



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 B 21/04

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 B / 341 629 8

(22) 13.06.90

(44) 24.10.91

(71) siehe (72)

(72) Tschakarow, Sawa, Dr. Dipl.-Ing., BG

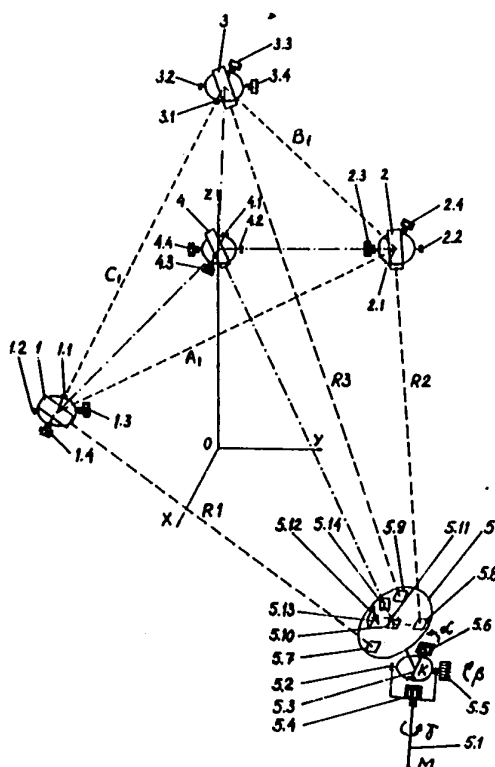
(73) Institut für Automatisierung, Rudower Chaussee 5, D - 1199 Berlin, DE

(74) siehe (73)

(54) Räumliche Wegmeßeinrichtung

(55) Laserinterferometer, drei; Dreieck; Laserstrahl, zentral, schwenkbar; Achsen, zwei; Scheibe, schwenkbar; Achsen, drei; Triplexprismen, drei; Auftreffort; Auftreffwinkel; Auswertung; Folgesteuerung

(57) Die Erfindung betrifft eine räumliche Wegmeßeinrichtung zur Definierung der Stellung bzw. einer Ortsänderung eines Körpers im Raum durch die Erfassung von drei Entfernungen und drei Winkeln. Dazu werden drei um jeweils zwei miteinander einen rechten Winkel einschließende Achsen schwenkbar im Raum angeordnete Laserinterferometer auf je ein zugehöriges, auf einer dem zu vermessenden Körper zugeordneten, um drei zueinander im rechten Winkel angeordnete Achsen schwenkbaren Scheibe angeordnetes Triplexprisma ausgerichtet, während die Scheibe auf eine innerhalb des durch die Laserinterferometer gebildeten Dreiecks liegende, einen zentralen Laserstrahl aussendende Quelle ausgerichtet wird. Zum Ausrichten bzw. Nachführen werden der Auftreffort und -winkel des zentralen Laserstrahls sowie mindestens ein Auftreffort der von den Laserinterferometern ausgesendeten Laserstrahlen auf der Scheibe ausgewertet. Figur



Patentansprüche:

