



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 97 284 T5 2005.01.13**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/052904**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **101 97 284.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP01/11082**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.12.2001**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.06.2003**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **13.01.2005**

(51) Int Cl.7: **H02K 11/00**

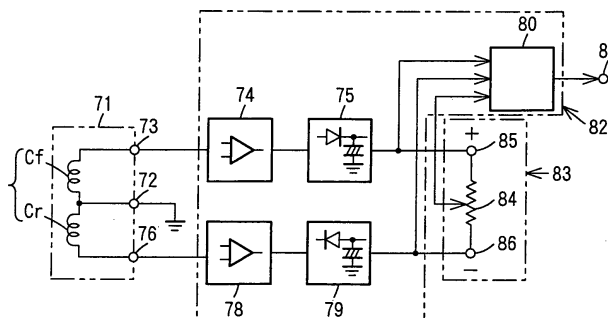
(71) Anmelder:
**Kabushiki Kaisha Teikoku Denki Seisakusyo,
Hyogo, JP**

(74) Vertreter:
Bittner und Kollegen, 85049 Ingolstadt

(72) Erfinder:
Misato, Hisashi, Hyogo, JP

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Detektieren von Axiallagerverschleiß für einen gekapselten Motor**

(57) Hauptanspruch: Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten Motor umfassend: Axialpositiondetektionsspulen, die angeordnet sind an beiden Enden in axialer Richtung eines Stators eines gekapselten Motors, der den Stator und einen Rotor aufweist; eine Axialpositiondetektionsschaltung, welche die Axialposition des Rotors in Bezug auf den Stator aus der Differenz der an den Axialpositiondetektionsspulen erzeugten Spannungen detektiert; und eine Axialnullpunkteinstellschaltung mit einer Spannungsversorgungsquelle, die als eine Vorspannungs-Spannungsversorgung proportional zu der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors variiert und die die Spannungsdifferenz der zwei Axialpositiondetektionsspulen an der Axialpositiondetektionsschaltung auf Null einstellt, wenn der Rotor in axialer Richtung an einer Referenzposition ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung zum Detektieren von Lagerverschleiß in der Axialrichtung eines gekapselten Motors.

Technischer Hintergrund

[0002] Im Allgemeinen werden gekapselte Motoren hauptsächlich zum Antrieb von Pumpen eingesetzt. Da sie in der Chemietechnik etc. eingesetzt werden, ist eine hohe Zuverlässigkeit erforderlich.

[0003] Da gekapselte Motorpumpen einen leakagefreien Aufbau haben, in dem der gekapselte Motor und eine Pumpe integriert bzw. in einem einheitlichen Block ausgeführt sind, können die inneren Zustände nicht visuell überwacht werden bzw. zu Überwachungszwecken sichtbar gemacht werden. In vielen Fällen ist der Rotor des gekapselten Motors, der das Schaufelrad der Pumpe antreibt, mittels eines Gleitlagers gelagert, das durch die Pumpenflüssigkeit geschmiert wird, und zum effektiven Betrieb des gekapselten Motors müssen die Verschleißzustände des Gleitlagers von außen überwacht werden.

[0004] Wie zum Beispiel in der aus der japanischen geprüften Patentveröffentlichung Nr. 57-21924, der japanischen offengelegten Patentveröffentlichung 10-80103 und der japanischen offengelegten Patentveröffentlichung Nr. 11-148819 bekannt, ist eine Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung vorgeschlagen worden, bei der axiale Detektionsspulen an beiden Enden in axialer Richtung des Stators eines gekapselten Motors angeordnet sind, wobei die axiale Position eines Rotors, der rotiert, während er durch ein Gleitlager gelagert ist, durch Vergleich des Unterschiedes der an den Axialpositiondetektionsspulen erzeugten Spannungen detektiert wird und das Maß des Lagerverschleißes in axialer Richtung aus der axialen Position des Rotors ermittelt wird.

[0005] Fig. 6 ist ein Schaltbild einer bekannten Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung.

[0006] Eine Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung **11** weist Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr auf, die an den zwei Teilen der Vorderseite und Rückseite eines Stators angeordnet sind. Diese Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr sind in Reihe verbunden und ein Mittelteil **12** ist geerdet. Ein Endteil **13** der Axialpositiondetektionsspule Cf an der Vorderseite des Stators ist über einen Verstärker **14** und eine Gleichrichterglättungsschaltung **15** mit einer Eingangsseite eines Differentialverstärkers **16** verbunden, ein Endteil **17** der Axialpositiondetektionsspule Cr an der Rückseite des Stators ist über einen

Verstärker **18** und eine Gleichrichterglättungsschaltung **19** mit einer anderen Eingangsseite eines Differentialverstärkers **16** verbunden, und die Ausgangsseite des Differentialverstärkers **16** ist über eine Axialnullpunkteinstellschaltung **20** mit einem Ausgangskontakt **21** verbunden.

[0007] Um die axiale Position eines Rotors aus der Differenz der von den entsprechenden Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen akkurat detektieren zu können, muss das Verhältnis zwischen dem Signal der Differenz der von den entsprechenden Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen und der axialen Position eines Rotors eingestellt bzw. abgeglichen werden, d.h., eine Nullpunkteinstellung muss durchgeführt werden, und die Axialnullpunkteinstellschaltung **20** ist für diese Nullpunkteinstellung vorgesehen.

[0008] Ein verstellbarer Widerstand **22** ist mit der Axialnullpunkteinstellschaltung **20** verbunden, eine negative Spannung V- einer Stromquelle mit konstanter Spannung ist mit einem Kontakt **23** des verstellbaren Widerstands **22** verbunden und eine positive Spannung V+ der Stromquelle mit konstanter Spannung ist mit dem anderen Kontakt **24** des verstellbaren Widerstands **22** verbunden.

[0009] Fig. 7 ist eine graphische Darstellung, die das Verhältnis zwischen den an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen und der axialen Position des Rotors zeigt.

[0010] Die Ordinate dieser graphischen Darstellung zeigt die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Ausgangswechselspannungen und die Abszisse zeigt die axiale Position des Rotors an, wobei die mittige 0 mm Position die mechanische Mittelstellung des Rotors, die linke negative Seite die Rückseite des gekapselten Motors und die rechte positive Seite die Vorderseite anzeigt.

