



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 016 019.0**
(22) Anmeldetag: **07.04.2005**
(43) Offenlegungstag: **19.10.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.12.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 5/008** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH, 73447
Oberkochen, DE**

(74) Vertreter:
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.), 80687
München**

(72) Erfinder:
**Fuchs, Anton, 89558 Böhmenkirch, DE; Ruck,
Otto, 73479 Ellwangen, DE; Aubele, Eugen, 89558
Böhmenkirch, DE**

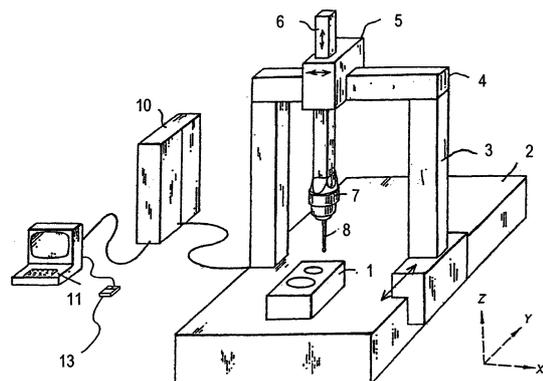
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 195 08 861 A1
EP 06 43 280 A1

JP 10-103 948 A (Abstract)

(54) Bezeichnung: **Koordinatenmeßsystem mit einem Tastsystem und Verfahren zur Einstellung der Empfindlichkeit des Tastsystems des Koordinatenmeßsystems**

(57) Hauptanspruch: Koordinatenmeßsystem mit einem Tastsystem, das wenigstens einen Tastkopf (7) mit einem taktilen, optischen oder kapazitiven Sensor (14) zum Erfassen von Koordinaten mindestens eines Punktes auf einer Oberfläche eines Körpers (1) oder einer Kraft auf einen an dem Tastkopf (7) gehaltenen Taststift (8) und eine mit dem Tastkopf (7) verbundene Betriebseinrichtung (9) zur Ansteuerung wenigstens des Sensors (14) und/oder Verarbeitung von Signalen wenigstens des Sensors (14) umfaßt, die durch Zuführung von Signalen, die die Werte von wenigstens zwei Betriebsparametern des Tastsystems wiedergeben, unter Beeinflussung einer Empfindlichkeit des Tastsystems konfigurierbar ist, und mit einer mit der Betriebseinrichtung (9) verbundenen Konfigurationseinrichtung (16), die eine Eingabeschnittstelle (20) zur Eingabe eines Wertes eines Empfindlichkeitsparameters aufweist und die in Abhängigkeit von dem eingegebenen Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung eines vorgegebenen Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den Betriebsparameter Werten der wenigstens zwei Betriebsparameter ermittelt und dann an die Betriebseinrichtung (9) übermittelt, wobei die Konfigurationseinrichtung (16) so ausgebildet...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Koordinatenmeßsystem mit einem Tastsystem und ein Verfahren zur Einstellung der Empfindlichkeit des Tastsystems des Koordinatenmeßsystems.

[0002] Koordinatenmeßsysteme sind grundsätzlich bekannt. Sie können dazu verwendet werden, die Form eines Körper zu erfassen, wozu sie über ein Tastsystem mit einem Taststift verfügen. Zur Erfassung der Koordinaten eines Punktes auf der Oberfläche des Körpers kann der Taststift auf die Oberfläche des Körpers bewegt werden, bis er nach einem vorgegebenen Kriterium sicher mit der Oberfläche in Kontakt ist. Danach wird die Position des Taststifts erfaßt. Alternativ kann bei sogenannten scannenden Verfahren der Tastkopf über die Oberfläche bewegt werden, wobei dessen Position erfaßt wird.

[0003] Die Empfindlichkeit des Tastsystems, d. h. die minimale Kraft auf den Taststift bzw. die minimale Auslenkung des Taststifts, bei der bei Antasten der Oberfläche noch eine Oberflächenstruktur sicher erfaßt werden kann, sollte dabei je nach den Eigenschaften des Körpers und gegebenenfalls vorhandenen Störungen in der Umgebung des Koordinatenmeßsystems eingestellt werden. Beispielsweise sollte bei einem Körper aus einem weichen Material die Antastkraft gering sein, um Deformationen der Oberfläche durch das Antasten möglichst gering zu halten. Andererseits können durch äußere Einflüsse der Umgebung hervorgerufene Effekte, beispielsweise Schwingungen, als Antasten wahrgenommen werden, wenn die Empfindlichkeit des Tastsystems im Vergleich zu der Stärke der Störung zu hoch ist.

[0004] In der EP 0643280 A1 ist ein Koordinatenmeßgerät beschrieben, bei dem die Parameter für die Tastkopfelektronik, die die Art und Weise der Signalverarbeitung bestimmen, eingestellt werden können. Für die verschiedenen Meßaufgaben können die Wertekombinationen der Parameter in vordefinierten Dateien zusammengestellt werden. Auch sind in der Druckschrift verschiedene Betriebsarten abgesprochen (genaues Messen, schnelles Messen), denen entsprechende Werte der Parameter für die Tastkopfelektronik zugeordnet sind. In der JP 10103948 A ist die Einstellung von Meßbedingungen und in der DE 19508861 A1 die Auswahl von Auswertemodulen im Zusammenhang mit Koordinatenmeßgeräten dargestellt.

