



(10) **DE 10 2012 013 429 B4** 2019.05.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 013 429.0**
(22) Anmeldetag: **27.06.2012**
(43) Offenlegungstag: **02.01.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.05.2019**

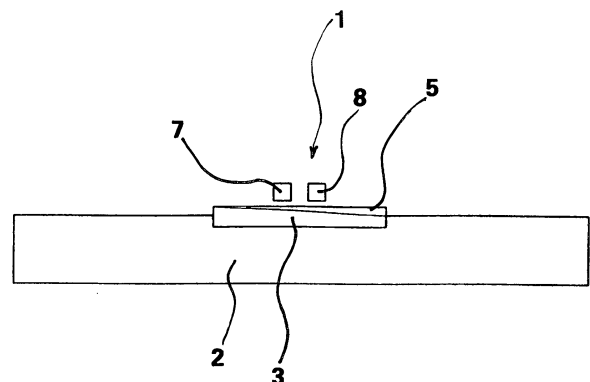
(51) Int Cl.: **G01B 7/02** (2006.01)
B60K 20/02 (2006.01)
F16H 63/42 (2006.01)
F16H 59/70 (2006.01)
G01D 5/20 (2006.01)
H01F 3/00 (2006.01)
G01D 3/02 (2006.01)

Innerhalb von neun 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: paragon AG, 33129 Delbrück, DE	(56) Ermittelter Stand der Technik: <table><tr><td>DE</td><td>32 25 342</td><td>A1</td></tr><tr><td>DE</td><td>35 25 199</td><td>A1</td></tr><tr><td>DE</td><td>39 40 894</td><td>A1</td></tr><tr><td>DE</td><td>40 25 432</td><td>A1</td></tr><tr><td>DE</td><td>42 39 635</td><td>A1</td></tr><tr><td>US</td><td>2009 / 0 091 314</td><td>A1</td></tr></table>	DE	32 25 342	A1	DE	35 25 199	A1	DE	39 40 894	A1	DE	40 25 432	A1	DE	42 39 635	A1	US	2009 / 0 091 314	A1
DE	32 25 342	A1																	
DE	35 25 199	A1																	
DE	39 40 894	A1																	
DE	40 25 432	A1																	
DE	42 39 635	A1																	
US	2009 / 0 091 314	A1																	
(74) Vertreter: Patentanwälte Spalthoff und Leigemann, 45128 Essen, DE																			
(72) Erfinder: Mönkemöller, Ralf, 33613 Bielefeld, DE																			

(54) Bezeichnung: **Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds eines Linearaktors**

(57) Hauptanspruch: Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds (2) eines Linearaktors, z.B. eines Linearaktors eines automatischen Kfz-Schaltgetriebes, mit einer ferromagnetischen Geberstruktur (3), die fest am Stellglied (2) angeordnet ist und eine sich in Bewegungsrichtung des Stellglieds (2) ändernde Dicke aufweist, und einer geberstrukturseitigen Spulenanordnung (4), die im Bewegungsbereich der sich mit dem Stellglied (2) bewegenden ferromagnetischen Geberstruktur (3) ortsfest angeordnet und mittels der der sich bei einer Bewegung des Stellglieds (2) ändernde Abstand zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur (3) einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenanordnung (4) andererseits kompensierbar sind, und wobei die Kompensationsvorrichtung (5, 6) eine ferromagnetische Referenzstruktur (5), die parallel zur ferromagnetischen Geberstruktur (3) fest am Stellglied (2) angeordnet ist und eine in Bewegungsrichtung Z des Stellglieds (2) konstante Dicke hat, und eine referenzstrukturseitige Spulenanordnung (6) aufweist, die im Bewegungsbereich der sich mit dem Stellglied (2) bewegenden ferromagnetischen Referenzstruktur (5) ortsfest angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds eines Linearaktors, z.B. eines Linearaktors eines automatischen Kfz-Schaltgetriebes, mit einer ferromagnetischen Geberstruktur, die fest am Stellglied angeordnet ist und eine sich in Bewegungsrichtung des Stellglieds ändernde Dicke aufweist, und einer geberstrukturseitigen Spulenanordnung, die im Bewegungsbereich der sich mit dem Stellglied bewegendes ferromagnetischen Geberstruktur ortsfest angeordnet und mittels der der sich bei einer Bewegung des Stellglieds ändernde Abstand zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenanordnung andererseits und dadurch die Position des Stellglieds in dessen Bewegungsrichtung erfassbar ist.

[0002] Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, Linearaktoren für verschiedene Anwendungsbereiche einzusetzen. Im Automobilbereich werden derartige Linearaktoren z.B. in automatisierten Schaltgetrieben zum Wechseln der Fahrstufen eingesetzt.

[0003] Der Antrieb derartiger Linearaktoren kann elektromotorisch oder auch pneumatisch oder hydraulisch ausgestaltet sein. Zur exakten Steuerung der Schaltvorgänge benötigt eine hierfür vorgesehene Steuerelektronik eine Information, die zuverlässige Aussagen darüber macht, in welcher Position sich der jeweilige Linearaktor befindet.

[0004] Um die entsprechende Information zur Verfügung zu stellen, ist es bekannt, ein Stellglied des Linearaktors mit einem Permanentmagneten zu versehen und zur Erfassung der Position des Permanentmagneten einen PLCD-Sensor vorzusehen. Bei dieser technischen Messvorrichtung besteht der Nachteil, dass üblicherweise ein vergleichsweise starker hochwertiger Permanentmagnet verwendet werden muss. Darüber hinaus können gegenseitige Einflüsse benachbarter entsprechender Messvorrichtungen aufgrund der vergleichsweise starken Permanentmagneten nicht ausgeschlossen werden. Diese gegenseitigen Beeinflussungen führen zwangsläufig zu verringerten Genauigkeiten.

