



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 29 019 T2** 2005.05.04

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 794 437 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 29 019.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 103 638.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.09.1997**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **12.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.05.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01R 31/06**
G01R 31/34

(30) Unionspriorität:

4782396	05.03.1996	JP
34815996	26.12.1996	JP

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, LI

(72) Erfinder:

Murakami, Shin, Hachioji-Shi, Tokyo, JP;
Munakata, Tadashi, Nakano-Ku, Tokyo, JP;
Togashi, Norihito, Yokohama-Shi, Kanagawa-Ken, JP;
Suzuki, Satoshi, Setagaya-Ku, Tokyo, JP;
Mizuno, Sueyoshi, Fuchu-Shi, Tokyo, JP;
Kobayashi,, Hachioji-Shi, Tokyo, JP; Irie,
Satoshi, Kawasaki-Shi, Kanagawa-Ken, JP;
Sotodate, Masanori, Hadano-Shi, Kanagawa-Ken, JP;
Zaitzu, Katsune, Yokohama-Shi,
Kanagawa-Ken, JP; Takahashi,, Yokohama-Shi,
Kanagawa-Ken, JP; Shimada, Hideyuki,
Suginami-Ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Gerät zur Inspektion einer Maschine mit einer Probe welche durch eine Öffnung in die Maschine eingeführt wird**

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

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

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Untersuchungseinrichtung, die ein Messelement verwendet, beispielsweise eine Untersuchungseinrichtung für eine Statorwicklung einer elektrischen Drehmaschine, eine Armeinheit, und eine Zylinderoberflächenumfangs-Bewegungseinrichtung. Spezieller betrifft die vorliegende Erfindung eine Armkonstruktion und einen Bewegungsmechanismus, die für eine Untersuchungseinrichtung zur Messung der elektrostatischen Kapazität einer Statorwicklung in dem Zustand geeignet sind, in welchem ein Rotor eingeführt ist.

[0002] Eine Untersuchungseinrichtung gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist in der US-A-4 889 000 gezeigt.

[0003] Es ist allgemein eine Art einer elektrischen Drehmaschine bekannt, die eine wassergekühlte Statorwicklung aufweist. Beispiele für diesen Typ sind in den [Fig. 29](#) bis [Fig. 31](#) gezeigt.

[0004] Die in [Fig. 29](#) dargestellte elektrische Drehmaschine weist eine Statoreinheit **120** auf, die mit einem Stator **104** versehen ist, der durch Einführen und Befestigen einer Statorwicklung (einer oberen Statorwicklung **103a** und einer unteren Statorwicklung **103b** in [Fig. 29](#)) in einen Statoreisenkern **102** gebildet wird, der an einem Statorgestell **101** angebracht ist, sowie eine Rotoreinheit **130**, die gegenüberliegend dieser Statoreinheit **120** so angeordnet ist, dass sie diesen nicht berührt, wobei die Rotoreinheit einen Rotor **121** aufweist, einen Schutzring **122** und eine Drehwelle **123**.

[0005] Bei diesen Bauteilen wird die Statorwicklung **103**, wie in den [Fig. 30](#) und [Fig. 31](#) gezeigt, so hergestellt, dass mehrere Stränge **105** bis **105** gesammelt werden, deren Außenseite mit einer Isolierschicht **106** abgedeckt wird, beispielsweise mit Isolierband oder einem Epoxyharz, und Clips **107** an den beiden Enden der einzelnen Stränge **105** angebracht werden. Jeder der Stränge **105** ist mit einem hohlen Loch **108** versehen, durch welches Kühlwasser fließen kann. Diese hohlen Löcher **108** stehen in Verbindung mit einem Isolierverteilungsteil (nicht gezeigt) und einer Kühlwasserleitung **110** außerhalb des Statorgestells **101** über eine Wassereinlassöffnung **109** des Clips **107**. Kühlwasser von der Kühlwasserleitung **110** wird daher durch das Isolierverteilungsrohr und die Wassereinlassöffnung **109** des Clips **107** dem hohlen Loch **108** zugeführt, und Kühlwasser wird durch die Wassereinlassöffnung **109** des Clips **107** in die Kühlwasserleitung **110** abgegeben.

[0006] Die einzelnen Stränge **105**, der Clip **107**, und

das Isolierverteilungsrohr bilden daher einen Weg für Kühlwasser, und sind durch Lötungen verbunden, und die Außenseite der durch Lötungen verbundenen Abschnitte ist mit einer Isolierschicht **106** auf die voranstehend geschilderte Weise abgedeckt. Die durch Lötungen verbundenen Teile, die mit der Isolierschicht **106** abgedeckt sind, werden verschiedenen Leckversuchen nach strenger Qualitätskontrolle unterworfen, unter dem Gesichtspunkt, ein Leck von Kühlwasser zu verhindern, und daher die Verlässlichkeit sicherzustellen. Um derartige Unzulänglichkeiten wie ein teilweises Abschälen der durch Lötungen verbundenen Abschnitte oder Lochfrasskorrosion zu vermeiden, die durch Schwingungen, Wärmezyklen und Korrosion im Einsatz über viele Jahre hervorgerufen werden, wird ein Wicklungsdruckbeaufschlagungsversuch oder Vakuumabfallversuch normalerweise während einer periodischen Untersuchung eingesetzt, um eine Änderung des Drucks zu überprüfen, und so zu bestätigen, dass ein leckfreier Zustand vorhanden ist.

[0007] Wenn Kühlwasser aus dem Verbindungsabschnitt zwischen den Strängen **105** und dem Clip **107** herausleckt, dringt jedoch Kühlwasser durch die Isolierschicht **106** an dem mit Isolierband abgedeckten Abschnitt durch Kapillarwirkung hindurch, und insbesondere wenn eindringendes Kühlwasser den Statoreisenkern **102** erreicht, kann ein als Masseschluss bekannter Fehler zwischen der Statorwicklung **103** und Masse auftreten. Es wird daher als wesentlich angesehen, dem Eindringen von Kühlwasser in die Isolierschicht **106** ausreichende Beachtung zu schenken, und dies so früh wie möglich festzustellen.

[0008] Als Verfahren für eine derartige Überprüfung wurde ein Untersuchungsverfahren vorgeschlagen, bei welchem der Unterschied in Bezug auf die spezifische induktive Kapazität zwischen der Isolierschicht **106** und dem Kühlwasser untersucht wird, wobei eine korrodierte Statorwicklung, die infolge von Aufnahme von Wasser durch die Isolierschicht korrodiert ist, hervorgerufen durch Kühlwasserleck, durch Messen der elektrostatischen Kapazität durch Anlegen eines Messelements an Messpositionen P und P (siehe [Fig. 29](#)) der Statorwicklung festgestellt wird.

[0009] Bei dem Untersuchungsverfahren zur Ermittlung einer korrodierten Statorwicklung infolge aufgenommenen Wassers durch die Isolierschicht, hervorgerufen durch Kühlwasserleck, befindet sich jedoch die Messposition der Statorwicklung, an welcher das Messelement eingesetzt wird, tief in der elektrischen Drehmaschine, oder ist, anders ausgedrückt, von der Hand eines Menschen nicht zu erreichen. Es ist daher erforderlich, eine Untersuchung so durchzuführen, dass die Rotoreinheit aus der Statoreinheit herausgezogen wird.

[0010] Dieser Vorgang des Herausziehens der Ro-

toreinheit erfordert viel Arbeit zum Zerlegen, erfordert viel Zeit, und ist nicht immer effizient. Da die Untersuchung der Statorwicklung einschließlich des Vorgangs des Herausziehens der Rotoreinheit bei angehaltener elektrischer Drehmaschine durchgeführt wird, führt darüber hinaus ein längerer Untersuchungszeitraum zu höheren Kosten.

[0011] Die nach Entfernen der Rotoreinheit durchgeführte Untersuchung erfordert weiterhin den direkten Einsatz der Kraft des Menschen beim Andrückvorgang des Messelements, und ist daher nicht immer effizient.

[0012] Da beispielsweise das Messelement normalerweise rechteckförmig ist, kann eine Änderung der effektiven Fläche des Messelements auftreten, so dass abhängig von der Richtung des Andrückens leicht Schwankungen der Messdaten auftreten. Um zufriedenstellende Messdaten zu erhalten, ist es erforderlich, das Messelement anzudrücken, während es dazu veranlasst wird, den gekrümmten und anderen Oberflächen der Statorwicklung zu folgen, und es ist schwierig, diesen Andruckvorgang innerhalb eines beschränkten Raums durchzuführen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Daher besteht das Ziel der vorliegenden Erfindung in der Lösung dieser herkömmlich auftretenden Probleme, und mit ihr soll relativ einfach und exakt eine Untersuchung der Statorwicklung durchgeführt werden können, ohne die Rotoreinheit aus der Statoreinheit herauszuziehen, und dieser Untersuchungsvorgang soll in einem kurzen Zeitraum beendet sein.

[0014] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Ausbildung und Bereitstellung, bei niedrigem Kostenaufwand, einer sehr praktischen Einrichtungskonstruktion, die zur Untersuchung einer Statorwicklung einer elektrischen Drehmaschine geeignet ist.

[0015] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, relativ einfach und exakt den Andruckvorgang für das Messelement durchzuführen.

[0016] Die voranstehenden Ziele können gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht werden, dass gemäß einem Aspekt eine Untersuchungseinrichtung zur Untersuchung der Leistung einer Anordnung an einer darin angeordneten Messposition über einen in der Anordnung vorgesehenen Spalt zur Verfügung gestellt wird, wobei die Untersuchungseinrichtung ein Messelement zur Messung von Daten aufweist, die der Leistung der Anordnung zugeordnet sind, eine Armeinheit zum Halten des Messelements, und eine Vorrichtung zum Einführen des Messelements, das durch die Armeinheit gehalten wird,

durch den Spalt entlang der Armachialrichtung der Armeinheit durch einen kontinuierlichen Vorgang, wodurch das Messelement auf die Messposition eingestellt werden kann, wobei die Armeinheit eine Armgliedanordnung ist, die durch Verbinden mehrerer Glieder in der Axialrichtung der Armeinheit gebildet wird.

[0017] Die Einführungs Vorrichtung weist ein Bewegungselement für die Armeinheit auf, um die Armgliedanordnung dazu zu veranlassen, sich in dem Spalt zu bewegen, und in einem Winkel, der zur Messposition hinweist, relativ zur Bewegungsrichtung vorzuspringen, während die Bewegung der Gliedanordnung der Armeinheit veranlasst wird, sowie ein Armeinheits-Ausrichtungsbeibaltungselement, um eine geradlinige Ausrichtung der Gliedanordnung der Armeinheit beizubehalten, die durch das Armbewegungselement zum Vorspringen veranlasst wird.

[0018] Das Bewegungselement weist eine Führung zum Führen der Bewegung und des Vorspringens der Armgliedanordnung und einen Antriebsmechanismus zum Antrieb der Armgliedanordnung entlang der Führung auf. Der Antriebsmechanismus ist ein Gleitmechanismus zur Gleitbewegung der Armeinheitsanordnung in Axialrichtung der Armeinheit. Der Gleitmechanismus ist ein Vorschubspindelmechanismus.

[0019] Zwei benachbarte Glieder der Armeinheits-Gliedanordnung sind verschwenkbar zwischen einem Winkel, der von der geradlinigen Armausrichtung abhängt, und einem vorbestimmten Winkel, der zu einer Seite der geradlinigen Armausrichtung hin begrenzt ist, gegeneinander um ein Verbindungszentrum des anderen Gliedes.

[0020] Das Armausrichtungsbeibaltungselement weist ein kabelartiges Teil auf, das an einem Glied an der Vorderendseite der Glieder über eine Seite jeder von Verbindungswellen der Glieder an einem Ende des kabelartigen Teils angebracht ist, und ein elastisches Teil, das mit dem anderen Ende des kabelartigen Teils verbunden ist, wobei das elastische Teil an einem Glied an der Hinterendseite der Glieder befestigt ist.

[0021] Das Armausrichtungsbeibaltungselement weist eine Blattfeder auf, die an einem Glied an der Vorderendseite an einem Ende der Blattfeder befestigt ist, und an einem Glied an der Hinterendseite der Glieder über eine Seite jeder von deren Verbindungswellen an dem anderen Ende der Blattfeder befestigt ist.

[0022] Das Armausrichtungsbeibaltungselement weist mehrere Zahnriemenscheiben auf, die drehbar mit jedem der Armglieder verbunden sind, um einen Drehwinkel einer Riemenscheibe an der Hinterendseite der Riemenscheiben zu begrenzen, und einen

Drehwinkel einer Riemenscheibe an der Vorderendseite der Riemenscheibe auf einen vorbestimmten Winkel in Bezug auf das Glied an der Vorderendseite zu begrenzen, sowie mehrere Zahnriemen, die jeweils zwei benachbarte Riemenscheiben der Riemenscheiben verbinden.

[0023] Jedes der Glieder bildet ein Gestell.

[0024] Die Anordnung ist eine elektrische Drehmaschine, die einen Rotorkörper mit zylindrischem Aufbau aufweist, und einen Statorkörper, der einen Außenumfangsabschnitt des Rotorkörpers berührungslos abdeckt, wobei der Statorkörper eine Statorwicklung aufweist, die mit einer Isolierung versehen ist, und radial außerhalb des Rotorkörpers angeordnet ist, sowie einen Stator Kern, der die Statorwicklung haltert, wobei der Spalt zwischen dem Rotorkörper und dem Statorkörper angeordnet ist, die Messposition auf der Statorwicklung angeordnet ist, die Armeinheit so an dem Rotorkörper angebracht ist, dass die Axialrichtung des Arms zur Axialrichtung des Rotorkörpers wird, und das Messelement ein Element zur Messung der elektrostatischen Kapazität der Statorwicklung als Daten ist.

[0025] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung aufweisen, um das Messelement, das durch den Armkörper gehalten wird, zur freien Bewegung in Umfangsrichtung des Rotorkörpers zu veranlassen.

[0026] Die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung weist ein Riementeil auf, das einen Zahnriemen aufweist, der in Umfangsrichtung des Rotorkörpers anbringbar ist, eine Riemenscheibe, die mit dem Zahnriemen im Eingriff steht, einen Antrieb, der die Riemenscheibe zur Drehbewegung veranlasst, und ein kabelartiges Teil, das in Umfangsrichtung anbringbar ist, wobei das kabelartige Teil abnehmbar so um den Rotorkörper geschlungen ist, dass es den Antrieb gegen das Riementeil drückt, und die Armeinheit an dem Antrieb angebracht ist. Das Riementeil weist einen Riemen und eine Hebevorrichtung auf, die den Riemen anheben kann, wobei der Riemen an beiden Enden des Zahnriemens angebracht ist, und der Riemen durch die Hebevorrichtung angehoben wird, wodurch der Zahnriemen angehoben und auf dem Rotor befestigt werden kann. Der Riemen ist an einem Ende des kabelartigen Teils angebracht, und die Hebevorrichtung ist an dem anderen Ende des kabelartigen Teils angebracht. Das kabelartige Teil ist mit einem Spannungsregler versehen.

[0027] Die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung weist eine Rollenkette auf, die abnehmbar in Umfangsrichtung des Rotorkörpers um diesen herumgeschlungen ist, ein Kettenrad, das im

Eingriff mit der Rollenkette steht, und einen Antrieb zum Drehantrieb des Kettenrades, das mit der Rollenkette im Eingriff steht, wobei der Antrieb auf der Rollenkette angeordnet ist, das kabelartige Teil so um den Rotorkörper herumgeschlungen ist, dass es den Antrieb gegen die Rollenkette drückt, und der Armkörper an dem Antrieb angebracht ist.

[0028] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Vorrichtung zum Einstellen der Nullpunkte für die Axialposition des Rotorkörpers in der Armeinheit und für die Umfangsposition des Rotorkörpers in der Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung aufweisen.

[0029] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin einen Sondenkörper aufweisen, der mit einer Basis versehen ist, die an der Armeinheit angebracht werden soll, einen ausfahrbaren Federbalg, der an zumindest einer Seite der Basis angebracht ist, sowie eine Vorrichtung zum Zuführen und Abführen von Luft in den bzw. von dem ausfahrbaren Federbalg, wobei das Messelement an dem ausfahrbaren Federbalg angebracht ist.

[0030] Die Einführungsvorrichtung weist ein Bewegungssystem auf, um das Messelement dazu zu veranlassen, sich in Axialrichtung des Rotorkörpers zu bewegen, und das Messelement an der Messposition der Statorwicklung anzuordnen, wobei das Bewegungssystem einen Antriebsmechanismus aufweist, der mit einem Servomotor und einer Steuervorrichtung versehen ist, welche so leitet, dass eine Wicklung des Servomotors im unerregten Zustand während der Messung der elektrostatischen Kapazität ist. Die Steuervorrichtung ist mit einer Vorrichtung zur Leitungssteuerung versehen, so dass ein Drehwinkel des Servomotors sich im messfreien Zustand während der Messung der elektrostatischen Kapazität befindet.

[0031] Das Armausrichtungsbeibehaltungselement weist ein Element zur Beibehaltung eines vorbestimmten Winkels einer Basisausrichtung nach dem Vorspringen des Messelements relativ zur Armausrichtung der Armgliedanordnung auf.

[0032] Die Anordnung ist eine elektrische Drehmaschine, die einen Rotorkörper mit zylindrischer Ausbildung aufweist, und einen Statorkörper, der berührungslos einen Außenumfangsabschnitt des Rotorkörpers abdeckt, wobei der Statorkörper eine Statorwicklung aufweist, die mit einer Isolierung versehen ist, und in Radialrichtung außerhalb des Rotorkörpers angeordnet ist, sowie einen Stator Kern, der die Statorwicklung haltert, wobei der Spalt zwischen dem Rotorkörper und dem Statorkörper angeordnet ist, die Messposition auf der Statorwicklung angeordnet ist, die armartige Anordnung so an dem Rotorkörper angebracht ist, dass die Axialrichtung des Arms zur

Axialrichtung des Rotorkörpers wird, und das Messelement ein Element zur Messung der elektrostatischen Kapazität der Statorwicklung als Daten ist.

[0033] Die Armbewegungsvorrichtung weist eine Vorrichtung zur Erfassung von Daten auf, die einer Wicklungsbreite in Radialrichtung der Statorwicklung zugeordnet sind, wenn sich die Armgliedanordnung bewegt und unter Einwirkung des Armbewegungselements vorspringt, und eine Vorrichtung zur Festlegung der Messposition der Statorwicklung auf Grundlage der erfassten Daten.

[0034] Das Armbewegungselement weist eine Vorrichtung zum Positionieren des Messelements an einer gewünschten Position in Richtung der Statorwicklung auf.

[0035] Die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung weist eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Einführungsposition des Messelements in Umfangsrichtung des Rotorkörpers auf.

[0036] Die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung weist eine Vorrichtung zur Begrenzung der Umfangsbewegung des Messelements auf, das durch die Armeinheit gehalten wird, auf Grundlage des Anordnungszustands des Messelements in Bezug auf die Armgliedanordnung.

[0037] Der Federbalg umfasst mehrere Federbälge, und der Sondenkörper weist eine Abdeckung auf, welche das Messelement nach dem Zusammenziehen der Federbälge abdeckt.

[0038] Das Messelement besteht aus einer Kupferfolie, die auf einer Oberfläche eines Polstermaterials aufgebracht ist, wobei die andere Oberfläche des Polstermaterials mit einer Kupferfolie zur Erdung abgedeckt ist, und der Sondenkörper über die Kupferfolie zur Erdung angebracht ist.

[0039] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Vorrichtung zum abwechselnden Ändern jedes der Messelemente aufweisen, die über den ausfahrbaren Federbalg an beiden Seiten der Basis angebracht sind.

[0040] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Vorrichtung zur Messung von Daten im berührungslosen Zustand mit dem Statorkörper als Anfangswert durch das Messelement aufweisen.

[0041] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Vorrichtung zum Entladen der Ladung des Messelements vor der Messung der elektrostatischen Kapazität aufweisen.

[0042] Die Messposition wird ausgesucht aus einem freiliegenden Abschnitt, der von dem Eisenker-

nende der Statorwicklung nach außerhalb der Maschine verläuft, mit Ausnahme eines Abschnitts, der einer Bogenentladungsverhinderungsbehandlung der Statorwicklung unterworfen wurde.

[0043] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Vorrichtung zur Messung des Widerstandswerts in Bezug auf einen Kontaktzustand des Messelements mit der Statorwicklung als Daten zur Bewertung der elektrostatischen Kapazität aufweisen.

[0044] Eine Untersuchungseinrichtung kann weiterhin eine Vorrichtung zur automatischen Bestimmung der Messposition der Statorwicklung während der Messung des Widerstandswerts aufweisen.

[0045] Das Messelement weist eine Messfrequenz von annähernd 1 kHz auf.

[0046] Wie voranstehend im einzelnen erläutert wurde, wird bei der Untersuchungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, während die Armgliedanordnung dazu veranlasst wird, sich in einer vorbestimmten Richtung relativ zur Anordnung (beispielsweise in Axialrichtung der Rotoreinheit) zu bewegen, die Armgliedanordnung dazu veranlasst, in einem Winkel zur Seite der Messposition (beispielsweise dem Spalt der Statorwicklungen) relativ zu dieser Richtung vorzuspringen. Die Armausrichtung der so vorspringenden Armgliedanordnung wird geradlinig gehalten. Daher kann die Positionierung zu einer bestimmten Position hin (beispielsweise zum Spalt der Statorwicklungen), die nicht erreicht werden könnte, ohne dass ein Abbiegen in der Mitte stattfindet, in einem begrenzten, für die Wartung zur Verfügung stehenden Raum, nur durch eine Gleitbewegung der Armgliedanordnung erzielt werden, also durch einen einfachen Vorgang mit einem Freiheitsgrad von 1.

[0047] Dieser Effekt wirkt sich besonders gut aus, wenn die Erfindung bei einer Untersuchungseinrichtung für Statorwicklungen einer elektrischen Drehmaschine eingesetzt wird. In diesem Fall wird ermöglicht, einfach und exakt die Untersuchung der Statorwicklungen durchzuführen, ohne dass es erforderlich ist, die Rotoreinheit von der Statoreinheit abzunehmen, und wird ermöglicht, den Untersuchungsvorgang in kurzer Zeit durchzuführen. Es wird daher ermöglicht, auf einfache Weise eine Untersuchungseinrichtung mit hohem praktischen Wert bei relativ niedrigem Kostenaufwand zu erhalten.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0048] Die beigefügten Zeichnungen, welche in die Beschreibung eingeschlossen werden, und einen Teil von dieser bilden, erläutern Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Grundlagen

der vorliegenden Erfindung. Es zeigt:

[0049] [Fig. 1](#) eine schematische Perspektivansicht mit einer Darstellung der gesamten Anordnung der Untersuchungseinrichtung für eine elektrische Drehmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform;

[0050] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung des Gesamtaufbaus und des Betriebs insgesamt der Untersuchungseinrichtung für eine Statorwicklung einer elektrischen Drehmaschine;

[0051] [Fig. 3](#) eine schematische Schnittansicht einer Sonde;

[0052] [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) schematische Seitenansichten zur Erläuterung des Betriebs einer Sonde;

[0053] [Fig. 5](#) eine schematische Perspektivansicht zur Erläuterung eines Teils der Konstruktion des Armgliedabschnitts;

[0054] [Fig. 6](#) eine schematische Perspektivansicht zur Erläuterung eines Teils der Konstruktion des Armgehäuseabschnitts;

[0055] [Fig. 7](#) eine schematische Schnittansicht zur Erläuterung des Betriebs der Armeinheit;

[0056] [Fig. 8](#) eine schematische Schnittansicht zur Erläuterung eines Teils des Aufbaus eines Führungsriemenabschnitts und eines Andruckdrahtabschnitts;

[0057] [Fig. 9](#) eine schematische Aufsicht zur Erläuterung eines Teils des Aufbaus einer Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung;

[0058] [Fig. 10](#) eine schematische Perspektivansicht mit einer Darstellung des Gesamtaufbaus eines Spannungsreglers;

[0059] [Fig. 11](#) eine schematische Aufsicht mit einer Darstellung eines Teils des Aufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform;

[0060] [Fig. 12](#) eine schematische Schnittansicht mit einer Darstellung eines Teils des Aufbaus eines Armgliedabschnitts;

[0061] [Fig. 13A](#) bis [Fig. 13C](#) schematische Schnittansichten zur Erläuterung von Betriebsabläufen des Armgliedabschnitts;

[0062] [Fig. 14](#) eine schematische Perspektivansicht mit einer Darstellung des Gesamtaufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform, die nicht von der vorliegenden Erfindung umfasst wird;

[0063] [Fig. 15](#) ein schematisches Blockschaltbild, das teilweise eine Einrichtung darstellt, die mit einer Entladungsschaltung versehen ist, gemäß einer fünften Ausführungsform;

[0064] [Fig. 16](#) eine schematische Darstellung eines Teils einer Einrichtung gemäß einer neunten Ausführungsform;

[0065] [Fig. 17](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung einer gesamten Untersuchungseinrichtung gemäß einer zehnten Ausführungsform;

[0066] [Fig. 18](#) eine schematische Seitenansicht mit einer teilweisen Darstellung des Aufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer dreizehnten Ausführungsform;

[0067] [Fig. 19](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung des Gesamtaufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer vierzehnten Ausführungsform;

[0068] [Fig. 20](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung des gesamten Aufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer fünfzehnten Ausführungsform;

[0069] [Fig. 21](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung des gesamten Aufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer sechzehnten Ausführungsform;

[0070] [Fig. 22](#) eine schematische Seitenansicht mit einer teilweisen Darstellung des Aufbaus einer ovalförmigen Sonde des Typs mit mehreren Federbälgen;

[0071] [Fig. 23](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung des Aufbaus des Vorderendes einer Untersuchungseinrichtung;

[0072] [Fig. 24](#) eine schematische Seitenansicht mit einer teilweisen Darstellung einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer siebzehnten Ausführungsform;

[0073] [Fig. 25](#) eine schematische Aufsicht auf einen Teil einer Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung;

[0074] [Fig. 26](#) eine schematische Seitenansicht mit einer Darstellung des gesamten Aufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer achtzehnten Ausführungsform;

[0075] [Fig. 27](#) eine schematische Aufsicht auf eine Untersuchungseinrichtung von [Fig. 26](#), gesehen entlang der Linie A-A;

[0076] [Fig. 28](#) eine schematische Seitenansicht mit

einer Darstellung des Gesamtaufbaus einer Untersuchungseinrichtung gemäß einer neunzehnten Ausführungsform;

[0077] [Fig. 29](#) eine schematische Längsschnittansicht mit der teilweisen Darstellung des Aufbaus einer herkömmlichen elektrischen Drehmaschine;

[0078] [Fig. 30](#) eine schematische Perspektivansicht mit einer Darstellung der Außenansicht einer herkömmlichen Statorwicklung; und

[0079] [Fig. 31](#) eine schematische Schnittansicht mit einer teilweisen Darstellung des Aufbaus einer herkömmlichen Statorwicklung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0080] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0081] Nunmehr wird eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nachstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 10](#) beschrieben. Diese Ausführungsform beruht auf einem Einsatz der Untersuchungseinrichtung unter Verwendung eines Messelements, der Armeinheit, und der Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung bei einer Untersuchungseinrichtung (einer Einrichtung zur Messung der elektrostatischen Kapazität) für eine Statorwicklung einer elektrischen Drehmaschine. Da die elektrische Drehmaschine praktisch identisch zu einer herkömmlichen Drehmaschine ist, wird auf eine Beschreibung ihrer Einzelheiten verzichtet, und werden dieselben Bezugszeichen entsprechenden Bauteilen zugeordnet.

[0082] Die Perspektivansicht von [Fig. 1](#) und die Schnittansicht von [Fig. 2](#) zeigen den Gesamtaufbau der Untersuchungseinrichtung für eine Statorwicklung einer elektrischen Drehmaschine (nachstehend einfach als "Untersuchungseinrichtung" bezeichnet).

[0083] Die in diesen Zeichnungen dargestellte Untersuchungseinrichtung dient dazu, ein Messelement **1a** zur Messung der elektrostatischen Kapazität zu bewegen und zu positionieren, von einem Spalt zwischen einer Rotoreinheit **130** und einer Statoreinheit **120** zu einer Messposition P einer Statorwicklung **103**, und weist eine Sonde **1** auf, in welcher das Messelement **1a** angeordnet ist, eine Armeinheit **10**, die gleitbeweglich diese Sonde **1** haltet, eine Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung (nachstehend einfach als "Bewegungseinrichtung" bezeichnet) **40**, die drehbar und gleitbeweglich die Ar-

meinheit **10** haltet, und ein Positionsteuersystem **17** für die Positionsteuerung der Armeinheit **10** und der Bewegungseinrichtung **40**.

[0084] Nunmehr werden Einzelheiten der Sonde **1** nachstehend unter Bezugnahme auf die schematische Schnittansicht von [Fig. 3](#) und das Betriebsablaufdiagramm von [Fig. 4](#), zusätzlich zu den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), beschrieben.

[0085] Wie aus [Fig. 3](#) hervorgeht, weist die Sonde **1** eine Basis **2** auf, die einen Körper bildet, der an der Armeinheit **10** angebracht werden soll. Ausfahrbare Federbälge **3a** und **3b** sind an zwei Seiten angebracht, mit der Achse der Basis **2** dazwischen, in Richtung in rechtem Winkel zur Axialrichtung. Ein Antischlupfmateriel **5** ist an einer der Seiten der Basis **2** angebracht, und das kreisförmige Messelement **1a** ist an der anderen Seite der Basis **2** angebracht, über Polster **4a** und **4b**, die jeweils an einer äußeren Platte der zwei Federbälge **3a** und **3b** angebracht sind. Ein Luftweg **6**, der eine räumliche Verbindung zu Luftkammern der beiden Federbälge **3a** und **3b** zur Verfügung stellt, ist in der Basis **2** vorgesehen, und dieser Luftweg **6** ist an eine Pneumatikschaltung (Pneumatikquelle) angeschlossen, die nicht gezeigt ist, über ein Luftrohr **7**, das an der Basis **2** angebracht ist.