[0005] Um die Empfindlichkeit zu verändern, müssen jedoch die Werte mehrerer Parameter, die den Betrieb des Koordinatenmeßsystems und insbesondere des Tastsystems beeinflussen, verändert werden. Da die Parameter in der Regel einen nichtlinearen Einfluß auf die Empfindlichkeit haben und zur Erzielung einer gewünschten Empfindlichkeit in Abhän-

gigkeit voneinander eingestellt werden müssen, kann die Empfindlichkeit von einem Bediener eines Koordinatenmeßsystems nicht ohne weiteres in gewünschter Weise verändert werden.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Koordinatenmeßsystem mit einem Tastsystem zu schaffen, bei dem die Empfindlichkeit des Tastsystems einfach eingestellt werden kann sowie ein Verfahren zur einfachen Einstellung der Empfindlichkeit eines Tastsystems eines Koordinatenmeßsystems anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Einstellung der Empfindlichkeit eines Tastsystems eines Koordinatenmeßsystems, die von Werten von wenigstens zwei Betriebsparametern des Tastsystems abhängt, bei dem ein Wert eines Empfindlichkeitsparameters erfaßt wird, und auf der Basis des Wertes des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung eines vorgegebenen Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den Betriebsparametern die Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter ermittelt und zum Betrieb des Tastsystems verwendet werden, wobei Werte des Empfindlichkeitsparameters aus einem vorgegebenen kontinuierlichen Wertebereich erfaßt werden.

[0008] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Koordinatenmeßsystem mit einem Tastsystem, das wenigstens einen Tastkopf mit einem taktilen, optischen oder kapazitiven Sensor zum Erfassen von Koordinaten mindestens eines Punktes auf einer Oberfläche eines Körpers und eine mit dem Tastkopf verbundene Betriebseinrichtung zur Ansteuerung wenigstens des Sensors und/oder Verarbeitung von Signalen wenigstens des Sensors umfaßt, die durch Zuführung von Signalen, die die Werte von wenigstens zwei Betriebsparametern des Tastsystems wiedergeben, unter Beeinflussung einer Empfindlichkeit des Tastsystems konfigurierbar ist, wobei das Koordinatenmeßsystem weiter eine mit der Betriebseinrichtung verbundene Konfigurationseinrichtung umfaßt, die eine Eingabeschnittstelle zur Eingabe eines Wertes eines Empfindlichkeitsparameters aufweist, und die in Abhängigkeit von dem eingegebenen Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung eines vorgegebenen Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den Betriebsparametern Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter ermittelt und dann an die Betriebseinrichtung übermittelt, wobei die Konfigurationseinrichtung so ausgebildet ist, daß als mögliche Werte des Empfindlichkeitsparameters beliebige Werte in einem vorgegebenen kontinuierlichen Wertebereich vorgesehen sind.

[0009] Das Koordinatenmeßsystem umfaßt zunächst das Tastsystem und kann darüber hinaus insbesondere noch über eine in definierter Weise mittels eines Antriebs des Koordinatenmeßsystems verfahr-

bare Halterung, an der das Tastsystem gehalten ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Antriebs und zur Verarbeitung von Meßsignalen des Tastsystems verfügen.

[0010] Bei dem Tastsystem kann es sich insbesondere um taktil, optisch oder kapazitiv arbeitende Tastsysteme mit entsprechenden Tastköpfen, für Einzelpunktmessung ausgelegte oder für scannenden Betrieb vorgesehene Tastsysteme handeln. Insbesondere können als taktil arbeitende Tastsysteme messende oder schaltende, aktive oder passive Systeme zum Einsatz kommen. Die Art des Sensors des Tastsystems richtet sich nach der Art des Tastsystems. Insbesondere kann er bei schaltenden Systemen wenigstens einen Schalter umfassen, dessen Zustand bei definiertem Antasten einer Oberfläche geändert wird. Optisch arbeitende Tastsysteme können über ein Detektionselement für Strahlung einer Strahlungsquelle des Tastsystems als Sensor verfügen. Das Tastsystem kann weiter, beispielsweise bei Tastköpfen für scannenden Betrieb, Meßkraftgeneratoren aufweisen, um den Taststift mit definierter Kraft auf die abzutastende Oberfläche zu drücken.

[0011] Das Tastsystem umfaßt neben dem Tastkopf mit dem Sensor die Betriebseinrichtung für den Sensor, die zur Ansteuerung des Sensors und/oder Verarbeitung von Signalen des Sensors dient und deren Aufbau und Funktion sich daher nach der Art des Sensors richtet. Sie kann auch zum Betrieb eines gegebenenfalls vorhandenen Meßkraftgenerators dienen.

[0012] Die Betriebseinrichtung ist durch Vorgabe von Werten für wenigstens zwei Betriebsparameter des Tastsystems bzw. Zuführung von Signalen, die die Werte für die Betriebsparameter wiedergeben, konfigurierbar; beispielsweise können die Werte von wenigstens zwei der folgenden Betriebsparameter vorgegeben werden: die Empfindlichkeit eines Verstärkers der Betriebseinrichtung zur Verstärkung eines Signals des Sensors, ein eine Charakteristik eines Frequenzfilters der Betriebseinrichtung für Signale des Sensors wenigstens teilweise beschreibender Parameter und ein Schwellwert für eine Triggerschaltung der Betriebseinrichtung, die Signale des Sensors auswertet. Darüber hinaus können über Betriebsparameter verschiedene in der Betriebseinrichtung implementierte Signal- bzw. Antasterkennungsverfahren oder verschiedene Filter zum Betrieb ausgewählt werden. Zum Empfang der die Betriebsparameterwerte wiedergebenden Signale kann die Betriebseinrichtung entsprechende Schnittstellen aufweisen.