[0005] Daher wurden induktive Messvorrichtungen vorgeschlagen. Hierbei wird die physikalische Eigenschaft genutzt, der gemäß die Induktivität einer Spule durch ferromagnetische Werkstoffe beeinflusst werden kann. Immer dann, wenn ein Werkstoff mit einer Permeabilität oberhalb von 1 in den Magnetfeldbereich einer Induktionsspule gerät, wird die Induktivität dieser Spule größer, und das umso mehr, je mehr Werkstoffvolumen bei konstanter Permeabilität in den Magnetfeldbereich der Induktionsspule eindringt. Auf einem derartigen Funktionsprinzip basie-

ren z.B. aus dem Stand der Technik bekannte Näherungssensoren.

[0006] Im Falle der eingangs geschilderten Messvorrichtung soll jedoch kein Abstand, sondern die Position des Stellglieds eines Linearaktors detektiert werden. Hierzu ist es bekannt, die mittels eines Abstandssensors messbare Abstandsinformation in eine eine Position kennzeichnende Information zu transformieren. Bei einer bekannten derartigen Lösung wird auf das Stellglied eine ferromagnetische Geberstruktur, die keilförmig ausgestaltet ist, aufgebracht. Eine als Abstandssensor fungierende Induktionsspule wird tangential dazu angeordnet. Wenn das Stellglied sich in seiner Bewegungsrichtung bewegt, ändert sich der Abstand zwischen der Induktionsspule und der keilförmigen ferromagnetischen Geberstruktur, da sich deren Dicke in ihrer Längsrichtung und damit in der Bewegungsrichtung des Stellglieds ändert. Aus den erfassten Messwerten für den Abstand kann dann in vergleichsweise einfacher Weise auf die Position des Stellglieds in dessen Bewegungs- bzw. in Z-Richtung geschlossen werden.

[0007] Im Betrieb eines Kraftfahrzeugs kommt es häufig zu Schlägen, Erschütterungen, Schwingungen ud.dgl., die dazu führen können, daß sich die relative Positionierung zwischen dem Abstandssensor bzw. der Induktionsspule und der ferromagnetischen Geberstruktur ändert. Dies hat Abweichungen der Abstandsmesswerte im Vergleich zu solchen Abstandsmesswerten zur Folge, die sich bei einer korrekten Positionierung zwischen dem Abstandssensor bzw. der Induktionsspule und der ferromagnetischen Geberstruktur ergäben. Darüber hinaus können entsprechende Abweichungen der erfassten Abstandsmesswerte von den tatsächlichen Verhältnissen auch dadurch zustande kommen, dass bei der Herstellung der entsprechenden Messvorrichtungen aufgrund von Fertigungstoleranzen Ungenauigkeiten auftreten.

[0008] Aus der DE 42 39 635 A1 ist eine Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds, hier einer Ventilstange, bekannt. Hierzu weist die bekannte Messvorrichtung eine ferromagnetische Geberstruktur in Form eines Keils auf. Der Keil ist parallel zur Bewegungsrichtung der Ventilstange an derselben angebracht. Entsprechend ändert sich seine Dicke in Bewegungsrichtung der Ventilstange. Diesem eine ferromagnetische Geberstruktur ausbildenden Keil ist eine geberstrukturseitige Spulenanordnung, die einen Wegsensor bildet, zugeordnet. Diese Spulenanordnung bzw. dieser Wegsensor ist im Bewegungsbereich des sich mit der Ventilstange bewegendes Keils ortsfest angeordnet. Durch die Spulenanordnung bzw. den Wegsensor wird der sich bei einer Bewegung der Ventilstange ändernde Abstand zwischen der dem Wegsensor zugeordneten Oberfläche des Keils und damit die Position der Ventil-

stange in deren Bewegungsrichtung erfasst. In Gegenüberlage zu der vorstehend geschilderten Anordnung aus Keil und Wegsensor ist auf der anderen Seite der Ventilstange eine gleichartige Anordnung aus einem Keil und einem Wegsensor vorgesehen. Auch hier wird im Zusammenwirken des als Spulenordnung ausgebildeten Wegsensors mit dem fest an der Ventilstange angebrachten Keil die Position der Ventilstange in der Bewegungsrichtung ermittelt. Da beide Keile einander hinsichtlich ihrer Ausgestaltung entsprechen und im gleichen Längenabschnitt der Ventilstange und mit gleichem Abstand zu dem ihnen jeweils zugeordneten Wegsensor angeordnet sind, müssten die von den beiden Wegsensoren erfassten Signale, die für die Position der Ventilstange charakteristisch sind, einander entsprechen. Zum Ausgleich von Ungenauigkeiten hinsichtlich der exakten Positionierung der Ventilstange werden die von den beiden Wegsensoren erfassten Signale im Falle der bekannten Messvorrichtung zu einem Summensignal zusammengeführt. Lageabweichungen der Ventilstange bzw. des Stellglieds, die nicht senkrecht zur Bewegungsrichtung derselben sind, können aufgrund der symmetrischen Gestaltung und Anordnung der aus dem Wegsensor und dem Keil bestehenden Messanordnungen nicht kompensiert werden, da die sich entsprechend ergebenden Abweichungen der auf den jeweiligen Keil zurückgehenden Signale bei solchen Lageungenauigkeiten im Summensignal nicht ausgeglichen werden können.

[0009] Aus der US 2009/0091314 A1 ist ein Positionssensor bekannt, mit dem die Position eines Stellglieds eines Linearaktors erfasst wird. Zu diesem bekannten Positionssensor gehört eine Geberstruktur, die eine sich nicht linear ändernde Dicke aufweist, wodurch ein linearer Signalverlauf erzeugbar ist.