[0086] Während der Zeit, in der nicht gemessen wird, beispielsweise beim Führen zu einer Messposition P (siehe [Fig. 15](#)) der Statorwicklung **103**, nimmt die Sonde **1** die Federbälge **3a** und **3b** in der Basis **2** auf. Bei der Messung der Statorwicklung **103**, wie in [Fig. 4A](#) gezeigt, drückt die Sonde **1** das Messelement **1a** gegen die Oberfläche (Messposition P) der Statorwicklung **103**, durch Zuführen von Luft von der Pneumatikschaltung durch das Luftrohr **7** zum Luftweg **6** der Basis **2**, und Bewegung des Antischlupfmateriels **5** und des Messelements **1a** in einander entgegengesetzten Richtungen durch das Ausfahren der Federbälge **3a** und **3b**. Die Andruckkraft des Antischlupfmateriels **5** und des Messelements **1a** wird durch Einstellung des Pneumatikdrucks der Pneumatikschaltung konstant gehalten. Nach Beendigung der Messung in diesem Druckbeaufschlagungszustand nimmt die Sonde **1** die Federbälge **3a** und **3b** in der Basis **2** auf, wie in [Fig. 4b](#) gezeigt, durch Ablassen von Luft mit Hilfe der Pneumatikschaltung in umgekehrter Reihenfolge.

[0087] Nunmehr werden Einzelheiten der Armeinheit **10** nachstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) beschrieben, zusätzlich zu den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#).

[0088] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, weist die Armeinheit **10** einen Armgliedabschnitt **11** auf (der eine Armgliedanordnung und eine Armausrichtungsbewahrungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt), an welchem die Sonde **1** an-

gebracht ist, einen Armgehäuseabschnitt (der ein Führungsteil der Armbewegungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung bildet) **12**, der gleitbeweglich den Armgliedabschnitt **11** zusammen mit der Sonde **1** aufnimmt, und das Vorderende des Armgliedabschnitts **11** so führt, dass dieser in einem Winkel zur Seite der Messposition P vorspringt, die bei der Statorwicklung **103** vorgegeben ist, und einen Armantriebsmechanismus **13** (der einen Antriebsmechanismus der Armbewegungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung bildet), der einen Gleitantrieb des Armgliedabschnitts **11** in Axialrichtung der Rotor-einheit **130** relativ zum Armgehäuseabschnitt **12** durchführt.

[0089] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, weist der Armgliedabschnitt **11** eine Gliedanordnung auf, die am Vorderende und am Hinterende verschieden ausgebildet ist (nachstehend bezeichnet als "Vorderend-Gliedanordnung **11a**" bzw. "Hinterend-Gliedanordnung **11b**" zur Vereinfachung), und den Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus (Armformbeibehaltungsmechanismus) **14**, um die Form oder Ausrichtung des Arms der Vorderend-Gliedanordnung **11a** aufrechtzuerhalten.

[0090] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, ist die Vorderend-Gliedanordnung **11a** mit zwei kurzen Gliedern **15a** und **15b** versehen, die unterschiedliche Größen aufweisen, und Gestellteile haben, und wird durch Verbinden mehrerer dieser kurzen Glieder abwechselnd in Form eines Arms gebildet. Jedes der kurzen Glieder **15a** und **15b** wird beispielsweise so hergestellt, dass mehrere Blechteile, also zwei im wesentlichen trapezförmige Seitenplatten P1, eine untere Seitenplatte P2, und eine vordere Seitenplatte P3 einstückig oder als Konstruktion eines getrennten Gestells (Gestellteils) verbunden werden ([Fig. 5](#) zeigt ein Beispiel für eine einstückige Formgebung). Verbindungslöcher **16** sind an vorbestimmten Positionen in Richtung in rechtem Winkel zur Axialrichtung des Arms auf den beiden Seitenplatten P1 und P1 vorgesehen.

[0091] Die Vorderend-Gliedanordnung **11a** verbindet abwechselnd die kurzen Glieder **15a** und **15b** durch Einführen der Stifte **17** durch die Verbindungslöcher **16** der beiden Seitenplatten P1 und P1, und durch drehbare Anbringung von Gliedrollen **18** und **18** an den beiden Enden dieser Stifte **17**. Die Vorderend-Gliedanordnung **11a** ist daher biegsam um einen Winkel, der nur in Richtung zu einer Bezugsrichtung α begrenzt ist, in welcher die unteren Seitenplatten P2 und P2 in einem Winkel von im wesentlichen 180° angeordnet sind, so dass beinahe eine gerade Linie zu den jeweiligen vorderen Seitenplatten P3 um den Verbindungsdrehpunkt o herum entsteht, gesehen in Bewegungsrichtung, begrenzt durch die Form und die Position des Verbindungsdrehpunkts o beispielsweise der beiden kurzen Glieder **15a** und **15b** für jedes Glied.

[0092] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist die Hinterendanordnung **11b** mit mehreren (zwei in [Fig. 2](#)) langen Gliedern **19** und **19** versehen, die mit der Ausgangswelle des Armantriebsmechanismus **13** verbunden sind, und dadurch armförmig ausgebildet, dass diese langen Glieder **19** und **19** über Stifte **17** und Gliedrollen **18** wie voranstehend geschildert verbunden werden.

[0093] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, ist der Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus **14** mit einer Gliedriemenscheibe **20** versehen, die drehbar an einem bestimmten Stift **17** angebracht ist (beispielsweise am Vorderende und Hinterende), in der Vorderend-Gliedanordnung **11a**, sowie mit einem Glieddraht **21**, der durch eine Riemenscheibe **20a** im Zentrum der Gliedriemenscheibe **20** geführt wird, und durch die Seite der Unterseitenplatte P2 eingeführt ist (jene Seite, an welcher die Biegung der Vorderend-Gliedanordnung **11a** begrenzt ist), und ist in der Hinterend-Gliedanordnung **11b** über eine Feder **22** in einem Zustand befestigt, in welchem der Glieddraht **21** durch die Gliedriemenscheibe **20** geführt wird.

[0094] Die Gliedrolle **20** weist, zusätzlich zu der Riemenscheibe **20a** in ihrem Zentrum, Riemenscheiben **20b** und **20b** auf, deren Durchmesser kleiner ist als jener der Riemenscheibe **20a**, an beiden Endseiten mit dem Zentrumsabschnitt dazwischen, und diese Riemenscheiben **20b** und **20b** führen innerhalb des Armgliedabschnitts **11** Kabel **23** und **23**, welche das Messelement **1a** und eine getrennte Einrichtung verbinden, beispielsweise ein Messinstrument für die elektrostatische Kapazität (nicht gezeigt).

[0095] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, weist der Armgehäuseabschnitt **12** ein Gehäuse **24** auf, das in Axialrichtung verläuft, den Armgliedabschnitt **11** aufnehmen kann, und den Armgliedabschnitt **11** entlang Führungsschienen **25** und **25** führt, und an beiden entgegengesetzten Seitenoberflächen **24a** und **24a** des Gehäuses **24** geschlitzt ist. Die Führungsschiene **25** weist eine Breite auf, die größer oder gleich dem Durchmesser der Gliedrollen **18** der Vorderend-Gliedanordnung **11a** und der Hinterend-Gliedanordnung **11b** ist. Ihre Bewegungsrichtung verläuft in Axialrichtung des Gehäuses **24**, und ist so ausgebildet, dass sie mit einem vorbestimmten Krümmungsradius in Richtung in rechtem Winkel zur Axialrichtung auf ihrer Vorderendseite abbiegt. Eine Öffnung (nicht gezeigt) ist am Ende des Biegeabschnitts der Führungsschiene vorgesehen, also auf der Vorderendseite des Gehäuses **24**, so dass die Vorderendarmeinheit **11a**, die durch Anbringen des Messelements **1a** ausgebildet wird, nach außerhalb des Gehäuses **24** durch diese Öffnung vorspringen kann.

[0096] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, weist der Antriebsmechanismus **13** eine Vorschubspindel **27** zum Antrieb des Arms auf, die parallel zur Bewegungsrichtung der

Führungsschiene **25** angeordnet ist, eine Vorschubspindelmutter für den Armantrieb, die gleitbeweglich mit dieser Vorschubspindel **27** verbunden ist, und einen Motor **29** für diesen Arm, beispielsweise einen Servomotor, als Antriebsquelle, der an das Hinterende der Vorschubspindel **27** angeschlossen ist. Die Vorschubspindel **27** ist drehbeweglich an einem Lagerabschnitt außerhalb des Gehäuses **24** angebracht, und die Vorschubspindelmutter **28** ist mit dem langen Glied **19** am Hinterende der Hinterend-Gliedanordnung **11b** verbunden. Der Armantriebsmechanismus **13** veranlasst den Armgliedabschnitt **11** zur Bewegung entlang der Führungsschiene **25** (in Richtung E in [Fig. 6](#)), da sich die Vorschubspindelmutter **28** in Axialrichtung bewegt, während die Vorschubspindel **27** durch den Betrieb des Motors **29** für den Arm gedreht wird.

[0097] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist eine Reserve-Arm-bewegungseinrichtung **30** bei diesem Armantriebsmechanismus **13** vorgesehen. Diese Reservebewegungseinrichtung **30** weist einen Reserverarmmotor **32** auf, beispielsweise einen Servomotor, der mit der Vorschubspindel **27** durch eine Verriegelung **31** verbunden ist, und einen Kupplungsabschnitt **33**, der die Vorschubspindel **27** und den Armmotor **29** durch eine Wellenkupplung verbindet. Der Reserverarmmotor **32** dreht sich nur passiv im Betrieb des Armmotors **29**, und nimmt nicht am Antrieb des Armgliedabschnitts **11** Teil. Wenn der Armmotor **29** infolge einer Störung oder dergleichen nicht betriebsfähig ist, treibt er aktiv die Vorschubspindel **27** über die Verriegelung **31** an. Der Kupplungsabschnitt **33** ist zu dem Zweck vorgesehen, eine Einstellung von Hand zu ermöglichen. Wenn beide Motoren **29** und **30** ausgefallen sind, kann der Armgliedabschnitt **11** von Hand bewegt werden, durch direktes Vornehmen einer Einstellung von Hand. Der Armantriebsmechanismus **13** ist mit einer vertikalen Führungstür **34** versehen, die auf der Vorderendseite des Gehäuses **24** geöffnet und geschlossen werden kann, und mit einem Gleitmechanismus **36**, der mit dieser vertikalen Führungstür **35** über einen Türbetätigungsdraht **35** verbunden ist. Wenn die Vorderendarmeinheit **11b** von innerhalb des Armgehäuseabschnitts **12** vorspringt, wird die vertikale Führungstür **34** in einem Winkel auf der Verlängerung des Biegeabschnitts der Führungsschiene **25** geöffnet, und wenn die Vorderendarmeinheit **11b** aufgenommen ist, wird sie unter der Einwirkung der Kraft von dem Gleitmechanismus **36** über den Türbetätigungsdraht **35** geschlossen (in Richtung D in [Fig. 6](#)).

[0098] Der Gleitmechanismus **36** weist eine stangenartige Schiene **38** auf, die auf einer Außenoberfläche des Gehäuses **24** parallel zur Axialrichtung der Vorschubspindel **27** über eine vorbestimmte Entfernung vorgesehen ist, wobei eine Verriegelungsfeder **38a** für den Türbetätigungsdraht **35** in Axialrichtung sowie ein Drahtgleitteil (Körper) **37** vorgesehen sind,

das entlang dieser Schiene **38** gleiten kann, wobei dieses Drahtgleitteil **37** als Körper ausgebildet ist, der in Berührung mit dem hinteren Ende eines Mitnehmers **28a** der Vorschubspindelmutter **28** gelangen kann.

[0099] Der Gleitmechanismus **36** veranlasst das Drahtgleitteil **37** zum Gleiten über eine vorbestimmte Entfernung zur Vorderendseite hin, unter der Einwirkung einer Zugkraft, die zur Vorderendseite des Türbetätigungsdrahts **35** bei dem Öffnungsvorgang der vertikalen Führungstür **34** beim Vorspringen der Vorderendarmeinheit **11b** auftritt. Während dieser Gleitbewegung zieht die Reaktionskraft der Verriegelungsfeder **38a**, die auf das Drahtgleitteil **37** einwirkt, an dem Türbetätigungsdraht **35**, ohne dass dieser zur Hinterendseite lose wird. Nach der Aufnahme der Vorderendarmeinheit **11b** führt der Gleitmechanismus **36** einen Vorschub des Drahtgleitteils **37** durch Gleiten zur Hinterendseite zusammen mit der Vorschubspindelmutter **28** in einem Zustand durch, in welchem es von dem Mitnehmer **28a** der Vorschubspindel **28** mitgenommen wird, und schließt die Tür durch Ziehen am Türbetätigungsdraht **35** zur Hinterendseite hin.

[0100] Als nächstes wird der Betrieb der voranstehend geschilderten Armeinheit **10** unter Bezugnahme auf die [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7C](#) beschrieben.

[0101] Wie in [Fig. 7A](#) gezeigt, ist der Armgliedabschnitt **11**, an dem die Sonde **1** angebracht ist, in dem Armgehäuseabschnitt **12** aufgenommen. Es wird angenommen, dass der Armantriebsmechanismus **13** in diesem Zustand in Gang gesetzt wird. Dann arbeitet der Armmotor **29**, wodurch die Vorschubspindel **27** zur Drehung veranlasst wird, was eine Parallelbewegung der Vorschubspindelmutter **28** zur Vorderendseite hin hervorruft, wodurch das hinterste, lange Glied **19** der Hinterendarmeinheit **11b**, das mit der Vorschubspindelmutter **28** verbunden ist, zur Vorderendseite bewegt wird. An diesem Punkt wird die Bewegungsrichtung der Gliedrolle **18** durch die Führungsschiene **25** begrenzt. Die Vorderendarmeinheit **11a** wird daher dazu veranlasst, sich parallel zur Vorderendseite in Bewegungsrichtung der Führungsschiene **25** zusammen mit der Sonde **1** zu bewegen.

[0102] Wenn dann, wie in [Fig. 7B](#) gezeigt, die Vorderendarmeinheit **11** den Biegeabschnitt der Führungsschiene **25** erreicht, wird das obere, kurze Glied **15** und werden folgende Glieder nacheinander von der Horizontalrichtung in die Vertikalrichtung geführt.

[0103] Dann springen, wie in [Fig. 7C](#) gezeigt, die Vorderendarmeinheiten **11a** in Richtung des Verlaufs der Führungsschiene **25** vor, also nach außerhalb des Gehäuses **24**, während die Richtung zur Vertikalrichtung geändert wird, aufeinanderfolgend, begin-

nend mit dem kurzen Glied **15** oben.

[0104] An diesem Punkt nimmt die Wegentfernung der Vorderendarmeinheit **11a** um die Entfernung des gekrümmten Abschnitts zu, die sich infolge des Krümmungsradius der Führungsschiene **25** ergibt. Daher dehnt sich die Feder **22** des Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus **14** aus, und die Reaktionskraft der Feder **22** zieht den Glieddraht **21** zur Hinterendseite. Infolge dieser Zugkraft des Glieddrahts **21** nehmen die kurzen Glieder **15a** und **15b** im vorspringenden Zustand die Kraft auf jener Seite auf, an welcher die Biegung begrenzt ist (Seite der Bodenplatte), und wird die Ausrichtung der Vorderendarmeinheit **11a** nach dem Vorspringen beibehalten, so dass die Form des Arms geradlinig bleibt.

[0105] Nunmehr werden nachstehend Einzelheiten der Bewegungseinrichtung **40** unter Bezugnahme auf die [Fig. 8](#) bis [Fig. 10](#) erläutert, zusätzlich zu den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#).

[0106] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist die Bewegungseinrichtung **40** mit einer Halterung **41** versehen, die einstellbar an dem Umfang (der Zylinderoberfläche) der Rotoreinheit **130** angebracht ist, und mit einem Bewegungsteil **42**, das sich um die Rotoreinheit **130** relativ zur Halterung **41** bewegt. Die Armeinheit **10** ist als getrennte Einheit an dem Bewegungsteil **42** angebracht.

[0107] Die Halterung **41** weist, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, einen Führungsriemenabschnitt **42a** auf, der eine Bewegungsortskurve des Beschreibungsteils **42** festlegt, und einen Andruckdraht **43**, der das Bewegungsteil **42** gegen den Führungsriemenabschnitt **42a** drückt und hält.

[0108] Der Führungsriemenabschnitt **42a** weist einen breiten Zahnriemen **44** auf. Der Zahnriemen **44** ist um die Rotoreinheit **130** herum angebracht, durch Bereitstellung von Führungsriemenendbefestigungsabschnitten (nachstehend einfach als "Befestigungsabschnitte" bezeichnet) **45** und **45** an beiden Enden des Zahnriemens **44**, Anbringen von Heberiemern **46** und **46** zur Befestigung des Führungsriemens an den Befestigungsabschnitten **45** und **45**, Befestigung eines Zahngesperres **47** an einem der Heberiemern **46** und **46**, und Anheben des anderen der Heberiemern **46** und **46** mit diesem Zahngesperre **47**. Installationspositions-Einstellskalen **48** und **48** sind an den Befestigungsabschnitten **45** und **45** angebracht.

[0109] Der Andruckdrahtabschnitt **43** ist mit einem Andruckdraht **50** versehen, der in Drahtführungen (Löcher) **49** und **49** eingeführt werden soll, die in den Befestigungsabschnitten **45** und **45** vorgesehen sind, und mit einem Spannungsregler (Spannungssteuerung) **51**, der in die Mitte des Andruckdrahtes **50** eingeführt werden soll. Der Andruckdraht **50** ist um den

Führungsriemenabschnitt **42a** herum durch die Drahtführungen **49** und **49** angeordnet, durch Bereitstellung eines Heberiemens **52** zur Befestigung des Andruckdrahtes auf einem der beiden Enden des Andruckdrahtes **50**, Bereitstellung eines Zahngesperres **53** an dem anderen Ende, und lösbares Verbinden des Heberiemens **52** an dem Zahngesperre **53**.

[0110] Der Spannungsregler **51** ist, wie in [Fig. 9](#) gezeigt, mit einem Zylinder **55** versehen, der einen Kolben **54** aufweist, und mit einem Gestell **56**, das verkippt (mit beweglichem Kopf) den Zylinder **55** um einen Drehpunkt **01** hält, und den Heberiemern **52** an der Unterseite des Zylinders **55** und an der Vorderendseite des Kolbens **54** befestigt, die Horizontalbewegung des Andruckdrahtes **50** durch Betätigung in Hubrichtung (Richtung G in [Fig. 9](#)) einstellt, verursacht durch eine Druckfeder (nicht gezeigt), des Kolbens **54** relativ zum Zylinder **55**, und die Vertikalbewegung des Andruckdrahtes **50** durch die Kippbewegung (Richtung F in [Fig. 8](#)) des Zylinders **55** relativ zum Gestell **56** einstellt.

[0111] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 10](#) gezeigt, weist das Bewegungsteil **42** beispielsweise einen rechteckigen Körper **57** auf. Radwellen **59** und **60** sind an einer vorderen und einer hinteren Position des Körpers **57** vorgesehen, und Reifenriemenscheiben **59a** und **60a**, die mit Zähnen des Zahnriemens **44** im Eingriff stehen, sind an beiden Endseiten der Radwellen **49** und **60** vorgesehen. Eine Transmissionsriemenscheibe **59d** und ein Umfangsmotor **62**, beispielsweise ein Servomotor mit einem Untersetzungsgetriebe **61**, sind mit der Außenseite der Reifenriemenscheibe **60a** verbunden, und ein Phasenregler **63** ist mit der Außenseite der anderen Reifenriemenscheibe **60a** über eine Transmissionsriemenscheibe **60b** verbunden. Diese Transmissionsriemenscheiben **60b** und **59b** sind miteinander über einen Transmissionsriemen **64** verbunden. Drahtriemenscheiben **65** und **65** für den Durchgang des Andruckdrahtes **50** sowie Drahtführungen **66** und **66** sind gegen die Oberseite dieses Bewegungsteils **42** an zwei Positionen angebracht, und eine Drahtführung **67** ist auf dem Andruckdraht **50** an einer geeigneten Position vorgesehen (Bezugszeichen **77** in [Fig. 10](#) bezeichnet einen Berührungssensor).

[0112] Nunmehr werden nachstehend ein Installationsvorgang und der Betriebsablauf der voranstehend geschilderten Bewegungseinrichtung **40** beschrieben.

[0113] Zuerst wird beim Installieren der Bewegungseinrichtung **40** der Zahnriemen **44** auf einer Zylinderoberfläche der Rotoreinheit **130** (Schutzring **122**) angebracht. Während die Enden der Installationspositionseinstellskalen **48** und **48** mit der Endoberfläche in Axialrichtung der Rotoreinheit **130** ausgerichtet werden, wird dann der Zahnriemen **44** in

Horizontalrichtung an dieser Endoberfläche angebracht. In diesem Zustand wird der Heberiem **46** dazu veranlasst, einmal um die Rotoreinheit **130** herumgeschlungen zu werden. Diese Anordnung wird ringförmig durch das Zahngesperre zusammengezogen, so dass der Zahnriemen **44** um die Rotoreinheit **130** befestigt angeordnet ist.

[0114] Nach Beendigung der Installierung des Zahnriemens **44** wird das Bewegungsteil **42** auf dem Riemen **44** angebracht. Hierbei wird der Andruckdraht **50** dazu veranlasst, durch die Drahtriemenscheiben **65** und **65** hindurchzugehen, und die Drahtführungen **66** und **66** werden verriegelt, um zu verhindern, dass der Andruckdraht **50** herunterfällt. In diesem Zustand wird der Heberiem **52** zur Befestigung des Andruckdrahtes einmal um die Rotoreinheit **130** herumgeschlungen, und dann wird diese Anordnung durch das Zahngesperre **53** ringförmig zusammengezogen. Nach dem Zusammenziehen wird das Zahngesperre **53** betätigt, während das Ausmaß der Änderung des Hubs des Kolbens **54** des Spannungsreglers **51** überprüft wird, um die Spannung des Andruckdrahtes **50** einzustellen. Die Bewegungseinrichtung **40** ist beweglich auf der Rotoreinheit **130** des Bewegungsteils **42** angebracht, womit die Installierung der Bewegungseinrichtung **40** fertig ist.

[0115] Beim Ingangsetzen dieser Bewegungseinrichtung **40** arbeitet der Motor **62** für die Umfangsrichtung, und seine Antriebskraft wird untersetzt und von einer Transmissionsriemenscheibe **59b** über einen Transmissionsriemen **64** an die andere Transmissionsriemenscheibe **60b** übertragen. Die vier Reifenriemenscheiben **59a** und **60a** drehen sich, und das Bewegungsteil **42** bewegt sich auf dem Zahnriemen **44**. Während dieser Bewegung wird die gegenseitige Eingriffsphase der Reifenriemenscheiben **59a** und **60a** mit dem Zahnriemen **44** in geeigneter Art und Weise mit Hilfe eines Phasenreglers **63** eingestellt.

[0116] Selbst wenn eine Änderung der Länge des Andruckdrahtes **50** am Ende des Zahnriemens **44** bei der Bewegung des Bewegungsteils **42** auftritt, wird die Spannung ordnungsgemäß eingestellt, mit Hilfe des Ausmaßes des Zusammenziehens der Druckfeder des Spannungsreglers **51**. Selbst wenn eine Änderung der Höhe des Andruckdrahtes **50** in Abhängigkeit von der Bewegungsposition des Bewegungsteils **42** auftritt, wird dies ordnungsgemäß dadurch eingestellt, dass der Zylinder **55** verkippt wird, so dass die Hubrichtung des Kolbens **54** und die Axialrichtung des Drahts **50** immer auf derselben geraden Linie liegen, wodurch eine unerwünschte Kraft oder ein unerwünschtes Moment in Querrichtung vermieden wird, die bzw. das in der Druckfeder oder dem Kolben **54** erzeugt wird.

[0117] Nunmehr werden Einzelheiten des Bewegungspositionssteuersystems **70** unter Bezugnahme

auf [Fig. 2](#) beschrieben.

[0118] Das Bewegungspositionssteuersystem **70** ist mit einem Axialpositionsregler **71** versehen, der die Armeinheit **10** zu einer Bewegung um eine vorbestimmte Entfernung in Axialrichtung der Rotoreinheit **120** relativ zur Bewegungseinrichtung **40** veranlasst, die auf der Rotoreinheit **130** angeordnet ist.

[0119] Der Axialpositionsregler **71** weist eine Linearführung **72** zum Führen der Armeinheit auf, die in Axialrichtung der Rotoreinheit **130** im oberen Abschnitt des Bewegungsteils **42** angeordnet ist, und veranlasst den Armgehäuseabschnitt **12** zur Bewegung entlang der Linearführung **72**. Es sind beispielsweise ein Motor **73** für den Armgehäuseabschnitt, beispielsweise ein Servomotor ähnlich dem voranstehend geschilderten Armantriebsmechanismus **13**, eine Vorschubspindel **74** zur Bewegung des Armgehäuseabschnitts, und eine Vorschubspindelmutter **75** an der Unterseite des Gehäuses **24** angebracht. Parallel zu diesen Bauteilen ist die Vorschubspindelmutter **75** an der Armeinheit **10** befestigt, und die Vorderendseite der Vorschubspindel **74** ist drehbeweglich an einem nicht dargestellten Lagerabschnitt des Bewegungsteils **42** angebracht.

[0120] Eine Kamera **75a** und ein Entfernungssensor **76** sind an der Vorderendseite des Armgehäuseabschnitts **12** für das Bewegungspositionssteuersystem **70** angebracht.

[0121] Als nächstes wird der Betriebsablauf dieser Ausführungsform insgesamt unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) beschrieben.

[0122] Zuerst werden Einzelheiten der Statorwicklung beschrieben, die mit dieser Untersuchungseinrichtung gemessen werden soll. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist die Entfernung zwischen der Rotoreinheit **130** und der Statoreinheit **120** so klein wie beispielsweise 60 mm. Die Statorwicklungen **103a** und **103b** an der Außendurchmesserseite und der Innendurchmesserseite der Statoreinheit **120** sind in einer Richtung angeordnet, die durch eine Evolventenkurve gebildet wird, die in einander entgegengesetzten Richtungen gekrümmt ist, so dass gitterartige Kreuzungen entstehen. Insbesondere ist die Statorwicklung **103a** an der Außendurchmesserseite an einer Position angeordnet, die beispielsweise etwa 300 mm von der Oberfläche des Schutzrings **122** der Rotoreinheit **130** beabstandet ist. Das Messelement **1a** sollte aus einem derartigen Spalt gegen die Statorwicklungen **130** angedrückt werden.

[0123] Daher wird bei der Untersuchungseinrichtung gemäß dieser Ausführungsform das Messelement **1a** zur Messposition P der Statorwicklung **103** geführt, wobei der voranstehend erwähnte Gitterabschnitt vermieden wird. Daher wird ein Vorgang ver-

sucht, bei welchem es sich in Axialrichtung durch einen engen Spalt von etwa 60 mm bewegt, und dann in Vertikalrichtung um etwa 300 ansteigt (siehe [Fig. 2](#)).

[0124] Die Bewegungseinrichtung **40** wird zuerst auf der Rotoreinheit **130** (Schutzring **122**) wie voranstehend erwähnt installiert, und wird dazu veranlasst, sich entlang der Umfangsrichtung (Richtung C in [Fig. 1](#)) der Rotoreinheit **130** in den Spalt zwischen der Statorwicklung **103** und der Rotoreinheit **130** zu bewegen, festgelegt als die erste Messposition P.

[0125] Dann arbeitet der Motor **73** für den Armgehäuseabschnitt, durch Ingangsetzen des Axialpositionierungsreglers **71**, und seine Antriebskraft wird an die Vorschubspindel **74** übertragen. Die Vorschubspindelmutter **75** bewegt sich parallel, und die Armeinheit **10** wird dazu veranlasst, in Axialrichtung (Richtung A in der Zeichnung) der Rotoreinheit **130** relativ zur Bewegungseinrichtung **40** zu gleiten. Die Axialposition der Sonde **1** wird daher auf die Einführungsposition in Radialrichtung eingestellt, in welcher sie aus der Messposition P zwischen den Statorwicklungen **103** heraussteht.

[0126] Wenn dann die Armeinheit **10** die voranstehend geschilderten Armoperationen ausführt, steigt die Vorderendarmeinheit **11a** in einem Winkel (vgl. B in der Zeichnung) zur Seite der Messposition P der Statorwicklung **103a** an, während die geradlinige Armausrichtung beibehalten bleibt, und während die geradlinige Armausrichtung beibehalten bleibt, wird die Sonde **1** in einen Schlitz in der Statorwicklung **103** eingeführt, zusammen mit der Vorderendarmeinheit **11a**.

[0127] Nachdem dann die Sonde **1** die Messposition P der Statorwicklung **103** erreicht hat, wird das Messelement **1a** gegen die Statorwicklung **103** gedrückt, durch Ausfahren der Federbälge **3a** und **3b**, und in diesem Zustand wird die elektrostatische Kapazität gemessen. Nach Beendigung dieser Messung werden die Federbälge **3a** und **3b** zum Einfahren veranlasst, und wird das Messelement **1a** in der Basis **2** aufgenommen. Die Vorderendarmeinheit **11a** wird in dem Armgehäuseabschnitt **12** durch die umgekehrte Reihenfolge der Schritte im Vergleich zu den voranstehend geschilderten Schritten aufgenommen. Nach Bestätigung des Zustands der aufgenommenen Sonde **1** durch eine Kamera **75a** oder dergleichen wird die Bewegungseinrichtung **40** dazu veranlasst, sich in Umfangsrichtung der Rotoreinheit **130** zu der Messposition P zu bewegen, die für die nächste Statorwicklung **103** festgelegt ist. Dann werden diese Schritte wiederholt, bis die Messung sämtlicher Statorwicklungen **103** beendet ist.

