermöglicht.

[0013] Die vorliegende Erfindung wird besser verstanden beim Lesen der als Beispiel angegebenen Beschreibung, welche durch die beigelegten Figuren illustriert ist.

[0014] Die [Fig. 1](#) stellt eine perspektivische Ansicht eines Referenzkalibers gemäss der Erfindung dar, welches für die Kalibrierung von Höhenmesssäulen angepasst ist.

[0015] Die [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittansicht des in [Fig. 1](#) dargestellten Kalibers.

[0016] Die bevorzugte Ausführungsform des Referenzkalibers gemäss der Erfindung ist ein Referenzkaliber, das für die Kalibrierung einer Höhenmesssäule vorgesehen ist. Eine Höhenmesssäule ist eine Maschine, welche Abstände nur entlang der senkrechten Achse misst. Die Höhenmesssäule wird allgemein auf eine perfekt flache Werkfläche gestellt, was die genaue Messung entweder des senkrechten Abstands zwischen zwei Messpunkten oder der Höhe eines Messpunkts in Bezug auf diese Werkfläche erlaubt. Die Referenzdimension eines Referenzkalibers für die Kalibrierung einer Höhenmesssäule ist demzufolge in einer senkrechten Ebene in Bezug auf die Werkfläche orientiert.

[0017] Die Hauptelemente, die ein Referenzkaliber gemäss der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bilden, sind: drei Endmassen **1**, ein Sockel **2** und eine Haube **3**.

[0018] Die Endmassen **1** sind vorzugsweise parallelpipedförmige mechanische Elemente, welche aus einem harten und auf Umgebungsvariationen wenig empfindlichen Material gearbeitet werden, dessen mindestens eine Dimension mit der grössten Genauigkeit durch eine extrem genaue Bearbeitung von zwei entgegen gesetzten Seiten bestimmt wird. In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, aus Vereinfachungs- und Kostenreduktionsgründen,

sind die drei Endmassen **1** identisch. Die gewählte Referenzdimension d ist gleich 6.35 Millimeter (1/4 Inch), eine Dimension, welche für Berechnungen im metrischen wie auch im imperialen System geeignet ist. Die kalibrierte Gabel **10** wird durch Überlagerung der drei Endmassen **1** gebildet, wobei das mittlere Endmass merklich verschoben in Bezug auf die zwei anderen ist. Auf diese Weise weist der Zusammenbau der drei Endmassen **1**, im Gegensatz zur kalibrierten Gabel **10**, ein herausragendes Teil **13** des mittleren Endmasses für die Kalibrierung von Messgeräten auf, welche einen Taster verwenden, dessen Durchmesser zu gross ist, als dass er in die kalibrierte Gabel **10** eingeführt werden kann.

[0019] Der Sockel **2** umfasst eine Grundplatte **20**, durch welche das Referenzkaliber in Kontakt mit der Werkfläche steht. Der Sockel **2** verleiht dem Kaliber seine Stabilität. Er ist schwer und weist eine grosse Dimension im Vergleich zur Referenzdimension d auf. Der Sockel **2** bestimmt den Abstand zwischen der kalibrierten Gabel **10** oder dem herausragenden Volumen **13** und der Werkfläche, wobei der Abstand genügend gross sein muss, um dem Arm der Messsäule zu erlauben, die kalibrierte Gabel zu messen, ohne am Ende ihres senkrechten Wegs zu sein. Vorzugsweise weist die Höhe des Sockels zwischen 5% und 20% der Höhe der Höhenmesssäule auf. Die Grundplatte des Sockels bestimmt ebenfalls die Orientierung der kalibrierten Gabel **10** und des herausragenden Volumens **13** in Bezug auf die Werkfläche.

