



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 92 878 T5 2005.08.18**

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/006414**  
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **103 92 878.2**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2003/006973**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **02.06.2003**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.01.2004**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **18.08.2005**

(51) Int Cl.7: **H02K 21/22**  
**H02K 1/14, H02K 3/04, H02K 3/34**

(30) Unionspriorität:  
**2002-193343 02.07.2002 JP**

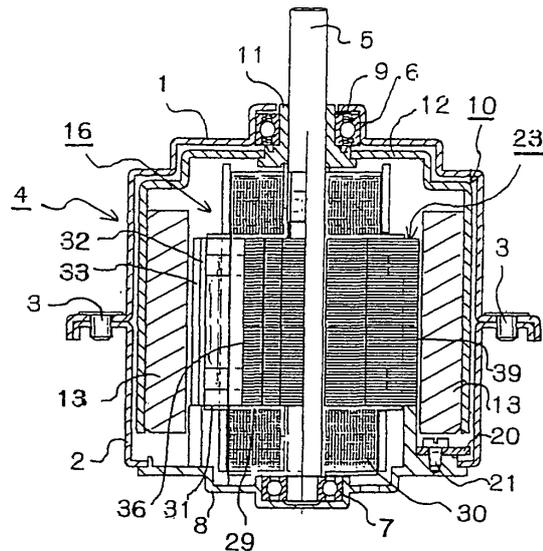
(74) Vertreter:  
**PRÜFER & PARTNER GbR, 81545 München**

(71) Anmelder:  
**Totsu, Katsuyuki, Tokio/Tokyo, JP; Komatsu,  
 Fumito, Nagano, JP**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(54) Bezeichnung: **Vierpol-Synchronmotor**

(57) Hauptanspruch: Vierpol-Synchronmotor mit: einem zylindrischen Magnetrotor mit vier Magnetpolen, wobei der Magnetrotor in einem Gehäuse gelagert ist und sich um eine Abtriebswelle drehen kann; und einem Stator, durch den die Abtriebswelle durchdringt, der in einem Raum vorgesehen ist, der von dem Magnetrotor eingeschlossen ist, wobei der Stator einen Stator Kern aufweist, auf dem Ankerwindungen mit Spulen gebildet sind; worin der Stator Kern erste Magnetbrückenkerne, die an beiden Enden eines Verbindungskörperteiles von sich kreuzenden Verbindungskörperteilen gebildet sind, und zweite Magnetpolkerne, die an beiden Enden des Verbindungskörperteiles gebildet sind, aufweist, die ersten Magnetpolkerne Magnetflusswirkungsoberflächenteile enthalten, die sich zu beiden Seiten davon in einer Umfangsrichtung erstrecken, und eine Form eines jeden Magnetflusswirkungsoberflächenteiles auf einer Seite einer Längsmittellinie der ersten Magnetpolkerne unterschiedlich ist von der auf der anderen Seite, so dass die magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie sind.



**Beschreibung**

## GEBIET DER TECHNOLOGIE

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Vierpol-Synchronmotor.

## HINTERGRUNDSTECHNOLOGIE

**[0002]** In diesen Tagen sind Gleichstrom-(DC) oder Wechselstrom-(AC) Ventilatormotoren in automatischen Büromaschinen ausgerüstet, insbesondere werden Vierpol-AC-Ventilatormotoren geeignet mit hoher Drehzahl benutzt.

**[0003]** Der AC-Ventilatormotor ist ein Synchronmotor mit Ankerwindungen, einer Gleichrichterschaltung mit Dioden, Bürsten und einem Kommutator, ein AC-Strom wird so gleichgerichtet, dass ein Magnetrotor als ein DC-Motor gedreht wird, bis eine Drehzahl des Magnetrotors eine Synchrohdrehzahl erreicht, dann wird der Kommutator mechanisch von der Gleichrichterschaltung getrennt, so dass ein Synchronbetrieb durchgeführt wird, der durch eine AC-Leistung getrieben wird (siehe Japanische Patentveröffentlichungen 9-84316 und 9-135559).