[0128] Daher wird mit der vorliegenden Ausführungsform ermöglicht, relativ einfach und exakt die

Statorwicklung in deren unveränderter Anordnung zu untersuchen, also ohne die Rotoreinheit aus der Statorereinheit herauszuziehen, wie dies bei dem herkömmlichen Verfahren erforderlich war, und die Untersuchungsvorgänge innerhalb eines kurzen Zeitraums fertigzustellen.

[0129] Nunmehr werden einzigartige Vorteile, einschließlich jeweiliger Sekundärwirkungen, der Sonde, der Armeinheit und der Bewegungseinrichtung beschrieben, zusätzlich zu den voranstehend geschilderten Vorteilen.

[0130] Da bei der Sonde das Messelement in der Basis aufgenommen ist, können Störungen verhindert werden, bei welchen das Messelement auf einen Vorsprung in der elektrischen Drehmaschine aufprallt, und weiterhin wird der zusätzliche Vorteil erzielt, dass das Messelement einfach in den Spalt eingeführt werden kann, der nur mit begrenzten Abmessungen innerhalb der elektrischen Drehmaschine vorhanden ist. Da das Messelement kreisförmig ausgebildet ist, wird ermöglicht, Messfehler weiter zu verringern, die durch unterschiedliche Andruckrichtungen gegen die Statorwicklung hervorgerufen werden könnten, und die Einrichtung zu verkleinern.

[0131] Das Messelement wird gegen die Statorwicklung durch den Einsatz der Federbälge gedrückt. Hierdurch wird ermöglicht, ordnungsgemäß die Andruckkraft durch Druckeinstellung der Pneumatikquelle einzustellen. Da der Luftweg in Verbindung mit dem rechten und linken Federbalg steht, können der rechte und der linke Federbalg mit gleicher Kraft gegen die Statorwicklung gedrückt werden, unabhängig von der Zentrumsposition der Sonde. Selbst wenn die Einführungsposition des Arms geringfügig verschoben ist, kann daher die Andruckkraft konstant gehalten werden.

[0132] Die Reaktionskraft beim Andrücken wird nicht durch den Armgliedabschnitt aufgenommen, der die Halterung bildet, sondern von der Statorwicklung an der entgegengesetzten Seite. Es kann daher praktisch jede unerwünschte Kraft oder jedes unerwünschte Moment in Querrichtung verhindert werden, die bzw. das in dem Armgliedabschnitt erzeugt wird.

[0133] Da die äußere Platte des Federbalgs der Außenform folgt, wird ermöglicht, das Messelement gleichmäßig anzudrücken, selbst bei einem gekrümmten Abschnitt der Statorwicklung.

[0134] Bei der Armeinheit kann die Betätigung des Arms, die umfasst, durch den Spalt (einen engen Raum) zwischen der Rotoreinheit und der Statorereinheit in der elektrischen Drehmaschine hindurchzugehen, und nach einer Horizontalbewegung eine festgelegte Position zu erreichen, während eine geradli-

nige Ausrichtung durch einen im wesentlichen vertikalen Anstieg beibehalten wird, durch einen einfachen Armantrieb mit einem Freiheitsgrad von 1 erzielt werden. Durch Änderung der Andruckposition des Arms kann die Aufstiegsposition des Armvorderendes ordnungsgemäß eingestellt werden.

[0135] Da die Reserverarmerinheit vorgesehen ist, wird ermöglicht, den Armgliedabschnitt unverändert anzutreiben, selbst wenn der Armmotor ausfällt. Selbst wenn sämtliche Antriebsquellen einschließlich des Ersatzmotors ausfallen, nach Einführen der Vorderendarmeinheit des Armgliedabschnitts in den Schlitz, ist es möglich, den Armgliedabschnitt in dem Armgehäuseabschnitt aufzunehmen, durch Betätigung von Hand, ohne die Rotoreinheit von der Stator-einheit zu entfernen, wodurch eine weitere Verbesserung der Verlässlichkeit der Einrichtung erzielt wird.

[0136] Da die vertikale Führungstür vorgesehen ist, wird ermöglicht, dem Verlauf des gekrümmten Abschnitts der Nut für die Führungsschiene zu folgen, und eine noch geringere Höhe des Armgehäuseabschnitts zu wählen, was eine weitere Verkleinerung der Armerinheit ermöglicht.

[0137] Da das Glied gestellförmig ausgebildet ist, können Kabel und dergleichen zum Anschluss von Vorrichtungen wie dem Messelement und dem Einrichtungskörper nur innerhalb von Gliedern in dem Armgliedabschnitt aufgenommen werden, ohne dass eine komplizierte Verlegung erforderlich ist.

[0138] Die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung stellt die Vorteile zur Verfügung, dass ermöglicht wird, einfach eine Ortskurve zur Festlegung der Umfangsrichtung der Rotoreinheit innerhalb eines begrenzten Betriebsraums zu installieren, und einfach die Bewegungseinrichtung zu installieren, nur durch Verlegung des Drahts, während eine ordnungsgemäße Spannung des Andruckdrahts aufrechterhalten wird. Daher wird eine Bewegung mit frei wählbarer Ausrichtung um die Rotoreinheit herum ermöglicht. Selbst bei einer Rotoreinheit mit einem unterschiedlichen Durchmesser, etwa bei einem anderen Modell der elektrischen Drehmaschine, kann die einfache Konstruktion der Einrichtung unverändert eingesetzt werden, abhängig von der Hinzufügung eines neuen Mechanismus oder einer Änderung des Krümmungsradius des Bewegungsteils.

[0139] Da ein Eingriff zwischen der Reifenriemenscheibe und dem Zahnriemen verwendet wird, können praktisch alle derartigen Störungen wie Schlupf, Verschiebung oder Verkipfung der Untersuchungseinrichtung auf der Rotoreinheit vermieden werden, wodurch die Genauigkeit der Positionierung in Umfangsrichtung der Rotoreinheit beibehalten wird. Die große Breite des Zahnriemens kann die axiale Ausrichtung der Rotoreinheit mit hoher Genauigkeit bei-

behalten.

[0140] Selbst bei einer Änderung der Andruckdrahtlänge kann eine Schwankung der Spannung verringert werden. Eine zu hohe oder unzureichende Spannung kann vermieden werden. Die Untersuchungseinheit kann sich stabil in Umfangsrichtung auf der zylindrischen Oberfläche der Rotoreinheit bewegen.

[0141] Nunmehr werden Anwendungsbeispiele Nr. 1 bis Nr. 5 dieser Ausführungsform nacheinander beschrieben.

[0142] 1) Ein erstes Anwendungsbeispiel weist eine solche Konstruktion auf, dass eine Ausrüstung, die auf der Rotoreinheit **130** installiert werden kann, anstelle der Bewegungseinrichtung **40** vorgesehen ist, wobei die Ausrüstung beispielsweise durch einen Heberiemen gebildet wird, der in der Mitte des Zahn-gesperres angeordnet ist.

[0143] Bei diesem Anwendungsbeispiel wird die Armerinheit **10** auf dem oberen Abschnitt des Schutzrings **122** der Rotoreinheit **130** angebracht, und nach Schlingen des Heberiemens um die Rotoreinheit **130** herum, wird der Riemen durch das Zahngesperre festgezogen, und wird die Armerinheit **10** an dem Schutzring **122** befestigt. Die Rotoreinheit **130** wird dadurch gedreht, dass der Drehwinkel des Rotordrehmotors gesteuert wird, der in der elektrischen Drehmaschine vorhanden ist, wodurch die Armerinheit **10** an einer vorbestimmten Schlitzposition angeordnet wird.

[0144] Daher wird bei diesem Anwendungsbeispiel ermöglicht, die elektrostatische Kapazität der Statorwicklung dadurch zu messen, dass die Sonde zu der vorgegebenen Messposition geführt wird, ohne die Rotoreinheit aus der elektrischen Drehmaschine herauszuziehen, wie im voranstehend geschilderten Fall. Das Weglassen der Bewegungseinrichtung bei diesem Beispiel ermöglicht insbesondere, eine insgesamt noch einfachere Einrichtung zu erzielen.

[0145] 2) Ein zweites Anwendungsbeispiel beruht auf einer Konstruktion, bei welcher die Kamera **75a** und der Entfernungssensor **76** des Bewegungspositionsteuersystems **70** an strategischen Abschnitten eingesetzt werden, und die Nullpunktposition der Untersuchungseinrichtung gemäß der voranstehenden Ausführungsform in Steuerungen der erwähnten Motoren **62** und **73** eingestellt wird.

[0146] So wird beispielsweise die Position des Nullpunkts in Umfangsrichtung (siehe Richtung C in [Fig. 1](#)) der Rotoreinheit **130** als solche in der Steuerung des Umfangsmotors **62** gespeichert, durch Einstellen der Untersuchungseinrichtung von Hand auf jene Position, die der Nullpunkt werden soll, während die Bedienungsperson für die Messung dies über die

Kamera **75a** bestätigt, nachdem die Untersuchungseinrichtung auf der Rotoreinheit **130** montiert wurde.

[0147] Die Position des Nullpunkts in Axialrichtung (siehe Richtung A in [Fig. 1](#)) der Rotoreinheit **130** wird als solche in der Steuerung des Armgehäusemotors **73** gespeichert, durch Einstellung von Hand der Axialposition der Armeinheit **10** mit Hilfe des Axialpositionsreglers **71**, während die Relativentfernung zwischen der Rotoreinheit **130** und der Statoreinheit **120** mit Hilfe des Entfernungssensors gemessen wird.

[0148] Bei diesem Anwendungsbeispiel wird daher ermöglicht, einen Nullpunkt an einer frei wählbaren Position in Umfangsrichtung und in Axialrichtung der Rotoreinheit einzustellen. Dies stellt den Vorteil zur Verfügung, eine Relativpositionsgenauigkeit in Bezug auf die Statoreinheit sicherzustellen, selbst wenn eine Positionsverschiebung des Zahnriemens auftritt, oder eine Verschiebung der Axialposition der Rotoreinheit relativ zur Statoreinheit.

[0149] 3) Das dritte Anwendungsbeispiel beruht auf einer Konstruktion, bei welcher Steuerungen für die voranstehend geschilderten, einzelnen Motoren (Servomotoren) **29**, **32**, **62** und **71** vorgesehen sind, und diese Steuerungen vorher so eingestellt werden, dass sie den Erregungszustand der Motorwicklungen auf Grundlage der Messzeiten der Statorwicklung steuern. Genauer gesagt wird, bei diesem Beispiel, nach Positionieren der Sonde **1** durch Betätigung des Motors, die Motorwicklung in den unerregten Zustand infolge eines Steuersignals von der Steuerung eingestellt, und wird in diesem Zustand die Statorwicklung **103** gemessen. Nach der Messung verursacht ein Steuersignal von der Steuerung, dass die Motorwicklung erregt wird, und dann arbeitet der Motor.

[0150] Bei diesem Anwendungsbeispiel wird insbesondere der Vorteil zur Verfügung gestellt, dass die Auswirkungen von Rauschsignalen bei der Messung der elektrostatischen Kapazität weiter verringert werden, hervorgerufen durch die Antriebsquelle der Untersuchungseinrichtung.

[0151] 4) Das vierte Anwendungsbeispiel beruht auf einer Konstruktion, bei welcher eine Relaisschaltung vorgesehen ist, welche die Verbindung der Motorsteuerung mit dem Motor ein- und ausschaltet, zusätzlich zur Konstruktion des voranstehend geschilderten dritten Anwendungsbeispiels. Genauer gesagt wird bei diesem Anwendungsbeispiel, nach Steuern der Motorwicklung auf einen unerregten Zustand mit den Schritten wie voranstehend, die Verbindung zwischen der Steuerung und dem Motor zeitweilig durch die Betätigung der Relaisschaltung unterbrochen, was dazu führt, dass der Drehwinkel des Motors in der Steuerung (Detektorschaltung) nicht erfasst wird, und wird in diesem Zustand die Statorwicklung gemessen. Nach der Messung stellt die Re-

laischaltung die Verbindung zwischen der Steuerung und dem Motor wieder her, und wird die Motorwicklung durch dieselben Schritte wie voranstehend geschildert wieder in den erregten Zustand versetzt, wodurch der Motor wieder arbeitet.

[0152] Bei diesem Anwendungsbeispiel wird daher ermöglicht, das Auftreten elektrischen Rauschens von dem Motorabschnitt zu verhindern, und weiter das Auftreten elektrischer Rauschsignale von der Detektorschaltung für den Drehwinkel des Motors zu verhindern. Hierdurch wird der Vorteil ermöglicht, die Auswirkungen des Auftretens von Rauschquellen auf den Messwert der elektrostatischen Kapazität weiter zu verringern, und hierdurch die Messgenauigkeit noch weiter zu erhöhen.

[0153] 5) Das fünfte Anwendungsbeispiel weist eine Betriebsbefehlssperre (tragbare Einheit) und eine Umfangsbewegungsbegrenzungsvorrichtung auf, zusätzlich zur Armeinheit **10** und der Bewegungseinrichtung **40**.

[0154] Bei diesem Anwendungsbeispiel begrenzt die Umfangsbewegungsbegrenzungsvorrichtung die Benutzung bzw. die Nichtbenutzung des Umfangsmotors **62** auf Grundlage des Aufnahmestands der Sonde **1** in der Armeinheit **10**, wenn die Bedienungsperson von Hand die Untersuchungseinrichtung bewegt, durch Umschaltung der Betriebsart auf die Handbetriebsart, die vorher in der Betriebsbefehlssperre eingestellt wurde. Im einzelnen wird, wenn die Sonde **1** nicht aufgenommen ist, durch die Betriebsbefehlssperre verhindert, dass der Umfangsmotor **62** betrieben wird, und wird der Betrieb des Motors **62** nur während der Aufnahme der Sonde **1** im Gehäuse zugelassen.

[0155] Daher wird bei diesem Anwendungsbeispiel insbesondere der Vorteil zur Verfügung gestellt, die Unzulänglichkeit auszuschalten, dass sich die Untersuchungseinrichtung in Umfangsrichtung der Rotoreinheit bewegt, wobei ihr Armgliedabschnitt in den Schlitz eingeführt ist, infolge einer Störung, und deswegen mit der elektrischen Drehmaschine zusammenstößt.

[0156] Zwar wird bei der vorliegenden Ausführungsform der Glieddraht als der Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus eingesetzt, jedoch ist die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt. So kann beispielsweise eine Blattfeder anstelle des Glieddrahtes vorgesehen sein. In diesem Fall kann die Rückstellkraft (der Widerstand), die in Richtung entgegengesetzt zur Biegerichtung der Blattfeder erzeugt wird, die Gliedausrichtung auf einem Winkel auf der Seite halten, an welcher die Biegung begrenzt ist. Hierdurch wird, wie im voranstehenden Fall, ermöglicht, einen Betrieb des Arms zu erzielen, bei welchem der Armgliedabschnitt ansteigt, während eine

geradlinige Ausrichtung beibehalten bleibt, nach dem Vorspringen der Vorderend-Gliedanordnung.

[0157] Zwar werden der Zahnriemen und die gezahnte Riemenscheibe bei der Bewegungseinrichtung bei der vorliegenden Ausführungsform eingesetzt, jedoch ist die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt. So kann beispielsweise eine Rollenkette anstelle des Zahnriemens eingesetzt werden, und können Kettenräder anstelle der gezahnten Riemenscheibe verwendet werden. Auch in diesem Fall werden dieselben Auswirkungen wie voranstehend geschildert erzielt.

[0158] Zwar wird die vorliegende Erfindung bei der vorliegenden Ausführungsform bei der Untersuchungseinrichtung für die Statorwicklung der elektrischen Drehmaschine eingesetzt, jedoch ist die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt. So sind beispielsweise die voranstehend geschilderte Sonde, die Armeinheit und die Bewegungseinrichtung als selbständige Einrichtungen nicht nur auf den Gebieten der Energieerzeugung einsetzbar, etwa bei elektrischen Drehmaschinen, sondern auch in weitem Ausmaß in derartig unterschiedlichen Bereichen wie Untersuchungen, Versuchen und Forschung.

[0159] So ist beispielsweise die Sonde nicht nur zur Messung der elektrostatischen Kapazität verwendbar, sondern auch, soweit ein Messelement an der Seite der Federbälge anbringbar ist, bei einer Untersuchungseinrichtung, die ein Messelement einsetzt, beispielsweise bei einem Ultraschall-Messelement, das eine Ultraschallsonde verwendet.

[0160] Die Betätigung des Arms, bei welcher die Armeinheit beispielsweise in Horizontalrichtung in einen engen Spalt eingeführt wird, und dann beispielsweise plötzlich in Vertikalrichtung ansteigt, kann einfach mit einem einfachen Aufbau erreicht werden. Dies ist daher insbesondere bei einer Untersuchungseinrichtung einsetzbar, die ein Messelement verwendet, das eine Untersuchung durchführt, und den Aufbau eines Arms mit hohem Ausmaß an Freiheit misst, bei einer Anordnung, die nicht das Vorsehen eines komplizierten Antriebsmechanismus gestattet, oder in einem begrenzten Raum, beispielsweise einem engen Spalt zwischen Anordnungen.

[0161] Die Bewegungseinrichtung ist, zusätzlich zu einer Rotoreinheit, auch bei einer Untersuchungseinrichtung einsetzbar, die ein Messelement verwendet, das eine Untersuchung durchführt, während die Einrichtung in Umfangsrichtung auf der Führungsoberfläche einer zylindrischen Anordnung wie beispielsweise einem Rohr bewegt wird, auf Anordnungen, die eine derartige, zylindrische Anordnung umgeben.

ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

[0162] Als nächstes wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 11](#) bis [Fig. 13](#) beschrieben. Bei dieser Ausführungsform ist die Armeinheit gemäß der voranstehenden Ausführungsform teilweise abgeändert. Für im wesentlichen die gleichen oder entsprechenden Bauteile wie bei der ersten Ausführungsform werden die gleichen oder entsprechenden Bezugszeichen verwendet, und ist insoweit die Beschreibung vereinfacht oder weggelassen.

[0163] Die in [Fig. 11](#) gezeigte Armeinheit **10a** weist eine abgeänderte Form des kurzen Gliedes **15b** innerhalb der Vorderend-Gliedanordnung **11a** auf, und eine geänderte Konstruktion des Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus **14**. Sämtliche übrigen Bauteile sind im wesentlichen ebenso wie bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform.

[0164] Die kurzen Glieder **15bn** (mit zugeordneten Bezugszeichen "n = 1, 2, ..., x - 1" aufeinanderfolgend von der Vorderendseite aus) werden, gesehen von der in Axialrichtung seitlichen Oberfläche des in [Fig. 12](#) gezeigten Stiftes **17n**, als Gestellteile ausgebildet, bei denen zwei Seitenplatten P1 und P1 im wesentlichen rechteckförmig ausgebildet sind, und die beiden kurzen Seiten gekrümmt ausgebildet sind, in Anpassung an den Krümmungsradius der gezahnten Riemenscheibe, die später erläutert wird.

[0165] Der Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus **14a** weist mehrere Zahnriemen **80n** auf, die drehbeweglich bei mehreren äußeren und inneren kurzen Gliedern **15an** und **15bn** vorgesehen sind, mit Ausnahme des inneren, kurzen Gliedes **15bx** am hinteren Ende in der Vorderend-Gliedanordnung **11a**, anstelle der voranstehend geschilderten Gliedriemenscheibe **20**, des Gliedrades **21** und einer Feder **22**, wobei eine gezahnte Riemenscheibe **80a** zur Begrenzung des Winkels (nachstehend als "Winkelbegrenzungsriemenscheibe" bezeichnet) an dem hintersten, kurzen Glied **15bx** angebracht ist, und mehrere Zahnriemen **81n**, die aufeinanderfolgend durch abwechselnde Riemen verbunden sind, zwischen benachbarten Zahnriemenscheiben **80(n + 1)** und **80n** einschließlich dieser Winkelbegrenzungsriemenscheibe **80a** vorgesehen sind. Bei diesen Riemenscheiben weist der Außenumfang der obersten Zahnriemenscheibe **80**, einen Vorsprung **82** auf.

[0166] Der Armausrichtungsbeibehaltungsmechanismus **14a** ist weiterhin mit Anschlägen **83na** und **83nb** an zwei Positionen vor und hinter dem äußeren, kurzen Glied **15an** versehen, und mit einem Anschlag **84**, der in Berührung mit dem Vorsprung **82** der Zahnriemenscheibe **80**, gelangen kann, in dem obersten, kurzen Glied **15B1**.

[0167] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) das Betriebsprinzip dieser Armeinheit **10a** geschildert.

[0168] Infolge der Verbindung der Zahnriemenscheiben **80n**, die gleiche Durchmesser aufweisen, über die Zahnriemen **81n** erfolgt die Drehung sämtlicher Zahnriemenscheiben **80n** immer in derselben Richtung, wird der Relativwinkel benachbarter Zahnriemenscheiben **80(n + 1)** und **80n** konstant gehalten. Da die Winkelbegrenzungsriemenscheibe **80a** an dem hintersten, kurzen Glied **15bx** befestigt ist, weisen sämtliche Zahnriemenscheiben **80n** den gleichen Winkel relativ zum hintersten, kurzen Glied **15bx** auf. Da sich das hinterste, kurze Glied **15bx** nur auf dem horizontalen Abschnitt der Führungsschiene **25** bewegt, wird der Drehwinkel der Winkelbegrenzungsriemenscheibe **80a** relativ zur Armeinheit **10a** konstant.

[0169] Selbst wenn sich der Armgliedabschnitt **11** verbiegt, ist daher der Winkel sämtlicher Zahnriemenscheiben **80a** konstant relativ zur Führungsschiene **25** (so zeigen beispielsweise sämtliche Dreiecksmarkierungen in [Fig. 12](#) in dieselbe Richtung).

[0170] Als nächstes wird nachstehend der Anstiegsvorgang des Armgliedabschnitts **11** unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) beschrieben.

[0171] Zuerst bewegt sich, wie in [Fig. 13A](#) gezeigt, der Armgliedabschnitt **11** entlang der Führungsschiene **25**, und wenn sich das oberste, kurze Glied **15b1** biegt, dreht sich dieses kurze Glied **15b1** relativ zur ersten Zahnriemenscheibe **80₁**. Wenn dann der Vorsprung **82** der Zahnriemenscheibe **80₁** in Kontakt mit dem Anschlag **84** gelangt, veranlasst der Zahnriemen **81₁**, das kurze Glied **15b1** dazu, sich um die Axialrichtung des Stiftes **17₁** in der Richtung K in [Fig. 13A](#) zu drehen.

[0172] Dann gelangt, wie in [Fig. 13B](#) gezeigt, wenn der Armgliedabschnitt **11** herausgedrückt wird, das oberste, kurze Glied **15b1** in Kontakt mit dem Anschlag **83_a** in dem benachbarten, kurzen Glied **15a1**, so dass die geradlinige Ausrichtung der beiden kurzen Glieder **15b1** und **15a1** beibehalten bleibt. Daher veranlasst der Zahnriemen **81₂**, dass sich die benachbarten, kurzen Glieder **15b1** und **15a1** zusammen um den Stift **17₂** in Richtung L drehen.

[0173] Weiterhin nimmt, wie in [Fig. 13C](#) gezeigt, das oberste, kurze Glied **15b1** weiterhin das Moment in Richtung K in [Fig. 13C](#) unter der Einwirkung des Zahnriemens **81₁** auf, wodurch der Berührungszustand zwischen diesem kurzen Glied **15b1** und dem Anschlag **83_a** beibehalten bleibt, und die geradlinige Ausrichtung der benachbarten, kurzen Glieder **15b1** und **15a1** beibehalten wird. Wenn der Armgliedabschnitt **11** herausgedrückt wird, gelangt das kurze

Glied **15a1** in Berührung mit dem Anschlag **83_b**, und bildet eine Form einer geraden Linie mit dem kurzen Glied **15b2**.

[0174] Infolge einer aufeinanderfolgenden Wiederholung der voranstehenden Schritte steigen die Abschnitte der einzelnen Glieder **15an** und **15bn**, die gegenüber der Führungsschiene **25** vorspringen, unabhängig an, während die geradlinige Form beibehalten wird.

[0175] Durch Einstellung des Winkels der Winkelbegrenzungsriemenscheibe **80a** wird ermöglicht, den zulässigen Winkel bis zum Kontakt des Vorsprungs **82** der Zahnriemen **80₁** an dem Armvorderende mit dem Anschlag **84** einzustellen, und die Neigung der geraden Linie einzustellen, die durch den Armgliedabschnitt **11** gebildet wird.

[0176] Bei dieser Ausführungsform kann daher speziell der Gliedabschnitt, der gegenüber der Führungsschiene vorspringt, ansteigen, während die geradlinige Ausrichtung beibehalten wird, und dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Anstiegswinkel des Armgliedabschnitts eingestellt werden kann.

DRITTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0177] Als nächstes wird nachstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 14](#) eine dritte Ausführungsform beschrieben, die nicht von der vorliegenden Erfindung erfasst wird. Diese Ausführungsform wird dadurch erhalten, dass die Sonde bei der voranstehenden Ausführungsform abgeändert wird. Für im wesentlichen gleiche oder entsprechende Bauteile wie bei der voranstehenden Ausführungsform werden gleiche oder entsprechende Bezugszeichen verwendet, und ist die Beschreibung vereinfacht oder weggelassen.

[0178] Bei der in [Fig. 14](#) gezeigten Untersuchungseinrichtung ist dieselbe Sonde **1** wie voranstehend an einem tragbaren Stangenteil **90** angebracht. Dieses Stangenteil **90** weist eine Stange **91** auf, welche die Sonde **1** haltet, einen Griff **92**, der an der Hinterendseite der Stange **91** angeordnet ist, eine plattenförmige Positionsführung **93**, die einstellbar an einer geeigneten Position in Axialrichtung der Stange **91** angebracht ist, und ein Rohr **94**, das an der Hinterendseite der Stange **91** angeschlossen ist. Ein Luftweg der Sonde **1** steht in Verbindung mit einer getrennten Pneumatikschaltung (nicht gezeigt) über einen Luftweg, der in der Stange nicht gezeigt ist, und das Rohr **94**. Fernbedienungsknöpfe **95** und **95** sind an geeigneten Positionen des Griffes **92** vorgesehen, und elektrisch mit der Pneumatikschaltung verbunden.

[0179] Nachstehend wird der Betriebsablauf dieser Ausführungsform insgesamt beschrieben.

[0180] Es wird angenommen, dass die Rotoreinheit

130 auf dieselbe Art und Weise wie bei dem herkömmlichen Verfahren bei Untersuchung der Statorwicklung **103** der elektrischen Drehmaschine entfernt wurde. Nach dem Entfernen wird die Axialposition der Positionsführung vorläufig eingestellt, auf Grundlage der gemessenen Position der Statorwicklung **103** (vgl. die Richtung H in der Zeichnung). Dann führt die Bedienungsperson, welche die Messung durchführt, die Sonde **1** ein, während der Griff **92** von Hand gehalten wird.

[0181] Wenn dann die Positionsführung **93** auf die Statorwicklung auftrifft, wird die Pneumatikschaltung (Versorgungsschaltung) durch Betätigung des Betätigungsknopfs **95** bei dieser Position dazu veranlasst, Luft zu dem Luftweg in der Sonde **1** durch das Rohr **94** und die Stange **91** zuzuführen, um so die Federbälge **3a** und **3b** auf beiden Seiten der Basis **2** zum Ausfahren zu veranlassen (vgl. die Richtung J in der Zeichnung). Dann wird mit der Messung der elektrostatischen Kapazität durch Drücken des Messelements **1a** gegen die Oberfläche (Messposition) der Statorwicklung begonnen.

[0182] Nach Beendigung der Messung wird die Pneumatikschaltung (Ansaugschaltung) mit Hilfe des Betätigungsknopfes **95** dazu veranlasst, die Federbälge **3a** und **3b** zum Zusammenziehen zu veranlassen, über den Luftweg in umgekehrter Richtung als voranstehend geschildert.

[0183] Bei dieser Ausführungsform wird daher bei der Untersuchung, auf dieselbe Weise wie beim herkömmlichen Verfahren, die durch Entfernen der Rotoreinheit von der Statoreinheit durchgeführt wird, ermöglicht, exakt und relativ einfach das Messelement an einer Position der Statorwicklung in einer bestimmten Tiefe anzuordnen, und das Messelement gegen die Oberfläche der Statorwicklung mit einer bestimmten Kraft anzudrücken, was eine beträchtliche Verbesserung der Handhabbarkeit beim Andrücken ermöglicht.

VIERTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0184] Die Messeinrichtung für die elektrostatische Kapazität der Statorwicklung gemäß der vorliegenden Erfindung ist so ausgebildet, dass ein Datenuntersuchungsgerät an das nicht dargestellte Messinstrument des Messelements angeschlossen wird, bei zumindest einer der Ausbildungen der Einrichtung gemäß der ersten und zweiten Ausführungsform. Diese Datenuntersuchungseinrichtung umfasst beispielsweise einen Personalcomputer, und führt nach Empfang von Messdaten für die elektrostatische Kapazität von dem Messinstrument des Messelements eine Untersuchung und Bewertung derartiger Messdaten durch, mittels Ausführung eines vorher eingestellten Algorithmus zur Bewertung der elektrostatischen Kapazität.

[0185] Bei dem Messverfahren, bei welchem eine derartige Einrichtung eingesetzt wird, wird die Sonde zu dem Spalt der gewünschten Statorwicklung durch Antrieb der voranstehend geschilderten Armeinheit geführt, und so positioniert. Der Zustand wird daher dadurch eingestellt, dass die Federbälge der Sonde dazu veranlasst werden, sich zusammenzuziehen, in einem Zustand, in welchem das Messelement und die Statorwicklung nicht miteinander in Berührung stehen. Die elektrostatische Kapazität der Luft zwischen den beiden Bauteilen wird in diesem Zustand ohne Berührung gemessen, mit Hilfe des Messelements, als Anfangswert in Bezug auf den Anfangszustand der Statorwicklung, und der gemessene Wert wird der Datenuntersuchungseinrichtung über das Messinstrument zugeführt.