[0020] Die Haube **3** hält die Endmasse auf dem Sockel und lässt gleichzeitig eine genügend grosse Fläche um die kalibrierte Gabel **10** und das kalibrierte Volumen **13** frei, um dem Taster einen einfachen Zugang während der Kalibrierung zu ermöglichen. Die Haube **3** wird auf den Sockel mittels zweier Schrauben **5** geschraubt und eine zwischen der Haube und den Endmassen **1** eingeschobene Feder **4** gewährleistet einen konstanten Druck auf die Endmassen **1**, um jegliche Störung des Referenzkalibers zu verhindern.

[0021] Die bevorzugte Ausführungsform des Referenzkalibers gemäss der Erfindung benützt drei übereinander liegende Endmassen **1**, wobei das mittlere Endmass in Bezug auf die anderen verschoben ist, um die kalibrierte Gabel **10** zu bilden und einen Teil des mittleren Endmasses **13** herausragen zu lassen. Es ist in einer nicht dargestellten Variante dieser bevorzugten Ausführungsform ebenfalls möglich, das obere und das untere Endmass beispielsweise durch mechanische Elemente zu ersetzen, von denen lediglich eine Fläche perfekt eben ist. Da die perfekt ebene Fläche jeder dieser Elemente in Kontakt mit dem mittleren Endmass steht, wird somit eine kalibrierte Gabel gebildet, deren Flächen perfekt eben sind. Die Dimensionen dieser Elemente müssen jedoch einem Teil des Endmasses ermöglichen, über-

hängend in Bezug dazu zu bleiben. Es ist ebenfalls möglich, entweder die obere Fläche des Sockels oder die untere Fläche der Haube oder beide mit der grössten Genauigkeit zu bearbeiten, damit eine oder beide dieser Flächen als eine Seite der kalibrierten Gabel definierende Fläche dienen.

[0022] Die Verwendung des Referenzkalibers gemäss der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wurde hier oben als Beispiel durch die Kalibrierung einer Höhenmesssäule illustriert. Der Fachmann wird jedoch leicht verstehen, dass ein solches Kaliber ebenfalls zur Kalibrierung gemäss der senkrechten Achse von jeder zwei- oder dreidimensionalen Messmaschine dienen kann.

[0023] In einer zweiten, nicht dargestellten Ausführungsform des Referenzkalibers gemäss der Erfindung wird die Referenzdimension, ausgeführt wie in der bevorzugten Ausführungsform durch eine kalibrierte Gabel und ein herausragendes Volumen, in eine waagrecht Ebene orientiert, was somit die Kalibrierung einer ein-, zwei- oder dreidimensionalen Messmaschine gemäss jeder in einer Waagrechtensituationen Achse ermöglicht.

[0024] In einer dritten Ausführungsform umfasst das Referenzkaliber mindestens zwei Kalibrierungsdimensionen, welche gleichzeitig durch eine kalibrierte Gabel und ein herausragendes Volumen dargestellt werden, wobei eine der mindestens zwei kalibrierten Dimensionen in eine senkrechte Ebene orientiert ist, wobei eine andere der mindestens zwei kalibrierten Dimensionen in eine waagrecht Ebene orientiert ist, was somit die Kalibrierung einer zwei- oder dreidimensionalen Messmaschine gemäss der senkrechten und gemäss mindestens einer waagrechtensituationen Achse mit Hilfe des gleichen Referenzkalibers ermöglicht.

[0025] Das Verfahren zur Kalibrierung eines Messgeräts, verbunden mit der Verwendung eines Referenzkalibers gemäss der Erfindung, hat zwei Ausführungsformen.

[0026] Falls der Durchmesser des Tasters des Messgeräts fühlbar weniger als die kalibrierte Dimension d ist, werden die zwei Flächen **11** und **12**, welche die kalibrierte Gabel definieren, auf jede Seite des Tasters gemäss der Achse positioniert, in welcher das Messgerät kalibriert werden muss. Der Arm des Messgeräts wird danach entlang dieser Achse verschoben, bis der Taster eine erste Fläche **11** oder **12** berührt, was einen ersten Messpunkt bestimmt. Der Arm des Messgeräts wird danach in die entgegengesetzte Richtung entlang der gleichen Achse verschoben, bis er die andere, die kalibrierte Gabel definierende Fläche **12** oder **11** berührt, was den zweiten Messpunkt bestimmt. Die Kalibrierungsparameter werden danach mittels der bekannten kalibrierten Di-

mension d , der Messung der Verschiebung des Arms des Messgeräts und, falls er genau bekannt ist, des Durchmessers des Tasters berechnet.