**[0004]** Ein anderer Synchronmotor weist weiterhin einen Mikrocomputer auf, der die Leistungsverteilung steuert, Richtungen eines gleichgerichteten Stromes, der durch A-Windungen und B-Windungen einer Startschaltung läuft, wird abwechselnd zum Starten des Motors geändert, oder ein gleichgerichteter Strom, der abwechselnd durch Ankerwindungen läuft, wird geschaltet, während der Strom invertiert wird, so dass der Motor gestartet wird, wobei der Strom auf der invertierten Seite beschränkt wird, und ein Betriebsschalter schaltet eine Synchrontriebsschaltung ein zum Durchführen einer Synchronität, wenn eine Drehzahl eines Magnetrotors, die durch einen Photosensor erfasst wird, eine Synchrohdrehzahl erreicht (siehe Japanische Patentveröffentlichungen 2000-125580 und 2000-166287).

**[0005]** Bei den oben beschriebenen Synchronmotoren sind Spulen, die aus isolierendem Harz hergestellt sind, in Rillenabschnitte von Statorkernen (geschichtete Kerne) eingepasst, und ein Draht ist um die Spulen als Ankerwindungen gewickelt. Der Draht ist auf die Spulen durch eine automatische Wickelmaschine gewickelt, und ihre Wicklungszahlen und ihre Wicklungsrichtungen beruhen auf Drehrichtungen des Motors.

**[0006]** Bei den oben beschriebenen Synchronmotoren sind die Drehrichtungen der Magnetrotoren nicht stabil, wenn die Motoren gestartet werden, und Magnetpole der Rotoren und der Statoren ziehen sich gegenseitig an, wenn die Ströme durch die Windungen laufen, so dass die Motoren Drehpunkte aufwei-

sen, bei denen die Magnetrotoren gestoppt werden.

**[0007]** Es ist schwierig, die Schritte des Passens der Spulen zu dem Statorkern und das Wickeln des Drahtes auf die Spulen zu automatisieren, so dass die Schritte des Herstellens des Motors erhöht werden müssen und die Effektivität der Herstellung des Motors verringert werden muss.

**[0008]** Wenn der Draht auf die Spulen gewickelt wird, ist es schwierig, regelmäßig die Spulen zu wickeln aufgrund der Biegung und Verformung der Spulen. Daher muss der Raumfaktor der Spulen gesenkt werden, und die Motoreffektivität muss ebenfalls gesenkt werden.

**[0009]** Weiterhin müssen Drähte außerhalb der Windungen in schmalen Räumen verlegt werden, die von den Magnetrotoren eingeschlossen sind, so dass es schwierig ist, die Drähte außerhalb der Windungen ohne Störung der Magnetrotoren zu verlegen, und die Zuverlässigkeit der Verbindungsabschnitte der externen Drähte muss durch Zugkraft, in den Spulen erzeugte Wärme usw. gesenkt werden.

## OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0010]** Eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Vierpol-Synchronmotor vorzusehen, der eine Startrichtung eines Magnetrotors stabilisieren kann, eine zweite Aufgabe ist es, Herstellungsschritte des Motors zu vereinfachen und Herstellungseffektivität desselben zu verbessern, eine dritte Aufgabe ist es, den Raumfaktor der Ankerspulen zu verbessern, die auf einen Statorkern mit Spulen gewickelt sind, und eine vierte Aufgabe ist es, Drahtlänge von Drähten außerhalb der Windungen zu verkürzen und Zuverlässigkeit der Verbindungsabschnitte zu verbessern.