[0186] Dann wird das Messelement in Berührung mit der Statorwicklung dadurch versetzt, dass die Federbälge der Sonde zum Ausdehnen veranlasst werden. In diesem Zustand wird die elektrostatische Kapazität gemessen, und wird der gemessene Wert der Datenuntersuchungseinrichtung über das Messinstrument des Messelements ebenso wie voranstehend geschildert zugeführt.

[0187] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird daher bei der Messung der elektrostatischen Kapazität der Statorwicklung die elektrostatische Kapazität im Zustand ohne Berührung zwischen dem Messelement und der Statorwicklung als Anfangswert gemessen. Hierdurch wird der Vorteil ermöglicht, den Anfangszustand vor der Messung jeder der mehreren Statorwicklungen erfassen und bewerten zu können, was die Genauigkeit und Verlässlichkeit der gemessenen Daten weiter verbessert.

[0188] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die vorliegende Erfindung bei einem automatischen Messinstrument eingesetzt, das eine Armeinheit verwendet. Allerdings ist die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt. Sie ist beispielsweise auch bei einem Handmessinstrument einsetzbar, das ein Stangenteil wie bei der dritten Ausführungsform einsetzt.

FÜNFTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0189] Bei dem Messinstrument für die elektrostatische Kapazität der Statorwicklung gemäß [Fig. 15](#) sind eine Entladungsschaltung **78** und eine Steuerung **79** zu deren Steuerung an das Messelement **1a** angeschlossen, und zusätzlich zu den Ausbildungen der Einrichtung gemäß den voranstehenden Ausführungsformen (Beschreibung weggelassen) vorgesehen. Die Entladungsschaltung **78** führt einen zeitweisen Kurzschluß des Verbindungskabels zwischen dem Messelement **1a** und einer Eingangsklemme zur Messung der elektrostatischen Kapazität des nicht dargestellten Messinstruments durch, nach Empfang

eines Befehls, der eine Entladung anfordert, beispielsweise von der Steuerung **79**, und zwar einen Kurzschluß zu einer Masseklemme.

[0190] Bei diesem Messelement wird die Entladungsschaltung **78** dadurch betätigt, dass ein Entladungsanforderungsbefehl für das Messelement **1a** von der Steuerung **79** an die Entladungsschaltung **78** ausgegeben wird, vor der Ausführung der Messung der elektrostatischen Kapazität, wobei die Ladung des Messelements **1a**, die bei der vorherigen Messung erfolgte, über das Verbindungskabel entladen wird.

[0191] Bei dieser Ausführungsform wird daher nach Messung der elektrostatischen Kapazität der Statorwicklung die Ladung des Messelements vor der nächsten Messung entladen. Jede von mehreren Statorwicklungen kann praktisch unter denselben Bedingungen gemessen werden, jedenfalls in Bezug auf die Ladung, wodurch die Genauigkeit der Messdaten weiter verbessert wird.

SECHSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0192] Bei einer elektrischen Drehmaschine, deren Betriebsspannung so hoch wie etwa 20 kV ist, wird normalerweise eine Behandlung eingesetzt, um die Intensität des elektrischen Feldes der Statorwicklung zu verringern (Verhinderung einer Koronaentladung), und zwar in der Nähe des Eisenkerns. Speziell wird mit einem Abschnitt von einigen zehn mm von dem Eisenkernende entfernt eine Behandlung durchgeführt, durch welche eine Koronaentwicklung infolge eines niedrigen Widerstands verhindert wird. Wenn die elektrostatische Kapazität eines derartigen Abschnitts durchgeführt wird, bei dem eine Behandlung zur Verhinderung einer Koronaentladung infolge eines niedrigen Widerstands durchgeführt wurde, kann kaum ein exakter Wert, der bei der Untersuchung einer Statorwicklung benötigt wird, erwartet werden.

[0193] Bei der Messung der elektrostatischen Kapazität einer Statorwicklung sollte daher bei dieser Ausführungsform die Messposition nicht in dem Abschnitt liegen, der zur Verhinderung einer Koronaentladung bearbeitet wurde, sondern die Messposition sollte in dem Abschnitt liegen, der weiter außerhalb der Maschine in Bezug auf das Eisenkernende liegt, bevorzugter eine Position in der Nähe des Übergangsabschnitts von geraden zu gekrümmten Abschnitten der Statorwicklung.

[0194] Durch Auswahl einer Messposition, die nicht der Abschnitt ist, bei dem eine Koronaentladung verhindert werden soll, können mehrere Statorwicklungen praktisch unter denselben Bedingungen gemessen werden, zumindest in Bezug auf die Auswirkung der Behandlung zur Verhinderung einer Koronaentladung bei niedrigem Widerstand, wodurch der Vorteil

erzielt wird, dass die Genauigkeit der Messdaten noch weiter verbessert wird.

SIEBTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0195] Im allgemeine leidet eine elektrische Drehmaschine unter der Erzeugung einer zu starken elektrostatischen Streukapazität, und ist in einer Umgebung angeordnet, in welcher eine elektrostatische Streukapazität hervorgerufen wird. Bei der Messung der elektrostatischen Kapazität einer Statorwicklung wäre es daher unvernünftig, die Auswirkungen der elektrostatischen Streukapazität nicht zu berücksichtigen.

[0196] Daher werden bei der vorliegenden Ausführungsform Messbedingungen für die elektrostatische Kapazität einer Statorwicklung eingesetzt, bei denen ein Messelement vorgesehen ist, das die erzeugte elektrostatische Streukapazität ausschalten kann, sowie ein Wechselspannungsmessinstrument, das eine Korrektur der Auswirkungen der elektrostatischen Streukapazität ermöglicht, die der Messleitung überlagert ist. Als Messfrequenz wird infolge der Tatsache, dass der zu messende Wert der elektrostatischen Kapazität klein ist, und eine Frequenz in der Nähe der Netzfrequenz oder einer hohen Frequenz leicht zu Schwingungen führt, diese auf die Nähe von 1 kHz mit einer kleinen, externen elektrostatischen Streukapazität eingestellt.

[0197] Da die Messbedingungen so ausgewählt werden, dass die Auswirkungen einer externen elektrostatischen Streukapazität ausgeschaltet werden, wird ermöglicht, wenn die elektrostatische Kapazität einer Statorwicklung gemessen wird, einen Messfehler zu verringern, der durch die elektrostatische Streukapazität hervorgerufen wird, und wird ermöglicht, exaktere Messergebnisse zu erzielen.

ACHTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0198] Die Messeinrichtung für die elektrostatische Kapazität bei der vorliegenden Ausführungsform ist mit einem Oberflächenzustandsuntersuchungssystem (nicht gezeigt) versehen, zur Untersuchung des Oberflächenzustands des Berührungsabschnitts zwischen dem Messelement und der Statorwicklung, zusätzlich zu derselben Ausbildung der Einrichtung wie bei zumindest einer der voranstehend geschilderten Ausführungsformen. Wenn die elektrostatische Kapazität dadurch gemessen wird, dass das Messelement in Berührung mit der Statorwicklung durch Ausfahren der Federbälge der Sonde versetzt wird, berechnet dieses System gleichzeitig einen Widerstandswert mit Hilfe eines nicht dargestellten Messinstruments, und bestimmt den Berührungszustand zwischen dem Messelement und der Statorwicklung unter Verwendung des gemessenen Widerstandswerts, wodurch der Oberflächenzustand des Berüh-

rungsabschnitts untersucht wird.

[0199] Wenn bei diesem System ein berechneter Widerstandswert innerhalb eines vorher eingestellten Bereiches liegt, steht das Messelement in exaktem Kontakt mit der Statorwicklung. Ist der gemessene Widerstandswert nahezu unendlich, so steht das Messelement nicht in exakter Berührung mit der Statorwicklung, so dass festgestellt wird, dass die Oberfläche der Statorwicklung Unregelmäßigkeiten enthält, oder die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein derartiger Unregelmäßigkeiten hoch ist.

[0200] Wenn bei dieser Ausführungsform die elektrostatische Kapazität einer Statorwicklung gemessen wird, wird daher ermöglicht, den Oberflächenzustand des Berührungsabschnitts festzustellen, der vor der Messung nicht durch Betrachtung erfasst werden kann, was den Vorteil mit sich bringt, eine Messung an einem Abschnitt zu vermeiden, bei dem der Zustand der Oberfläche Fehler aufweist, wodurch die Verlässlichkeit eines Messwerts weiter erhöht wird.

[0201] Als Beispiel für den Einsatz dieser Ausführungsform ermöglicht ein System, das automatisch eine gewünschte Messposition feststellt, das Messelement exakt in Berührung mit der Statorwicklung zu versetzen. Dieses System, zusätzlich zu einem Messinstrument, das den voranstehend erwähnten Widerstandswert misst, ordnet die Sonde an einer gewünschten Messposition dadurch an, dass die Armeinheit und die Bewegungseinrichtung in Reaktion auf das Ergebnis der Ermittlung dieses Widerstandswerts angetrieben werden.

[0202] Der Betriebsablauf bei diesem System erfolgt folgendermaßen. Wenn festgestellt wird, dass das Messelement nicht exakt in Berührung mit der Statorwicklung steht, werden die Federbälge der Sonde dazu veranlasst, sich zusammenzuziehen, damit das Messelement nicht in Berührung mit der Statorwicklung steht.

[0203] Die elektrostatische Kapazität und der Widerstandswert werden daher dadurch gemessen, dass die Armeinheit für jede Entfernung von mehreren Millimetern zur Seite des Statoreisenkerns oder zur entgegengesetzten Seite in Axialrichtung der Rotoreinheit bewegt wird, und dann das Messelement in Berührung mit der Statorwicklung durch Ausfahren der Federbälge der Sonde gebracht wird. Diese Vorgänge werden wiederholt, bis eine Bewegung über einige Zentimeter erfolgt. Hierbei wird der Betrieb an dem Punkt unterbrochen, wenn die gemessene elektrostatische Kapazität und der gemessene Widerstandswert innerhalb vorher eingestellter Bereiche liegen, und dann wird die Axialposition zu diesem Zeitpunkt in einem nicht dargestellten Speicher in dem System gespeichert. Dieser Vorgang deckt den

Fall der Axialrichtung ab, und die Schritte sind bei der Radialrichtung der Rotoreinheit ebenso.

NEUNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0204] Die in [Fig. 16](#) gezeigte Messeinrichtung für die elektrostatische Kapazität ist so ausgebildet, dass ein Messelement **1a** aus Kupferfolie aufgebaut wird, die Kupferfolie auf eine Oberfläche des Polsters **4** aufgebracht wird, ein Schutz **80** befestigt wird, der aus Kupferfolie besteht, so dass er die äußere Oberfläche abdeckt, eine Isolierplatte **81** bereitgestellt wird, die aus einem Isoliermaterial wie beispielsweise Epoxyharz besteht, an der Rückseite dieses Schutzes **80**, und das Messelement **1a** durch die Isolierplatte **81** an derselben Sonde **1** wie jener, die voranstehend erwähnt wurde, angebracht wird. Die übrigen Bauteile sind im wesentlichen ebenso, wie voranstehend beschrieben.

[0205] Bei dieser Messeinrichtung, bei welcher das Messelement mit der Isolierplatte und dem Schutz versehen ist, wird ermöglicht, die elektrostatische Streukapazität abzuschirmen. Da das Polster zwischen dem Messelement und dem Schutz vorhanden ist, folgt das Messelement dem Oberflächenzustand der Statorwicklung, wodurch ermöglicht wird, das Messelement gleichmäßig gegen den gekrümmten Abschnitt anzudrücken.

ZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0206] Die in [Fig. 17](#) dargestellte Untersuchungseinrichtung ist mit einem Positionierungssystem versehen, das eine Positionierung der Sonde **1** dadurch durchführt, dass die Breite der Wicklung in Radialrichtung der Statorwicklung **103** erfasst wird, zusätzlich zu der Sonde **1**, der Armeinheit **10** und der Bewegungseinrichtung **40**, wie sie voranstehend beschrieben wurden (Beschreibung weggelassen).

[0207] Dieses Positionierungssystem weist Detektorsensoren **82a** und **82b** für die Breite der Wicklung auf, beispielsweise optische Sensoren, die an zwei Positionen, einer oberen und einer unteren Position der Sonde **1** angebracht sind, sowie eine Steuerung (nicht gezeigt), die den Antrieb der Armeinheit **10** auf Grundlage von Information in Bezug auf die Wicklungsbreite von diesen Sensoren **82a** und **82b** steuert.

[0208] Der Betriebsablauf bei diesem System verläuft folgendermaßen. Wenn die Sonde **1** an der Messposition der Statorwicklung **103a** angeordnet wird, wird zuerst der Armgliedabschnitt **11** der Armeinheit **10** dazu veranlasst, sich nach vorn und oben zu bewegen, gesteuert durch die Steuerung, und es wird der obere Rand der Statorwicklung **103** an der Seite des Außendurchmessers mit Hilfe eines Sensors **82** festgestellt, der an der Seite des oberen

Teils der Sonde **1** vorgesehen ist. Dann wird der Armgliedabschnitt **11** dazu veranlasst, sich nach hinten und unten zu bewegen, und wird der untere Rand der Statorwicklung **103a** mit Hilfe eines Sensors **82b** festgestellt, der an der Seite des unteren Teils der Sonde **1** vorgesehen ist. Die Wicklungsbreite in Radialrichtung der Statorwicklung **103b** an der Seite des Außendurchmessers wird in der Steuerung auf Grundlage eines entsprechenden Messsignals gespeichert, und die Sonde **1** wird dadurch positioniert, dass die Armeinheit **10** so angetrieben wird, dass das Zentrum der Breite die Messposition ist. Dieser Vorgang wird entsprechend auch für die Statorwicklung **103b** an der Seite des Innendurchmessers durchgeführt.

[0209] Bei dieser Ausführungsform wird daher der Vorteil zur Verfügung gestellt, dass die Sonde exakt positioniert wird, durch Feststellung des Zentrums für jede von mehreren Statorwicklungen, wobei im übrigen dieselben Auswirkungen wie voranstehend geschildert erzielt werden.

ELFTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0210] Die Untersuchungseinrichtung gemäß dieser Ausführungsform ist mit einem Positionierungssystem versehen, das die Sonde in dem Spalt der Statorwicklungen auf Grundlage eines Bildes von einer Kamera (vgl. Bezugszeichen **75a** in [Fig. 1](#)) erfasst, zusätzlich zu der Sonde, der Armeinheit und der Bewegungseinrichtung wie beim voranstehend geschilderten Fall (Beschreibung weggelassen). Dieses System weist einen Bildprozessor auf, der einen vorher eingestellten Bildbearbeitungsalgorithmus durchführt, durch Aufnahme eines Bildes in Bezug auf den Spalt der Statorkamera, das von der Kamera aufgenommen wird, sowie eine Steuerung, welche den Antrieb der Bewegungseinrichtung in Umfangsrichtung auf Grundlage des Ergebnisses der Verarbeitung durch diesen Bildprozessor steuert.

[0211] Dieses System nimmt ein Bild von der Kamera während der Bewegung der Bewegungseinrichtung in Umfangsrichtung auf, stellt fest, ob das aufgenommene Bild zu einem Zentrumsbild des Spaltes der Statorwicklung passt, mit welchem vorher eine Mustererkennung durchgeführt wurde, und wenn eine Übereinstimmung festgestellt wird, wird die Bewegung in Umfangsrichtung der Bewegungseinrichtung an diesem Punkt unterbrochen.

[0212] Daher wird bei dieser Ausführungsform ermöglicht, die Sonde entlang der Zentrumsposition des Spaltes der Statorwicklung einzuführen, und daher praktisch immer vermieden, dass die Sonde mit der Statorwicklung zusammenstößt.

[0213] Als Einsatzbeispiel für diese Ausführungsform kann ein Positionierungssystem verwendet werden, das auf den Schritten beruht, eine Mustererken-

nung eines Bildes bei dem Bild durchzuführen, das bei der vorherigen Messung aufgezeichnet wurde, und das die Bewegung in Umfangsrichtung der Bewegungseinrichtung an jenem Punkt unterbricht, an welchem diese Bilder übereinstimmen. In diesem Fall wird ermöglicht, selbst wenn dieselbe Statorwicklung mehrfach gemessen wird, jedesmal den Einführungsschlitz für die Sonde auf dieselbe Position einzustellen, was den Vorteil mit sich bringt, die Verlässlichkeit der Messdaten weiter zu verbessern.

ZWÖLFTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0214] Die Untersuchungseinrichtung gemäß dieser Ausführungsform ist mit einer Armeinheit versehen, einer Bewegungseinrichtung, einer Betriebsbefehlssperre (nicht gezeigt), und einer Umfangsbegrenzungsvorrichtung (nicht gezeigt), wie bei der voranstehend geschilderten, ersten Ausführungsform (dem fünften Anwendungsbeispiel).

[0215] Bei dieser Ausführungsform sollte, wenn die Bedienungsperson die Untersuchungseinrichtung von Hand bewegt, die Betriebsart auf die Handbetriebsart umgeschaltet werden, mit Hilfe der Betriebsbefehlssperre. Zu diesem Zeitpunkt begrenzt die Umfangsbewegungsbegrenzungsvorrichtung die Verwendung des Umfangsmotors in Reaktion auf den Zustand des Armgehäuses. Wenn die Sonde nicht in der Armeinheit aufgenommen ist, wird der Antrieb des Umfangsmotors durch die Betriebsbefehlssperre verhindert, und wird der Einsatz dieses Motors nur in dem Zustand zugelassen, in welchem die Sonde in der Armeinheit aufgenommen ist. Mit dieser Ausführungsform wird daher ermöglicht, das Problem zu vermeiden, dass eine Bewegung in Umfangsrichtung irrtümlich von der Bedienungsperson durchgeführt wird, wenn eine Sonde oder der Armgliedabschnitt in den Spalt der Statorwicklung eingeführt ist, und mit der Statorwicklung zusammenstößt.

DREIZEHENTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0216] Die in [Fig. 18](#) dargestellte Untersuchungseinrichtung ist so aufgebaut, dass dieselbe Isolierung **81** und ein Schutz wie bei der voranstehenden neunten Ausführungsform vorgesehen sind, und Messelemente **1a** und **1b** über ein Polstermaterial **4** an den Außenoberflächen der Federbälge **3a** und **3b** an beiden Seiten der Sonde **1** angebracht sind, und Signalleitungen von beiden Messelementen über eine Messelementumschalterschaltung **83** an eine Steuerung **79** angeschlossen sind. Die Umschalterschaltung **83** weist Relais und dergleichen auf, und kann zwischen dem rechten und dem linken Messelement **1a** bzw. **1b** umschalten, in Reaktion auf einen Befehl von der Steuerung **79**.

[0217] Der Betriebsablauf bei dieser Einrichtung verläuft folgendermaßen. Die Sonde **1** wird zu der

Messposition bewegt, und die elektrostatische Kapazität eines Messelements **1a** wird über die Umschalt-schaltung **83** gemessen. Dann wird die elektrostatische Kapazität des anderen Messelements **1b** mit Hilfe der Umschalt-schaltung **83** gemessen. Daher kann bei dieser Ausführungsform die elektrostatische Kapazität von zwei Statorwicklungen an einer Messposition gemessen werden, was den Vorteil mit sich bringt, den Wirkungsgrad der Messung weiter zu verbessern.

VIERZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0218] Die Untersuchungseinrichtung von [Fig. 19](#) stellt den Einsatz der vorliegenden Erfindung bei einer Handmesseinrichtung dar, bei welcher die voranstehend geschilderte Bewegungseinrichtung weggelassen ist, und ist im einzelnen mit einer Sonde **1** und einer Armeinheit **10b** für deren Armantrieb versehen.

[0219] Ein bewegbarer Armgehäuseabschnitt (der im wesentlichen dasselbe Gehäuse **24b** wie bei der voranstehenden Ausführungsform aufweist, eine Führungsschiene **25b** und ein vertikale Führungstür **34b**) **210** ist in der Armeinheit **10b** vorgesehen. Der Abschnitt **210** wird dazu eingesetzt, im wesentlichen dieselbe Gliedanordnung **11a** wie die voranstehend geschilderte Vorderend-Gliedanordnung aufzunehmen, zusammen mit einer Sonde **1**, und deren Armantrieb zu führen, wobei eine Axialeinstellvorrichtung **211** vorgesehen ist, die eine Mutter verwendet, welche die Position der Sonde **1** in Axialrichtung relativ zur Statorwicklung **103** einstellen kann, und die auf der Vorderendseite des Armgehäuseabschnitts **210** angeordnet ist, sowie eine Radialeinstellvorrichtung **212**, die mit dem hinteren Ende der Gliedanordnung **11a** verbunden ist, und die Radialrichtung der Sonde **1** relativ zur Statorwicklung **103** einstellen kann.

[0220] Der Betriebsablauf bei dieser Einrichtung erfolgt folgendermaßen. Zuerst wird die Mutter **213** der Axialeinstellvorrichtung **211** eingestellt, wobei die Position eines Radialanschlages, der nicht dargestellt ist, in dem Armgehäuseabschnitt **210** vorher zu den Radialmesspositionen der Statorwicklungen in zwei Stufen **103a** und **103b** ausgerichtet wird. Dann wird der Armgehäuseabschnitt **210** auf der Rotoreinheit **130** angeordnet, die mit einem Schutzblech (nicht gezeigt) abgedeckt ist, und wird die Axialeinstellvorrichtung **211** an der Vorderendseite gegen einen Anschlag **214** an der Seite des Statoreisenkerns gedrückt, um die Axialposition des Armgehäuseabschnitts **210** festzulegen (vgl. den Pfeil a1 in der Zeichnung).

[0221] Dann wird in einem Zustand, in welchem der Armgehäuseabschnitt **210** von Hand gehalten wird, die Radialeinstellvorrichtung **212** von Hand druckbeaufschlagt (vgl. den Pfeil a2 in der Zeichnung), bis zur Position des Radialanschlages, wodurch die Gliedan-

ordnung **11a** zur Bewegung entlang der Führungsschiene **25b** veranlasst wird. Die Sonde **1** wird an ihrer Vorderendseite zu den radialen Messpositionen der aus zwei Stufen bestehenden Statorwicklungen **103a** und **103b** geführt (vgl. den Pfeil a3 in der Zeichnung). Dann werden die Federbälle zum Ausfahren veranlasst, durch Einsatz eines Pneumatikdrucks in der Sonde **1**, und wird das Messelement **1a** in Berührung mit der Statorwicklung **103** zur Messung der elektrostatischen Kapazität versetzt.

[0222] Nach Beendigung dieser Messung werden die Federbälle zum Zusammenziehen veranlasst, durch Ansaugen von Luft in der Sonde **1**, und wird die Sonde in dem Armgehäuseabschnitt **210** aufgenommen, durch Ziehen der Radialeinstellvorrichtung zurück in die Ausgangslage. Der Armgehäuseabschnitt **210** wird nach außerhalb des Generators transportiert, und der Armgehäuseabschnitt **210** wird dazu veranlasst, sich zur Umfangsposition der Rotoreinheit **130** zu bewegen, wobei er aus den Statorwicklungen **103a** und **103b** an den Seiten herausieht, bei denen der nächste Messdurchgang durchgeführt werden soll. Dann werden dieselben Schritte wie voranstehend geschildert durchgeführt, und dann werden sämtliche Statorwicklungen **103** dadurch gemessen, dass diese Schritte aufeinanderfolgend für den gesamten Umfang wiederholt werden.

[0223] Wenn bei dieser Ausführungsform die Statorwicklung untersucht wird, ohne dass die Rotoreinheit aus der Statoreinheit herausgezogen wurde, wird ermöglicht, exakt und einfach das Messelement an einem Spalt zwischen den Statorwicklungen anzuordnen, und in einer bestimmten Tiefe der Statorwicklung, und in derselben Position in einer bestimmten Entfernung gegenüber dem Eisenkernabschnitt, was eine erhebliche Verbesserung der Handhabbarkeit bei der Messung ermöglicht.

FÜNFZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0224] Die in [Fig. 20](#) gezeigte Untersuchungseinrichtung ist mit einer Sonde **1** und einer Armeinheit **10c** versehen, sowie mit einem Haltemechanismus **310**, der in Umfangsrichtung beweglich die Armeinheit **10c** durch einen Ausnehmungsraum zwischen einem Schutzring **122** haltert, der eine Drehwelle **123** und eine Kühlgebläseanbringungsplatte (Flansch) **220** haltert.

[0225] Ein Armgehäuseabschnitt **210**, an dem eine Gliedanordnung **12a** ähnlich jener wie bei der vierzehnten Ausführungsform angebracht ist, und ein Luftzylindermechanismus **250** (Armantriebsmechanismus) für den Antrieb des Arms der Gliedanordnung **11a** sind in der Armeinheit **10c** vorgesehen. Der Armgehäuseabschnitt **210** ist mit einer Radialeinstellvorrichtung **212a** am hinteren Ende der Gliedanordnung **209** versehen, und in zwei Stufen einstellbare

Anschläge **248a** und **248b** reagieren auf die Messposition in Radialrichtung der zweistufigen Statorwicklungen **103a** und **103b** als entsprechende Anschläge.

[0226] Der Luftzylindermechanismus **250** weist ein Gehäuse **251** auf, das an dem Hinterende des Armgehäuseabschnitts **210** angebracht ist. Ein Luftzylinder **252** ist in diesem Gehäuse **251** angeordnet, und dessen Kolben **253** ist mit der Radialeinstellvorrichtung **212a** verbunden. Dieser Luftzylindermechanismus **250** führt Luft in den Luftzylinder **252** zu, durch Betätigung eines Luftzylinderschalters **255** eines Betätigungsabschnitts **254**, der an der Hinterendseite des Gehäuses **251** vorgesehen ist, und beginnt mit dem Armantrieb der Gliedanordnung **11a** dadurch, dass die Radialeinstellvorrichtung **212a** zur Vorwärtsbewegung durch den Hub des Kolbens veranlasst wird. An dem Punkt, an welchem die Radialeinstellvorrichtung **212** in Berührung mit den in zwei Stufen einstellbaren Anschlägen **248a** und **248b** gelangt, wird der Armantrieb der Gliedanordnung **11a** unterbrochen.

[0227] Der Haltemechanismus **310** weist eine vordere/hintere Einstelleinheit **311** auf, die an dem Gehäuse **251** des Luftzylindermechanismus **250** angebracht ist, und insgesamt eine Feineinstellung durchführt, sowie zwei Rollen in Querrichtung, welche die entgegengesetzten Oberflächen des Schutzrings **122** und des Flansches **220** als Paar von Rollenaufbauflächen halten, beweglich in Umfangsrichtung, wobei eine ortsfeste Rolle **312** in Querrichtung auf dem Schutzring **122** und eine bewegliche Rolle **313** in Querrichtung an der Seite der Welle **220** vorgesehen ist. Die Armeinheit **10** wird dadurch gehalten, dass die bewegliche Querrolle **313** relativ zur ortsfesten Querrolle **312** zwischen dem Schutzring **122** und dem Flansch **220** bewegt wird, so dass die bewegliche Querrolle **313** sich in Axialrichtung bewegt, wobei die axiale Ausgangsposition der Armeinheit **10** mit Hilfe der beiden Querrollen **312** und **313** und der vorderen/hinteren Einstelleinheit **311** festgelegt wird.

[0228] Dieser Haltemechanismus **310** weist einen Riemen **314** auf, um zu verhindern, dass die Armeinheit herunterfällt, der so ausgebildet ist, dass er in Umfangsrichtung herumgeschlungen werden kann, durch Vorspringen in Axialrichtung auf der Seite der Drehwelle **123** auf der Endoberfläche des Schutzrings **122**, sowie eine Umfangers Rolle **315**, die drehbeweglich an der vorderen/hinteren Einstelleinheit **311** angebracht ist, wobei die Seiten der Drehwelle **123** als die Rollenbewegungsoberfläche dienen. Diese Bauteile **314** und **315** verhindern ein Herunterfallen der Armeinheit **10**, und erleichtern deren Bewegung in Umfangsrichtung.

[0229] Als nächstes wird der Betriebsablauf bei die-

ser Ausführungsform insgesamt beschrieben.

[0230] Zuerst werden die Positionen der zweistufigen, einstellbaren Anschläge **248a** und **248b** vorher zu den Messpositionen der zweistufigen Statorwicklungen **103a** und **103b** ausgerichtet. Dann wird der Armgehäuseabschnitt **210** auf der Rotoreinheit (Schutzring **122**) **130** angeordnet, um welche eine ausgehärtete Schicht (nicht gezeigt) herumgeschlungen ist. Der Luftzylinder **252** wird in Bezug auf seinen Kolben durch Betätigung des Luftzylinderschalters **255** angetrieben, und dadurch angehalten, dass er gegen den einstellbaren Anschlag **248a** an der Hinterendseite angedrückt wird, wodurch die Sonde **1** zu einer radialen Messposition der Statorwicklung **103b** auf der Innendurchmesserseite geführt wird. Ein Öffnungs/Schließschalter **256** für die Sonde, der in dem Betätigungsabschnitt **254** vorgesehen ist, wird druckbeaufschlagt, um eine Aufweitung durch Einsatz von Pneumatikdruck in der Sonde **1** hervorzurufen, wodurch die Messung der elektrostatischen Kapazität auf dieselbe Art und Weise wie voranstehend geschildert durchgeführt wird.