[0010] Ausgehend von dem vorstehend geschilderten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds eines Linearaktors derart weiterzubilden, dass die Position des Stellglieds in dessen Bewegungsrichtung genauer und mit größerer Zuverlässigkeit erfassbar ist, wobei die bei der Herstellung der entsprechenden Messvorrichtungen aufgrund von Fertigungstoleranzen auftretenden Ungenauigkeiten besser als beim Stand der Technik kompensiert werden sollen.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die weitere ferromagnetische Struktur als ferromagnetische Referenzstruktur mit einer in Bewegungsrichtung des Stellglieds konstanten Dicke ausgebildet ist und dass die ferromagnetische Referenzstruktur mit der referenzstrukturseitigen Spulenordnung eine Kompensationsvorrichtung bildet, mittels der auf Erschütterungen, Schwingungen, Montagetoleranzen ud.dgl. basierende La-

geänderungen zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenordnung andererseits kompensierbar sind. Bei einer Bewegung des Stellglieds ändert sich der Abstand zwischen der ferromagnetischen Referenzstruktur einerseits und der referenzstrukturseitigen Spulenordnung andererseits nicht.

[0012] Erfindungsgemäß wird erreicht, dass auch nicht ausschließlich zur Bewegungsrichtung des Stellglieds senkrechte Lageänderungen desselben ausgeglichen werden können. Dies gilt auch für solche Ungenauigkeiten, die auf Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung zurückgehen. Hierzu ist die Kompensationsvorrichtung vorgesehen, mittels deren Signal das zur Erfassung der Position des Stellglieds erfasste Signal der geberstrukturseitigen Sensoranordnung angepasst wird. Das Signal der referenzstrukturseitigen Spulenordnung ist für etwaige Lageabweichungen des Stellglieds charakteristisch, und nicht ein zum Signal der geberstrukturseitigen Sensoranordnung komplementäres Signal.

[0013] Erfindungsgemäß können etwaige ungeplante bzw. unerwünschte Lageänderungen zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenordnung andererseits, unabhängig davon, ob sie auf Erschütterungen, Schlägen, Schwingungen, Montagetoleranzen od.dgl. beruhen, zuverlässig erfasst und kompensiert werden.

[0014] Gemäß einer konstruktiv wenig aufwendigen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung ist deren ferromagnetische Geberstruktur keilförmig ausgebildet und parallel zur Bewegungsrichtung des Stellglieds angeordnet. Wenn entsprechend die ferromagnetische Geberstruktur längs der Spulenordnung bewegt wird, ändert sich der Abstand zwischen der keilförmigen ferromagnetischen Geberstruktur und der Spulenordnung. Die entsprechend gemessene Abstandsänderung kann in einfacher Weise dazu verwendet werden, um zuverlässige Aussagen bezüglich der Position des Stellglieds in dessen Bewegungsrichtung zu machen.

[0015] Bei bestimmten Anforderungsprofilen an die erfindungsgemäße Messvorrichtung kann es vorteilhaft sein, wenn die ferromagnetische Geberstruktur eine sich nicht linear, z.B. exponentiell, ändernde Dicke aufweist und parallel zur Bewegungsrichtung des Stellglieds angeordnet ist. Entsprechend können für besonders interessante Messbereiche verstärkte Messwertänderungen erzielt werden, so daß in diesen besonders interessanten Messbereichen eine erhöhte Genauigkeit des Messwerts erreicht werden kann.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung weist die der ferromagnetischen Geberstruktur zugeordnete Spulenanordnung zwei geberstrukturseitige Spulen auf, die auf einer zur ferromagnetischen Geberstruktur beabstandeten und parallelen Linie im Abstand zueinander angeordnet sind.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung weist die der ferromagnetischen Referenzstruktur zugeordnete Spulenanordnung zwei referenzstrukturseitige Spulen auf, die auf einer zur ferromagnetischen Referenzstruktur beabstandeten und parallelen Linie im Abstand zueinander angeordnet sind, wobei die Position und der Abstand der beiden referenzstrukturseitigen Spulen in Längsrichtung des Stellglieds vorzugsweise der Position und dem Abstand der beiden geberstrukturseitigen Spulen entspricht.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften konstruktiven Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung ist zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur und der ferromagnetischen Referenzstruktur ein Luftspalt vorgesehen. Dieser Luftspalt verhindert bei geringfügigem Versatz in X-Richtung zwischen Stellglied und Sensoren eine Veränderung der elektrischen Charakteristik, indem hierdurch weitgehend ein Einfluss der Referenzstruktur auf die der Geberstruktur zugeordneten Spulen und somit auch der Einfluss der Geberstruktur auf die der Referenzstruktur zugeordneten Spulen reduziert wird.

[0019] Die erfindungsgemäße Messvorrichtung weist vorteilhaft eine Auswerteelektronik auf, mittels der als Grundlage zur Erfassung der Position des Stellglieds drei Induktivitätswerte von drei Spulen bestimmbar und mittels dieser drei Induktivitätswerte aus einem in der Auswerteelektronik abgespeicherten kubischen Kennlinienfeld die Position des Stellglieds in dessen Bewegungsrichtung erfassbar ist.

[0020] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung weist diese eine Auswerteelektronik auf, mittels der als Grundlage zur Erfassung der Position des Stellglieds drei Quotienten aus jeweils zwei Induktivitätswerten zweier Spulen bestimmbar und mittels dieser drei Quotienten aus einem kubischen Kennlinienfeld die Position des Stellglieds in dessen Bewegungsrichtung erfassbar ist. Aufgrund der Verwendung von Quotienten zur Berechnung der Z-Position des Stellglieds können beispielsweise Temperatureinflüsse auf die Spulen oder Veränderungen in der Messschaltung berücksichtigt und kompensiert werden. Hierdurch lassen sich etwaige Geometriefehler im System sämtlich oder nahezu sämtlich korrigieren.