[0013] Um diese Betriebsparameter für einen gegebenen Taststift, eine gegebene Materialoberfläche und gegebene, die Koordinatenmessung gegebenenfalls störende Umgebungseinflüsse zur Erzielung

einer gewünschten Empfindlichkeit einstellen zu können, wird nur der Wert eines Empfindlichkeitsparameters erfaßt, und aus diesem werden dann die Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter gemäß einem vorgegebenem Zusammenhang zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den Betriebsparametern ermittelt. Hierzu dient die Konfigurationseinrichtung, die zur Erfassung eines gewünschten Wertes des Empfindlichkeitsparameters, zur Umsetzung des Wertes des Empfindlichkeitsparameters in entsprechende Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter und zur Übermittlung entsprechender Signale an die Betriebseinrichtung dient. Sie kann hierzu neben der Eingabeschnittstelle insbesondere einen Speicher, in dem Instruktionen zur Ermittlung der Werte der Betriebsparameter aus dem Wert des Empfindlichkeitsparameters gespeichert sind, und einen mit der Eingabeschnittstelle, dem Speicher und der Betriebseinrichtung verbundenen Prozessor zur Ausführung der Instruktionen aufweisen.

[0014] Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt darin, daß ein Benutzer zur Einstellung der Empfindlichkeit des Koordinatenmeßsystems bzw. des Tastsystems des Koordinatenmeßsystems nur einen Wert des Empfindlichkeitsparameters einzugeben braucht, woraufhin die genaue Konfiguration des Koordinatenmeßsystems nach Ermittlung der Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter automatisch erfolgt. Eingehende Kenntnisse des Benutzers über den Aufbau und die die Empfindlichkeit beeinflussenden Parameter sind nicht notwendig. Die Einstellung kann nicht nur einfach erfolgen, sondern es ist auch möglich, optimale Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter zu verwenden.

[0015] Die Werte der Betriebsparameter werden aus dem Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung eines vorgegebenen Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den Betriebsparametern ermittelt. Dieser Zusammenhang kann beispielsweise unter Verwendung von Modellen für das Tastsystem und Optimierungsverfahren ermittelt werden. Hierzu kann die Konfigurationseinrichtung, beispielsweise durch Vorgabe entsprechender Instruktionen, entsprechend ausgebildet sein. Vorzugsweise enthält der vorgegebene Zusammenhang zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den wenigstens zwei Betriebsparametern Kennlinien und/oder Kennfelder, die die zu verwendenden Werte der Betriebsparameter in Abhängigkeit von dem Empfindlichkeitsparameter wiedergeben. Das Koordinatenmeßsystem umfaßt hierzu vorzugsweise einen mit der Konfigurationseinrichtung verbundenen Kennlinien- und/oder Kennfeldspeicher, in dem zur Vorgabe des Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den wenigstens zwei Betriebsparametern Kennlinien bzw. Kennfelder für die Parameter der Betriebseinrichtung in Abhängigkeit von dem Empfindlichkeitsparameter gespei-

chert sind, und die Konfigurationseinrichtung ist dazu ausgebildet, ausgehend von einem Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung der Kennlinien bzw. Kennfelder die Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter zu ermitteln. Bestehen für einen Betriebsparameter nur wenige Auswahlmöglichkeiten, beispielsweise für ein Signalerkennungsverfahren, kann das Kennfeld als Tabelle mit einer entsprechenden Anzahl von Einträgen gegeben sein. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß zum einen die Werte der Betriebsparameter sehr schnell und unter Verwendung nur weniger Ressourcen ermittelt werden können. Zum anderen sind keine Modelle für die Ermittlung der Werte der Betriebsparameter notwendig. Vielmehr können diese auch experimentell ermittelt werden. Die Kennlinien oder Kennfelder können beispielsweise in Form von Matrizen bzw. Feldern gespeichert sein.

[0016] Verschiedene Tastsysteme, die mit dem ansonsten gleichen Koordinatenmeßsystem verwendet werden können, unterscheiden sich in dem Zusammenhang zwischen den Betriebsparametern und der mit diesen erzielten Empfindlichkeit. Diese Unterschiede können dadurch berücksichtigt werden, daß in dem Kennlinien- und/oder Kennfeldspeicher für verschiedene vorgegebene Tastsysteme jeweils verschiedene Kennlinien bzw. Kennfelder gespeichert sind und je nach eingesetztem Tastsystem zur Ermittlung der Betriebsparameter verwendet werden. Alternativ können diese jeweils neu eingegeben werden. Es ist jedoch bevorzugt, daß der Kennlinien- und/oder Kennfeldspeicher in der Betriebseinrichtung des Tastsystems angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, daß bei Austausch des Tastsystems damit auch der Kennlinien- und/oder Kennfeldspeicher ausgetauscht wird, so daß für die Konfiguration immer die richtigen Kennlinien bzw. Kennfelder zur Verfügung stehen.