[0231] Nach Beendigung der Messung der elektrostatischen Kapazität der Statorwicklung **103b** auf der Innendurchmesserseite wird die Sonde **1** zum Zusammenziehen durch Betätigung des Schalters **255** veranlasst. Durch Betätigung des Luftzylinders **252**, nämlich durch erneute Betätigung des Luftzylinderschalters **256**, und Drücken des Zylinders zum einstellbaren Anschlag **248b** auf der Vorderendseite, wird dann die Sonde **1** der Messposition der Statorwicklung **103a** auf der Außendurchmesserseite zugeführt. Dann wird die elektrostatische Kapazität dadurch gemessen, dass infolge der Betätigung des Schalters **256** wie im voranstehend geschilderten Fall ein Pneumatikdruck erzeugt wird. Wenn dies beendet ist, wird die Sonde **1** zum Einfahren veranlasst, und in dem Armgehäuseabschnitt **210** aufgenommen, wodurch ein Messdurchlauf für einen Schlitz beendet ist. Dann wird die Armeinheit **10** von Hand in Umfangsrichtung über eine Umfangers Rolle **315** bewegt, und wird der Armgehäuseabschnitt **210** von Hand zu den Schlitzen über den gesamten Umfang zur Messung geführt.

[0232] Wenn bei dieser Ausführungsform eine Statorwicklung untersucht wird, ohne die Rotoreinheit aus der Statoreinheit herauszuziehen, wird ermöglicht, exakt und einfach das Messelement in einer bestimmten Tiefe der Statorwicklung in einem vorbestimmten Spalt der Statorwicklung in derselben Position in einer bestimmten Entfernung gegenüber dem Eisenkernende anzuordnen, was eine erhebliche Verbesserung der Handhabbarkeit bei der Messung ermöglicht.

SECHZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0233] Als nächstes wird nachstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 21](#) und [Fig. 23](#) eine sechzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0234] Die in [Fig. 21](#) gezeigte Untersuchungseinrichtung ist mit einer Sonde **1** und einer Armeinheit **10d** versehen. Wie in [Fig. 22](#) gezeigt, weist die Sonde **1** kreisförmige Federbälge **3a** und **3b** in zwei Stufen auf, die an den beiden Seiten angeordnet sind, mit einer Basis **2** dazwischen. Ein Antischlupfmateriale **5** ist über ein Polster **4a** an den Außenseiten der zweistufigen Federbälge **3a** und **3a** angebracht, und ein Messelement **1a** ist über ein Polster **4b** an den Außenseiten eines anderen der zweistufigen Federbälge **3b** und **3b** angebracht. Die Sonde insgesamt ist ovalförmig ausgebildet, was eine weitere Erweiterung der Berührungsfläche ermöglicht, ohne ein Vorspringen gegenüber der Statorwicklung.

[0235] Bei dieser Untersuchungseinrichtung sind verschiedene Bauteile zu dem Zweck hinzugefügt, ein glattes Führen der Sonde **1** zur Statorwicklung **103** und deren Positionierung zu ermöglichen, zusätzlich zum Einsatz der ovalen Sonde des Typs mit mehreren Federbälgen. So ist beispielsweise die Sonde **1**, wie in [Fig. 23](#) gezeigt, mit SONDENSCHÜTZEN **218** versehen, um eine Beschädigung infolge von Berührung an den beiden Enden in Axialrichtung der Basis **2** zu verhindern, mit einer horizontalen Führung **215** zur Befestigung der Sonde **1** an einem vorbestimmten Winkel an der Messposition zwischen den Statorwicklungen **103**, einem Sondenrad **216** zum Verringern des Widerstands nach dem Zuführen der Sonde, das am Vorderende der Sonde **1** angeordnet ist, und mit einem Glieddraht **21**, der dazu dient, durch eine nicht dargestellte Feder eine Spannung hervorzurufen, um die Sonde **1** in einer bestimmten Richtung zu führen.

[0236] Die Armeinheit **10d** weist einen Armgehäuseabschnitt **210** zur Aufnahme einer Gliedanordnung **11a** auf, die ähnlich der voranstehend beschriebenen Vorderend-Gliedanordnung ist, zusammen mit einer Sonde **a**, und zur Sicherstellung deren glatten Vorschubs, und einen Armantriebsmechanismus, bei dem ein Armgehäusemotor **29** vorgesehen ist, um einen Armantrieb der Gliedanordnung **11a** für diesen Armgehäuseabschnitt **210** durchzuführen. Ein Gehäuse **24b** des Armgehäuseabschnitts **210** weist eine Größe auf, die es ermöglicht, dass es in einem Spalt zwischen einem Nasenring **219**, der das Ende der Statorwicklung **103** befestigt, und einer Rotoreinheit **130** angeordnet werden kann. Eine Führungsschiene **25b**, die ähnlich jener im voranstehend geschilderten Fall ist, eine Vertikalführungstür **34b** und ein Führungsrad **217** zum Verringern des Widerstands nach dem Zustellen der Sonde zum Vorderen-

de der Vertikalführungstür **34b** sind an dem Gehäuse **24b** angebracht.

[0237] Als nächstes wird nachstehend der Betrieb dieser Ausführungsform insgesamt geschildert.

[0238] Zuerst wird die Sonde **1** von der Vertikalführungstür **34b** aus herausgeführt, während die Gliedanordnung **11a** entlang der Führungsschiene **25b** durch den Antrieb des Armgehäusemotors **29** bewegt wird. Dies wird glatt mit einem Führungsrad **217** und einem Sondenrad **216** erreicht.

[0239] Die Sonde **1** empfängt die Spannung eines Glieddrahtes **21** nach dem Durchgang durch die Vertikalführungstür **34b**, und dreht sich um die Verbindungswelle mit der Gliedanordnung **11a**, und hört mit der Drehung an jenem Punkt auf, an welchem eine Horizontalführung **215** in Berührung mit der unteren Oberfläche der Gliedanordnung **11a** gelangt. Die Anschlagposition der Sonde **1** ist ein Punkt, an welchem die Basisachse der Sonde **1** eine Richtung im wesentlichen im rechten Winkel zur Armachse der Gliedanordnung **11a** entspricht, also einer Richtung parallel zur Axialrichtung der Statorwicklung **103a**.

[0240] Die Sonde **1** wird vorgestellt, während die horizontale Ausrichtung beibehalten wird, und wird durch einen SONDENSCHUTZ **218** geschützt, so dass sie so geführt wird, dass sie keine Beschädigung infolge Berührung mit der Statorwicklung **103** erleidet, und wird an der Messposition angeordnet.

[0241] Dann wird die elektrostatische Kapazität durch die Sonde **1** gemessen. An diesem Punkt erweitern sich die zweistufigen Federbälge **3a** und **3b**, die kreisförmig sind, praktisch gleichförmig, und versetzen das ovale Messelement **1a** in Berührung mit der Statorwicklung **103**, um mit der Messung zu beginnen. Nach Beendigung der Messung wird die Sonde **1** in dem Armgehäuseabschnitt **210** aufgenommen. Diese Aufnahme der Sonde im Gehäuse wird glatt mit Hilfe eines Führungsrades **217** und eines Sondenrades **216** erzielt, wie beim Ausfahren der Sonde.

[0242] Bei dieser Ausführungsform weist daher das Messelement größere Abmessungen mit Ovalform auf, um so eine größere Berührungsfläche zu erzielen, ohne eine Lösung von der Statorwicklung. Hierdurch wird daher ermöglicht, den Messbezugswert zu vergrößern, um Faktoren, die einen Messfehler hervorrufen, wie beispielsweise Rauschen zu minimieren, wodurch die Messgenauigkeit weiter verbessert wird. Bei der Konstruktion gemäß dieser Ausführungsform wird die Sonde in horizontaler Ausrichtung relativ zur Herauffahrausrichtung des Arms gehalten. Die Sonde kann daher parallel zur oberen bzw. unteren Statorwicklung geführt werden, was dazu führt, dass die Handhabbarkeit bei der Messung wesent-

lich verbessert werden kann.

[0243] Da mehrere kreisförmige Federbälge vereinigt vorgesehen sind, ist der weitere Vorteil vorhanden, dass ein gleichförmiger Pneumatikdruck auf die Federbälge einwirkt, und eine stabile Aufweitung des Messelements sichergestellt wird, verglichen zum Fall mit einem einzigen Federbalg.

SIEBZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0244] Nachstehend wird eine siebzehten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 24](#) und [Fig. 25](#) beschrieben.

[0245] Die in [Fig. 24](#) dargestellte Messeinrichtung für die elektrostatische Kapazität ist mit einer Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung (Zylinderspurmeseinrichtung) **40a** versehen, die an einem Flansch **220** für ein Kühlgebläse zum Kühlen einer Statorwicklung **103** oder einer Rotoreinheit **130** angebracht werden kann.

[0246] Diese Bewegungseinrichtung **40a** weist eine zylindrische Führungsbasis **221** auf, die an der radialen Außenseite eines Flansches **220** angebracht ist, eine streifenförmige Spurführung **228**, die durch die Basis **221** gehalten und befestigt wird, über eine Spurbefestigungsvorrichtung, in einem Zustand, in welchem sie um die Außenoberfläche (obere Oberfläche) in Radialrichtung der Basis **221** herumgeschlungen ist, und ein Bewegungsteil **240**, das eine Armeinheit **10** entlang einer Umfangsspur der Rotoreinheit **130** bewegt, befestigt durch die Spurführung **228**.

[0247] Die Spurbasis **221** ist so ausgebildet, dass sie auch mit einem verformten Kühlgebläseflansch fertig werden kann, der eine unterschiedliche Außenform aufweist, durch Einstellung einer Umfangseinstellvorrichtung **231**, die einen Stiftverbindungsmechanismus verwendet, und über mehrere Gebläsebefestigungslöcher **220a** an der Axialseite des Flansches **220** mit Hilfe mehrerer Gebläsebolzen **222** angebracht ist.

[0248] Das Bewegungsteil **240** weist einen Körper **57a** auf, der im wesentlichen identisch zu dem voranstehend erwähnten Bewegungseinrichtungskörper **57** ist. Antriebsräder **224** ... **224** sind auf diesem Körper **57a** vorgesehen, und angetriebene Räder **225** ... **225** sind über ein festes Glied oder ein Gleitglied **227** an entgegengesetzten Positionen verbunden, mit der Spurführung **228** dazwischen. Das Gleitglied **227** ist diagonal zum festen Glied **226** angeordnet, und kann angebracht werden, während das Bewegungsteil **240** von der Spurführung **228** aufgenommen wird. Eine Spannvorrichtung **229** zur Erzeugung von Reibungskraft durch Heraufziehen der Räder **224** auf die Seite der Spurführung **228** ist zwischen dem Körper **57a**

und den angetriebenen Rädern **225** vorgesehen.

[0249] Wenn dieses Bewegungsteil **40a** auf der Rotoreinheit **130** angebracht wird, wird die Spurführung **221** zuerst am Gesamtumfang des Kühlgebläseflansches **220** durch Einstellung des Stiftverbindungsmechanismus angebracht. Die Spurführung **228** wird um die obere Oberfläche der Basis **221** herumgeschlungen. Dann wird das Bewegungsteil **240** auf der Spurführung **28** an einer Position angeordnet, an welcher das Gleitglied **227** aufgenommen wurde. Es ist dann ausreichend, auf die Spannvorrichtung **229** durch Einführen des Gleitgliedes **227** einzuwirken.

[0250] Bei dieser Ausführungsform wird daher ermöglicht, eine Messung am gesamten Umfang durchzuführen, durch Befestigung der Spurführung auf den Kühlgebläseflansch, wodurch die Handhabbarkeit in Bezug auf die Messung wesentlich verbessert wird.

ACHTZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0251] Nunmehr wird nachstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 26](#) und [Fig. 27](#) eine achtzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0252] Die in den [Fig. 26](#) und [Fig. 27](#) gezeigte Untersuchungseinrichtung ist eine Messeinrichtung zum Messen eines engen Abschnitts von Hand, die tragbar ist, und verwendet wird, wenn eine Statorwicklung **103** so untersucht wird, dass eine Rotoreinheit **130** entfernt wird, wie bei der voranstehend geschilderten, dritten Ausführungsform, und weist eine Sonde **1** auf, die im wesentlichen kreisförmig ist, an welcher ein Messelement über einen ausfahrbaren Federbalg angebracht ist, sowie eine tragbare Universalstange **90**, welche die Sonde **1** hält.

[0253] Ein SONDENSCHUTZ **218** zum Verhindern einer Beschädigung durch Berührung oder dergleichen, was beim Einführen in die Statorwicklung **103** auftreten kann, ist am Rand der Sonde **1** vorgesehen. Umfangspositionierungsvorrichtungen **205** und **205**, die durch Muttern und Bolzen gebildet werden, die mehrere freie Oberflächen aufweisen, sind an zwei Punkten am Rand der Sonde **1** angebracht. Diese Positionierungsvorrichtung **205** hält eine konstante Entfernung in Umfangsrichtung aufrecht, durch Andrücken einer ihrer freien Oberflächen gegen die Seite der Statorwicklung **103**, und führt eine Positionierung in Umfangsrichtung dadurch durch, dass sie dem gekrümmten Abschnitt der Wicklung **103** folgt.

[0254] Eine Einstellmutter **206** zur frei wählbaren Einstellung der Länge, eine Axialpositionierungsvorrichtung **203**, und eine Radialpositionierungsvorrichtung **204** an der Seite der Sonde **1** (das Bezugszeichen **201** in der Zeichnung bezeichnet das Polster),

ein Betätigungsknopf **95** zur Durchführung eines Vorgangs in Bezug auf das Ausfahren und Zusammenziehen der Sonde **1**, sowie entsprechende Anzeigen **291a** und **291b** an der Griffseite sind auf der Universalstange **90** vorgesehen.

[0255] Der Betriebsablauf dieser Ausführungsform insgesamt wird nachstehend beschrieben.

[0256] Zuerst werden die Einstellmutter **206** und die verschiedenen Positionierungsvorrichtung **203** bis **205** eingestellt, vor dem Einführen der Sonde **1** in die Statorwicklung **103**, in Reaktion auf eine gewünschte Messposition der Statorwicklung **103**. So wird beispielsweise die Länge des Stangenteils **90** mit Hilfe der Einstellmutter **206** in Reaktion auf die Abmessungen der Statorwicklung **103** eingestellt; die eingestellte Größe der Axialpositionierungsvorrichtung beruht auf jener der Eisenkernhalterung **300**; die eingestellte Entfernung der Radialpositionierungsvorrichtung **204** beruht auf der Position des Endes der Statorwicklung **103** in einem Zustand, in welchem das Stangenteil gehalten wird, das mit der Axialpositionierungsvorrichtung **203** verbunden werden soll; und die eingestellte Position der Umfangspositionierungsvorrichtung **205** wird zur Messposition zwischen den Statorwicklungen **103** ausgerichtet.

[0257] Die Sonde **1** wird so eingefahren, dass der Betätigungsknopf **95** betätigt wird, und in den Spalt der Statorwicklungen **103** eingeführt. Da der SONDENSCHUTZ **218** verhindert, dass ein Zusammenstoß mit den Statorwicklungen **103** erfolgt, wird das Einführen der Sonde glatt erzielt, und ist beendet, wenn die Positionierungsvorrichtungen **203** bis **205** in Berührung mit der Statorwicklungen **103** gelangen.

[0258] Sobald die Sonde **1** positioniert ist, wird die Sonde **1** dazu veranlasst, auszufahren, durch Betätigung des Betätigungsknopfes **95**. Nach Bestätigung, dass ein vorbestimmter Druck erreicht wurde, durch eine Farbänderung bei den Anzeigen **291a** und **291b**, wird mit der Messung der elektrostatischen Kapazität begonnen. Nach Beendigung dieser Messung wird der Betätigungsknopf **95** erneut gedrückt, um das Einfahren der Sonde **1** zu bewirken, und dann werden diese Operationen für die übrigen Statorwicklungen **103** durchgeführt.

[0259] Bei dieser Ausführungsform wird daher ermöglicht, selbst wenn die Untersuchung so durchgeführt wird, dass die Rotoreinheit aus der Statoreinheit herausgezogen wird, exakt und einfach das Messelement in einer bestimmten Tiefe der Statorwicklungen anzuordnen, in derselben Position in einer bestimmten Entfernung gegenüber den Statorwicklungen und dem Eisenkernende, wodurch der Betriebswirkungsgrad weiter verbessert wird.

[0260] Zwar wird bei der vorliegenden Ausführungs-

form eine kreisförmige Sonde verwendet, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt. So kann beispielsweise eine ovale Sonde (im wesentlichen kreisförmig) eingesetzt werden, wie bei der voranstehend geschilderten sechzehnten Ausführungsform. In diesem Fall ermöglicht die Kombination mehrerer Stufen aus kreisförmigen Federbälgen die Erzielung einer noch größeren Berührungsfläche des Messelements mit den Statorwicklungen, und wird der Vorteil ermöglicht, die Messgenauigkeit noch weiter zu verbessern, durch Verringerung der Auswirkungen von Faktoren, die einen Messfehler hervorrufen, beispielsweise Rauschen, mit einem höheren Bezugswert für die Messung.

NEUNZEHNTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0261] Die in [Fig. 28](#) gezeigte Untersuchungseinrichtung ist eine tragbare Messeinrichtung für enge Abschnitte für eine Messung von Hand, und weist eine Sonde **1** auf, und eine tragbare Messstange (Stangenteil) **90**, welches die Sonde hält. Die Sonde **1** ist so angebracht, dass sie nach vorn und hinten und nach rechts und links verschwenkt werden kann, über einen kugelförmigen Vorsprung (Sondenanbringungsabschnitt) **90a** zur Verbindung, der am Vorderende der Messstange **90** vorgesehen ist.

[0262] Die Sonde **1** ist so aufgebaut, dass das Messelement **1a** aus Kupferfolie **200a** hergestellt wird, dieses auf eine Oberfläche eines Polstermaterials **201** aufgebracht wird, eine Isolierplatte **202** auf der anderen Oberfläche des Polstermaterials **201** über eine Erdungskupferfolie **200b** angebracht wird, und eine kugelförmige Ausnehmung **202a** hergestellt wird, die mit dem kugelförmigen Vorsprung **90a** in Eingriff gebracht werden kann, um eine Verbindungsstelle in der Platte **202** zu erzeugen.

[0263] Bei dieser Ausführungsform ist daher die Sonde verschwenkbar an dem Vorderende der Messstange angebracht, und wird ermöglicht, die Sonde exakter mit der Statorwicklung in Berührung zu bringen, ohne Einschränkung durch die Position (Ausrichtung) der Messstange. Das Polstermaterial stellt weitere Vorteile zur Verfügung, nämlich das Messelement in enge Berührung zu bringen, so dass es der Oberfläche der Statorwicklung folgt. Dieser Effekt kann maximal sein, wenn das Messelement in einen Ort geführt wird, an welchem Statorwicklungen und dergleichen eine komplizierte Form aufweisen, und es in Berührung mit den Statorwicklungen gebracht wird.

Patentansprüche

1. Untersuchungseinrichtung zur Untersuchung der Leistung einer Anordnung an einer darin angeordneten Messposition über einen Spalt, der in der Anordnung vorgesehen ist, wobei die Untersu-

chungseinrichtung aufweist:

ein Messelement (**1a**) zur Messung von Daten, die der Leistung der Anordnung zugeordnet sind;
eine Armeinheit (**10**) zum Haltern des Messelements (**1a**); und
eine Vorrichtung zum Einführen des Messelements (**1a**), das durch die Armeinheit (**10**) gehalten wird, durch den Spalt entlang der Axialrichtung der Armeinheit durch einen kontinuierlichen Vorgang, wodurch das Messelement auf die Messposition (P) eingestellt werden kann,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Armeinheit (**10**) eine Armgliedanordnung ist, die durch Verbinden mehrerer Glieder (**15a**, **15b**, **19**) in der Axialrichtung der Armeinheit (**10**) gebildet wird.

2. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Einführungsvorrichtung aufweist ein Bewegungselement (**42**) für die Armeinheit (**10**), das dazu dient, die Armgliedanordnung zur Bewegung in dem Spalt zu veranlassen, und in einem Winkel vorzuspringen, der zu der Messposition (P) hinweist, relativ zur Bewegungsrichtung, während die Bewegung der Gliedanordnung der Armeinheit (**10**) veranlasst wird, und
ein Armeinheits-Ausrichtungsbeibehaltungselement (**14**), das dazu dient, eine geradlinige Ausrichtung der Gliedanordnung der Armeinheit (**10**) beizubehalten, die durch das Armbewegungselement (**42**) zum Vorspringen veranlasst wird.

3. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Bewegungselement (**42**) für die Armeinheit (**10**) eine Führung (**25**) aufweist, um die Bewegung und das Vorspringen der Armgliedanordnung zu führen, sowie einen Antriebsmechanismus (**13**) zum Antrieb der Armgliedanordnung entlang der Führung (**25**).

4. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 3, bei welcher der Antriebsmechanismus ein Gleitmechanismus (**36**) zur Gleitbewegung der Anordnung der Armeinheit (**10**) in Axialrichtung der Armeinheit ist.

5. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 4, bei welcher der Gleitmechanismus (**36**) ein Vorschubspindelmechanismus (**27**) ist.

6. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 2, bei welcher zwei benachbarte Glieder (**15**) der Armeinheitgliedanordnung (**10**) zwischen einem Winkel, der von der geradlinigen Armausrichtung abhängt, und einem vorbestimmten Winkel verschwenkbar sind, der zu einer Seite der geradlinigen Armausrichtung hin begrenzt ist, gegeneinander um ein Verbindungszentrum des anderen Gliedes.

7. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Armausrichtungsbeibehaltungsele-

ment (**14**) aufweist

ein kabelartiges Teil (**21**), das an einem Glied an der Vorderendseite der Glieder über eine Seite jeder von Verbindungswellen der Glieder an einem Ende des kabelartigen Teils angebracht ist,
ein elastisches Teil (**22**), das mit dem anderen Ende des kabelartigen Teils (**21**) verbunden ist, wobei das elastische Teil (**22**) an einem Glied (**19**) an der Hinterendseite der Glieder befestigt ist.

8. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Armausrichtungsbeibehaltungselement eine Blattfeder aufweist, die an einem Glied an der Vorderendseite an einem Ende der Blattfeder befestigt ist, und an einem Glied an der Hinterendseite der Glieder über eine Seite jeder von deren Verbindungswellen an dem anderen Ende der Blattfeder befestigt ist.

9. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Armausrichtungsbeibehaltungselement aufweist
mehrere Zahnriemenscheiben (**80n**), die drehbar mit jedem der Armglieder (**15an**) verbunden sind, um einen Drehwinkel einer Riemenscheibe an der Hinterendseite der Riemenscheiben zu begrenzen, und einen Drehwinkel einer Riemenscheibe an der Vorderendseite der Riemenscheibe auf einen vorbestimmten Winkel in Bezug auf das Glied an der Vorderendseite zu begrenzen, und
mehrere Zahnriemen (**81n**), die jeweils zwei benachbarte Riemenscheiben der Riemenscheiben verbinden.

10. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 1, bei welcher jedes der Glieder (**15a**, **15b**) ein Gestell bildet.

11. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Anordnung eine elektrische Drehmaschine ist, welche aufweist
einen Rotorkörper (**130**) mit zylindrischem Aufbau, und
einen Statorkörper, der einen Außenumfangsschnitt des Rotorkörpers (**130**) berührungslos abdeckt, wobei der Statorkörper eine Statorwicklung aufweist, die mit einer Isolierung versehen ist, und radial außerhalb des Rotorkörpers angeordnet ist, sowie einen Statorkern, der die Statorwicklung hält, wobei der Spalt zwischen dem Rotorkörper (**130**) und dem Statorkörper (**103a**, **103b**) angeordnet ist, die Messposition (P) auf der Statorwicklung angeordnet ist, die Armeinheit (**10**) so an dem Rotorkörper (**130**) angebracht ist, dass die Axialrichtung des Arms zur Axialrichtung des Rotorkörpers (**130**) wird, und das Messelement ein Element zur Messung der Leistung des Stators (**103a**; **103b**) der elektrischen Drehmaschine als die Daten ist.

12. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch

11, welche weiterhin eine Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung (40) aufweist, um das Messelement, das durch den Armkörper gehalten wird, zur freien Bewegung in Umfangsrichtung des Rotorkörpers veranlassen.

13. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung (40) aufweist ein Riementeil, das einen Zahnriemen (44) aufweist, der in Umfangsrichtung des Rotorkörpers (130) anbringbar ist, eine Riemenscheibe, die mit dem Zahnriemen (44) im Eingriff steht, einen Antrieb, der die Riemenscheibe zur Drehbewegung veranlasst, und ein kabelartiges Teil (50), das in Umfangsrichtung anbringbar ist, wobei das kabelartige Teil (50) abnehmbar so um den Rotorkörper geschlungen ist, dass es den Antrieb gegen das Riementeil drückt, und die Armeinheit (10) an dem Antrieb angebracht ist.

14. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 13, bei welcher das Zahnriementeil (44) einen Heberiemen (46) und eine Hebevorrichtung aufweist, welche den Riemen (46) anheben kann, wobei der Heberiemen an beiden Enden des Zahnriemens (44) angebracht ist, und der Riemen durch die Hebevorrichtung gehoben wird, wodurch der Zahnriemen (44) angehoben und auf dem Rotor (130) befestigt werden kann.

15. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 14, bei welcher der Riemen (44) an einem Ende des kabelartigen Teils (50) angebracht ist, und die Hebevorrichtung an dem anderen Ende des kabelartigen Teils angebracht ist.

16. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 14, bei welcher das kabelartige Teil mit einem Spannungsregler (51) versehen ist.

17. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 12, bei welcher die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung (40) aufweist eine Rollenkette, die abnehmbar in Umfangsrichtung des Rotorkörpers um diesen herumgeschlungen ist, ein Kettenrad, das im Eingriff mit der Rollenkette steht, und einen Antrieb zum Drehantrieb des Kettenrads, das mit der Rollenkette im Eingriff steht, wobei der Antrieb auf der Rollenkette angeordnet ist, das kabelartige Teil so um den Rotorkörper herumgeschlungen ist, dass es den Antrieb gegen die Rollenkette drückt, und der Armkörper an dem Antrieb angebracht ist.

18. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 12, welche weiterhin eine Vorrichtung zum Einstellen der Nullpunkte für die Axialposition des Rotorkörpers in der Armeinheit (10) und für die Umfangsposition

des Rotorkörpers in der Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung aufweist.

19. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, welche weiterhin einen Sondenkörper aufweist, der mit einer Basis (2) versehen ist, die an der Armeinheit (10) angebracht werden soll, einen ausfahrbaren Federbalg, der an zumindest einer Seite der Basis angebracht ist, sowie eine Vorrichtung (6, 7) zum Zuführen und Abführen von Luft in den bzw. von dem ausfahrbaren Federbalg, wobei das Messelement an dem ausfahrbaren Federbalg angebracht ist.

20. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, bei welcher die Einführungsvorrichtung aufweist ein Bewegungssystem, um das Messelement dazu zu veranlassen, sich in Axialrichtung des Rotorkörpers zu bewegen, und das Messelement an der Messposition der Statorwicklung anzuordnen, wobei das Bewegungssystem einen Antriebsmechanismus aufweist, der mit einem Servomotor und einer Steuervorrichtung versehen ist, welche so leitet, dass eine Wicklung des Servomotors im unerregten Zustand während der Messung der elektrostatischen Kapazität ist.

21. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 20, bei welcher die Steuervorrichtung mit einer Vorrichtung zur Leistungssteuerung versehen ist, so dass ein Drehwinkel des Servomotors sich im messfreien Zustand während der Messung der elektrostatischen Kapazität befindet.

22. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Armausrichtungsbeibehaltungselement ein Element zur Beibehaltung eines vorbestimmten Winkels einer Basisausrichtung nach dem Vorspringen des Messelements relativ zur Armausrichtung der Armgliedanordnung aufweist.

23. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Anordnung eine elektrische Drehmaschine ist, welche aufweist einen Rotorkörper mit zylindrischer Ausbildung, und einen Statorkörper, der berührungslos einen Außenumfangsabschnitt des Rotorkörpers abdeckt, wobei der Statorkörper eine Statorwicklung aufweist, die mit einer Isolierung versehen ist, und in Radialrichtung außerhalb des Rotorkörpers angeordnet ist, sowie einen Stator Kern, der die Statorwicklung hält, wobei der Spalt zwischen dem Motorkörper und dem Statorkörper angeordnet ist, die Messposition auf der Statorwicklung angeordnet ist, die armartige Anordnung so an dem Rotorkörper angebracht ist, dass die Axialrichtung des Arms zur Axialrichtung des Rotorkörpers wird, und das Messelement ein Element zur Messung der elektrostatischen Kapazität der Statorwicklung als die Daten ist.

24. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch

23, bei welcher die Armbewegungsvorrichtung aufweist eine Vorrichtung zur Erfassung von Daten, die einer Wicklungsbreite in Radialrichtung der Statorwicklung zugeordnet sind, wenn sich die Armgliedanordnung bewegt und unter Einwirkung des Armbewegungselements vorspringt, eine Vorrichtung zur Festlegung der Messposition (P) der Statorwicklung auf Grundlage der erfassten Daten.

25. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 23, bei welcher das Armbewegungselement eine Vorrichtung zum Positionieren des Messelements an einer gewünschten Position (P) in Radialrichtung der Statorwicklung (**103**) aufweist.

26. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 12, bei welcher die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung eine Vorrichtung zur Festlegung einer Einführungsposition des Messelements in Umfangsrichtung des Statorkörpers (**130**) aufweist.

27. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 12, bei welcher die Zylinderoberflächen-Umfangsbewegungseinrichtung eine Vorrichtung zur Begrenzung der Umfangsbewegung des Messelements (**1a**) aufweist, das durch die Armeinheit (**10**) gehalten wird, auf Grundlage des Anordnungszustands des Messelements (**1a**) in Bezug auf die Armgliedanordnung.

28. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 19, bei welcher der Federbalg mehrere Federbälge (**32, 36**) umfasst, und der Sondenkörper eine Abdeckung aufweist, welche das Messelement nach dem Zusammenziehen der Federbälge abdeckt.

29. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 19, bei welcher das Messelement aus Kupferfolie besteht, die auf eine Oberfläche eines Polstermaterials (**4a**) aufgebracht ist, wobei die andere Oberfläche des Polstermaterials mit einer Kupferfolie zur Erdung abgedeckt ist, und der Sondenkörper über die Kupferfolie zur Erdung angebracht ist.

30. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 19, welche weiterhin eine Vorrichtung zum abwechselnden Ändern jedes der Messelemente aufweist, die über den ausfahrbaren Federbalg (**32, 36**) an beiden Seiten der Basis (**2**) angebracht sind.

31. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, welche weiterhin eine Vorrichtung zur Messung von Daten in berührungslosem Zustand mit dem Statorkörper als Anfangswert durch das Messelement aufweist.

32. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, welche weiterhin eine Vorrichtung zum Entladen

der Ladung des Messelements vor der Messung der elektrostatischen Kapazität aufweist.

33. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, bei welcher die Messposition ausgesucht ist aus einem freiliegenden Abschnitt, der von dem Eisenkernende der Statorwicklung nach außerhalb der Maschine verläuft, mit Ausnahme eines Abschnitts, der einer Bogenentladungsverhinderungsbehandlung der Statorwicklung unterworfen wurde.

34. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, welche weiterhin eine Vorrichtung zur Messung des Widerstandswertes in Bezug auf einen Kontaktzustand des Messelements mit der Statorwicklung als Daten zur Bewertung der elektrostatischen Kapazität aufweist.

35. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 34, welche weiterhin eine Vorrichtung zur Bestimmung der Messposition der Statorwicklung durch die Messung des Widerstandswertes aufweist.

36. Untersuchungseinrichtung nach Anspruch 11, bei welcher das Messelement eine Messfrequenz von annähernd 1 kHz aufweist.