[0021] Eine besonders exakte und genaue Erfassung der Position des Stellglieds in dessen Bewe-

gungsrichtung ergibt sich, wenn in deren Auswerteelektronik die Induktivitätswerte der beiden geberstrukturseitigen Spulen und der beiden referenzstrukturseitigen Spulen erfassbar sind, der Quotient Q_{ZR} aus den Induktivitätswerten der beiden referenzstrukturseitigen Spulen berechenbar ist, im Falle einer Abweichung dieses Quotienten Q_{ZR} von $Q_{ZR} = 1$ ein Korrekturfaktor K_p zur Korrektur einer Parallelabweichung von der Z-Ebene in Y-Richtung zwischen der referenzstrukturseitigen Spulenanordnung und der Referenzstruktur und damit zwischen der geberstrukturseitigen Spulenanordnung und der Geberstruktur berechenbar ist, der Quotient Q_{ZG} aus den Induktivitätswerten der beiden geberstrukturseitigen Spulen berechenbar ist, und der Quotient Q_{ZG} mittels des Korrekturfaktors K_p korrigiert wird. Man erhält somit den Quotienten Q_{ZGK} .

[0022] Abweichungen in Y-Richtung, d.h. Abweichungen im Abstand zwischen der Sensoranordnung und dem Stellglied, werden mittels des Quotienten Q_x , der aus den Induktivitätswerten einer referenzstrukturseitigen Spule und der zugeordneten geberstrukturseitigen Spule berechenbar ist, kompensiert.

[0023] Aufgrund der Konstruktion der beiden Gebelelemente und der Kennlinie der induktiven Sensoren ist das Wertepaar $(Q_{ZGK}; Q_x)$ einer Z-Position eindeutig zuordbar.

[0024] Die Zuordnung kann anhand einer vorausberechneten und abgespeicherten zweidimensionalen Tabelle durchgeführt werden.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Prinzipdarstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds eines Linearaktors;

Fig. 2 eine Stirnansicht der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung;

Fig. 3 eine Seitenansicht der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung; und

Fig. 4 eine Draufsicht auf die in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung.

[0026] Eine im Folgenden anhand der **Fig. 1** bis **Fig. 4** näher erläuterte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung **1** zur Erfassung der Position eines Stellglieds **2** eines im übrigen nicht dargestellten Linearaktors, z.B. eines Linearaktors eines automatischen Kfz-Schaltgetriebes, hat eine ferromagnetische Geberstruktur **3**, eine der ferroma-

gnetischen Geberstruktur **3** zugeordnete Spulenordnung **4**, eine ferromagnetische Referenzstruktur **5** und eine der ferromagnetischen Referenzstruktur **5** zugeordnete Spulenordnung **6**.

[0027] Das Stellglied **2** des im übrigen nicht dargestellten Linearaktors ist in seiner Längsrichtung, die der **Z**-Richtung eines dreidimensionalen Koordinatensystems entspricht, verschieblich. Durch die Verschiebung des Stellglieds **2** in **Z**-Richtung werden unterschiedliche Befehle gegeben ud.dgl. Um irgendwelche Vorgänge, insbesondere Schaltvorgänge od. dgl., exakt zu steuern, ist es erforderlich, daß eine in den Figuren nicht gezeigte Steuerelektronik eine Information erhält, die eindeutige Aussagen dahingehend trifft, in welcher Position sich der in den Figuren nicht gezeigte Linearaktor bzw. das Stellglied **2** befindet.

[0028] Die in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messvorrichtung **1** basiert auf dem Induktionsprinzip. Hierbei wird die physikalische Eigenschaft genutzt, daß die Induktivität der Spulenordnungen **4**, **6** durch die ferromagnetische Geberstruktur **3** bzw. die ferromagnetische Referenzstruktur **5** beeinflusst wird.

[0029] Auf dem Stellglied **2** ist daher die ferromagnetische Geberstruktur **3** aufgebracht. Die ferromagnetische Geberstruktur **3** erstreckt sich mit ihrer Längsrichtung parallel zur Längsrichtung des Stellglieds **2**. Des Weiteren ist die ferromagnetische Geberstruktur **3**, wie sich insbesondere aus **Fig. 3** ergibt, keilförmig ausgebildet, wobei die Dicke der ferromagnetischen Geberstruktur **3** in in **Fig. 3** rechtswärtiger Richtung abnimmt.

[0030] In **Fig. 1** oberhalb, d.h. mit Abstand in **Y**-Richtung, der ferromagnetischen keilförmigen Geberstruktur **3** ist die geberstrukturseitige Spulenordnung **4** angeordnet, die zwei Spulen **7**, **8** aufweist. Die beiden Spulen **7**, **8** der ferromagnetischen Geberstruktur **3** sind auf einer Linie angeordnet, die parallel zur Längserstreckung der ferromagnetischen Geberstruktur **3** und damit zur **Z**-Richtung verläuft. Die beiden geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8** sind mit Abstand zueinander auf dieser Linie angeordnet. Wenn das Stellglied **2** in **Z**-Richtung bewegt wird, verändert sich der Abstand zwischen den geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8** einerseits und der ferromagnetischen Geberstruktur **3** andererseits in einer bekannten Weise. Aus den von den geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8** ermittelten Messwerten für diesen Abstand kann in einfacher Weise auf die Position des Stellglieds **2** in **Z**-Richtung geschlossen werden.

[0031] Um Verfälschungen des Abstands zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur **3** und den geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8** in **Y**-Richtung aufgrund von Erschütterungen, Schwingungen oder

Montagetoleranzen auszugleichen, ist im Falle der erfindungsgemäßen Messvorrichtung die ferromagnetische Referenzstruktur **5** mit der Spulenordnung **6** vorgesehen, die ebenfalls zwei Spulen **9**, **10** aufweist.