[0017] Die Werte des Empfindlichkeitsparameters können in beliebiger Art und Weise vorgegeben werden. Die Werte des Empfindlichkeitsparameters werden dabei aus einem vorgegebenen kontinuierlichen Wertebereich erfaßt. Dazu kann die Konfigurationseinrichtung so ausgebildet sein, daß als mögliche Werte des Empfindlichkeitsparameters beliebige Werte in einem vorgegebenen kontinuierlichen Wertebereich vorgesehen sind. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß die Empfindlichkeit besonders feinfühlig an die Anforderungen der Messung angepaßt gewählt werden kann. Ein Wertebereich wird dabei insbesondere auch dann als kontinuierlich verstanden, wenn aufeinanderfolgende Werte darin nur durch die Zahlendarstellung in einem digitalen System bzw. der Konfigurationseinrichtung bedingt voneinander beabstandet sind.

[0018] Prinzipiell kann der Wert des Empfindlichkeitsparameters auf beliebige Art und Weise erfaßt

werden. Beispielsweise kann das Koordinatenmeßsystem ein entsprechendes Eingabeelement wie einen Auswahlschalter, ein Potentiometer oder einen Winkelgeber für einen Drehknopf umfassen. Es ist jedoch bevorzugt, daß der Wert des Empfindlichkeitsparameters über eine graphische Benutzerschnittstelle erfaßt wird. Vorzugsweise umfaßt das Koordinatenmeßsystem hierzu mit der Konfigurationseinrichtung verbundene Schnittstellen für ein Anzeigegerät und ein Eingabegerät und die Konfigurationseinrichtung ist dazu ausgebildet, den Wert des Empfindlichkeitsparameters über eine auf dem Anzeigegerät dargestellte graphische Benutzerschnittstelle als Eingabeschnittstelle einzulesen. Die Erfassung über eine graphische Benutzerschnittstelle hat den Vorteil, daß zum einen die hierzu notwendigen Geräte ohnehin zum Betrieb vieler Koordinatenmeßsysteme verwendet werden und somit nur ein entsprechendes Softwaremodul bereitgestellt werden muß. Als Anzeigegeräte können beispielsweise Röhrenmonitore oder Flüssigkristallanzeigen benutzt werden. Als Eingabegeräte bieten sich neben einer Tastatur oder einem Joystick Zeigegeräte wie beispielsweise Mäuse oder sog. „Trackballs“ an. Besonders bevorzugt kann ein berührungsempfindliches Anzeigegerät bzw. ein sogenannter Touchscreen verwendet werden, das bzw. der eine Kombination von Anzeige- und Eingabegerät darstellt. Zum anderen können für den Benutzer Hinweise zur Auswahl des Empfindlichkeitsparameters angezeigt werden, die diesem die geeignete Auswahl erleichtern. Vorzugsweise umfaßt das Koordinatenmeßsystem auch das Anzeige- und/oder das Eingabegerät.

[0019] Die graphische Benutzerschnittstelle kann auf verschiedene Art und Weise gestaltet sein. Bei einer Ausführungsform wird zur Erfassung des Wertes des Empfindlichkeitsparameters über die graphische Benutzerschnittstelle ein Dreh- oder Schieberegler angezeigt, wenigstens eine Eingabe über ein Eingabegerät zur Einstellung des Dreh- oder Schiebereglers erfaßt und entsprechend der Eingabe der Wert des Empfindlichkeitsparameters ermittelt. Bei dem Koordinatenmeßsystem ist die Konfigurationseinrichtung so ausgebildet, daß auf deren Ansteuerung auf einem mit der Schnittstelle für ein Anzeigegerät verbundenen Anzeigegerät ein Dreh- oder Schieberegler dargestellt wird, und daß sie Eingaben von einem mit der Schnittstelle für das Eingabegerät verbundenen Eingabegerät zur Einstellung des Dreh- oder Schiebereglers in einen Wert des Empfindlichkeitsparameters umsetzt. Diese Ausgestaltung der graphischen Benutzerschnittstelle erlaubt in vorteilhafter Weise eine intuitive Bedienung im Fall des kontinuierlichen Wertebereichs für den Empfindlichkeitsparameter.

[0020] Alternativ ist es bevorzugt, daß zur Auswahl des Wertes des Empfindlichkeitsparameters über die graphische Benutzerschnittstelle jeweils einem Wert

des Empfindlichkeitsparameters entsprechende Icons, Radio-Buttons oder in diskrete, jeweils einem Wert des Empfindlichkeitsparameters zugeordnete Stellungen einstellbare Dreh- oder Schieberegler angezeigt werden, und wenigstens eine Eingabe über ein Eingabegerät zur Auswahl eines der Icons, Radio-Buttons oder einer Stellung des Dreh- oder Schiebereglers erfaßt und entsprechend der Eingabe der Wert des Empfindlichkeitsparameters ermittelt wird. Bei dem Koordinatenmeßsystem ist dazu die Konfigurationseinrichtung so ausgebildet, daß auf deren Ansteuerung auf einem mit der Schnittstelle für ein Anzeigegerät verbundenen Anzeigegerät für alternativ einstellbare Werte des Empfindlichkeitsparameters jeweils ein Icon, Radio-Button oder in diskrete, jeweils einem Wert des Empfindlichkeitsparameters zugeordnete Stellungen einstellbare Dreh- oder Schieberegler dargestellt wird und daß sie Eingaben von einem mit der Schnittstelle für das Eingabegerät verbundenen Eingabegerät zur Auswahl eines Icons, Radio-Buttons oder einer Stellung des Dreh- oder Schiebereglers in einen diesem zugeordneten Wert des Empfindlichkeitsparameters umsetzt. Diese Art der Erfassung des Wertes des Empfindlichkeitsparameters ist besonders vorteilhaft, da der Wert des Empfindlichkeitsparameters auf der Benutzeroberfläche qualitativ und/oder durch Beschreibung der Umstände, unter denen er gewählt werden sollte, dargestellt werden kann, so daß die Auswahl besonders einfach erfolgen kann.