Es folgen 29 Blatt Zeichnungen

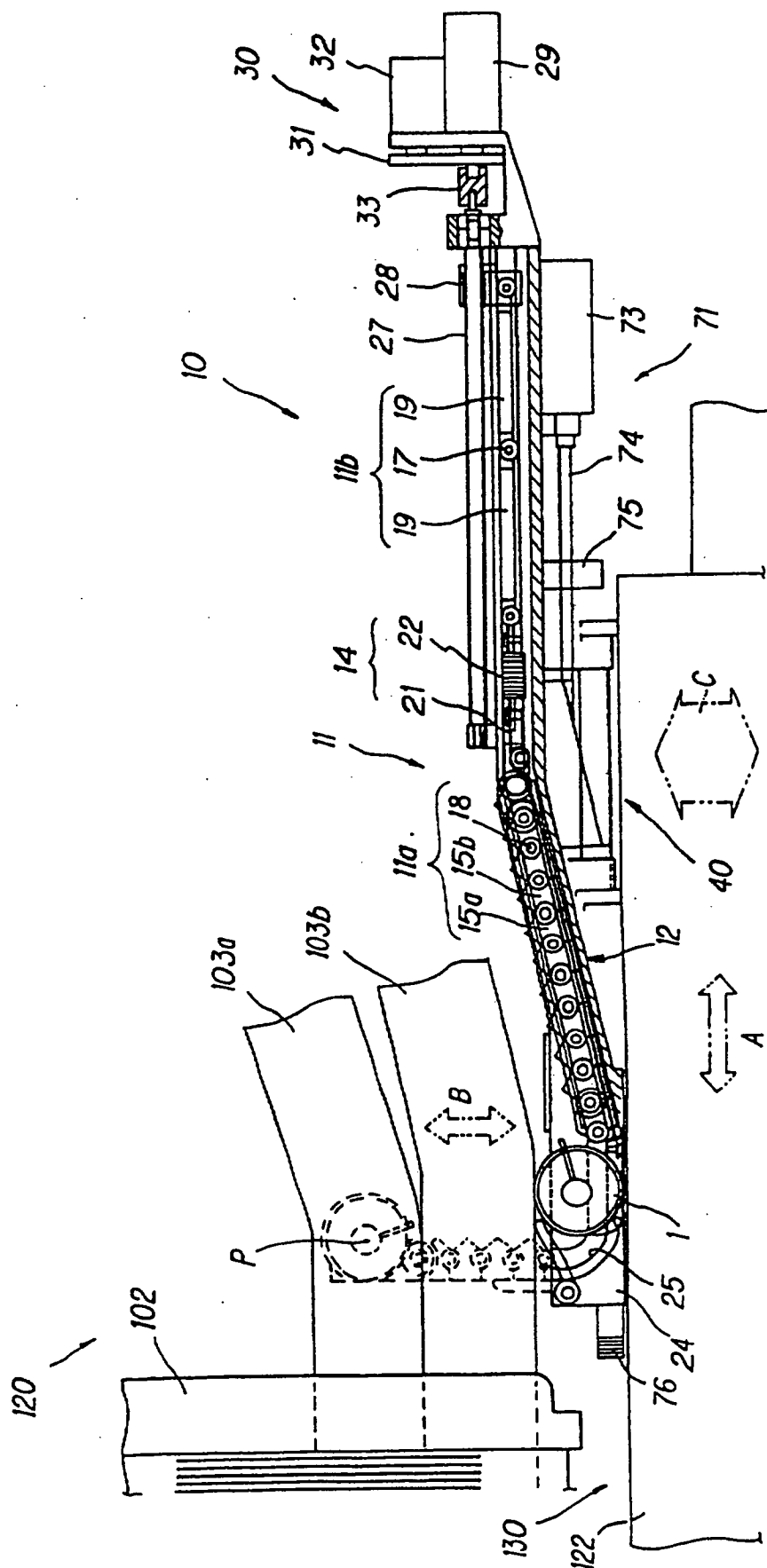


FIG. 2

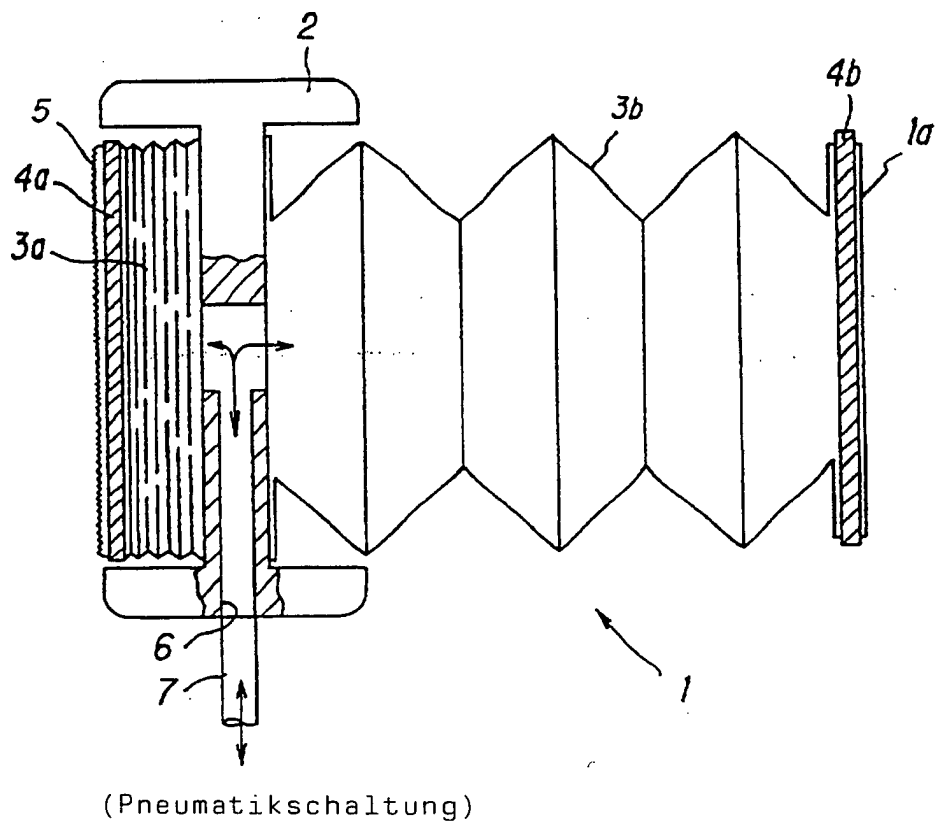


FIG. 3

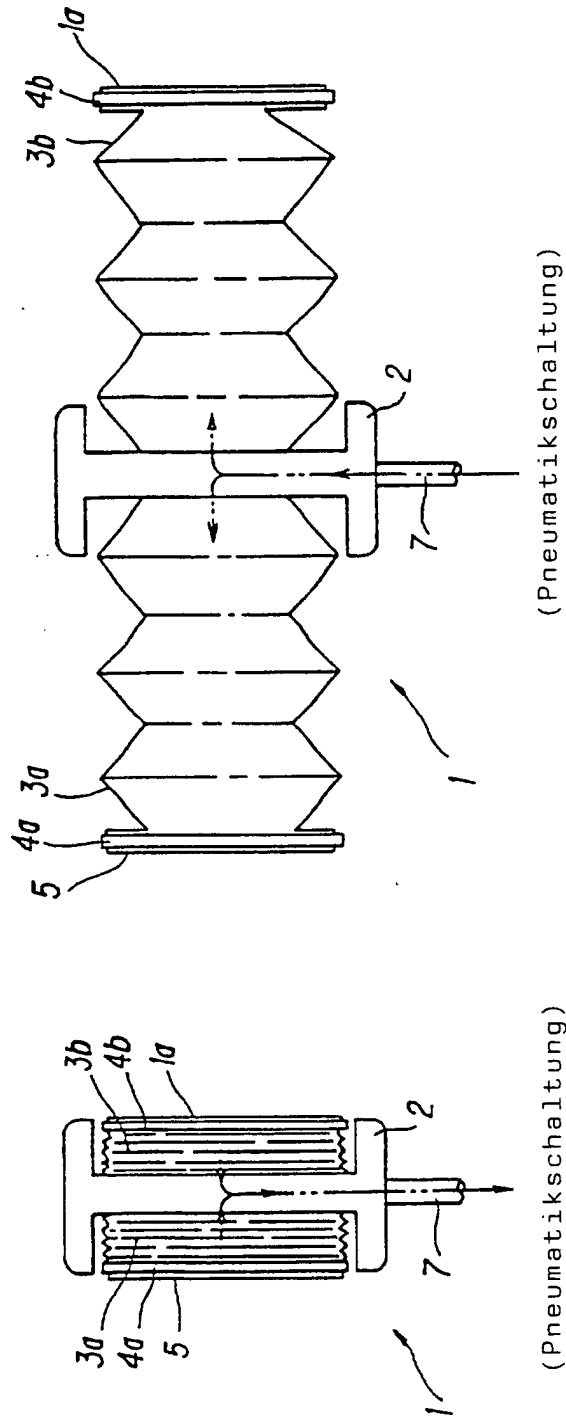


FIG. 4B

FIG. 4A

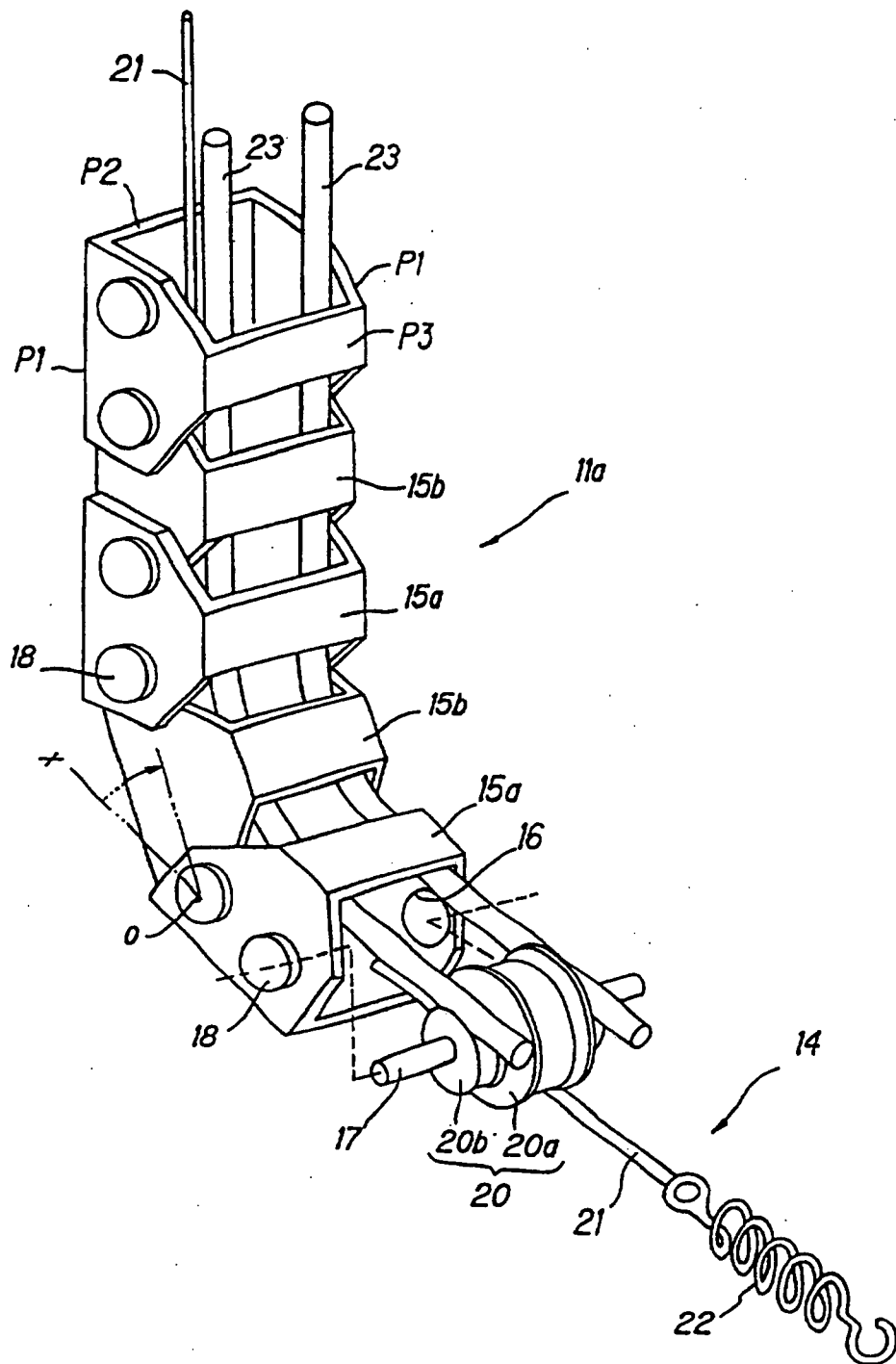


FIG. 5

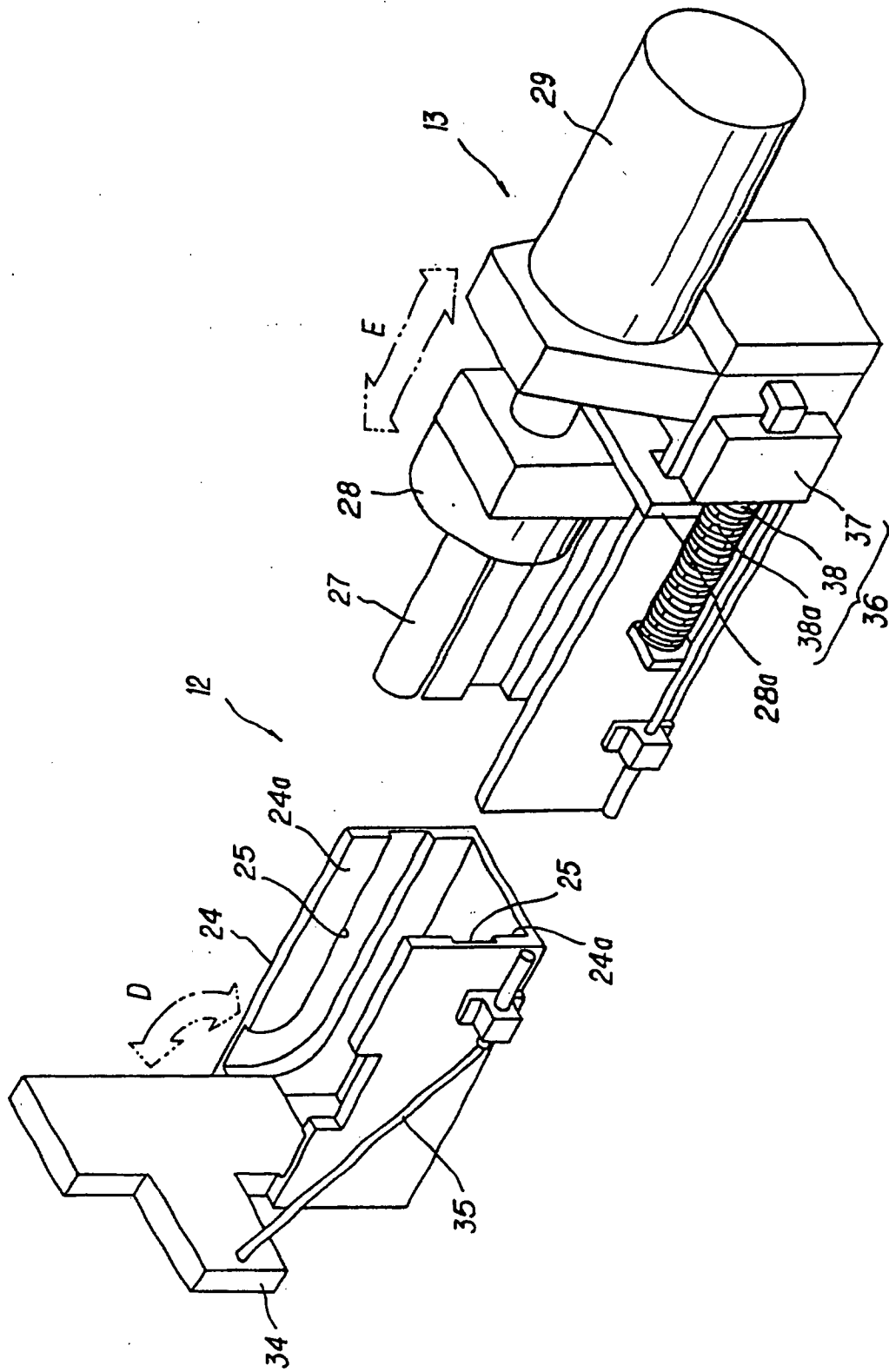


FIG. 6

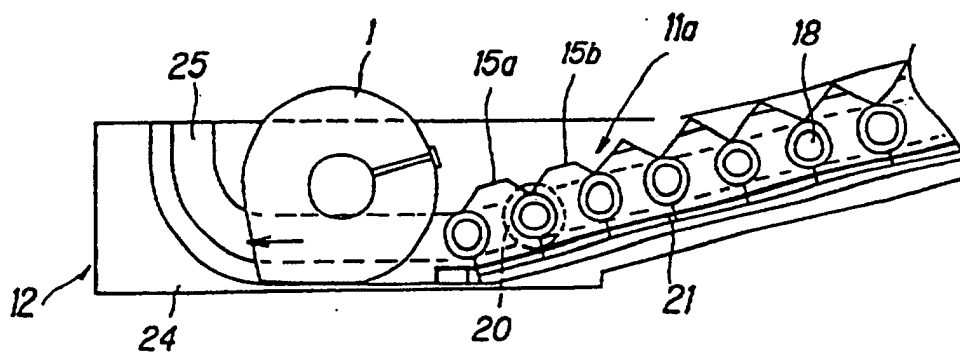


FIG. 7A

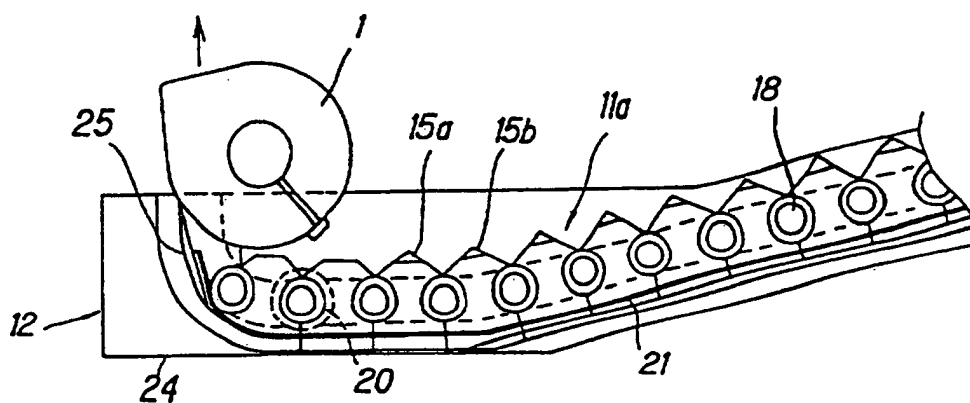


FIG. 7B

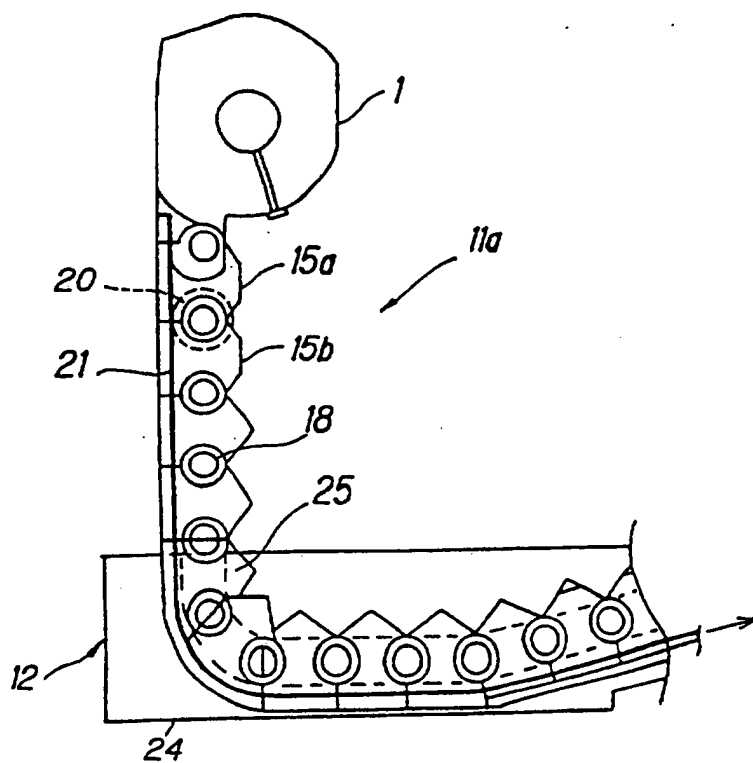


FIG. 7C

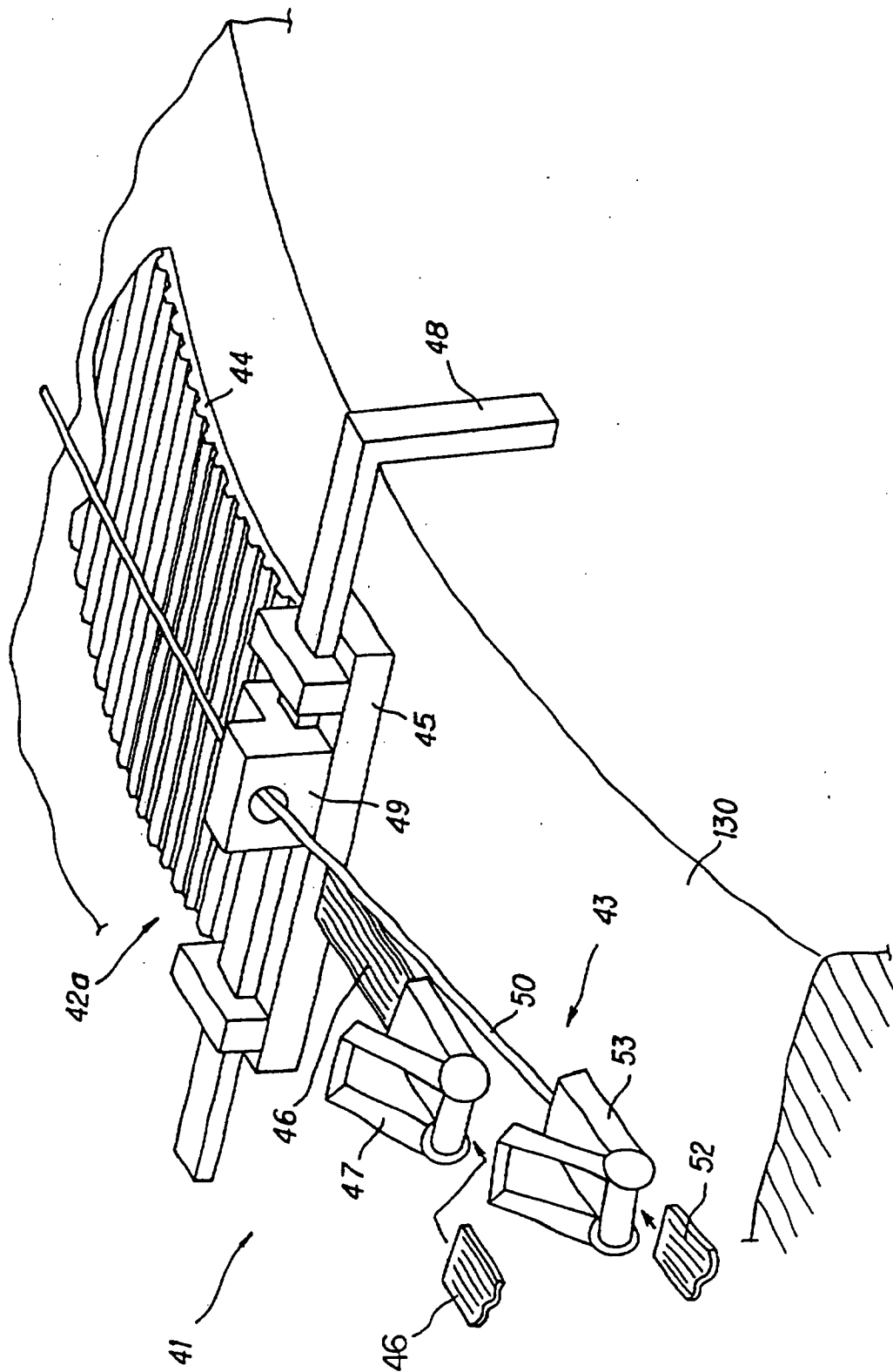


FIG. 8

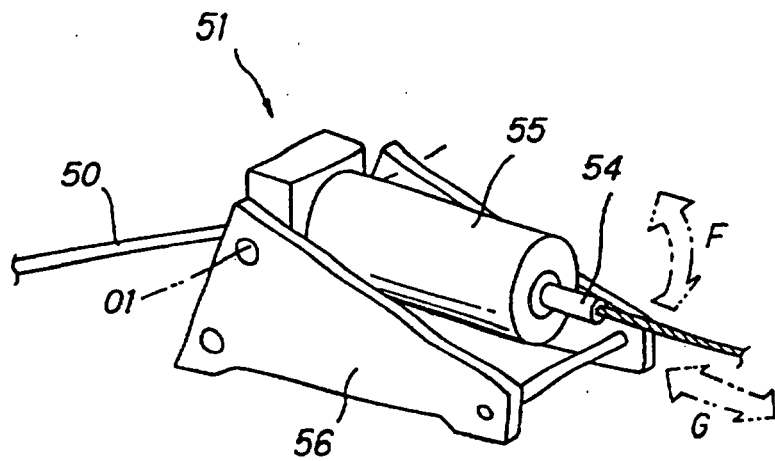


FIG. 9

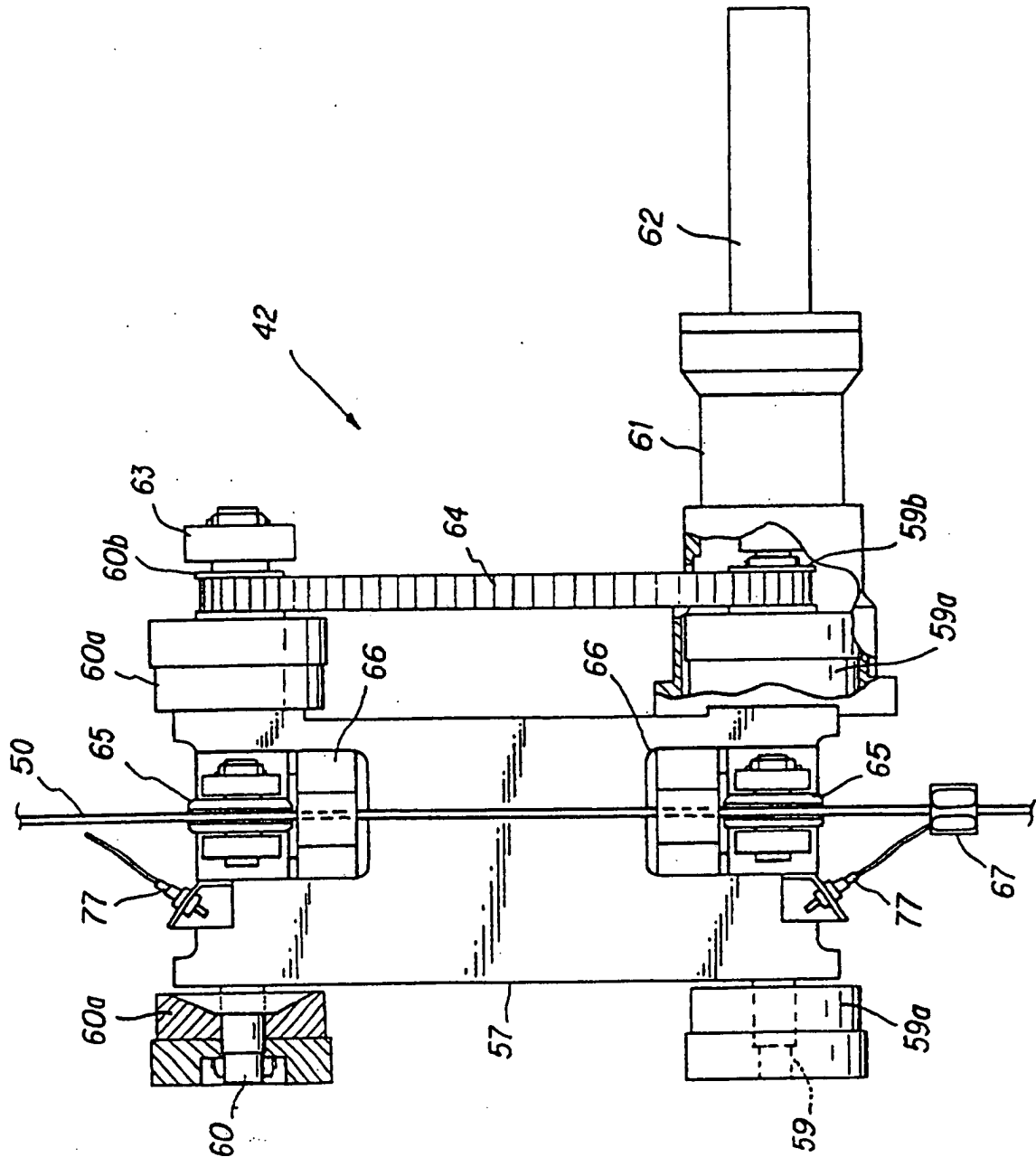


FIG. 10

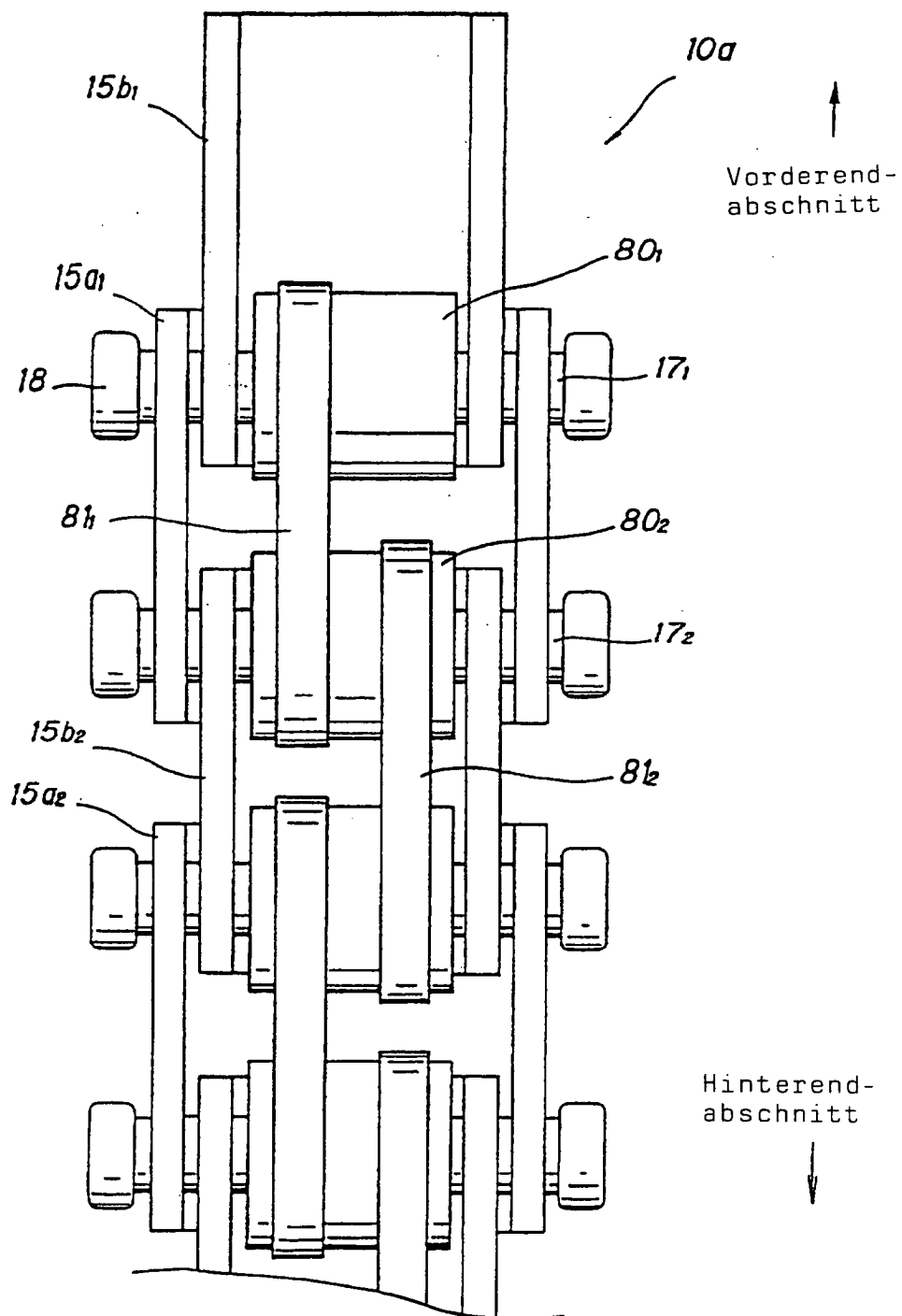


FIG. 11

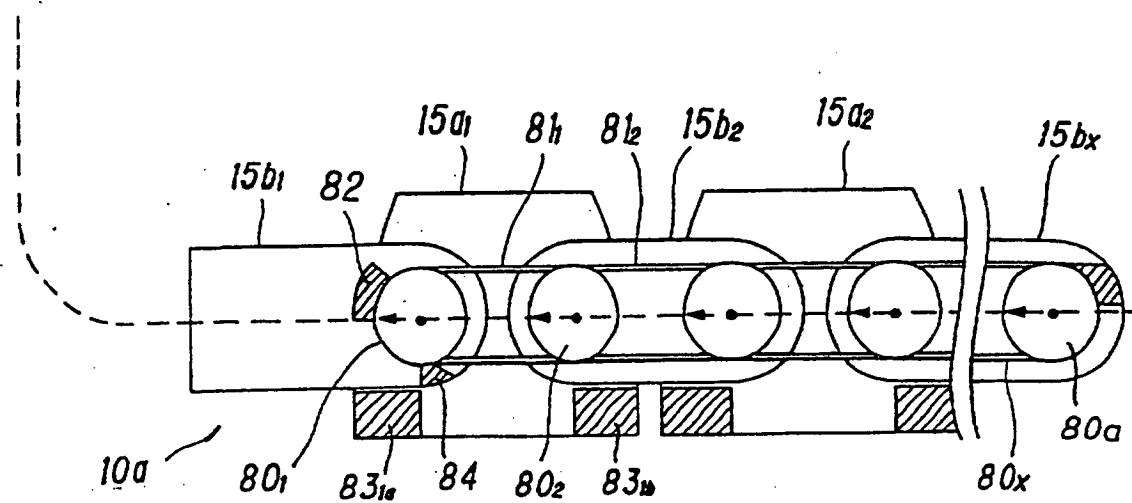


FIG. 12

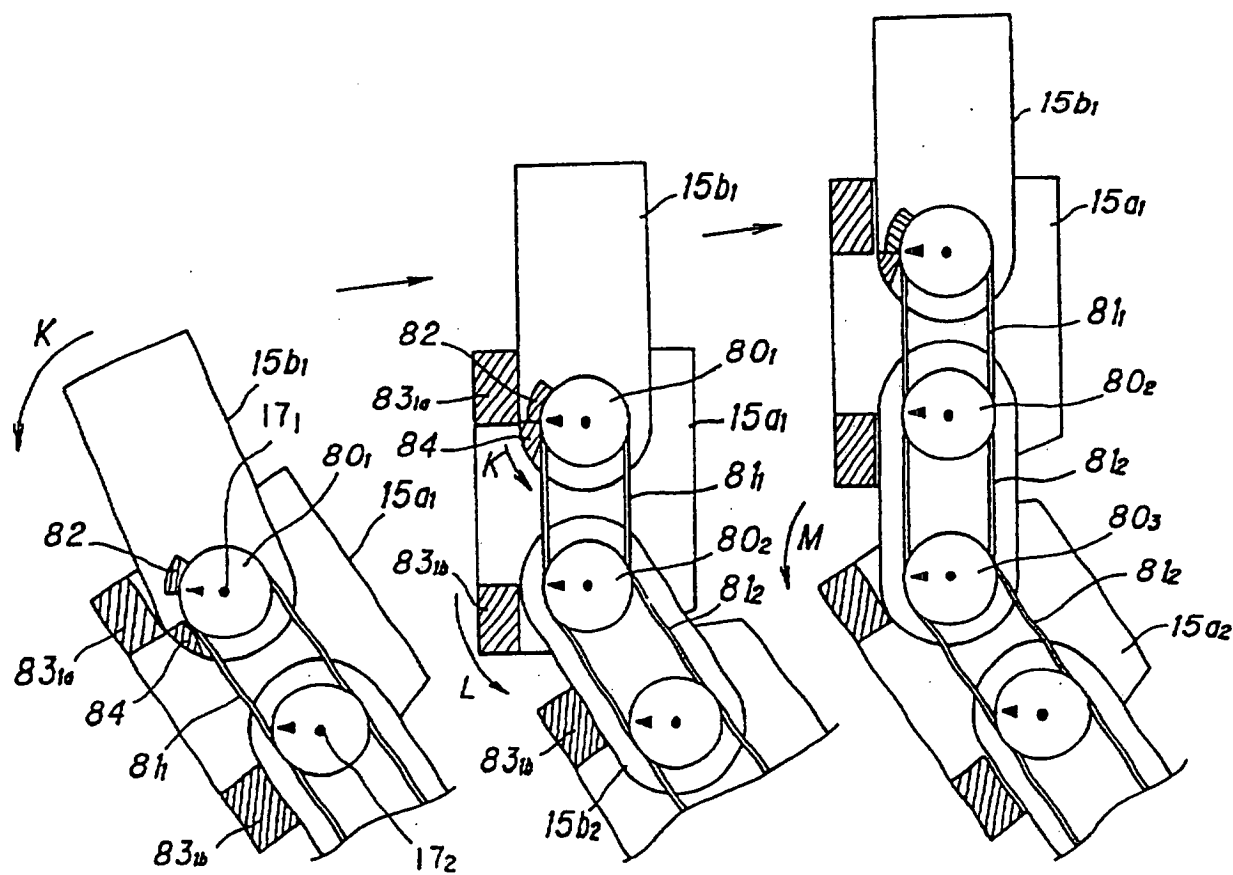


FIG. 13A

FIG. 13B

FIG. 13C

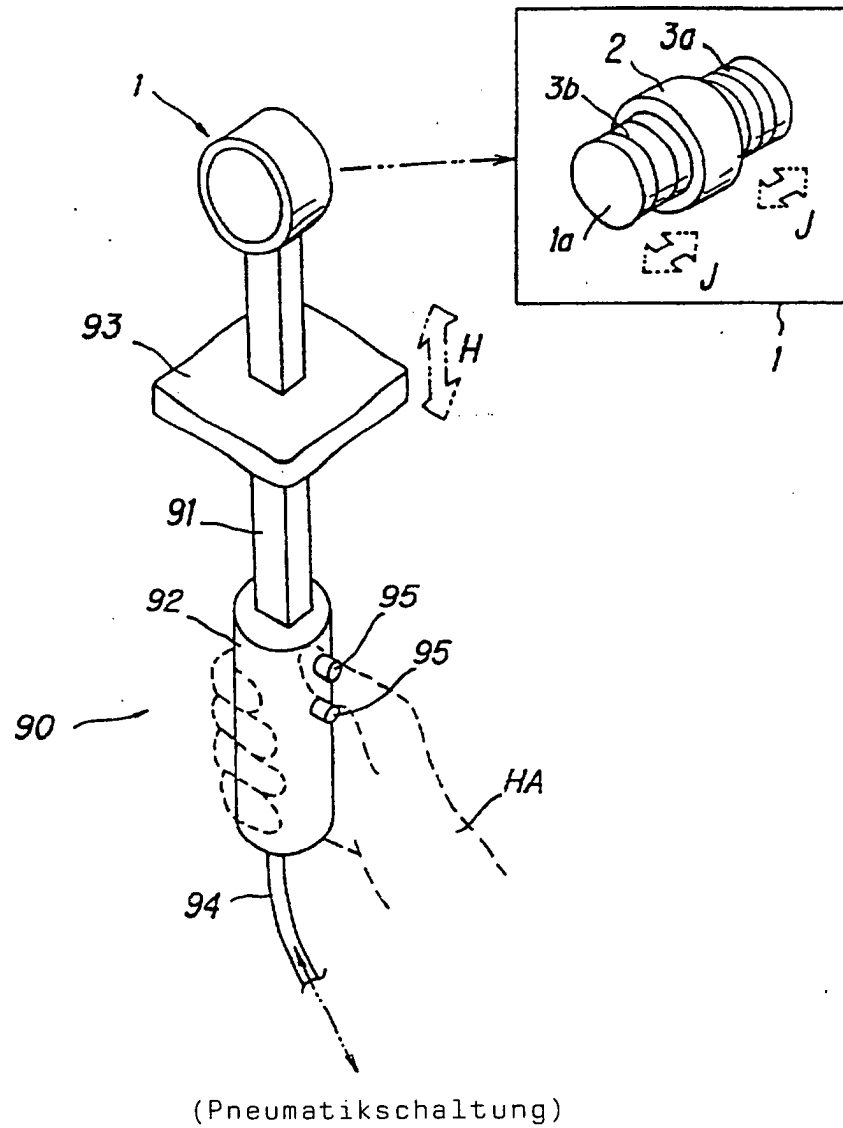


FIG. 14

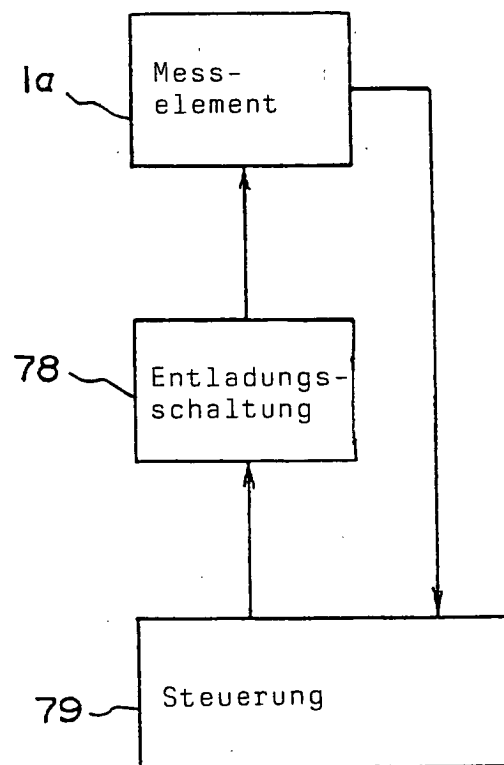