[0011] Der Punkt, an dem die Kurve der an der Axialpositiondetektionsspule Cf erzeugten Spannung und die Kurve der an der Axialpositiondetektionsspule Cr erzeugten Spannung einander schneiden, ist die elektrische Mittelstellung, an der die an den jeweiligen Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen gleich sind. Aus Konstruktions- oder Herstellungsgründen ergibt sich eine Abweichung zwischen der elektrischen Mittelstellung und der mechanischen Mittelstellung, und in dem in Fig. 7 gezeigten Fall beträgt die Abweichung etwa 1 mm.

[0012] Zum Einstellen der elektrischen Abweichung von etwa 1 mm bezüglich der mechanischen 0 mm Mittelstellung mittels der in Fig. 6 gezeigten Axialnullpunkteinstellschaltung **20** wird daher das elektrische Ausgangssignal, wenn der Rotor bei 0 mm ist, was

die mechanische Mittelstellung darstellt, mittels des verstellbaren Widerstands **22** so eingestellt, dass es durch die positive und negative Stromversorgung V+ und V- der Stromquelle mit konstanter Spannung ausgelöscht wird.

[0013] Fig. 8 ist eine graphische Darstellung, die zeigt, wie die Spannungen gemäß Fig. 7, die von Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugt werden, variieren, wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors variiert.

[0014] Wenn beispielsweise bezüglich der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors 200 V beträgt, steigen die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen an, wenn die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors ansteigt, beispielsweise auf 220 V, und die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen nehmen ab, wenn die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors abnimmt, beispielsweise auf 180 V. Es zeigt sich, dass die Kurven der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen in Bezug auf die Axialposition sich im Wesentlichen parallel mit einer Variation Spannung der Stromversorgung verschieben.

[0015] Fig. 9 ist eine graphische Darstellung, die den Ausgang zeigt, wenn die Spannungen gemäß Fig. 7, die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugt werden, von einer Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verarbeitet werden, die eine bekannte Axialnullpunkteinstellschaltung **20** gemäß Fig. 6 aufweist.

[0016] Durch die Durchführung der Axialnullpunkteinstellung mit der Axialnullpunkteinstellschaltung **20**, wenn die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors 200 V beträgt, wird das Verhältnis zwischen der Axialposition des Rotors und dem Ausgang des Ausgangskontakts **21** eine im Wesentlichen gerade Linie, die durch 0 V hindurch tritt, wenn die Axialposition 0 V beträgt.

[0017] Wenn jedoch die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors von derjenigen während der Axialnullpunkteinstellung abweicht, das heißt, wenn zum Beispiel die Spannung der Stromversorgung auf 220 V ansteigt oder auf 180 V abfällt, wird die Kurve des Ausgangs bezüglich der Axialposition parallel verschoben, was eine Änderung der Nullstellungsreferenz bewirkt.

[0018] Es ist anzunehmen, dass die Variation des Unterschiedes der Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr für die 0 mm Axialposition gemäß der Größe der Spannung der Stromversorgung ein Grund für dieses Problem ist. Das heißt, wenn die Spannung

der Stromversorgung von derjenigen während der Axialnullpunkteinstellung abweicht, ändert sich der Spannungsunterschied der Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr, wenn der Rotor in der 0 mm Position ist, und wird gemäß der Parallelverschiebung der Ausgangscharakteristiken sein, wie in Fig. 9 gezeigt, da die an den jeweiligen Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen variieren, wie in Fig. 8 gezeigt.

[0019] Wenn die Ausgangscharakteristiken bezüglich der Axialposition so wie in Fig. 9 gezeigt sind, kann die Axialpositionsreferenz in bestimmten Fällen, wenn die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors von derjenigen während der Axialnullpunkteinstellung abweicht, zu entweder der Vorderseite oder der Rückseite verschoben werden, so dass, wenn die Spannung der Stromversorgung des gekapselten Motors schwankt, die Information, dass das Lager verschlissen ist, ausgegeben werden kann, obwohl das Lager tatsächlich nicht verschlissen ist, oder die Information, dass das Lager nicht verschlissen ist, ausgegeben werden kann, wenn das Lager tatsächlich verschlissen ist.

[0020] Somit kann bei einer konventionellen Axialnullpunkteinstellschaltung, obwohl eine konstante Spannung über einen verstellbaren Widerstand **22** von einer Stromquelle mit konstanter Spannung zugeführt wird, die selbst dann nicht variiert, wenn die Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors variiert, und der verstellbare Widerstand **22** so eingestellt ist, dass der Unterschied der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen Null ist, wenn sich der Rotor an der Referenzposition in der axialen Richtung befindet, ein fehlerhafter Betriebsvorgang stattfinden, so dass, selbst wenn keine Änderung der Axialposition des Rotors erfolgt, ein Verschleiß des Lagers detektiert wird, obwohl das Lager nicht verschlissen ist, oder der Verschleiß des Lagers nicht detektiert wird, obwohl das Lager verschlissen ist, da die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen abhängig sind von der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors und der Unterschied der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen ebenfalls von der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors abhängt, wenn die Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors eine Spannung ist, die von derjenigen während der Axialnullpunkteinstellung differiert.

[0021] Die Erfindung wurde im Hinblick auf diesen Punkt gemacht und ihre Aufgabe ist es, eine Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten Motor bereitzustellen, welche eine Detektion des Axiallagerverschleißes mit hoher Präzision selbst dann durchführen kann, wenn die Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors variiert.

Offenbarung der Erfindung

[0022] Die Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten Motor gemäß der Erfindung umfasst:

Axialpositiondetektionsspulen, die angeordnet sind an beiden Enden in axialer Richtung eines Stators eines gekapselten Motors mit dem Stator und einem Rotor; eine Axialpositiondetektionsschaltung, welche die Axialposition des Rotors in Bezug auf den Stator aus der Differenz der an den Axialpositiondetektionsspulen erzeugten Spannungen detektiert; und eine Axialnullpunkteinstellschaltung mit einer Spannungsquelle bzw. Stromversorgungsquelle, die proportional zu der Spannung der Stromquelle des vorstehend genannten gekapselten Motors variiert, als eine Vorspannungs-Stromversorgung bzw. -Spannungsversorgung und die die Spannungsdifferenz der zwei Axialpositiondetektionsspulen an der vorstehend genannten Axialpositiondetektionsschaltung auf Null einstellt, wenn der Rotor in axialer Richtung an einer Referenzposition ist.