[0021] Je nach Art des Tastverfahrens kann es vorteilhaft sein, den Wert wenigstens eines weiteren, nicht das Tastsystem betreffenden Betriebsparameters des Koordinatenmeßsystems in Abhängigkeit von dem erfaßten Wert des Empfindlichkeitsparameters einzustellen. Die Konfigurationseinrichtung des Koordinatenmeßsystems ist dazu vorzugsweise dazu ausgebildet, in Abhängigkeit von dem Wert des Empfindlichkeitsparameters einen Wert wenigstens eines nicht das Tastsystem betreffenden Betriebsparameters des Koordinatenmeßsystems zu ermitteln und das Koordinatenmeßsystem entsprechend dem Wert des Betriebsparameters zu konfigurieren. Der vorgegebene Zusammenhang zwischen dem weiteren Betriebsparameter und dem Empfindlichkeitsparameter kann in einer der zuvor in Bezug auf den Zusammenhang zwischen den Betriebsparametern des Tastsystems und dem Empfindlichkeitsparameter genannten Möglichkeiten gegeben sein. Insbesondere können auch hier Kennlinien verwendet werden. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß das Koordinatenmeßsystem weitgehend durch Angabe nur der Empfindlichkeit konfiguriert werden kann. Beispielsweise kann als weiterer Betriebsparameter die Geschwindigkeit, mit der der Tastkopf verfahren wird, in Abhängigkeit von dem Wert des Empfindlichkeitsparameters festgelegt werden.

[0022] Die Erfindung wird im folgenden anhand der

Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Koordinatenmeßsystems nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung und

[0024] [Fig. 2](#) eine schematisch Blockdarstellung des Koordinatenmeßsystems in [Fig. 1](#).

[0025] In [Fig. 1](#) verfügt ein Koordinatenmeßsystem nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zur Vermessung eines Werkstücks **1** über ein mittels eines in [Fig. 1](#) nicht gezeigten y-Antriebs in einer y-Richtung über einem Maschinentisch **2** verfahrbares Portal **3** mit einem Portalbogen **4**, auf dem in einer x-Richtung ein Querschlitzen **5** mittels eines ebenfalls in [Fig. 1](#) nicht gezeigten x-Antriebs verfahrbar geführt ist. In dem Querschlitzen **5** ist mittels eines nicht in [Fig. 1](#) gezeigten z-Antriebs eine Pinole **6** in z-Richtung verfahrbar, an der ein Tastkopf **7** gehalten ist, der selbst einen Taststift **8** trägt. Die genannten x-, y- und z-Antriebe wie auch ein Tastsystem, das neben dem Tastkopf **7** und dem Taststift **8** noch eine Betriebseinrichtung **9** (vgl. [Fig. 2](#)) umfaßt, wird über entsprechende in den Figuren nicht gezeigte Schnittstellen eine Steuereinheit **10** und einen Rechner **11** mit Tastatur gesteuert. An den Rechner **11** sind ein Anzeigegerät **12** in Form eines Röhrenmonitors und eine Maus **13** als Eingabegerät angeschlossen.

[0026] Wie in [Fig. 2](#) veranschaulicht, verfügt der Tastkopf **7**, der in diesem Ausführungsbeispiel vom schaltenden Typ ist, über einen Sensor **14** zur Erfassung von Auslenkungen des Taststifts **8** aus seiner Ruhelage.

[0027] Zur Ansteuerung des Sensors **14** und zur Auswertung der Signale des Sensors **14** dient die Betriebseinrichtung **9**, die auch als Tastkopfelektronik bezeichnet wird. Sie umfaßt unter anderem eine Verstärker zur Verstärkung von Signalen des Sensors **14**, einen Filter zur Filterung der verstärkten Signale und eine Triggerschaltung zur Erkennung eines durch Auslenkung des Taststifts **8** erreichten Schaltvorgangs. In der Triggerschaltung sind verschiedene Signal- bzw. Antasterkennungsverfahren implementiert, von denen eines durch Vorgabe eines entsprechenden Wertes eines Betriebsparameters zu dem Betrieb auswählbar und aktivierbar ist. Diese Einrichtungen sind durch Setzen von Werten von entsprechenden Betriebsparametern, d. h. einer Verstärkung, einer Filterbreite, eines Signalerkennungsverfahrens für die Triggerschaltung und einer Triggerschwelle, konfigurierbar. Hierzu dient eine in [Fig. 2](#) nicht gezeigte, gegebenenfalls nur in Form von Software gegebene Konfigurationsschnittstelle zum Empfang von Signalen.

[0028] In der Betriebseinrichtung **9** sind in einem Kennlinienspeicher **15** Kennlinien in Tabellenform ab-

gelegt, in der vorgegebenen Werten eines Empfindlichkeitsparameters zum Betrieb optimierte und aufeinander abgestimmte Werte der Betriebsparameter zugeordnet sind.

[0029] Die Betriebseinrichtung **9** kann physisch in der Steuereinheit **10** oder vorzugsweise in dem Tastkopf **7** angeordnet sein.