FIG. 15

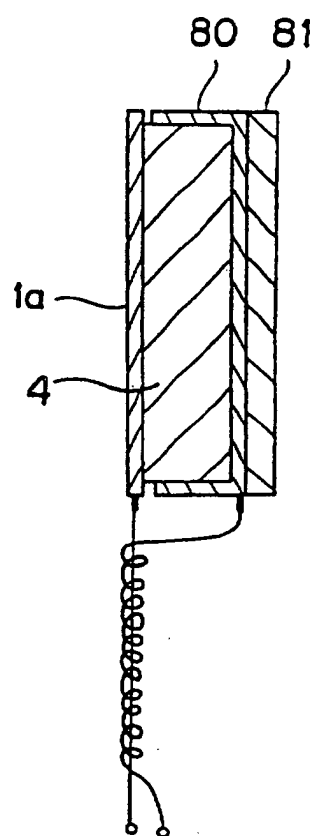


FIG. 16

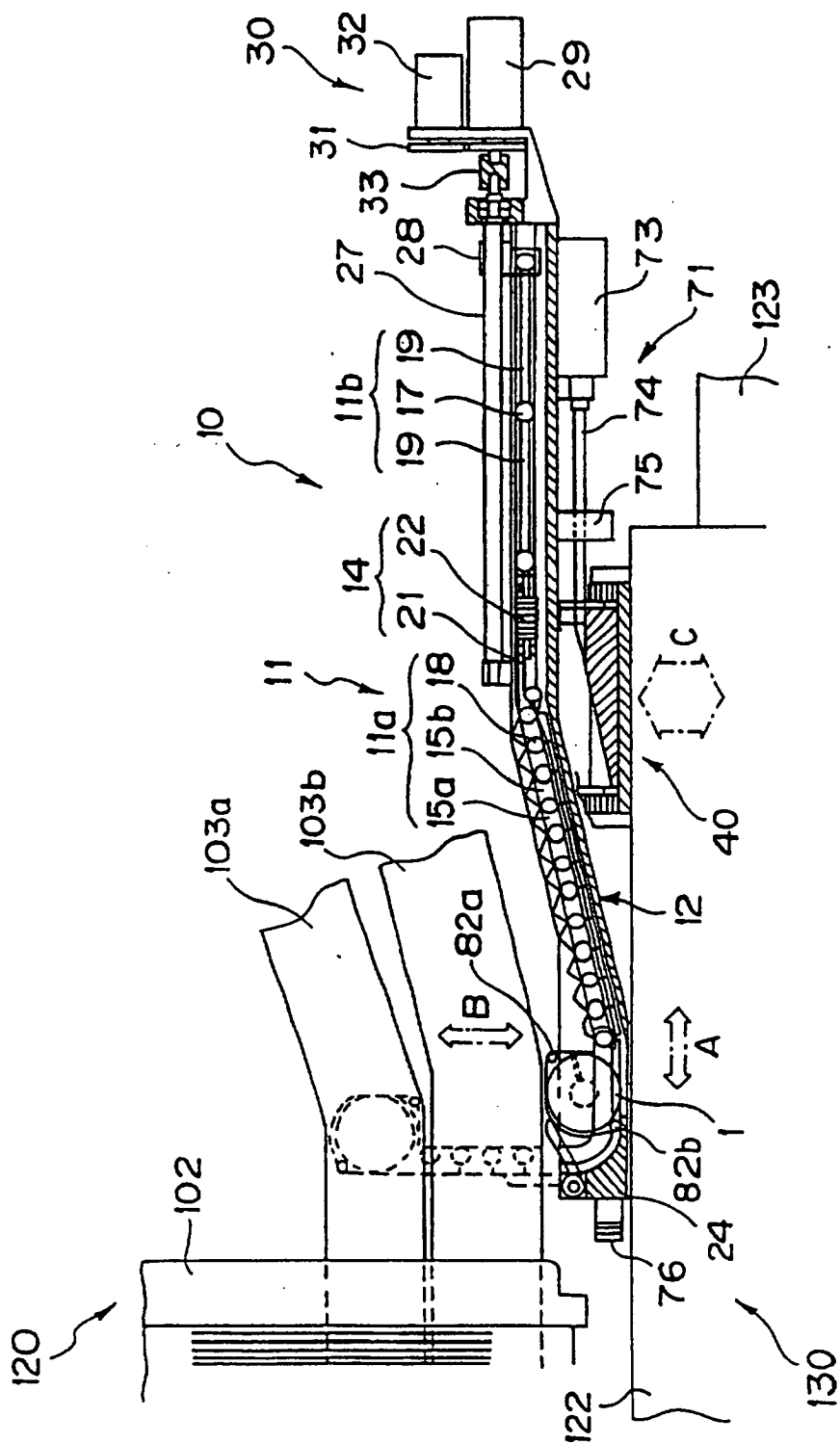


FIG. 17

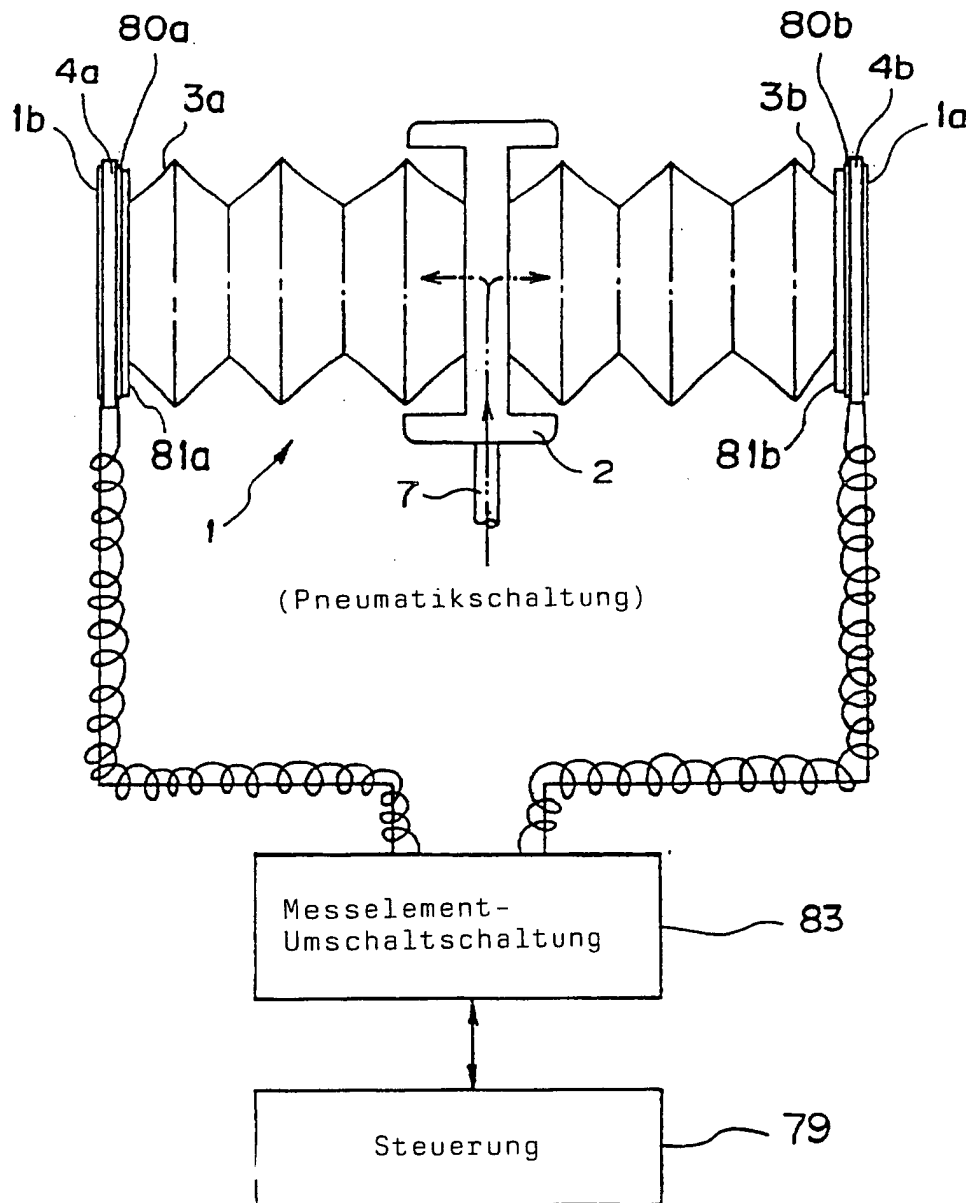


FIG. 18

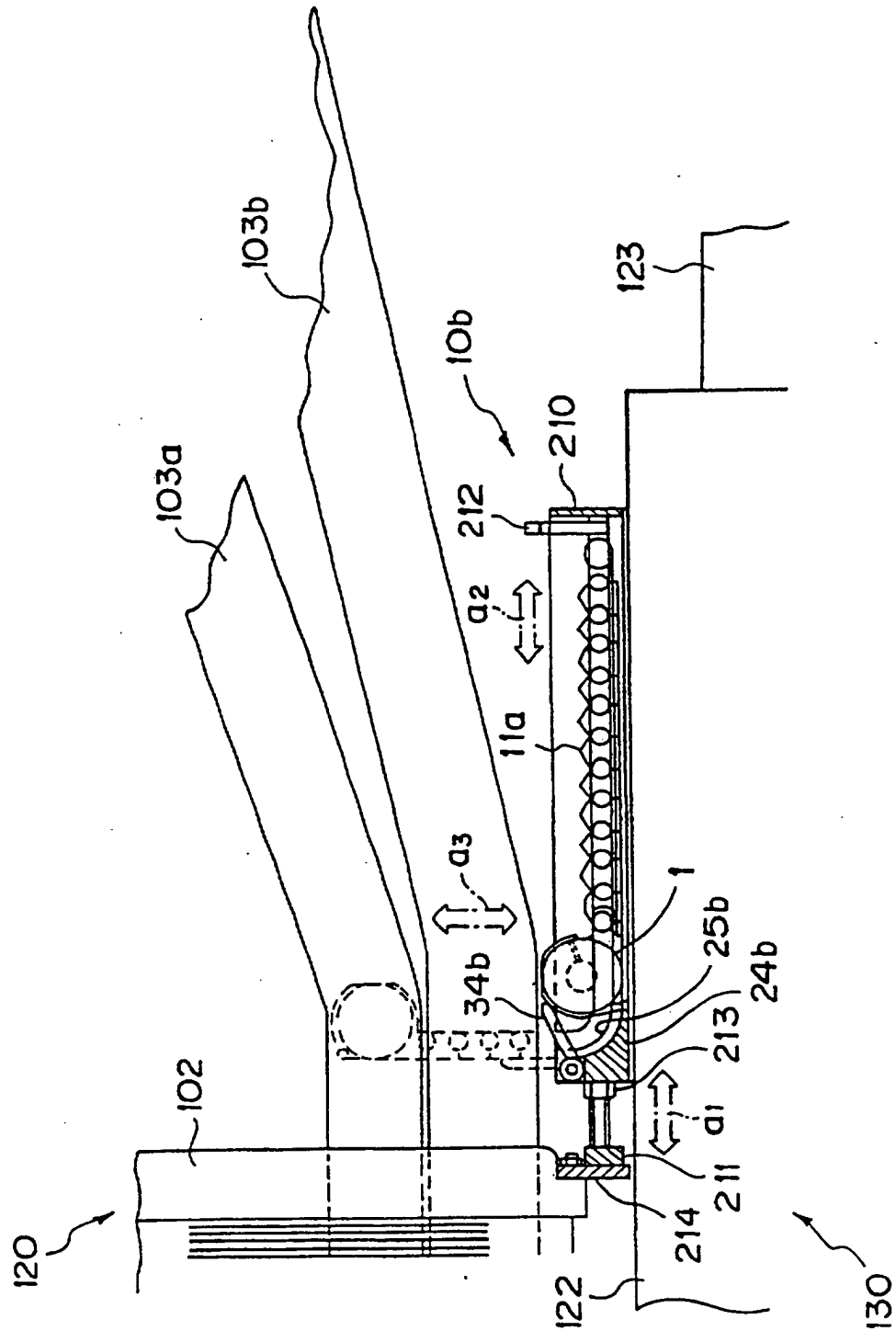


FIG. 19

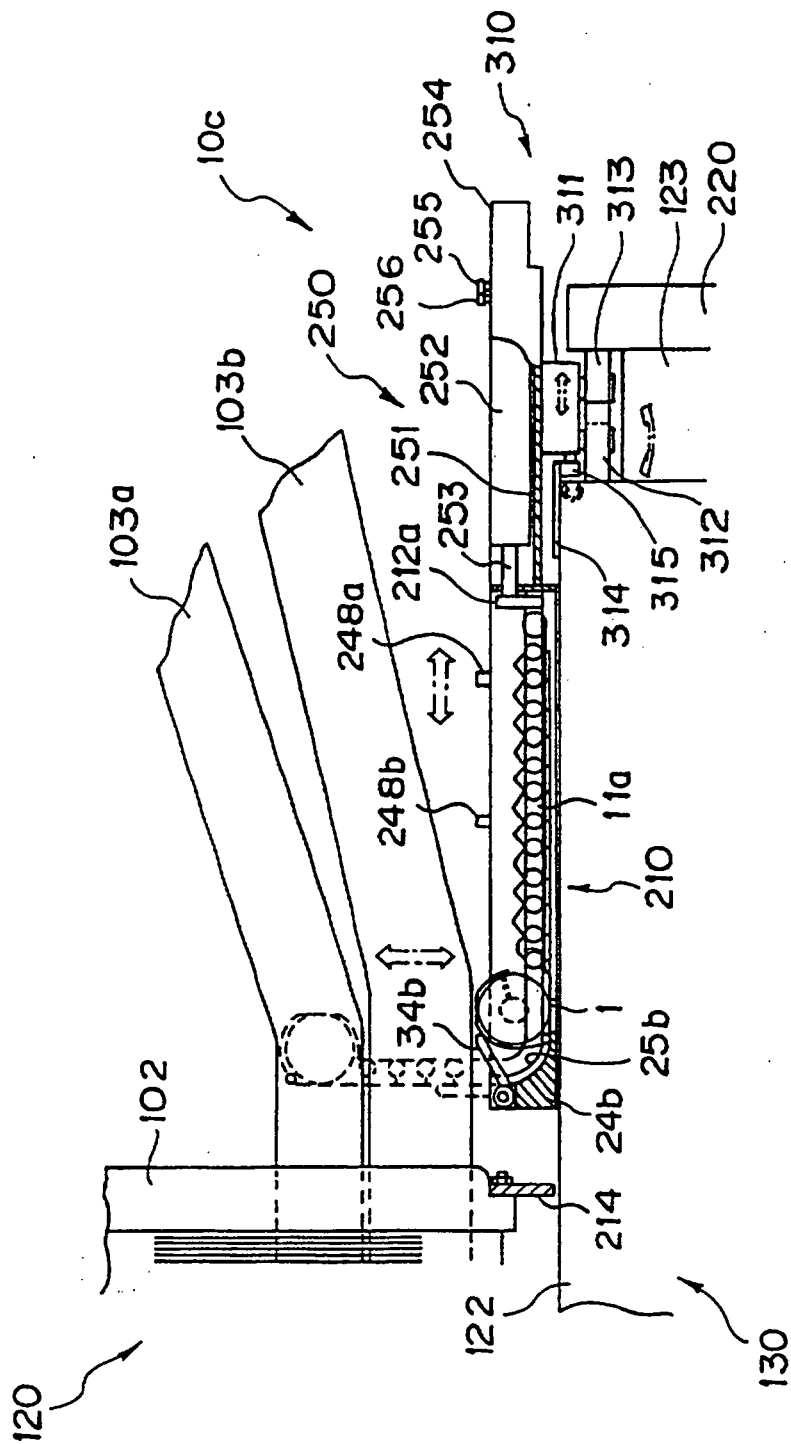


FIG. 20

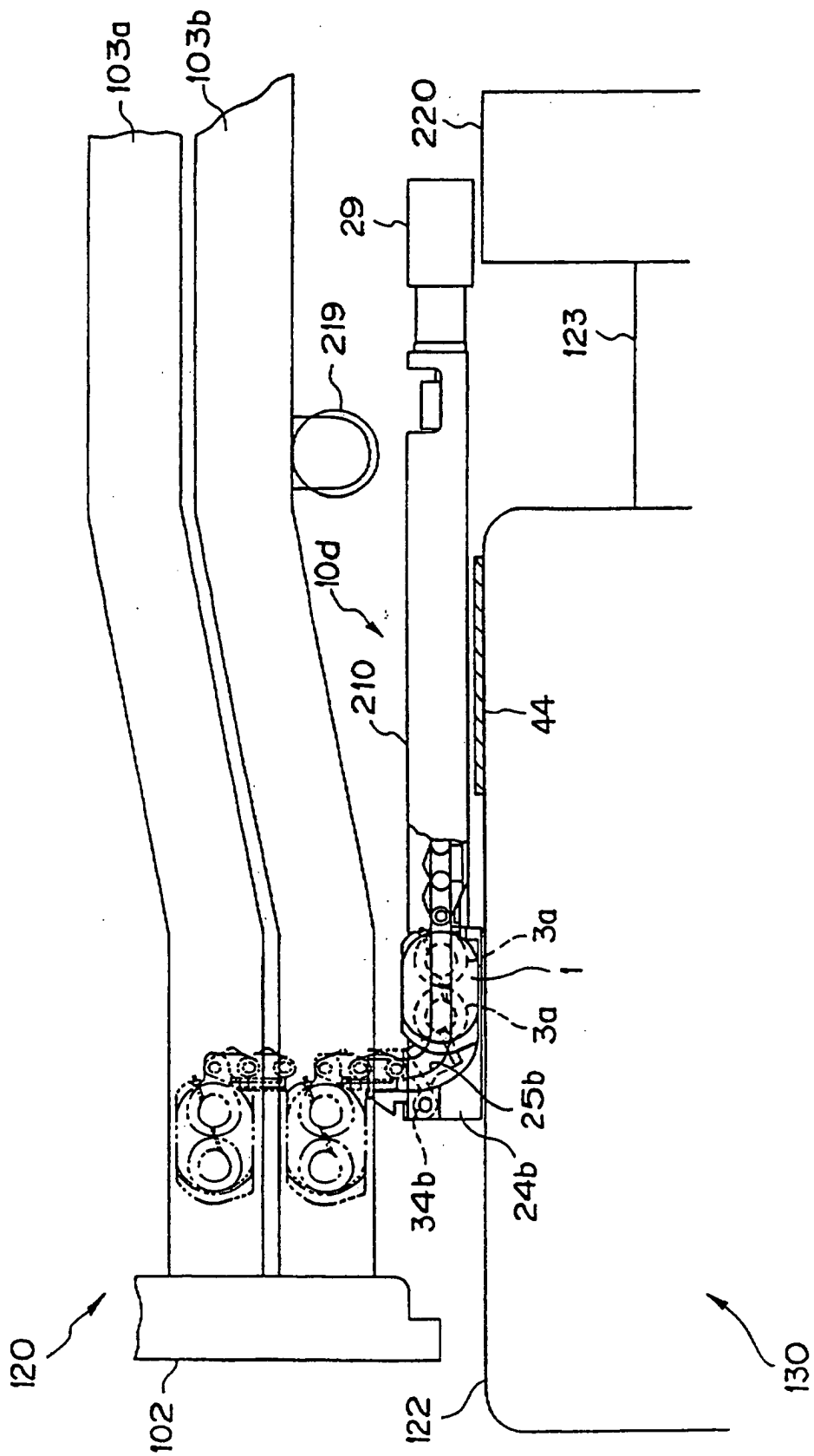


FIG. 21

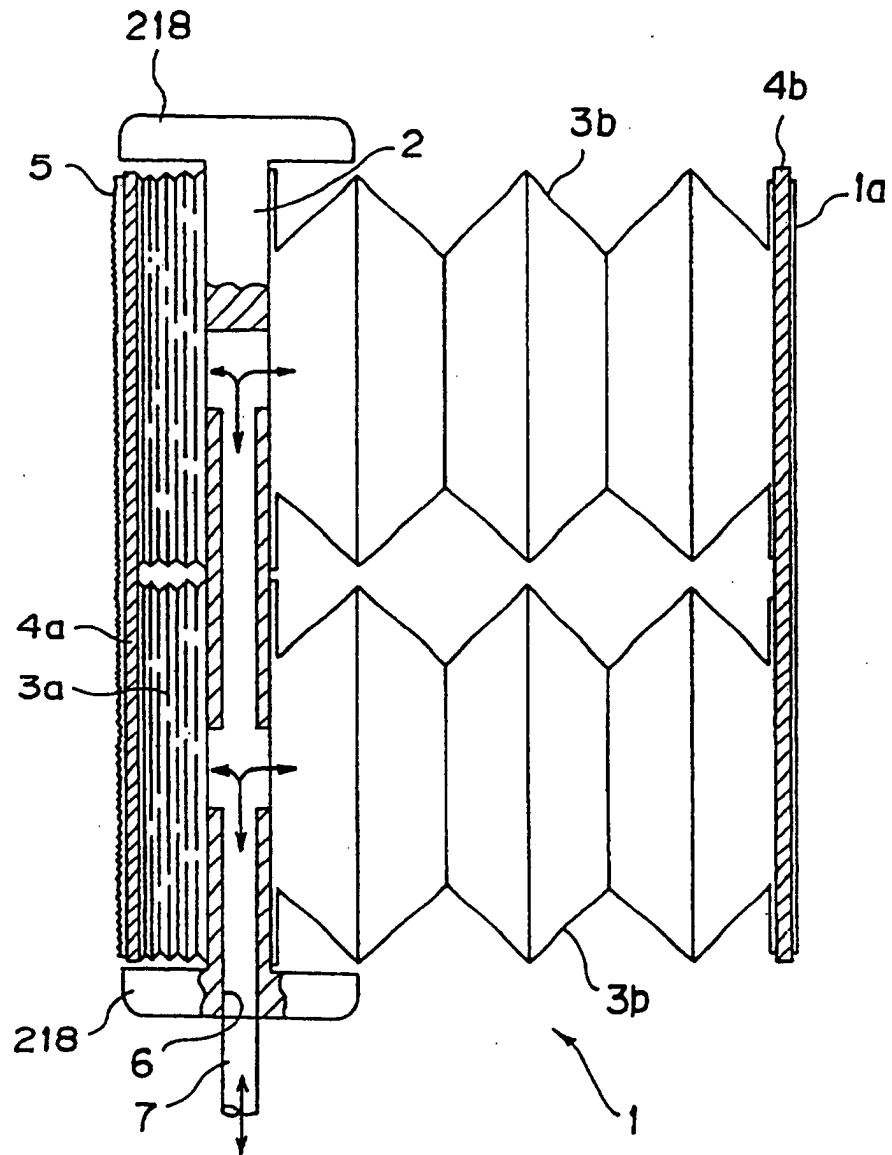


FIG. 22

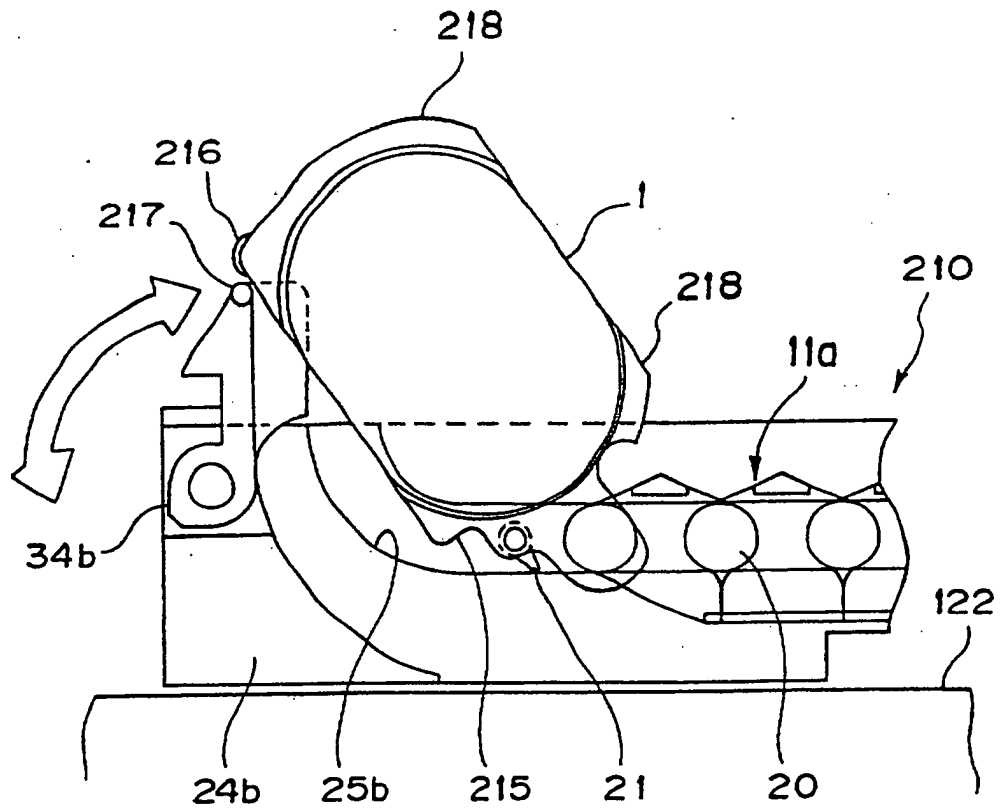


FIG. 23

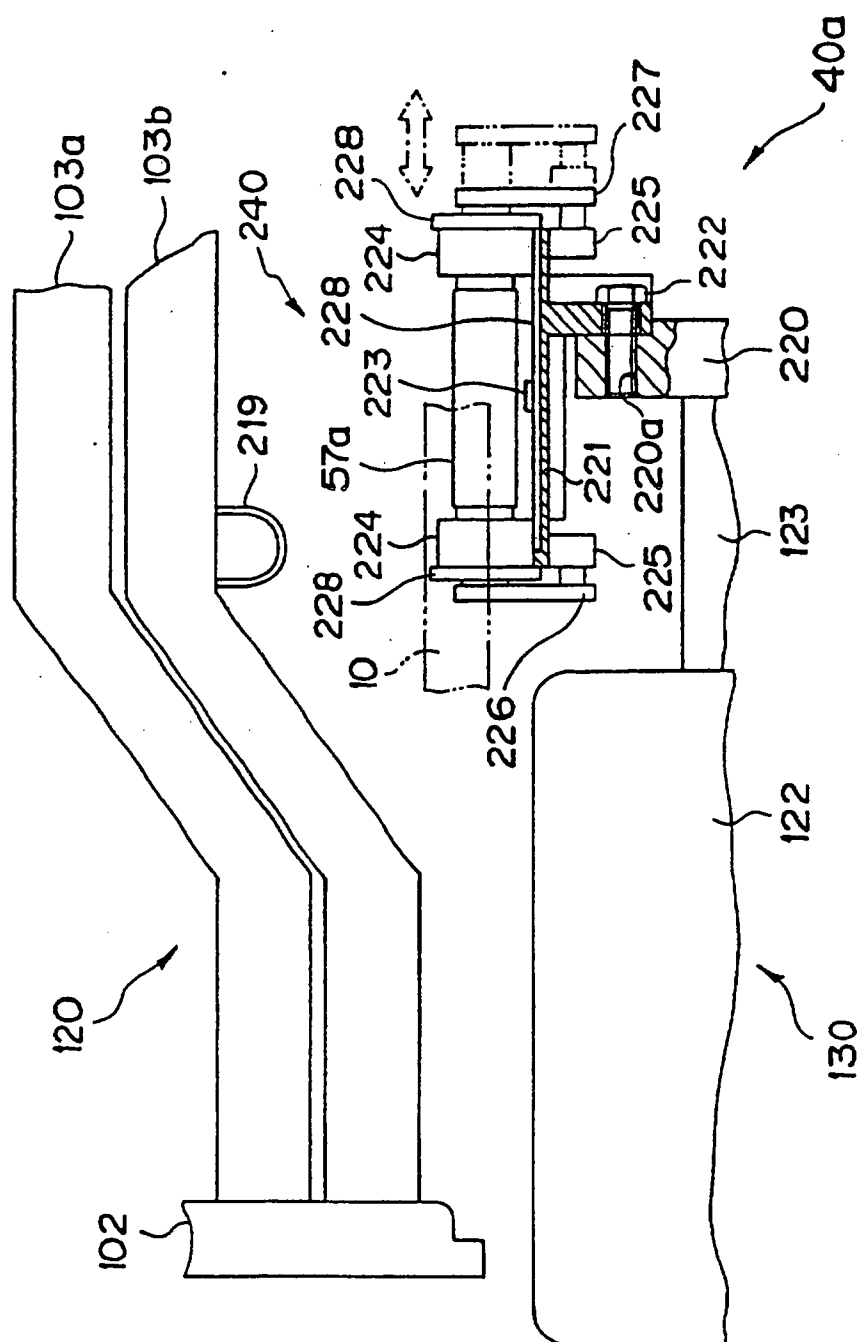


FIG. 24

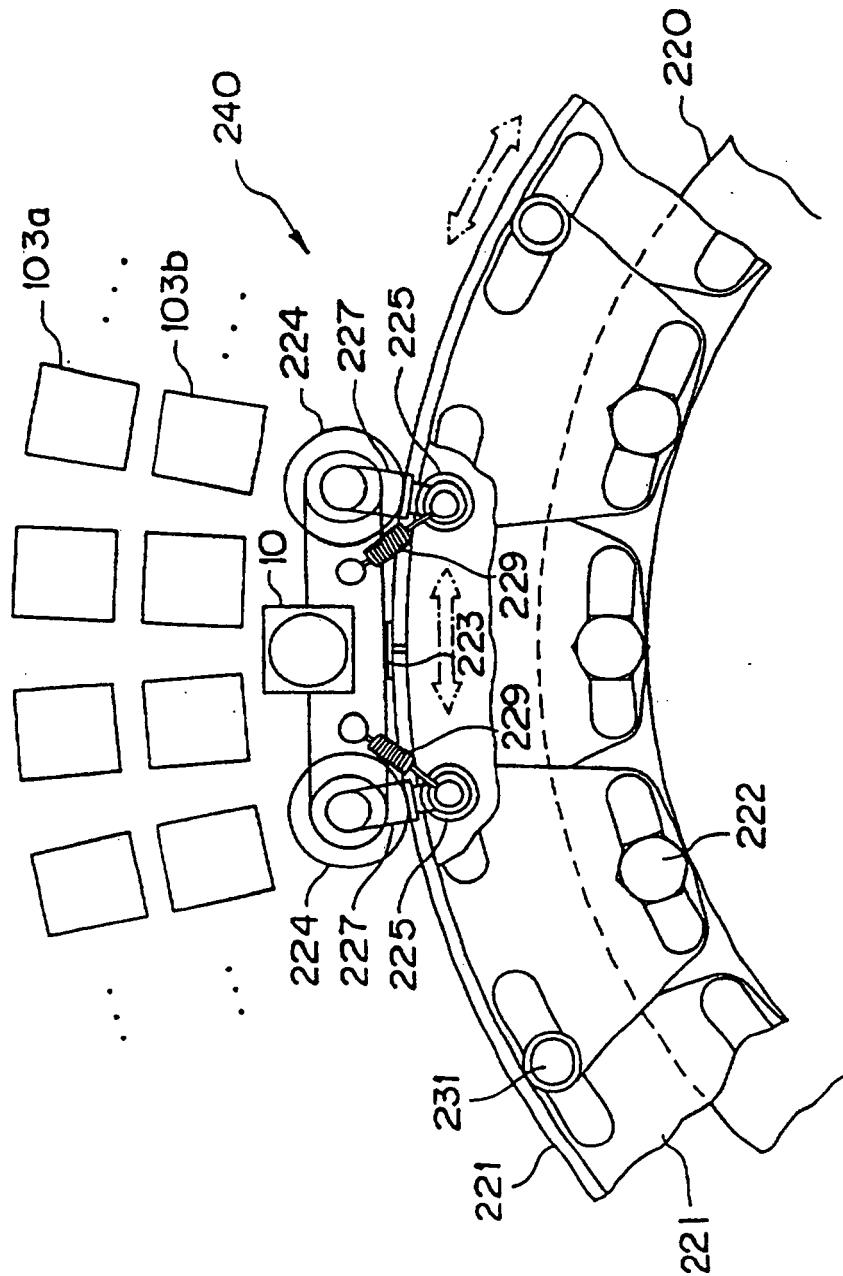
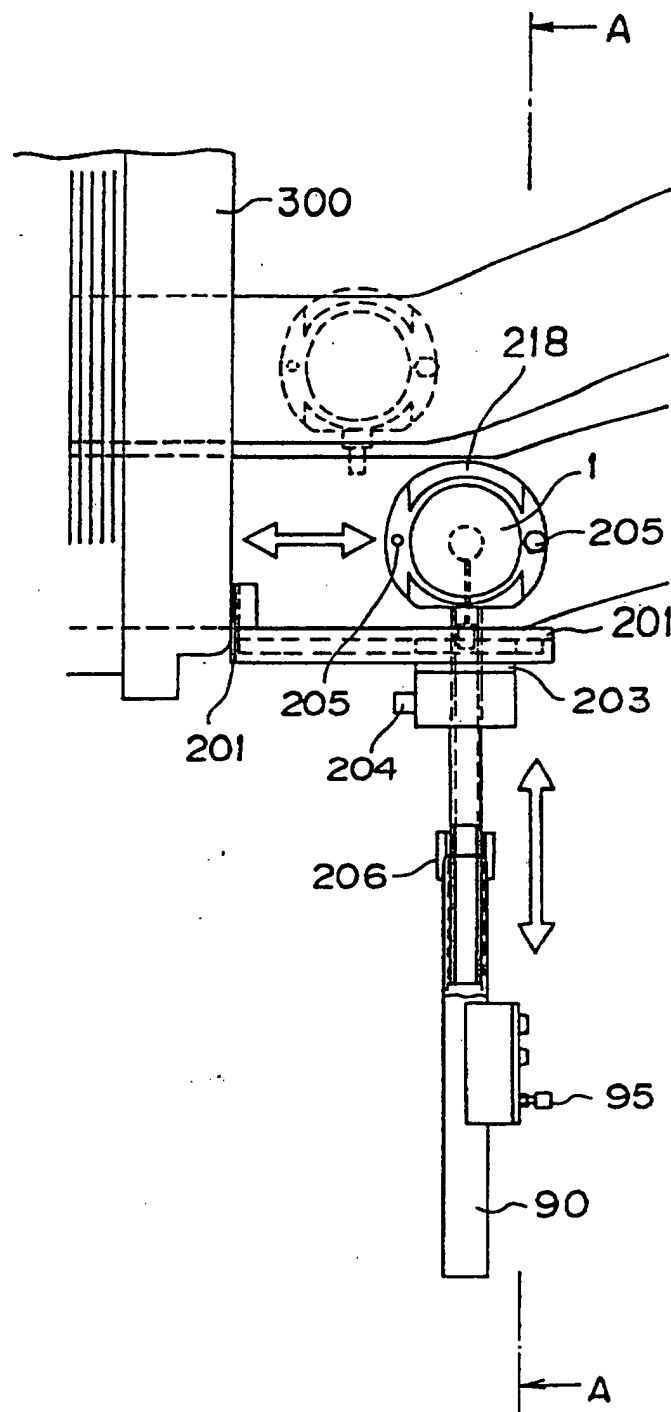


FIG. 25



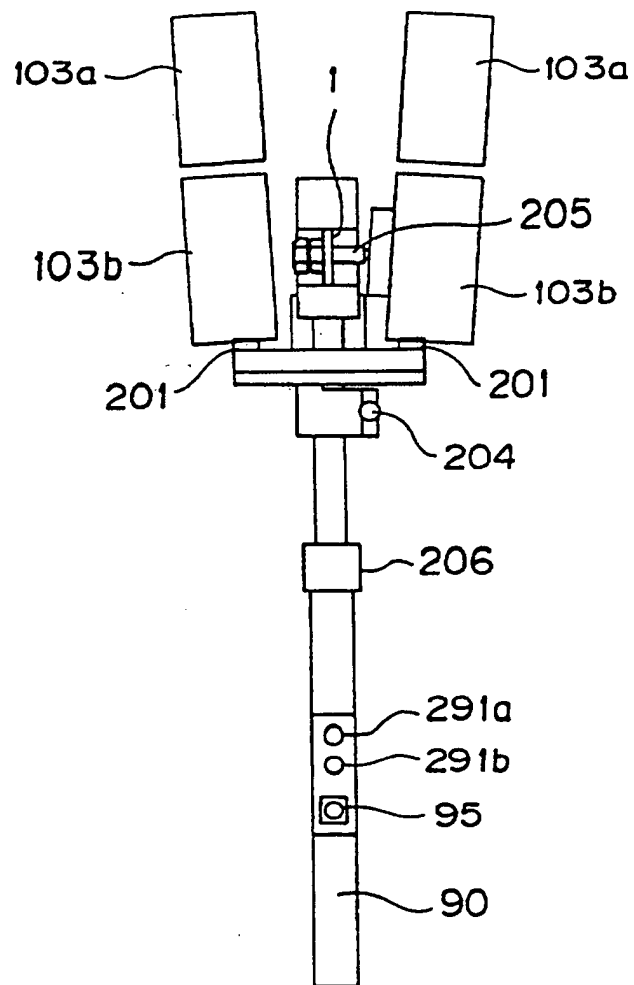


FIG. 27

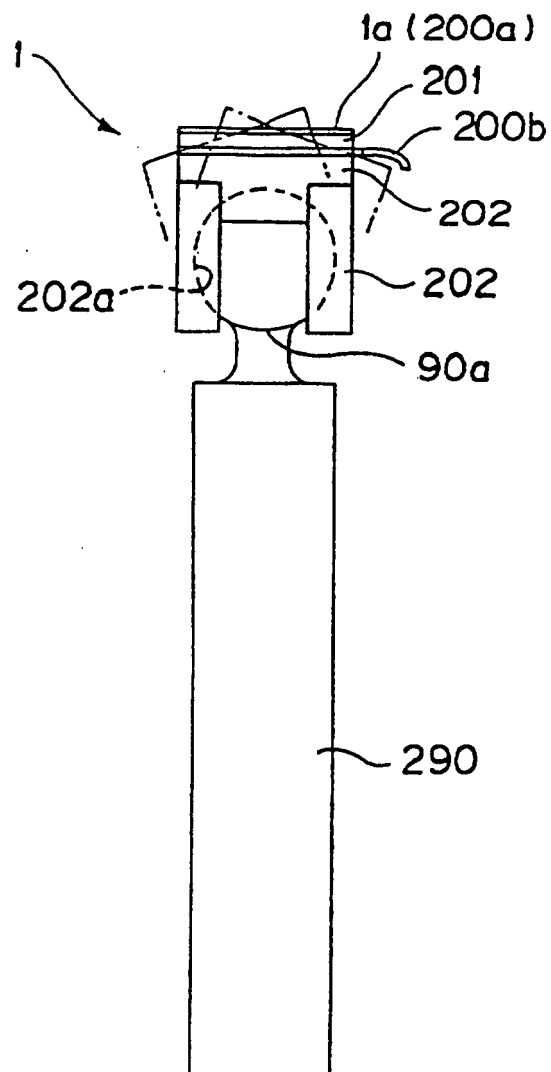


FIG. 28

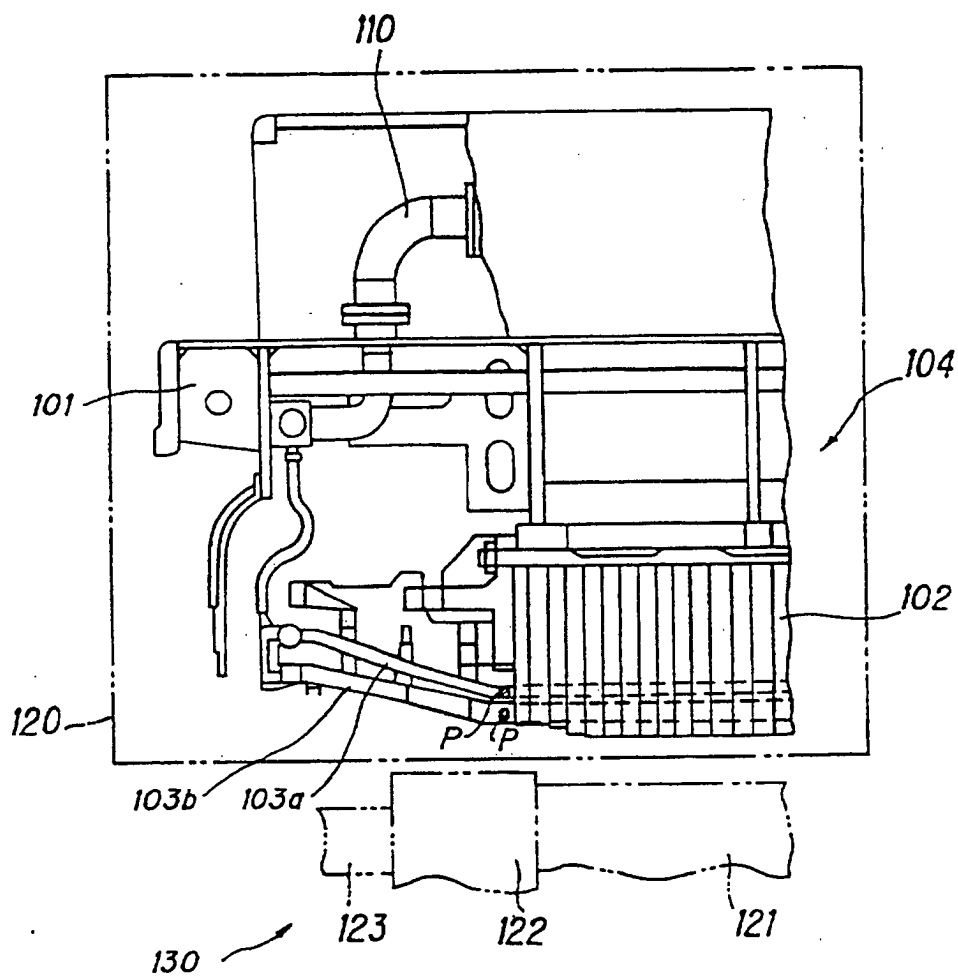


FIG. 29

Stand der Technik

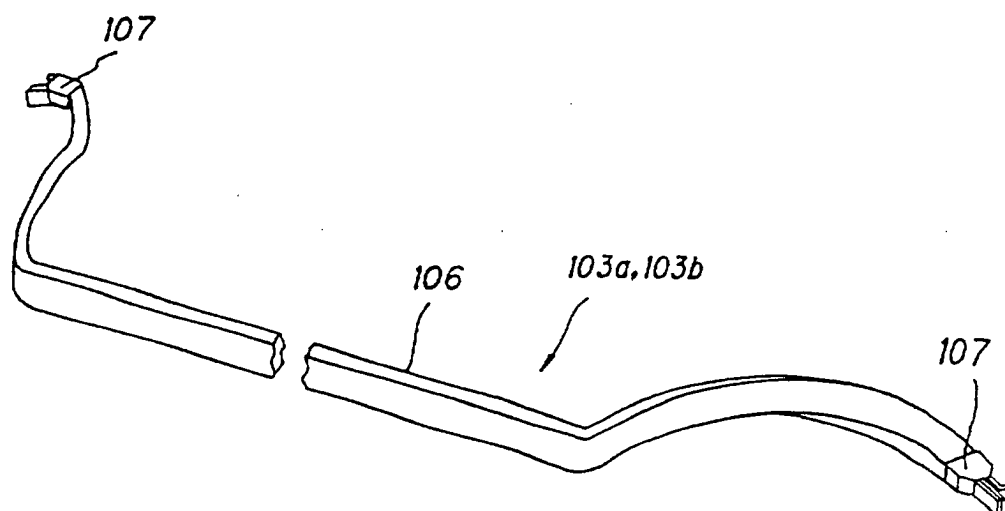


FIG. 30

Stand der Technik

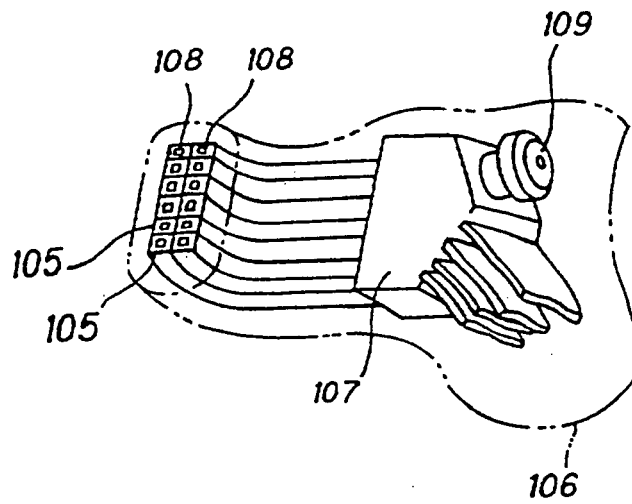


FIG. 31

Stand der Technik