1. Räumliche Wegmeßeinrichtung zur Erfassung der Koordinaten einer insbesondere beweglichen Komponente, die auf primären Wegmeßsystemen beruht, die die Entfernung bzw. Entfernungsänderungen zwischen dieser Komponente und den jeweiligen Referenzpunkten der Primärmeßsysteme über Messungen auf den kürzesten Verbindungslinien erfassen, bei der als primäre Wegmeßsysteme Laserinterferometer eingesetzt sind und bei der eine Strahlnachführung die jeweilige Meßachse in Deckung mit der kürzesten Verbindungslinie zwischen jeweiligem Referenz- und Meßpunkt hält, **dadurch gekennzeichnet**, daß drei Laserinterferometer (1; 2; 3) um jeweils zwei miteinander einen rechten Winkel einschließende Achsen (1.1; 1.2; 2.1; 2.2; 3.1; 3.2) schwenkbar an geeigneten Punkten des Raumes angeordnet sind, daß innerhalb der durch die Laserinterferometer (1; 2; 3) gebildeten Dreiecksfläche eine ebenfalls um zwei miteinander einen rechten Winkel einschließende Achsen (4.1; 4.2) schwenkbare, einen zentralen Laserstrahl aussendende Quelle (4) angeordnet ist, daß dem zu vermessenden Punkt bzw. Körper eine um drei zueinander im rechten Winkel angeordnete Achsen (5.1; 5.2; 5.3) meßbar schwenkbare, auf ihrer Oberfläche drei analog den Laserinterferometern (1; 2; 3) angeordnete Triplexprismen (5.7; 5.8; 5.9) und eine Veränderung des Auftreffortes und -winkels des zentralen Laserstrahls sowie des Auftreffortes mindestens eines der von den Laserinterferometern (1; 2; 3) ausgesendeten Laserstrahlen erfassende Einrichtung aufweisende Scheibe (5) zugeordnet ist und daß eine die Veränderungen des Auftreffortes bzw. -winkels der mindestens zwei Laserstrahlen auswertende und alle den Achsen (1.1; 1.2; 2.1; 2.2; 3.1; 3.2; 4.1; 4.2; 5.1; 5.2; 5.3) zugeordneten Antriebe (1.3; 1.4; 2.3; 2.4; 3.3; 3.4; 4.3; 4.4; 5.4; 5.5; 5.6) mit der Veränderung des Auftreffortes bzw. -winkels analogen Folgesteuerimpulsen beaufschlagende Schaltung vorgesehen ist.
2. Räumliche Wegmeßeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Laserinterferometer (1; 2; 3) an den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet sind, in dessen Mittelpunkt die einen zentralen Laserstrahl aussendende Quelle (4) angeordnet ist.
3. Räumliches Wegmeßsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der Scheibe (5) zugeordnete, Änderungen des Auftreffortes und -winkels des zentralen Laserstrahls erfassende Einrichtung aus einer positionsempfindlichen Fotoflächendiode (5.10), einem der Fotoflächendiode (5.10) vorgelagerten, einen Teilstrahl des zentralen Laserstrahls parallel zu der Scheibe (5) ablenkenden Strahlteiler (5.11), einer im Zielgebiet dieses Teilstrahls auf der Scheibe (5) angeordneten positionsempfindlichen Fotoflächendiode (5.12), einem dieser Fotoflächendiode (5.12) vorgelagerten, einen Teil dieses Teilstrahls nochmals im rechten Winkel, ebenfalls parallel zu der Scheibe (5) umlenkenden Strahlteiler (5.13) und einer weiteren im Zielgebiet dieses Teilstrahls angeordneten positionsempfindlichen Fotoflächendiode (5.14) besteht.
4. Räumliches Wegmeßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eines der drei Triplexprismen (5.7; 5.8; 5.9) lichtalbedurchlässig ausgebildet und über einer positionsempfindlichen Fotoflächendiode angeordnet ist.
5. Räumliches Wegmeßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Achsen (1.1; 1.2; 2.1; 2.2; 3.1; 3.2; 4.1; 4.2; 5.1; 5.2; 5.3), um die die Interferometer (1; 2; 3), die Quelle (4) des zentralen Laserstrahls und die Scheibe (5) schwenkbar sind, und die Achsen der positionsempfindlichen Fotoflächendioden (5.10; 5.12; 5.14) mit gleicher Orientierung angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Messen von Entfernungen bzw. Wegen im Raum und kann zur Vermessung von Bewegungen, z. B. der Bewegung von Körpern oder Punkten, wie eines Robocables oder einzelner Glieder eines Industrieroboters, bzw. in roboterisierten Meßplätzen verwendet werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Aus der DD-PS 237002 ist ein räumliches Wegmeßsystem, wobei über ein gespanntes Band eine lineare Verschiebung des zu vermessenden Punktes in einen proportionalen Drehwinkel eines eine zum Drehwinkel proportionale Zahl elektrischer Impulse erzeugenden Drehkodierers überführt wird, bekannt, bei dem der zu vermessende Punkt mit mindestens drei an geeigneten räumlichen Referenzpunkten angeordneten Meßrollen mit starr gekuppeltem Drehkodierer verbunden ist und den Meßrollen jeweils eine das zugehörige Band stets mit einer konstanten Kraft beaufschlagende Aufrollvorrichtung zugeordnet ist.

Nachteilig an dieser Lösung ist, daß eine Belastung am Objekt gegeben ist und die Trägheit eine Geschwindigkeits- bzw. Beschleunigungsbegrenzung bedingt.

Aus der DE-OS 3205362 ist ein Wegmeßsystem zur Erfassung der räumlichen Koordinaten einer beweglichen Komponente bekannt, das auf primären Wegmeßsystemen beruht, die die Entfernungsänderungen zwischen dieser Komponente und den jeweiligen Referenzpunkten der Primärmeßsysteme über Messungen auf den kürzesten Verbindungslinien erfassen, um die Lage des Meßpunktes weitgehend frei von den für konventionelle Meßsysteme typische Abbé-Fehlern zu ermitteln, bei dem als primäre Wegmeßsysteme Laserinterferometer eingesetzt werden und eine Strahlnachführung die jeweilige Meßachse in Deckung mit der kürzesten Verbindungslinie zwischen jeweiligem Referenzpunkt und Meßpunkt hält.

Nachteilig an dieser Lösung ist, daß die Strahlnachführung kompliziert ausgebildet ist und daß eine Bewegung von Körpern im Raum nicht erfaßt werden kann.