[0030] Die Steuereinheit **10** dient zur Steuerung der Bewegung des Tastkopfs **7** mittels der x-, y- und z-Antriebe und der damit koordinierten Aufnahme von Meßsignalen des Tastkopfs **7** bzw. der Betriebseinrichtung **9**. Die Funktionsweise dieser Antriebe, beispielsweise die Verfahrensgeschwindigkeit, ist, obwohl nicht unbedingt notwendig, in diesem Ausführungsbeispiel zur Beeinflussung der Empfindlichkeit durch Vorgabe entsprechender Werte den Antrieben zugeordneter Betriebsparameter konfigurierbar.

[0031] Der Rechner **11** dient zur Bedienung des Koordinatenmeßsystems sowie der Auswertung erfaßter Meßwerte und verfügt dazu über einen Prozessor, einen Speicher, in dem neben Daten auch Instruktionen eines Bedienungsprogramms gespeichert sind, sowie in den Figuren nicht gezeigter Schnittstellen zu der Steuereinheit **10**, dem Anzeigegerät **12** und dem Eingabegerät **13**. Insbesondere bildet der Rechner **11** eine Konfigurationseinrichtung **16** mit in den Figuren nicht gezeigten Schnittstellen zu der Steuereinheit **10**, dem Anzeigegerät **12** und dem Eingabegerät **13**, mittels derer das Tastsystem und die Antriebe bzw. die Steuereinheit **10** konfigurierbar sind.

[0032] Wesentliche Funktionsblöcke des Koordinatenmeßsystems sind in [Fig. 2](#) dargestellt. Wie bereits erwähnt, dient die Betriebseinrichtung **9** zur Ansteuerung des Tastkopfs **7** und zur Auswertung der Signale **14**, insbesondere zur Erkennung einer Antastung der Oberfläche des Werkstücks **1**. Die Signale der Betriebseinrichtung **9** werden in an sich bekannter Weise über die Steuereinheit **10** bzw. eine Tastkopfbewegungssteuerung **17** an eine durch entsprechende Programmierung des Rechners **10** gegebene Meßsignalauswertung **18** übermittelt, die die Meßsignale bzw. -daten weiterverarbeitet.

[0033] Die Konfigurationseinrichtung **16** wird durch ein Modul **19** zur Konfigurationsermittlung und eine mit diesem verbunden graphische Benutzerschnittstelle **20** sowie in den Figuren nicht gezeigte Schnittstellen zu der Steuereinheit **10**, dem Kennlinienspeicher **15** in der Betriebseinrichtung **9** und der Betriebseinrichtung **9** selbst gebildet. Die Konfigurationseinrichtung kann allein durch entsprechende Programmierung des Rechners **10** erhalten werden, d. h. in dessen Speicher sind Instruktionen für den Prozessor abgelegt, um eine Konfiguration in Abhängigkeit von einem erfaßte vorzunehmen. Die Schnittstellen umfassen insbesondere auch die zuvor erwähnten

Schnittstellen des Rechners **11**.

[0034] Zur Konfiguration wird ein Empfindlichkeitsparameter verwendet, für den im Ausführungsbeispiel ein, bis auf die Zahlendarstellung im Rechner, kontinuierlicher Wertebereich von 0 bis 10 vorgesehen ist, wobei der Wert 10 der maximalen Empfindlichkeit entspricht. In den die Kennlinien wiedergebenden Tabellen sind für eine vorgegebene Anzahl von Werten des Empfindlichkeitsparameter in Versuchen und/oder durch theoretische Verfahren optimierte und aufeinander abgestimmte Werte der zur Konfiguration des Koordinatenmeßsystems und insbesondere des Tastsystems verwendeten Betriebsparameter gespeichert. Diese in den Tabellen bzw. durch die Kennlinien definierten Zusammenhänge können insbesondere von der Steifheit des Taststifts **8**, den Eigenschaften des Sensors **14** und denen der Betriebseinrichtung **9**, insbesondere denen der elektronischen Funktionsgruppen darin, abhängen. Je nach Wert des Empfindlichkeitsparameters können die entsprechenden Werte der Betriebsparameter unmittelbar ausgelesen oder durch Interpolation bestimmt werden.

[0035] Zur Eingabe eines Wertes des Empfindlichkeitsparameters dient die graphische Benutzerschnittstelle **20**. Durch sie wird auf dem Anzeigegerät **12** ein Schieberegler **21** angezeigt, dessen Schieber **22** mittels des Eingabegeräts **13**, also der Maus, entlang einer Linie vorgegebener Länge verschiebbar ist. In Abhängigkeit von den Eingabesignalen des Eingabegeräts **13** wird mit der Position des Schiebers **21** entlang der Linie ein der Position entsprechender Wert des Empfindlichkeitsparameters ermittelt und an das Konfigurationsermittlungsmodul **19** übertragen. Diese führt dann, wie oben beschrieben, die Konfiguration aus, indem sie aus dem Wert des Empfindlichkeitsparameters die entsprechenden Werte der Betriebsparameter ermittelt und das Tastsystem, insbesondere die Betriebseinrichtung **9**, und die Tastkopfbewegungssteuerung **17** durch Zuführung der ermittelten Werte wiedergebender Signale entsprechend konfiguriert. Entsprechend werden die Antriebe durch Ermittlung und nachfolgendes Setzen von Werten der diesen zugeordneten Betriebsparameter in Abhängigkeit von dem Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung von in der Konfigurationseinrichtung abgelegten Kennlinien konfiguriert.