[0032] Die ferromagnetische Referenzstruktur **5** erstreckt sich parallel zur ferromagnetischen Geberstruktur **3**, wobei die ferromagnetische Referenzstruktur **5** eine in **Z**-Richtung konstante Dicke aufweist. Die beiden referenzstrukturseitigen Spulen **9**, **10** sind ebenfalls auf einer Linie angeordnet, die parallel zur **Z**-Richtung verläuft, wobei zwischen den Spulen **9**, **10** der ferromagnetischen Referenzstruktur **5** und der ferromagnetischen Referenzstruktur **5** in **Y**-Richtung ein Abstand vorhanden ist. Der Abstand zwischen den beiden referenzstrukturseitigen Spulen **9**, **10** in **Z**-Richtung entspricht dem entsprechenden Abstand zwischen den beiden geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8**. Die referenzstrukturseitigen Spulen **9**, **10** bilden mit der ferromagnetischen Referenzstruktur **5** quasi eine Kompensationsvorrichtung, mittels der Lageänderungen zwischen dem Stellglied **2** und den beiden Spulenordnungen **4**, **6** kompensierbar sind.

[0033] Zwischen der keilförmigen ferromagnetischen Geberstruktur **3** und der ferromagnetischen Referenzstruktur **5** ist ein Luftspalt **11** ausgebildet.

[0034] In einer in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** nicht gezeigten Auswerteelektronik der Messvorrichtung **1**, an die die vier Spulen **7**, **8**, **9**, **10** der Spulenordnungen **4**, **6** angeschlossen sind, werden zunächst die Induktivitätswerte **L1**, **L2**, **L3**, **L4** der Spulen **7**, **8**, **9**, **10** gemessen. In einem zweiten Schritt der Auswertung werden Quotienten zwischen den Induktivitätswerten **L1**, **L2**, **L3**, **L4** der vier Spulen **7**, **8**, **9**, **10** berechnet. Durch die Verwendung derartiger Quotienten zur Berechnung der **Z**-Position des Stellglieds **2** wird erreicht, daß beispielsweise Temperatureinflüsse auf die Spulen **7**, **8**, **9**, **10** oder Veränderungen in der Messschaltung der Messvorrichtung **1** keine Auswirkungen auf die in der Auswerteelektronik letztendlich zu verarbeitenden Messwerte haben.

[0035] In der Auswerteelektronik wird der Quotient Q_{ZR} zwischen den Induktivitätswerten **L3** der referenzstrukturseitigen Spule **9** und **L4** der referenzstrukturseitigen Spule **10** gebildet. Dieser Quotient zeigt an, ob die Spulenordnung **6** parallel zur ferromagnetischen Referenzstruktur **5** und damit ob die Spulenordnung **4** parallel zur ferromagnetischen Geberstruktur **3** angeordnet ist. Dies ist bei einem Verhältnis $Q_{ZR} = 1,0$ der Fall. Läuft das Stellglied **2**, bei dem es sich z.B. um eine Schaltwelle handeln kann, nicht parallel zur geberstrukturseitigen Spulenordnung **4** bzw. zur referenzstrukturseitigen Spulenordnung **6**, muß vor der Ausgabe einer Position des Stellglieds **2** in **Z**-Richtung eine Korrektur durchgeführt werden, da in diesem Fall die keilförmige fer-

romagnetische Geberstruktur **3** im Verhältnis zur geberstrukturseitigen Spulenordnung **4** eine im Vergleich zur korrekten parallelen Positionierung abweichende Steigung aufweist.

[0036] Zwischen den Induktivitätswerten **L1** und **L2** der beiden Spulen **7**, **8** der der ferromagnetischen Geberstruktur **3** zugeordneten Spulenordnung **4** wird der Quotient Q_{ZG} gebildet. Mit zunehmendem Abstand zwischen der keilförmigen ferromagnetischen Geberstruktur **3** und den geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8** in Y-Richtung wird aufgrund der Kennlinien der Spulen **7**, **8** der Quotient Q_{ZG} immer kleiner und nähert sich dem Wert 1,0 an.

[0037] Ohne auf Erschütterungen und Schwingungen zurückgehende Lageabweichungen und ohne Montagetoleranzen ist der Quotient Q_{ZG} ausschließlich von der Stellung des Stellglieds **2** in Z-Richtung abhängig.

[0038] Da beim Betrieb der erfindungsgemäßen Messvorrichtung **1** letztendlich dem Abstand zwischen der keilförmigen ferromagnetischen Geberstruktur **3** einerseits und den geberstrukturseitigen Spulen **7**, **8** andererseits eine Position des Stellglieds **2** in Z-Richtung zugeordnet werden soll, muss vor der Ausgabe eines entsprechenden Positionswertes des Stellglieds **2** in Z-Richtung die auf Montagetoleranzen etc. zurückgehende Abweichung in der Y-Richtung kompensiert werden.

[0039] Hierzu wird im Falle der erfindungsgemäßen Messvorrichtung der Quotient Q_X aus den Induktivitätswerten **L2** der geberstrukturseitigen Spule **8** und **L4** der referenzstrukturseitigen Spule **10** gebildet.

[0040] Mit den drei Quotienten Q_{ZR} , Q_{ZG} und Q_X ist nun die Position des Stellglieds **2** in Z-Richtung exakt definiert.

[0041] In einem kubischen bzw. dreidimensionalen Kennlinienfeld, das in der Auswertevorrichtung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung **1** abgespeichert ist, ist dem Punkt (Q_{ZR}, Q_X, Q_{ZG}) genau eine Position des Stellglieds **2** bzw. des Linearaktors in Z-Richtung zugeordnet.