[0027] Falls der Durchmesser des Tasters des Messgeräts fühlbar gleich wie oder grösser als die kalibrierte Dimension d ist, wird das herausragende Volumen in die Nähe des Tasters in einer genau bestimmten Position gesetzt, wobei seine Flächen **14** oder **15** in eine Ebene senkrecht zur Achse, in welcher das Messgerät kalibriert werden muss, orientiert sind. Der Arm des Messgeräts wird danach entlang dieser Achse verschoben, bis der Taster eine erste Fläche **14** oder **15** berührt, was einen ersten Messpunkt bestimmt. Der Arm des Messgeräts wird danach leicht in die entgegen gesetzte Richtung verschoben, um den Einzug des Referenzkalibers zu erlauben, und dann in die Erstrichtung auf eine fühlbar grössere Distanz als d . Das Kaliber wird genau wieder in seine Erstposition gesetzt. Der Arm des Messgeräts wird dann in die entgegen gesetzte Richtung entlang der gleichen Achse verschoben, bis er die andere, das herausragende Volumen definierende Fläche **15** oder **14** berührt, was den zweiten Messpunkt bestimmt. Die Kalibrierungsparameter werden danach mittels der bekannten kalibrierten Dimension d , der zwischen den beiden Messpunkten gemessenen Distanz und, falls er genau bekannt ist, des Durchmessers des Tasters berechnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibrierung eines Messgerätes mit einem mobilen Taster, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

ein Referenzkaliber in das Messvolumen des Geräts einfügen, worin eine Referenzdimension (d) sowohl durch das Messen des Abstands zwischen den Innenseiten (**11**, **12**) einer kalibrierten Gabel (**10**) des Kalibers wie auch durch das Messen des kalibrierten Abstands zwischen den Aussenseiten (**14**, **15**) eines herausragenden Volumens (**13**) des Kalibers messbar ist, wobei eine genügend grosse Fläche um die Gabel (**10**) und um das herausragende Volumen (**13**) frei gestellt wird, um dem mobilen Taster während dem Kalibrieren den Zugang zu den Innenseiten (**11**, **12**) der besagten kalibrierten Gabel und zu den Aussenseiten (**14**, **15**) des herausragenden Volumens zu ermöglichen;

falls der Durchmesser des Tasters des Messgeräts weniger als die Referenzdimension (d) ist: den Taster des Geräts verschieben, bis er eine erste Innenseite (**11** oder **12**) der kalibrierten Gabel und dann die andere Innenseite (**12** oder **11**) der kalibrierten Gabel berührt;

falls der Durchmesser des Tasters des Messgeräts gleich wie oder grösser als die Referenzdimension (d) ist: den Taster des Geräts verschieben, bis er eine erste Aussenseite (**14** oder **15**) des herausragenden Volumens und dann die andere Aussenseite (**15** oder

14) des herausragenden Volumens berührt.

2. Verfahren gemäss dem vorhergehenden Anspruch, wobei die besagte mindestens eine Referenzdimension (d) weniger als 15 Millimeter beträgt.

3. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte mindestens eine Referenzdimension (d) durch ein Endmass (**1**) des Referenzkalibers bestimmt wird.

4. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte kalibrierte Gabel (**10**) und das besagte herausragende Volumen (**13**) durch das Montieren eines Endmasses (**1**) zwischen zwei ebenen Flächen gebildet werden.

5. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte kalibrierte Gabel (**10**) und das besagte herausragende Volumen (**13**) durch Überlagerung von drei Endmassen (**1**) gebildet werden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

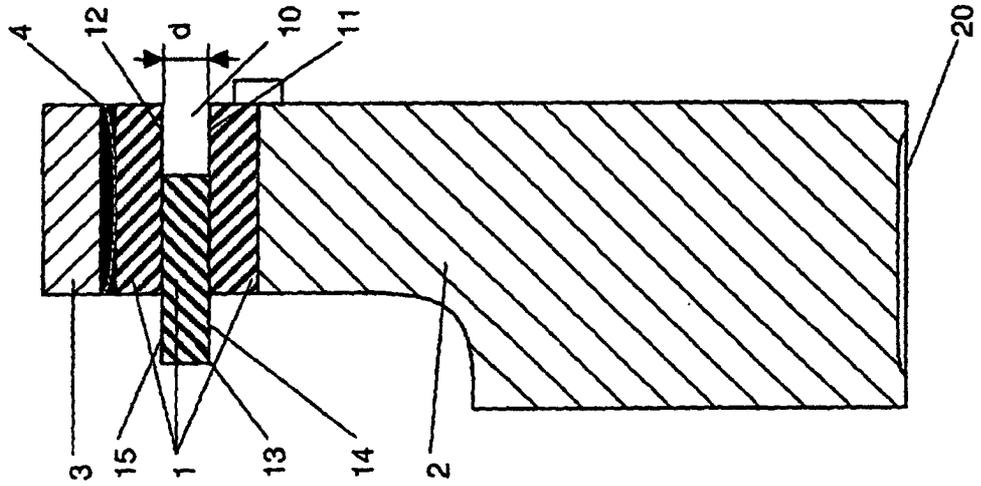


Fig. 2

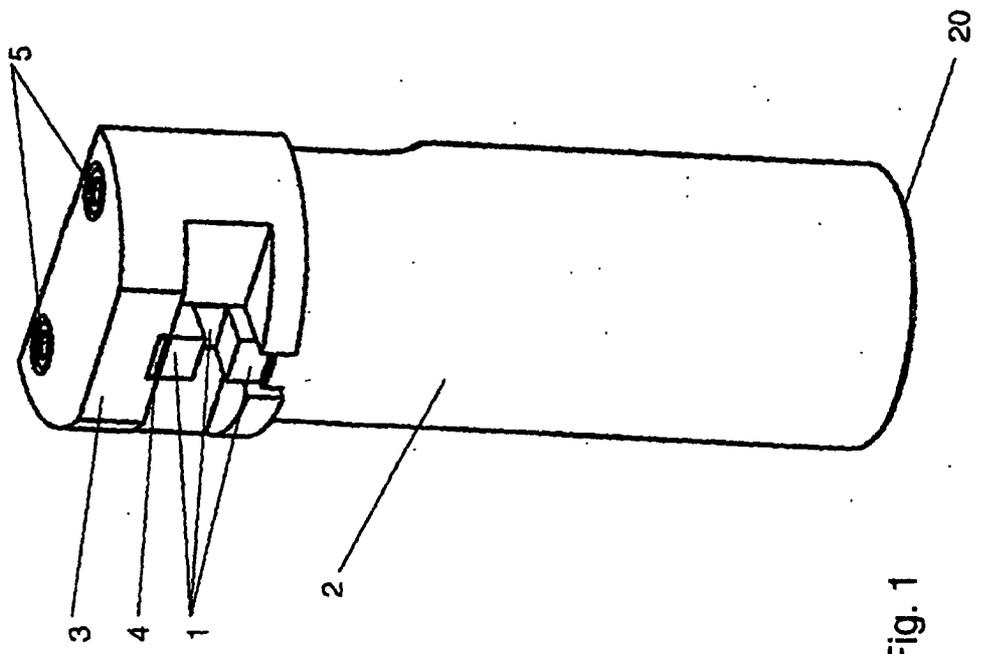


Fig. 1