[0036] Ein Benutzer braucht daher zur Einstellung der Empfindlichkeit des Koordinatenmeßsystems, beispielsweise in Abhängigkeit von der Weichheit und/oder Struktur der Oberfläche des Werkstücks **1**, der Steifheit des Taststifts **8** und der Umgebungsbedingungen, beispielsweise Schwingungen in der Umgebung des Koordinatenmeßsystems, nur den Schieberegler **22** zu betätigen, um damit sehr günstige Werte für eine Reihe von die Empfindlichkeit des

Koordinatenmeßsystems und insbesondere des Tastsystems bestimmenden Betriebsparametern zu setzen.

[0037] Bei noch einer anderen Ausführungsform wird statt des Röhrenmonitors **12** und des Eingabegeräts **13** in Form einer Maus ein Touchscreen als kombiniertes Anzeige- und Eingabegerät verwendet. Bei Berührung der Anzeigefläche im Bereich eines Radio-Buttons wird dieser ausgewählt. Dies hat den Vorteil, daß eine sehr intuitive Bedienung bei Verwendung nur weniger bewegbarer Bestandteile erreicht wird.

Patentansprüche

1. Koordinatenmeßsystem mit einem Tastsystem, das wenigstens einen Tastkopf (**7**) mit einem taktilen, optischen oder kapazitiven Sensor (**14**) zum Erfassen von Koordinaten mindestens eines Punktes auf einer Oberfläche eines Körpers (**1**) oder einer Kraft auf einen an dem Tastkopf (**7**) gehaltenen Taststift (**8**) und eine mit dem Tastkopf (**7**) verbundene Betriebseinrichtung (**9**) zur Ansteuerung wenigstens des Sensors (**14**) und/oder Verarbeitung von Signalen wenigstens des Sensors (**14**) umfaßt, die durch Zuführung von Signalen, die die Werte von wenigstens zwei Betriebsparametern des Tastsystems wiedergeben, unter Beeinflussung einer Empfindlichkeit des Tastsystems konfigurierbar ist, und mit einer mit der Betriebseinrichtung (**9**) verbundenen Konfigurationseinrichtung (**16**), die eine Eingabeschnittstelle (**20**) zur Eingabe eines Wertes eines Empfindlichkeitsparameters aufweist und die in Abhängigkeit von dem eingegebenen Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung eines vorgegebenen Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den Betriebsparametern Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter ermittelt und dann an die Betriebseinrichtung (**9**) übermittelt, wobei die Konfigurationseinrichtung (**16**) so ausgebildet ist, daß als mögliche Werte des Empfindlichkeitsparameters beliebige Werte in einem vorgegebenen kontinuierlichen Wertebereich vorgesehen sind.

2. Koordinatenmeßsystem nach Anspruch 1, bei dem ein mit der Konfigurationseinrichtung (**16**) verbundener Kennlinien- und/oder Kennfeldspeicher (**15**) vorgesehen ist, in dem zur Vorgabe des Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den wenigstens zwei Betriebsparametern Kennlinien bzw. Kennfelder für die Parameter der Betriebseinrichtung (**9**) in Abhängigkeit von dem Empfindlichkeitsparameter gespeichert sind, und bei dem die Konfigurationseinrichtung (**16**) dazu ausgebildet ist, ausgehend von einem Wert des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung der Kennlinien bzw. Kennfelder die Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter zu ermitteln.

3. Koordinatenmeßsystem nach Anspruch 2, bei dem der Kennlinien- und/oder Kennfeldspeicher (**15**) in der Betriebseinrichtung (**9**) des Tastsystems angeordnet ist.

4. Koordinatenmeßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit der Konfigurationseinrichtung (**16**) verbundene Schnittstellen für ein Anzeigegerät (**12**) und ein Eingabegerät (**13**) vorgesehen sind und die Konfigurationseinrichtung (**16**) dazu ausgebildet ist, den Wert des Empfindlichkeitsparameters über eine auf dem Anzeigegerät (**12**) dargestellte graphische Benutzerschnittstelle (**20**) als Eingabeschnittstelle einzulesen.

5. Koordinatenmeßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Konfigurationseinrichtung (**16**) so ausgebildet ist, daß auf deren Ansteuerung auf einem mit der Schnittstelle für ein Anzeigegerät verbundenen Anzeigegerät (**12**) ein Dreh- oder Schieberegler (**21**) dargestellt wird, und daß sie Eingaben von einem mit der Schnittstelle für das Eingabegerät verbundenen Eingabegerät (**13**) zur Einstellung des Dreh- oder Schiebereglers (**21**) in einen Wert des Empfindlichkeitsparameters umsetzt.

6. Koordinatenmeßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Konfigurationseinrichtung (**16**) so ausgebildet ist, daß auf deren Ansteuerung auf einem mit der Schnittstelle für ein Anzeigegerät verbundenen Anzeigegerät (**12**) für alternativ einstellbare Werte des Empfindlichkeitsparameters jeweils ein Icon, Radio-Button (**23**) oder in diskrete, jeweils einem Wert des Empfindlichkeitsparameters zugeordnete Stellungen einstellbare Dreh- oder Schieberegler dargestellt wird und daß sie Eingaben von einem mit der Schnittstelle für das Eingabegerät verbundenen Eingabegerät (**13**) zur Auswahl eines Icons, Radio-Buttons (**23**) oder einer Stellung des Dreh- oder Schiebereglers in einen diesem zugeordneten Wert des Empfindlichkeitsparameters umsetzt.

7. Koordinatenmeßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Konfigurationseinrichtung (**16**) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem Wert des Empfindlichkeitsparameters einen Wert wenigstens eines nicht das Tastsystem betreffenden Betriebsparameters des Koordinatenmeßsystems zu ermitteln und das Koordinatenmeßsystem entsprechend dem Wert des Betriebsparameters zu konfigurieren.