[0042] Das vorstehend erwähnte kubische bzw. dreidimensionale Kennlinienfeld wird mit der erforderlichen Auflösung vorberechnet und in der Auswertelektronik der erfindungsgemäßen Messvorrichtung **1** abgespeichert. Das Kennlinienfeld kann im Rahmen der zulässigen Ungenauigkeiten komprimiert werden. Zwischen den abgespeicherten Raumpunkten und dem jeweils gemessenen Raumpunkt wird dann interpoliert.

[0043] Das Verfahren lässt sich einfach auf eine zweidimensionale Tabelle reduzieren, indem aus

dem Quotienten Q_{ZR} ein Kompensationsfaktor K_p zur Korrektur des Quotienten Q_{ZG} gebildet wird. Durch Multiplikation des Quotienten Q_{ZG} mit dem Korrekturfaktor K_p wird der korrigierte Quotient Q_{ZGK} gebildet.

[0044] In einer vorausberechneten und abgespeicherten zweidimensionalen Tabelle ist jedem Wertepaar (Q_{ZR}, Q_{ZR}) genau eine Z-Position zugeordnet.

Patentansprüche

1. Messvorrichtung zur Erfassung der Position eines Stellglieds (2) eines Linearaktors, z.B. eines Linearaktors eines automatischen Kfz-Schaltgetriebes, mit einer ferromagnetischen Geberstruktur (3), die fest am Stellglied (2) angeordnet ist und eine sich in Bewegungsrichtung des Stellglieds (2) ändernde Dicke aufweist, und einer geberstrukturseitigen Spulenordnung (4), die im Bewegungsbereich der sich mit dem Stellglied (2) bewegendem ferromagnetischen Geberstruktur (3) ortsfest angeordnet und mittels der der sich bei einer Bewegung des Stellglieds (2) ändernde Abstand zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur (3) einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenordnung (4) andererseits und dadurch die Position des Stellglieds (2) in dessen Bewegungsrichtung Z erfassbar ist, wobei die Messvorrichtung (1) eine Kompensationsvorrichtung (5, 6) aufweist, mittels der auf Erschütterungen, Schwingungen, Montagetoleranzen und dgl. basierende Lageänderungen zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur (3) einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenordnung (4) andererseits kompensierbar sind, und wobei die Kompensationsvorrichtung (5, 6) eine ferromagnetische Referenzstruktur (5), die parallel zur ferromagnetischen Geberstruktur (3) fest am Stellglied (2) angeordnet ist und eine in Bewegungsrichtung Z des Stellglieds (2) konstante Dicke hat, und eine referenzstrukturseitige Spulenordnung (6) aufweist, die im Bewegungsbereich der sich mit dem Stellglied (2) bewegendem ferromagnetischen Referenzstruktur (5) ortsfest angeordnet ist.

2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die ferromagnetische Geberstruktur (3) keilförmig ausgebildet und parallel zur Bewegungsrichtung Z des Stellglieds (2) angeordnet ist.

3. Messvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die ferromagnetische Geberstruktur (3) eine sich nicht linear, z.B. exponentiell, ändernde Dicke aufweist und parallel zur Bewegungsrichtung Z des Stellglieds (2) angeordnet ist.

4. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die der ferromagnetischen Geberstruktur (2) zugeordnete Spulenordnung (4) zwei geberstrukturseitige Spulen (7, 8) aufweist, die auf einer zur ferromagnetischen Geberstruktur (3) beabstandeten

und parallelen Linie im Abstand zueinander angeordnet sind.

5. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die der ferromagnetischen Referenzstruktur (5) zugeordnete Spulenordnung (6) zwei referenzstrukturseitige Spulen (9, 10) aufweist, die auf einer zur ferromagnetischen Referenzstruktur (5) beabstandeten und parallelen Linie im Abstand zueinander angeordnet sind, wobei die Position und der Abstand der beiden referenzstrukturseitigen Spulen (9, 10) in Längsrichtung des Stellglieds (2) vorzugsweise der Position und dem Abstand der beiden geberstrukturseitigen Spulen (7, 8) entspricht.

6. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der zwischen der ferromagnetischen Geberstruktur (3) und der ferromagnetischen Referenzstruktur (5) ein Luftspalt (11) angeordnet ist.

7. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die eine Auswerteelektronik aufweist, mittels der als Grundlage zur Erfassung der Position des Stellglieds (2) drei Induktivitätswerte von drei Spulen bestimmbar und mittels dieser drei Induktivitätswerte aus einem in der Auswerteelektronik abgespeicherten kubischen Kennlinienfeld die Position des Stellglieds (2) in dessen Bewegungsrichtung Z erfassbar ist.

8. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die eine Auswerteelektronik aufweist, mittels der als Grundlage zur Erfassung der Position des Stellglieds (2) drei Quotienten Q_{ZR} , Q_{ZG} , Q_x aus jeweils zwei Induktivitätswerten L1, L2, L3, L4 zweier Spulen (7, 8, 9, 10) bestimmbar und mittels dieser drei Quotienten Q_{ZR} , Q_{ZG} , Q_x aus einem kubischen Kennlinienfeld die Position des Stellglieds (2) in dessen Bewegungsrichtung Z erfassbar ist.