[0023] Mit dieser Anordnung wird, mittels der Axialpositiondetektionsschaltung, die Bewegungsposition des Rotors in axialer Richtung detektiert aus der Differenz der Spannungen, die erzeugt werden an den Axialpositiondetektionsspulen, welche an den jeweiligen Endteilen in Axialrichtung des Stators angeordnet sind. Der Spannungsunterschied der zwei Axialpositiondetektionsspulen an der Positiondetektionsschaltung, wenn sich der Rotor in einer Referenzposition in axialer Richtung befindet, wird auf Null eingestellt mittels der Axialnullpunkteinstellschaltung, welche eine Spannungsquelle verwendet, welche als eine Vorspannungs-Stromversorgung proportional zu der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors variiert. Selbst wenn die Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors variiert, variiert die Vorspannungs-Stromversorgung bzw. -Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung in gleicher Weise, und die Nullpunkteinstellung durch die Axialnullpunkteinstellschaltung ist somit nicht betroffen bzw. beeinträchtigt und die Axiallagerverschleißdetektion kann mit hoher Präzision stattfinden.

[0024] Zudem wird bei der Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten Motor gemäß dieser Erfindung die erzeugte Spannung an zumindest einer der Axialpositiondetektionsspulen für die Vorspannungs-Stromversorgung bzw. -Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung verwendet. Durch diese Anordnung wird eine hochpräzise Axiallagerverschleißdetektion ermöglicht mittels einer einfachen Schaltungsanordnung, die keine separate Stromversorgung verwendet.

[0025] Des Weiteren wird bei der Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten

Motor gemäß dieser Erfindung die an einer der Axialpositiondetektionsspulen erzeugte Spannung für die positive Spannungsversorgung der Vorspannungs-Stromversorgung bzw. -Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung verwendet und die an der anderen Axialpositiondetektionsspule erzeugte Spannung wird für die negative Spannungsversorgung der Vorspannungs-Stromversorgung bzw. -Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung verwendet. Durch diese Anordnung wird eine hochpräzise Axiallagerverschleißdetektion ermöglicht mittels einer einfachen Schaltungsanordnung, die keine spezielle Stromversorgung verwendet.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0026] Fig. 1 ist ein Schaltbild einer Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten Motor, die ein Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist,

[0027] Fig. 2 ist eine teilweise geschnittene Vorderansicht einer gekapselten Motorpumpe, bei der diese Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verwendet werden kann,

[0028] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht dieser Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung, bei der eine Axialpositiondetektionsspule an einem Endteil eines Zahnelements eines Stators angeordnet ist,

[0029] Fig. 4 ist eine schematische Darstellung der gekapselten Motorpumpe, bei der die Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verwendet wird,

[0030] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung, die den Ausgang zeigt, wenn an den Axialpositiondetektionsspulen erzeugte Spannungen von der Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verarbeitet werden,

[0031] Fig. 6 ist ein Schaltbild einer bekannten Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung,

[0032] Fig. 7 ist eine graphische Darstellung, die das Verhältnis zwischen den an den Axialpositiondetektionsspulen gemäß dem Stand der Technik erzeugten Spannungen und der Axialposition des Rotors zeigt,

[0033] Fig. 8 ist eine graphische Darstellung, die zeigt, wie die Spannungen gemäß Fig. 7, die von den Axialpositiondetektionsspulen erzeugt werden, variieren, wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors variiert,

[0034] Fig. 9 ist eine graphische Darstellung, die den Ausgang zeigt, wenn die Spannungen gemäß Fig. 7, die an den Axialpositiondetektionsspulen er-

zeugt werden, von einer Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verarbeitet werden, die eine bekannte Axialnullpunkteinstellschaltung gemäß Fig. 6 aufweist.

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

[0035] Eine Ausführungsform der Erfindung soll nunmehr unter Bezug auf Fig. 1 bis Fig. 5 beschrieben werden.

[0036] Fig. 2 ist eine teilweise geschnittene Vorderansicht einer gekapselten Motorpumpe, bei der eine Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verwendet wird. **31** ist eine gekapselte Motorpumpe und bei dieser gekapselten Motorpumpe **31** sind eine Pumpe **32** und ein gekapselter Motor **33** der Radialspaltbauart integral in flüssigkeitsdichter Weise zusammengefügt.

[0037] In dem gekapselten Motor **33** ist ein Stator **37** mit einer in Statorhohlräumen **35** eines Statoreisenkerns **34** gewickelten Statorwicklung **36** innerhalb eines Statorrahmens **38** eingesetzt, eine Statorkapsel **39** aus Edelstahl oder einem anderen nicht magnetischen Material, die in eine dünne zylindrische Form gebracht ist, ist in enger Berührung mit der inneren Umfangsfläche des Stators **37** eingeschoben, und die entsprechenden Stirnränder der Statorkapsel **39** sind flüssigkeitsdicht an dem Statorrahmen **38** angeschweißt. Zudem ist eine Rotorwelle **44** in einem Rotor **43** befestigt, wobei ein Rotorleiter **42** in einem Rotorhohlraum **41** eines Rotoreisenkerns **40** befestigt ist, und eine Rotorkapsel **45**, aus Edelstahl oder einem anderen nicht magnetischen Material in eine dünne zylindrische Form gebracht, ist auf der äußeren Umfangsoberfläche des Rotors **43** befestigt. Der Stator **37** und der Rotor **43** sind so angeordnet, dass sie einander über einen Kapselspalt **46** zwischen der Statorkapsel **39** und der Rotorkapsel **45** gegenüberliegen, und die Rotorwelle **44** ist axial gelagert mittels zweier Lager **48a** und **48b**, die an Lagergehäusen **47a** und **47b** befestigte Gleitlager sind, sowie über Hülsen **49a** und **49b** sowie Druckkragen **50a** und **50b**.

[0038] Auf dem Statoreisenkern **34** sind zwei Radialpositiondetektionsspulen C1 und C2 angeordnet, die durch einen räumlichen Winkel von 180 Grad zu der Mitte des Statoreisenkerns **34** voneinander beabstandet sind, und von denen jede um den gesamten gezahnten Abschnitt eines Statoreisenkerns **34** gewickelt ist.