Ziel der Erfindung

Problemloses Erfassen der Lage bzw. Bewegung von Körpern im Raum.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, alle zur eindeutigen Definierung einer weitgehend beliebigen Stellung bzw. Ortsänderung eines Körpers im Raum benötigten Daten problemlos erfassen zu können.

Bei einer räumlichen Wegmeßeinrichtung zur Erfassung der Koordinaten einer beweglichen Komponente, die auf primären Wegmeßsystemen beruht, die die Entfernungsänderungen zwischen dieser Komponente und den jeweiligen Referenzpunkten der Primärmeßsysteme über Messungen auf den kürzesten Verbindungslinien erfassen, bei der als primäre Wegmeßsysteme Laserinterferometer eingesetzt sind und bei der eine Strahlnachführung die jeweilige Meßachse in Deckung mit der kürzesten Verbindungslinie zwischen jeweiligem Referenz- und Meßpunkt hält, sind erfindungsgemäß drei Laserinterferometer um jeweils zwei miteinander einen rechten Winkel einschließende Achsen schwenkbar an geeigneten Punkten des Raumes angeordnet, innerhalb der durch die Laserinterferometer gebildeten Dreiecksfläche eine ebenfalls um zwei miteinander einen rechten Winkel einschließende Achsen schwenkbare, einen zentralen Laserstrahl aussendende Quelle angeordnet, dem zu vermessenden Punkt bzw. Körper eine um drei zueinander im rechten Winkel angeordnete Achsen meßbar schwenkbare, auf ihrer Oberfläche drei analog den Laserinterferometern angeordnete Triplexprismen und eine Veränderungen des Auftreffortes und -winkels des zentralen Laserstrahls sowie des Auftreffortes mindestens eines der von den Laserinterferometern ausgesendeten Laserstrahlen erfassende Einrichtung aufweisende Scheibe zugeordnet und eine die Veränderungen des Auftreffortes bzw. -winkels der mindestens zwei Laserstrahlen in analoge, alle den Schwenkachsen zugeordnete Antriebe ansteuernde Folgesteuersimpulse umwandelnde Schaltung vorgesehen.

Es ist vorteilhaft, die Laserinterferometer derart anzuordnen, daß die Verbindungslinien zwischen ihnen ein gleichseitiges Dreieck bilden, in dessen Mittelpunkt die einen zentralen Laserstrahl aussendende Quelle angeordnet ist.

Zur Erfassung des Auftreffortes bzw. Änderungen des Auftreffortes mindestens eines der von den Laserinterferometern ausgesendeten Laserstrahlen ist es sinnvoll, mindestens eines der drei Triplexprismen lichtthalbdurchlässig auszubilden und über einer positionsempfindlichen Fotoflächendiode anzuordnen.

Die der Scheibe zugeordnete, Änderungen des Auftreffortes und -winkels des zentralen Laserstrahls erfassende Einrichtung besteht sinnvoll aus einer positionsempfindlichen Fotoflächendiode, einem der Fotoflächendiode vorgelagerten, einen Teilstrahl des zentralen Laserstrahls parallel zu der Scheibe ablenkenden Strahlteiler, einer im Zielgebiet dieses Teilstrahls auf der Scheibe angeordneten positionsempfindlichen Fotoflächendiode, einem dieser positionsempfindlichen Fotoflächendiode vorgelagerten, einen Teil dieses Teilstrahls nochmals im rechten Winkel, ebenfalls parallel zu der Scheibe umlenkenden Strahlteiler und einer weiteren im Zielgebiet dieses Teilstrahls angeordneten positionsempfindlichen Fotoflächendiode. Zur Erleichterung der Folgesteuerung ist es zweckmäßig, die Achsen, um die die Quelle des zentralen Laserstrahls, die Interferometer und die Scheibe schwenkbar sind, und die Achsen der positionsempfindlichen Fotoflächendioden mit gleicher Orientierung anzuordnen.

Durch die Erfindung ist es möglich, alle für die eindeutige Definierung eines Körpers im Raum benötigten Daten problemlos zu erlangen, und zwar mit den drei Winkeln bzw. Winkeländerungen an den Schwenkachsen der auf die zentrale Laserquelle ausgerichteten, dem zu vermessenden Körper zugeordneten Scheibe und den drei Entfernungen zwischen jeweils einem definiert positioniert angeordneten Laserinterferometer und dem zugehörigen, auf der Scheibe angeordneten Triplexprisma. Es lassen sich bei Bedarf problemlos die Winkel bzw. Winkeländerungen der Schwenkachsen der jeweils auf das zugehörige Triplexprisma der Scheibe ausgerichteten bzw. nachgeführten Laserinterferometer und/oder der Winkel bzw. Winkeländerungen der zentralen Laserquelle erfassen.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung.