8. Verfahren zur Einstellung der Empfindlichkeit eines Tastsystems eines Koordinatenmeßsystems, die von Werten von wenigstens zwei Betriebsparametern des Tastsystems abhängt, bei dem ein Wert eines Empfindlichkeitsparameters erfaßt wird, und auf der Basis des Wertes des Empfindlichkeitsparameters unter Verwendung eines vorgegebenen Zusammenhangs zwischen dem Empfindlichkeitspara-

meter und den Betriebsparametern die Werte der wenigstens zwei Betriebsparameter ermittelt und zum Betrieb des Tastsystems verwendet werden, wobei Werte des Empfindlichkeitsparameters aus einem vorgegebenen kontinuierlichen Wertebereich erfaßt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem der vorgegebene Zusammenhang zwischen dem Empfindlichkeitsparameter und den wenigstens zwei Betriebsparametern Kennlinien und/oder Kennfelder enthält, die die zu verwendenden Werte der Betriebsparameter in Abhängigkeit von dem Empfindlichkeitsparameter wiedergeben.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, bei dem der Wert des Empfindlichkeitsparameters über eine graphische Benutzerschnittstelle **(20)** erfaßt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem zur Erfassung des Wertes des Empfindlichkeitsparameters über die graphische Benutzerschnittstelle **(20)** ein Dreh- oder Schieberegler **(20)** angezeigt, wenigstens eine Eingabe über ein Eingabegerät **(13)** zur Einstellung des Dreh- oder Schiebereglers **(20)** erfaßt und entsprechend der Eingabe der Wert des Empfindlichkeitsparameters ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem zur Auswahl des Wertes des Empfindlichkeitsparameters über die graphische Benutzerschnittstelle **(20)** jeweils einem Wert des Empfindlichkeitsparameters entsprechende Icons, Radio-Buttons **(23)** oder in diskrete, jeweils einem Wert des Empfindlichkeitsparameters zugeordnete Stellungen einstellbare Dreh- oder Schieberegler **(20)** angezeigt werden, und wenigstens eine Eingabe über ein Eingabegerät zur Auswahl eines der Icons, Radio-Buttons **(23)** oder einer Stellung des Dreh- oder Schiebereglers erfaßt und entsprechend der Eingabe der Wert des Empfindlichkeitsparameters ermittelt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, bei dem der Wert wenigstens eines weiteren, nicht das Tastsystem betreffenden Betriebsparameters des Koordinatenmeßsystems in Abhängigkeit von dem erfaßten Wert des Empfindlichkeitsparameters eingestellt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

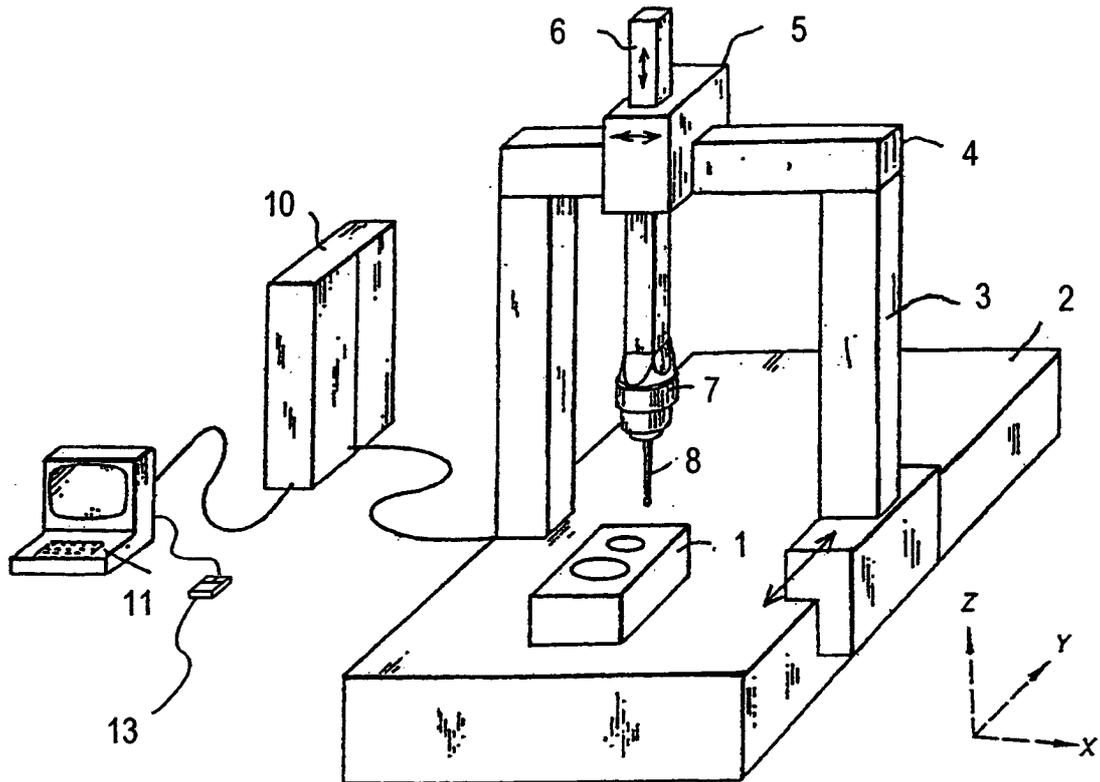


Fig. 1