[0039] Der gekapselte Motor **33** weist einen Anschlusskasten **53** auf, welcher mit dem Inneren des Statorrahmens **38** in Verbindung steht, wobei er von einem Teil des Statorrahmens **38** vorsteht, und an dem oberen Teil dieses Anschlusskastens **53** ist ein abgedichteter Behälter **55** installiert, der einen explo-

sionsgesicherten Aufbau mit einem Guckloch aus Glas aufweist. Ein Teil einer Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung, welche Teil einer Betriebsüberwachungsvorrichtung des gekapselten Motors **33** ist, ist innerhalb dieses abgedichteten Behälters **55** untergebracht.

[0040] Die Pumpe **32** weist ein Gehäuse **57** auf, das flüssigkeitsdicht an dem Statorrahmen **38** des gekapselten Motors **33** angebracht ist, sowie ein Schaufelrad **58**, das an der Rotorwelle **44** innerhalb des Gehäuses **57** angebracht ist. Das Schaufelrad **58** wird innerhalb der Pumpe **32** drehangetrieben durch den Rotor **43**, der durch die Lager **48a** und **48b** und über die Hülsen **49a** und **49b** gelagert ist, und wird in axialer Richtung durch die Berührung mit den Druckkragen **50a** und **50b** mit den Lagern **48a** und **48b** in seiner Bewegung begrenzt.

[0041] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils, an dem eine Axialpositiondetektionsspule der Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung an einem Endteil eines Zahnelements bzw. gezahnten Abschnittes des Stators angeordnet ist.

[0042] Eine geschlitzte Vertiefung bzw. Nut **61b** ist in der Nähe eines Endteils **61a** eines Zahnelements **60** des Statoreisenkerns **34** vorgesehen, um einen schmalen Kernabschnitt **61** zu bilden, und eine Axialpositiondetektionsspule Cf ist innerhalb des Statorhohlraums **35** um diesen Kernabschnitt **61** gewickelt. Obwohl nicht dargestellt, ist die andere Axialpositiondetektionsspule Cr in gleicher Weise an dem anderen Ende des Zahnelements **60** vorgesehen.

[0043] Fig. 4 ist eine schematische Ansicht einer gekapselten Motorpumpe **31**, bei der die Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verwendet wird. An den jeweiligen Enden in axialer Richtung der oberen Seite des Statoreisenkerns **34** des gekapselten Motors **33** sind die beiden Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr zum Detektieren der Axialposition des Rotors **43** installiert, das heißt, des Axialverschleißes der Lager **48a** und **48b**. Zudem ist die Radialpositiondetektionsspule C1 zum Detektieren des Radialverschleißes der Lager **48a** und **48b** an einem Zahnelement an der unteren Seite installiert und, obwohl nicht gezeigt, ist eine andere Radialpositiondetektionsspule C2 an einem Zahnelement, das der Radialpositiondetektionsspule C1 gegenüberliegt, angeordnet und diese Radialpositiondetektionsspulen sind in Reihe miteinander verbunden.

[0044] Im Folgenden soll die Detektion des Axialverschleißes der Lager **48a** und **48b** beschrieben werden. Die Seite der Pumpe **32** des gekapselten Motors wird als "Vorderseite" bezeichnet und die der Pumpe **32** gegenüberliegende Seite als "Rückseite".

[0045] Bezüglich der Bewegung des Rotors **43** in

axialer Richtung wird die Bewegung zur Vorderseite hin durch die Berührung mit dem Lager **48a**, an dessen Vorderseite das Schaufelrad **58** positioniert ist, mit dem Druckkragen **50a** begrenzt, und die gegengerichtete Bewegung zur Rückseite hin wird durch die Berührung mit dem Lager **48b** mit dem Druckkragen **50b** begrenzt.

[0046] Der Bereich, innerhalb dessen sich der Rotor **43** in axialer Richtung in dem Zustand, in dem kein Axialverschleiß der Lager **48a** und **48b** auftritt, das heißt, das Spiel des Rotors **43**, welches je nach Größe und Anordnung der Pumpe **32** differiert, ist etwa 1 bis 2 mm, und bei normalem Betrieb ist der Rotor **43** innerhalb dieses Bereichs des Axialspiels positioniert.

[0047] Obschon sich bei normalem Betrieb die Axialposition des Rotors **43** an einer Stelle, an der die Vorderseite des Lagers **48a** und der Druckkragen **50a** in Berührung miteinander rotieren, oder einer Stelle, an der die Rückseite des Lagers **48b** und der Druckkragen **50b** in Berührung miteinander rotieren, befindet, ist der Aufbau derart, dass, wenn die Lager **48a** und **48b** einen Verschleiß von etwa 1 mm in Axialrichtung aufweisen, die vordere Seite oder die hintere Seite des Schaufelrades **58** der Pumpe **32** das Gehäuse **57** oder das Lagergehäuse **47a** berühren.

[0048] Im Hinblick auf das Vorstehende muss zur Detektion des Axialverschleißes der Lager **48a** und **48b** die Bewegung des Rotors **43** in Axialrichtung innerhalb eines Bereiches von $\pm 2,5$ mm überwacht werden.

[0049] Beim Installieren der Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr an den jeweiligen Endbereichen des Statorisenkerns **34** kann die Axialbewegung des Rotors **43** ermittelt werden aus der Differenz der an diesen Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen.

[0050] Fig. 1 zeigt ein Schaltbild der Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung.

[0051] **71** ist ein Axialverschleißdetektionsteil. Dieses Axialverschleißdetektionsteil **71** weist Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr auf, die an den jeweiligen Endbereichen des Stators **37** angebracht sind, und diese Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr sind in Reihe geschaltet, wobei ein Zwischenteil **72** geerdet ist.

[0052] Ein Endteil **73** der Axialpositiondetektionsspule Cf an der Vorderseite des Stators **37** ist über einen Verstärker **74** mit einer Gleichrichterglättungsschaltung **75** verbunden, welche die Spannung der Spule in eine positive Gleichspannung umwandelt. Ein Endteil **76** der Axialpositiondetektionsspule Cr an der Rückseite des Stators **37** ist über einen Verstär-

ker **78** mit einer Gleichrichterglättungsschaltung **79** verbunden, welche die Spannung der Spule in eine negative Gleichspannung umwandelt. Diese Gleichrichterglättungsschaltungen **75** und **79** sind mit Eingangsteilen einer Addierverstärkerschaltung **80** verbunden.