An den Eckpunkten eines vorzugsweise gleichseitigen Dreiecks sind drei Laserinterferometer 1; 2; 3 angeordnet. Vorteilhaft im Mittelpunkt dieses Dreiecks ist die zentrale Laserquelle 4 angeordnet. Sowohl die Laserquelle 4 als auch die Laserinterferometer 1; 2; 3 sind jeweils um zwei einen rechten Winkel einschließende Achsen 4.1; 4.2 bzw. 1.1; 1.2; 2.1; 2.2; 3.1; 3.2 über zugehörige Antriebe 4.3; 4.4 bzw. 1.3; 1.4; 2.3; 2.4; 3.3; 3.4 schwenkbar. Dem zu vermessenden Körper wird die um drei im rechten Winkel zueinander angeordnete Achsen 5.1; 5.2; 5.3, denen Antriebe 5.4; 5.5; 5.6 mit Drehkodierern zugeordnet sind, schwenkbare Scheibe 5 zugeordnet. Auf der Scheibe 5 sind den Laserinterferometern 1; 2; 3 analog drei Triplexprismen 5.7; 5.8; 5.9 angeordnet, von denen mindestens eines lichtthalbdurchlässig ausgebildet und über einer positionsempfindlichen Fotoflächendiode angeordnet ist. Im Zentrum der Scheibe 5 ist eine positionsempfindliche Fotoflächendiode 5.10 angeordnet, der ein Teilstrahl des zentralen Laserstrahls parallel zu der Scheibe 5 ablenkender Strahlteiler 5.11 vorgeordnet ist. Im Zielgebiet des abgelenkten Teilstrahls ist eine positionsempfindliche Fotoflächendiode 5.12 angeordnet, der wiederum ein lichtthalbdurchlässiger Strahlteiler 5.13 vorgeordnet ist, der nochmals einen Teil des Teilstrahls rechtwinklig und parallel zu der Scheibe 5 ablenkt und auf die im Zielgebiet angeordnete weitere Fotoflächendiode 5.14 richtet.

Dem zu vermessenden Körper wird die Scheibe 5 zugeordnet, die Laserinterferometer 1; 2; 3 werden auf die Triplexprismen 5.7; 5.8; 5.9 und die zentrale Laserquelle 4 auf die Fotoflächendiode 5.10; 5.12; 5.14 ausgerichtet. Mittels der Entfernungen R_1 ; R_2 ; R_3 und der Winkel α ; β ; γ kann die Raumposition der Scheibe 5 und letztlich die Raumposition des zu vermessenden Körpers ermittelt werden, wenn die Raumposition der Laserinterferometer 1; 2; 3 oder die Entfernungen A_i ; B_i ; C_i zwischen den drei Laserinterferometern 1; 2; 3 bekannt sind.

Ändert sich die Position des Körpers im Raum, wird dieselbe Positionsänderung über den zentralen Laserstrahl und die positionsempfindlichen Fotoflächendiode 5.10; 5.12; 5.14 sowie die hinter dem mindestens einen lichtalbdurchlässigen Triplexprisma 5.7 oder 5.8 oder 5.9 angeordnete positionsempfindliche Fotoflächendiode registriert. Mit den Ausgängen dieser Fotoflächendiode 5.10; 5.12; 5.14 wird eine Steuerschaltung verbunden, die sämtliche Antriebe 1.3; 1.4; 2.3; 2.4; 3.3; 3.4; 4.3; 4.4; 5.4; 5.5; 5.6 derart ansteuert, daß die Strahlen der Laserinterferometer 1; 2; 3 wieder auf die Mitte der Triplexprismen 5.7; 5.8; 5.9 treffen und der von der Laserquelle 4 kommende Laserstrahl stets ins Zentrum der positionsempfindlichen Fotoflächendiode 5.10; 5.12; 5.14 zurückgeführt wird.

Bei Kenntnis der räumlichen Koordinaten der angeordneten Interferometer 1; 2; 3 bzw. der Entfernung A_i ; B_i ; C_i zwischen ihnen kann mittels der Entfernung R_1 ; R_2 ; R_3 die Lage der Kegelspitze K, die gleichzeitig Schnittpunkt der Achsen 5.1; 5.2; 5.3 ist, um die die Scheibe 5 geschwenkt werden kann, berechnet werden. Mittels der Winkel α ; β ; γ ist die räumliche Lage eines der Achse 5.1 der Scheibe 5 zugeordneten Körpers definiert. In der Zeichnung ist der zu vermessende Körper als Taster mit einer Meßkugel M zur punktuellen Abtastung beliebiger Objekte, z. B. innerhalb eines roboterisierten Meßplatzes ausgebildet.