9. Messvorrichtung nach Anspruch 8, in deren Auswerteelektronik die Induktivitätswerte L1, L2, L3, L4 der beiden geberstrukturseitigen Spulen (7, 8) und der beiden referenzstrukturseitigen Spulen (9, 10) erfassbar sind, der Quotient Q_{ZR} aus den Induktivitätswerten L3, L4 der beiden referenzstrukturseitigen Spulen (9, 10) berechenbar ist, im Falle einer Abweichung des Quotienten Q_{ZR} von $Q_{ZR} = 1$ ein Korrekturwert zur Korrektur einer Parallelabweichung in X-Richtung zwischen der referenzstrukturseitigen Spulenordnung (6) und der Referenzstruktur (5) und damit zwischen der geberstrukturseitigen Spulenordnung (4) und der Geberstruktur (3) berechenbar ist, der Quotient Q_{ZG} aus den Induktivitätswerten L1, L2 der beiden geberstrukturseitigen Spulen (7, 8) berechenbar ist, der Quotient Q_x aus den Induktivitätswerten L2, L4 der einander zugeordneten referenzstrukturseitigen Spule (8) und geberstrukturseitigen Spule (10) berechenbar ist, mittels dem den Abstand zwischen der Geberstruktur (3) und der Referenzstruktur (5) einerseits und den beiden Spulenordnungen (4, 6) andererseits verfälschende Montagetoleranzen etc. in Y-Richtung kompensierbar sind, und einem in der Auswerteelektronik abgespeicherten dreidimensionalen Kennlinienfeld entsprechend dem errechneten Punkt Q_{ZG} ; Q_{ZR} ; Q_x eine diesem Punkt zugeordnete Z-Position des Stellglieds (2) entnehmbar ist.

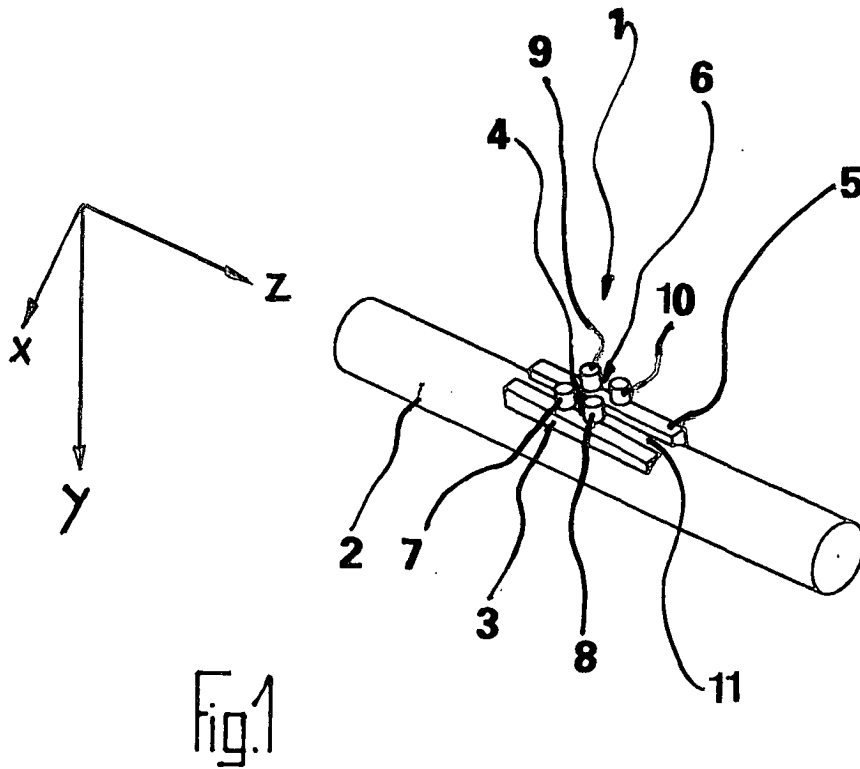
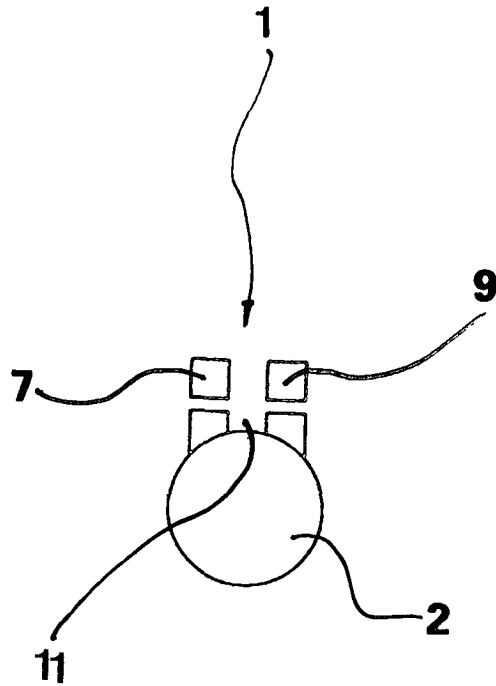
renzstruktur (5) einerseits und den beiden Spulenordnungen (4, 6) andererseits verfälschende Montagetoleranzen etc. in Y-Richtung kompensierbar sind, und einem in der Auswerteelektronik abgespeicherten dreidimensionalen Kennlinienfeld entsprechend dem errechneten Punkt Q_{ZG} ; Q_{ZR} ; Q_x eine diesem Punkt zugeordnete Z-Position des Stellglieds (2) entnehmbar ist.