[0053] Die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen werden in positive beziehungsweise negative Gleichspannungen umgewandelt und dann an die Addierverstärkerschaltung **80** angelegt. Die Addierverstärkerschaltung **80** fügt diese Gleichspannungen zusammen und gibt eine Spannung an einen Ausgangskontakt **81** aus, die dem Ergebnis des Zusammenfügens proportional ist. Der Ausgangskontakt **81** ist mit einer Anzeigevorrichtung etc. verbunden, die den Grad des Axialverschleißes anzeigt, welcher der Bewegungsrichtung und Bewegungsposition des Rotors **43** gemäß dem Spannungsausgang der Addierverstärkerschaltung **80** entspricht.

[0054] Eine Axialpositiondetektionsschaltung **82** zum Detektieren der Axialposition des Rotors **43** relativ zum Stator **37** aus der Differenz der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen umfasst die Verstärker **74** und **78**, die Gleichrichterglättungsschaltungen **75** und **79**, die Addierverstärkerschaltung **80** etc.

[0055] Mit der Addierverstärkerschaltung **80** verbunden ist eine Axialnullpunkteinstellschaltung **83**, die als Vorspannungs-Stromversorgung bzw. Vorspannungs-Spannungsversorgung eine Spannungsversorgung verwendet, die proportional zu der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors **33** variiert und die die Spannungsdifferenz der Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr an der Axialpositiondetektionsschaltung **82** auf Null stellt, wenn sich der Rotor **43** an seiner Referenzposition in Axialrichtung befindet. Diese Axialnullpunkteinstellschaltung **83** weist einen verstellbaren Widerstand **84** zur Nullpunkteinstellung auf, wobei ein Endteil **85** dieses verstellbaren Widerstands **84** mit dem positiven Ausgang der Axialpositiondetektionsspule Cf an einer Seite, ein anderes Endteil **86** mit dem negativen Ausgang der Axialpositiondetektionsspule Cr an der anderen Seite, und ein Zwischenpunkt mit dem Eingang der Addierverstärkerschaltung **80** verbunden ist.

[0056] Bei der Addierverstärkerschaltung **80** der Axialpositiondetektionsschaltung **82** wird eine der Axialbewegung des Rotors **43** entsprechende Spannung ausgegeben basierend auf der Differenz der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr, die an den jeweiligen Endteilen in Axialrichtung des Stators **37** angeordnet sind, erzeugten Spannungen.

[0057] Bei der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** wird die Spannungsdifferenz der Axialpositiondetekti-

onsspulen Cf und Cr an der Addierverstärkerschaltung **80**, wenn sich der Rotor **43** in der Referenzposition in Axialrichtung befindet, auf Null eingestellt, wobei die Spannungsversorgung verwendet wird, die als Vorspannungs-Spannungsversorgung proportional zu der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors **33** variiert. Das heißt, die Nullpunkteinstellung wird durchgeführt mittels des verstellbaren Widerstands **84**, so dass der Spannungsausgang des Ausgangskontakts **81** bei 0 V ist, wenn sich der Rotor **43** bei 0 mm befindet, was die mechanische Mittelstellung ist.

[0058] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung, die den Ausgang zeigt, wenn an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugte Spannungen von der Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung verarbeitet werden.

[0059] Die Abszisse des Graphen gibt die axiale Position des Rotors **43** an und die Ordinate zeigt die Spannung, die an den Ausgangskontakt **81** der Addierverstärkerschaltung **80** ausgegeben wird.

[0060] Da die Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** keine Spannungsquelle mit konstanter Spannung ist und die an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen in positive beziehungsweise negative Gleichspannungen umgewandelt und als Spannungen für die Nullpunkteinstellung verwendet werden, variiert, wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** variiert und der Spannungsunterschied der Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr variiert, die Spannung für die Nullpunkteinstellung in gleicher Weise. Somit wird, selbst wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** variiert, die Funktion der Nullpunkteinstellung durch die Axialnullpunkteinstellschaltung **83** nicht behindert.

[0061] In der graphischen Darstellung gemäß Fig. 5 werden die Ausgänge der Addierverstärkerschaltung **80** dargestellt mit der Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** als ein Parameter, dass heißt, die Ausgänge für eine Stromversorgungsspannung von 180 V, 200 V und 220 V sind dargestellt. Es ist jedoch bestätigt worden, dass kaum eine Abweichung für die 0 mm Axialposition vorliegt.

[0062] Die drei in der graphischen Darstellung gezeigten Kurven liegen nicht übereinander, sondern weichen geringfügig voneinander ab, da die Größen der Spannungsausgänge der jeweiligen Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr im Hinblick auf die Axialposition variieren gemäß der Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33**, das heißt, wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** ansteigt, nimmt die Steigung der Kurve ab, und wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** abnimmt, nimmt die Steigung

der Kurve zu. Die Abweichungen dieser Größenordnung sind in einem tolerierbaren Bereich.

[0063] Im Vergleich zu dem Fall einer in Fig. 9 gezeigten Axialnullpunkteinstellschaltung gemäß dem Stand der Technik ist der Einfluss der Variation der Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** nicht spürbar und eine Axiallagerverschleißdetektion von hoher Präzision ist ermöglicht.

[0064] Da mittels der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** die Spannungsdifferenz der Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr an der Axialpositiondetektionsschaltung **82**, wenn sich der Rotor **43** in der Referenzposition in Axialrichtung befindet, auf Null eingestellt wird unter Verwendung einer Spannungsversorgung, die, wie zuvor beschrieben, als die Vorspannungs-Spannungsquelle proportional zur Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** variiert, variiert, selbst wenn die Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** variiert, die Vorspannungs-Spannungsquelle der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** in gleicher Weise, so dass die Nullpunkteinstellung durch die Axialnullpunkteinstellschaltung **83** nicht beeinflusst wird und eine Axiallagerverschleißdetektion von hoher Präzision ermöglicht ist.

[0065] Da zudem die an einer Axialpositiondetektionsspule Cf erzeugte Spannung für die positive Spannungsversorgung der Vorspannungs-Spannungsquelle der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** verwendet wird und die Spannung, die an der anderen Axialpositiondetektionsspule Cr erzeugt wird, für die negative Spannungsversorgung der Vorspannungs-Spannungsquelle der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** verwendet wird, wird eine Axiallagerverschleißdetektion von hoher Präzision ermöglicht mit einem einfachen Schaltungsaufbau, der keine separate Stromversorgung verwendet.

[0066] Zumindest eine der an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen kann verwendet werden für die Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung **83**, und selbst in diesem Fall wird eine Axiallagerverschleißdetektion von hoher Präzision ermöglicht mit einem einfachen Schaltungsaufbau, der keine separate Stromversorgung verwendet.

[0067] Zudem ist die Vorspannungs-Spannungsquelle der Axialnullpunkteinstellschaltung **83** nicht beschränkt auf die Verwendung von an den Axialpositiondetektionsspulen Cf und Cr erzeugten Spannungen und eine andere Stromquelle, deren Spannung in Verbindung mit der Stromversorgungsspannung des gekapselten Motors **33** variiert, kann stattdessen benutzt werden, und eine Axiallagerverschleißdetektion von hoher Präzision wird in diesem Fall ebenfalls ermöglicht.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0068] Die Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung gemäß dieser Erfindung ermöglicht Detektieren von Lagerverschleiß mit hoher Präzision und zudem die Verwendung bei gekapselten Motorpumpen, wie sie in der Chemietechnik etc. eingesetzt werden, die Erfindung kann bei verschiedenartigen Anlagen eingesetzt werden, die gekapselte Motoren verwenden.

Zusammenfassung

[0069] Eine Axialpositiondetektionsschaltung (**82**) detektiert die Axialposition eines Rotors (**43**) aus der Differenz von an Axialpositiondetektionsspulen (Cf) (Cr), die an beiden Enden in axialer Richtung eines Stators (**37**) eines gekapselten Motors (**33**) angeordnet sind, erzeugten Spannungen. Eine Axialnullpunkteinstellschaltung (**83**) verwendet eine Spannungsquelle, die proportional zu der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors (**33**) variiert, als eine Vorspannungs-Spannungsversorgung zum Einstellen der Spannungsdifferenz der Axialpositiondetektionsspulen (Cf) (Cr) auf Null, wenn der Rotor (**43**) in der Axialrichtung an einer Referenzposition ist. Selbst wenn die Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors (**33**) variiert, ist die Nullpunkteinstellung der Axialnullpunkteinstellschaltung (**83**) nicht beeinträchtigt und eine Axiallagerverschleißdetektion von hoher Präzision ist ermöglicht, da die Vorspannungs-Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung (**83**) in gleicher Weise variiert.

Patentansprüche

1. Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung für einen gekapselten Motor umfassend:
Axialpositiondetektionsspulen, die angeordnet sind an beiden Enden in axialer Richtung eines Stators eines gekapselten Motors, der den Stator und einen Rotor aufweist;
eine Axialpositiondetektionsschaltung, welche die Axialposition des Rotors in Bezug auf den Stator aus der Differenz der an den Axialpositiondetektionsspulen erzeugten Spannungen detektiert; und
eine Axialnullpunkteinstellschaltung mit einer Spannungsversorgungsquelle, die als eine Vorspannungs-Spannungsversorgung proportional zu der Spannung der Stromquelle des gekapselten Motors variiert und die die Spannungsdifferenz der zwei Axialpositiondetektionsspulen an der Axialpositiondetektionsschaltung auf Null einstellt, wenn der Rotor in axialer Richtung an einer Referenzposition ist.

2. Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die an zumindest einer der Axialpositiondetektionsspulen erzeugte Spannung für die Vorspannungs-Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung verwendet wird.

3. Axiallagerverschleißdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die an einer der Axialpositiondetektionsspulen erzeugte Spannung für die positive Spannungsversorgung der Vorspannungs-Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung verwendet und die an der anderen Axialpositiondetektionsspule erzeugte Spannung für die negative Spannungsversorgung der Vorspannungs-Spannungsversorgung der Axialnullpunkteinstellschaltung verwendet werden.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