10. Verfahren zur Ermittlung der Position eines Stellglieds (2) eines Linearaktors, z.B. eines Linearaktors eines automatischen Kfz-Schaltgetriebes, bei dem Induktivitätswerte L1, L2, L3, L4 zweier geberstrukturseitiger Spulen (7, 8) und zweier referenzstrukturseitiger Spulen (9, 10) erfasst werden, der Quotient Q_{ZR} aus den Induktivitätswerten L3, L4 der beiden referenzstrukturseitigen Spulen (9, 10) berechnet wird, im Falle einer Abweichung dieses Quotienten Q_{ZR} von $Q_{ZR} = 1$ ein Korrekturwert K_p zur Korrektur der Parallelabweichung in X-Richtung zwischen einer referenzstrukturseitigen Spulenordnung (6) und einer Referenzstruktur (5) und damit zwischen einer geberstrukturseitigen Spulenordnung (4) und einer Geberstruktur (3) berechnet wird, der Quotient Q_{ZG} aus den Induktivitätswerten L1, L2 der beiden geberstrukturseitigen Spulen (7, 8) berechnet wird, der Quotient Q_{ZG} mittels des Korrekturfaktors K_p in den korrigierten Quotienten Q_{ZGK} umgerechnet wird, der Quotient Q_x aus den Induktivitätswerten L2, L4 der einander zugeordneten geberstrukturseitigen Spule (8) und referenzstrukturseitigen Spule (10) berechnet wird, um den Abstand zwischen der Geberstruktur (3) einerseits und der geberstrukturseitigen Spulenordnung (4) andererseits verfälschende Montagetoleranzen etc. in Y-Richtung zu kompensieren, und einem abgespeicherten dreidimensionalen Kennlinienfeld entsprechend dem errechneten Punkt Q_{ZGK} ; Q_x eine diesem Punkt zugeordnete Z-Position des Stellglieds (2) entnommen wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 2



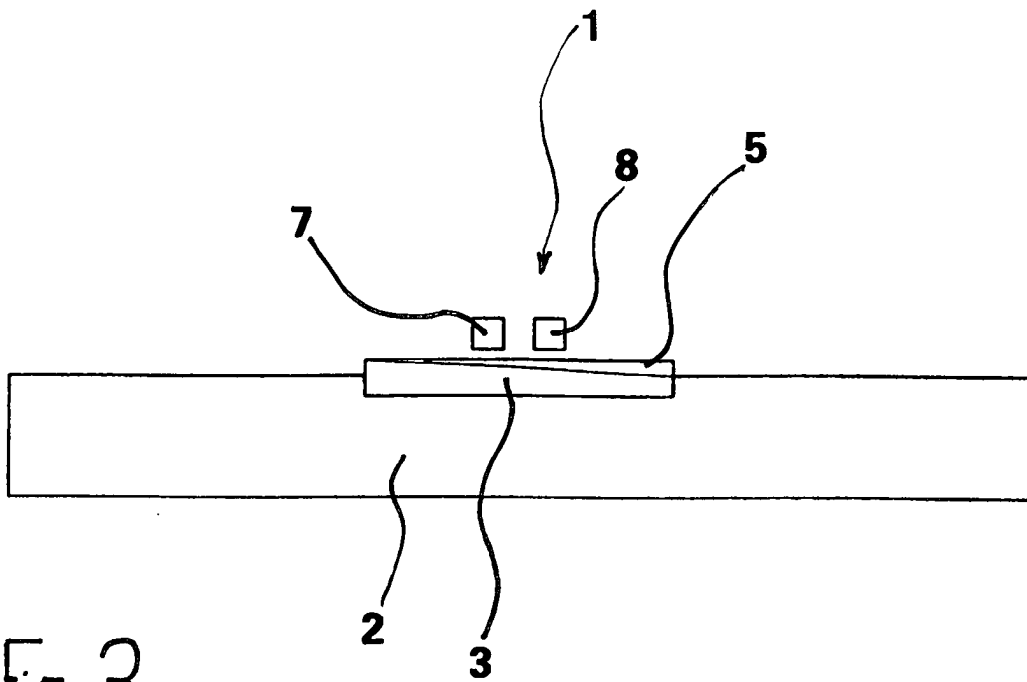


Fig. 3

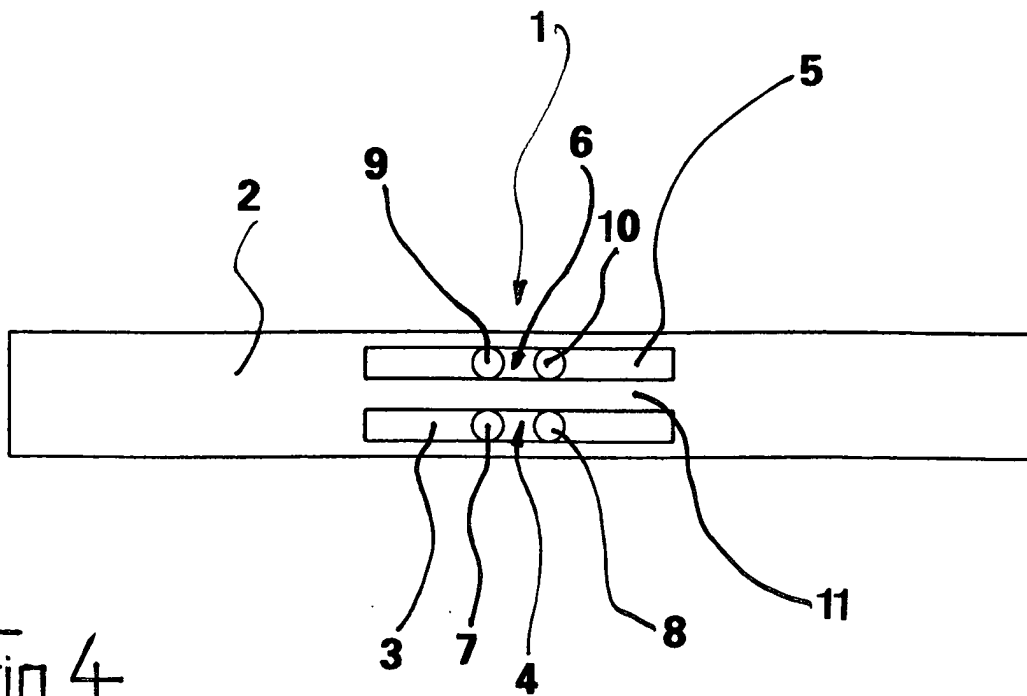


Fig. 4