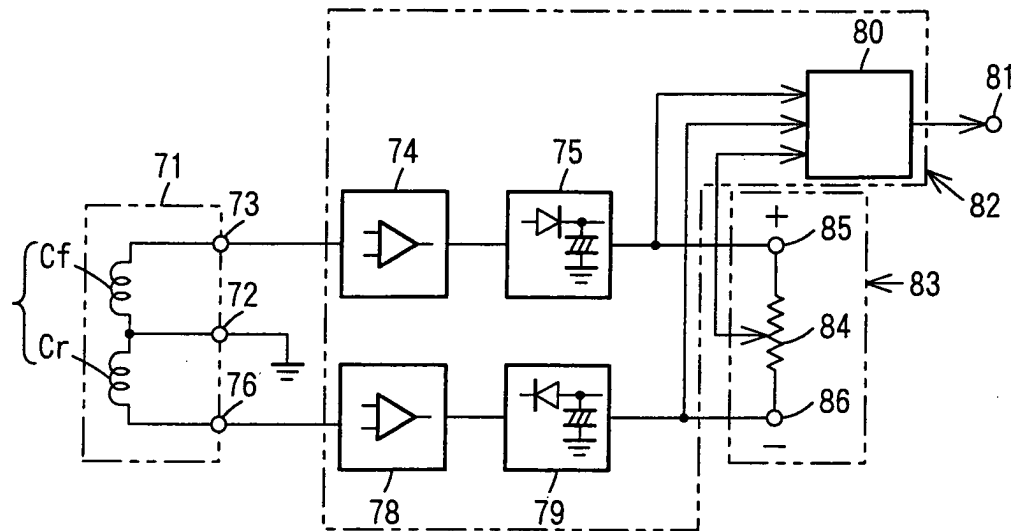


FIG. 1

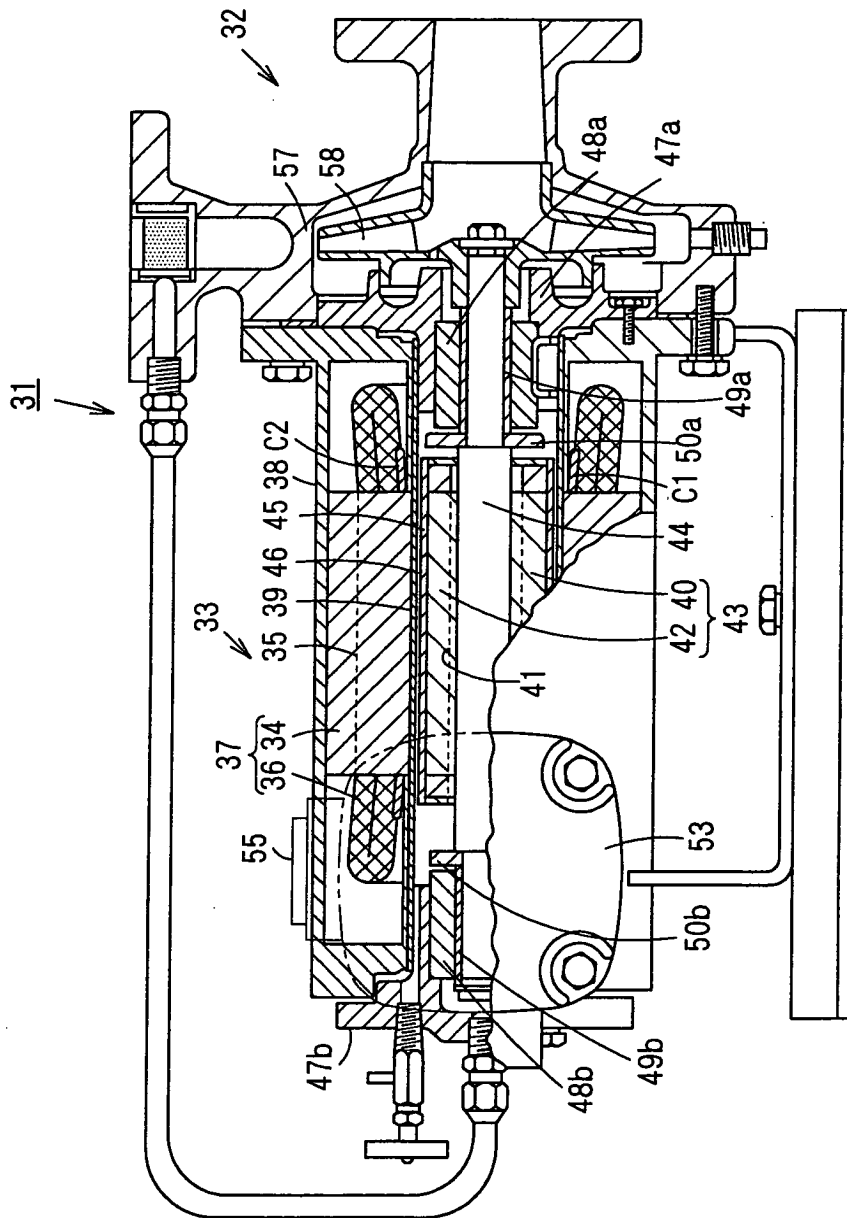


FIG. 2

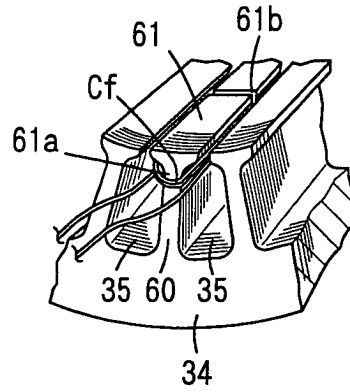


FIG. 3

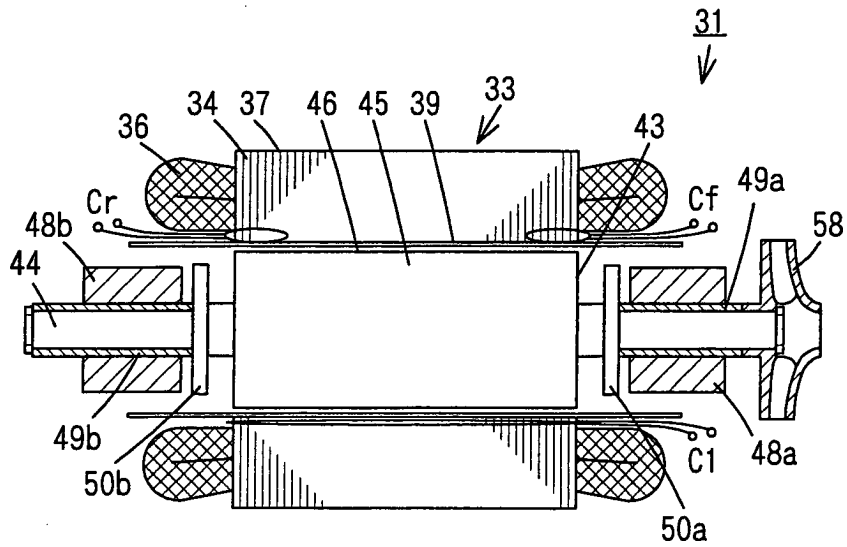


FIG. 4

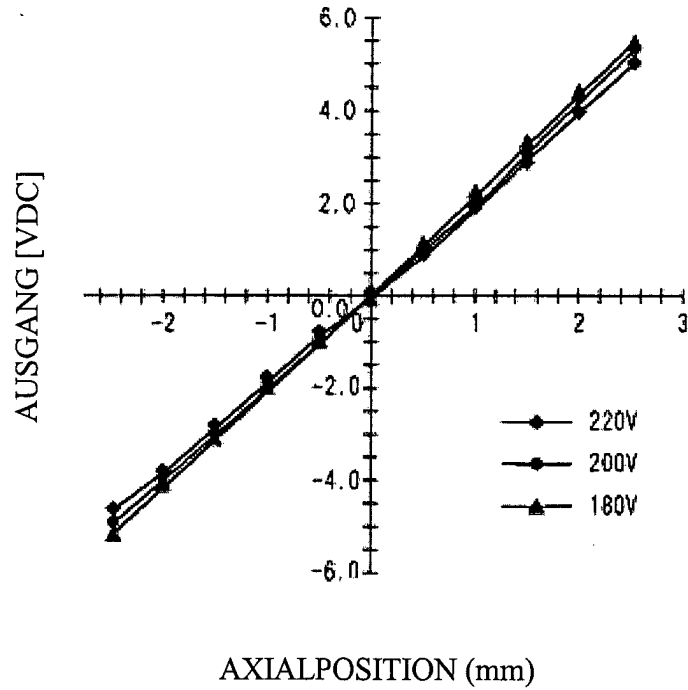


FIG. 5

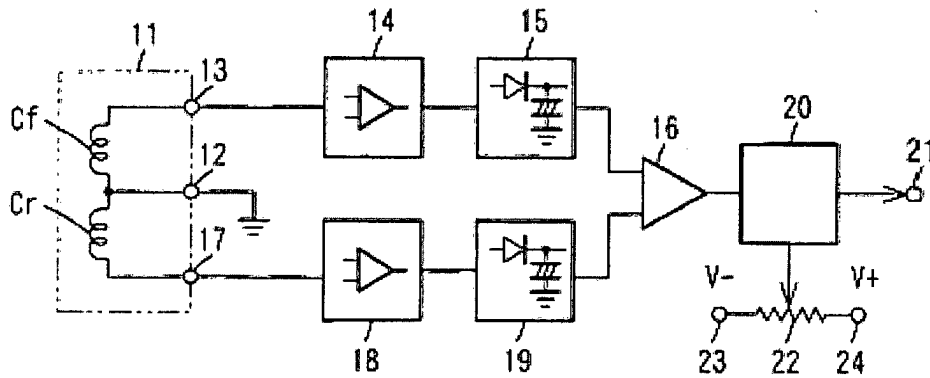


FIG. 6

AUSGANGSSPANNUNG DER
AXIALPOSITIONDETEKTIONSSPULE [VAC]

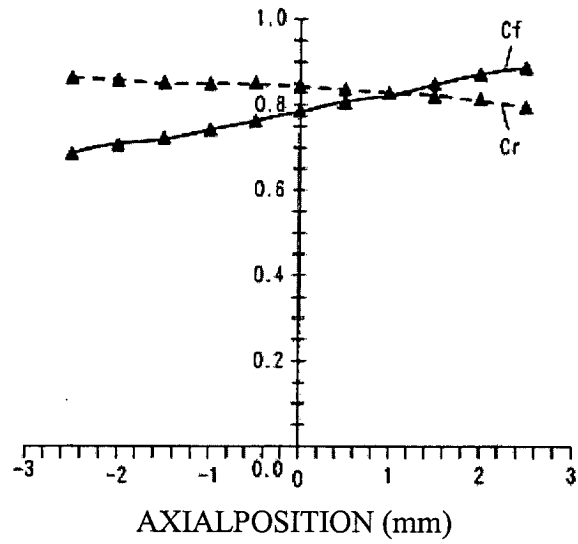


FIG. 7

AUSGANGSSPANNUNG DER
AXIALPOSITIONDETEKTIONSSPULE [VAC]

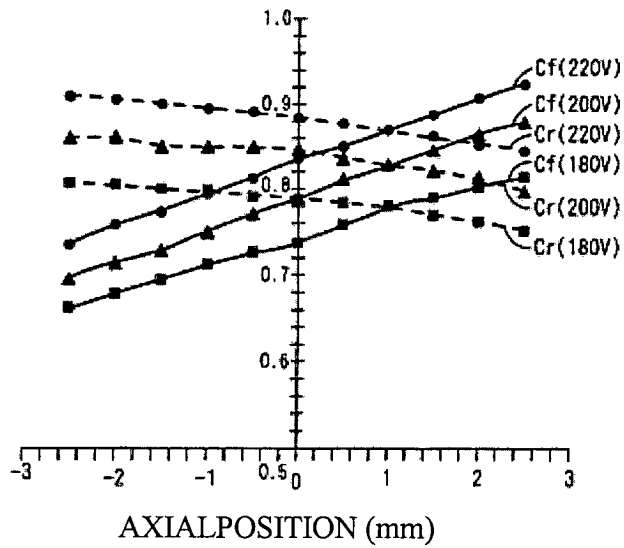


FIG. 8

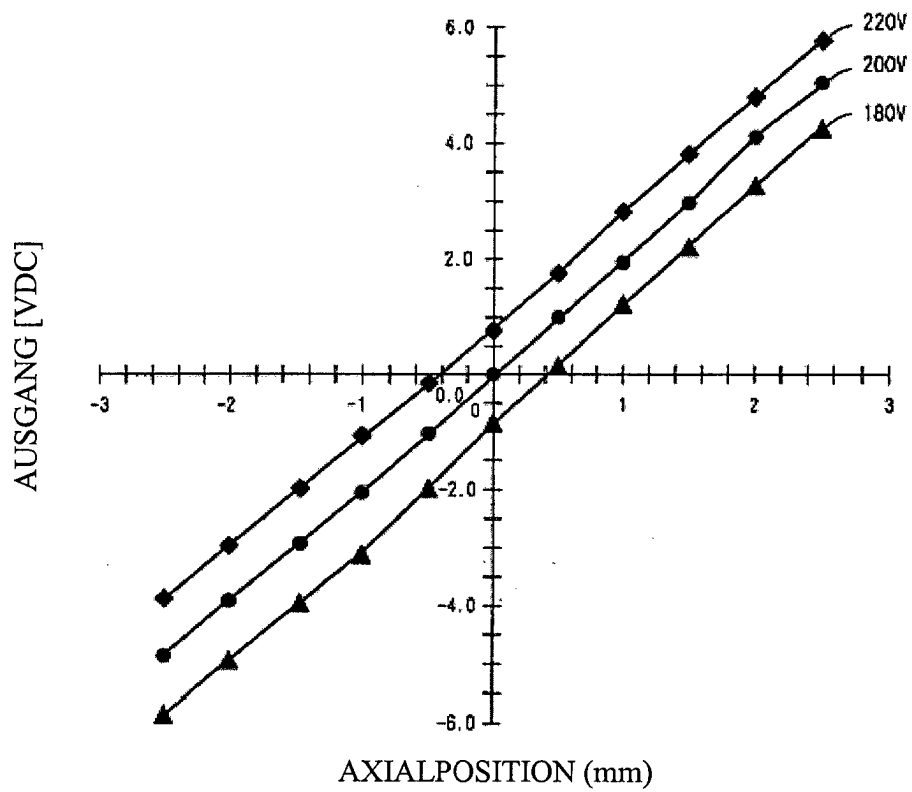


FIG. 9