**[0011]** Zum Erzielen der Aufgabe weist die vorliegende Erfindung die folgenden Strukturen auf.

**[0012]** Der Vierpol-Synchronmotor weist nämlich auf: einen zylindrischen Magnetrotor mit vier Magnetpolen, wobei der Magnetrotor in einen Gehäuse gelagert ist und sich um eine Abtriebswelle drehen kann; und einen Stator, durch den die Abtriebswelle durchdringt, der in einem Raum vorgesehen ist, der von dem Magnetrotor eingeschlossen ist, wobei der Stator einen Statorkern aufweist, auf dem Ankerwindungen mit Spulen gebildet sind, worin der Statorkern erste Magnetpole, die an beiden Enden eines Verbindungskörperteiles von sich kreuzenden Verbindungskörperteilen gebildet sind, und zweite Magnetpolkerne, die an beiden Enden des Verbindungskörperteiles gebildet sind, aufweist, die ersten Magnetpolkerne Magnetflusswirkungsoberflächenteile enthalten, die sich zu beiden Seiten davon in einer Umfangsrichtung erstrecken und eine Form eines jeden

Magnetflusswirkungsoberflächenteiles auf einer Seite einer Längsmittellinie der ersten Magnetpolkerne sich von der auf der anderen Seite unterscheidet, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie sind.

**[0013]** Zum Beispiel sind Hilfskerne an beiden Seiten der zweiten Magnetpolkerne so vorgesehen, dass sich Magnetflusswirkungsoberflächenteile davon zu beiden Seiten in der Umfangsrichtung erstrecken, und die Hilfskerne sind zwischen den zweiten Magnetpolkernen und den Spulen gehalten. In diesem Fall sind Polstückabschnitte an beiden Seiten der zweiten Magnetpolkerne als Hilfskerne so vorgesehen, dass sich Magnetflusswirkungsoberflächen davon zu beiden Seiten in der Umfangsrichtung erstrecken, und eine Form eines jeden Polstückabschnittes auf einer Seite einer Mittellängslinie der zweiten Magnetpolkerne unterscheidet sich von der auf der anderen Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie sind.

**[0014]** Die Magnetflusswirkungsoberflächenteile der ersten Magnetpolkerne und der zweiten Magnetpolkerne, die dem Magnetrotor zugewandt sind, sind in Umfangsrichtung mit Zentrumswinkeln von 50 bis 70 Grad gebildet.

**[0015]** Weiter weisen bei einem anderen Motor die Spulen Rillenabschnitte auf, von denen jeder in einer U-Form durch einen zylindrischen Kernabschnitt gebildet ist, wobei ein Wandabschnitt den zylindrischen Kernabschnitt einschließt und ein Brückenabschnitt die beiden verbindet, die ringförmigen Ankerwindungen in den Rillenabschnitten eingepasst sind und die zweiten Magnetpolkerne durch die zylindrischen Kernabschnitte durchdringen bis zu den Brückenabschnittkontaktseitenflächen des Verbindungskörperteiles der ersten Magnetpolkern, wodurch die Spulen in dem Stator Kern eingepasst sind. Bei diesem Motor sind die ringförmigen Ankerwindungen, die um eine Wickelvorrichtung gewickelt sind, in die Rillenabschnitte der Spulen gepasst. Und die Ankerwindungen sind durch Wickeln eines selbstschweißenden Drahtes gebildet, der in die Rillenabschnitte der Spulen eingepasst ist und darin anhaftet.

**[0016]** Weiterhin stehen die zylindrischen Kernabschnitte von den Wandabschnitten nach außen vor, Isolatorfilme, die beide Seitenflächen der Ankerwindungen bedecken, die in die zylindrischen Kernabschnitte eingepasst sind, sind an die zylindrischen Kernabschnitte angepasst, und Verbindungsplatten, in denen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden von Elektroden der Ankerwindungen gebildet sind, sind auf der Außenseite der Isolatorfilme gebildet und in die zylindrischen Kernabschnitte gepasst. In diesem Fall sind die Spulen mit ersten Verdrahtungslöchern, durch die Drähte außerhalb der Verbindung, die gegenseitig Verbindungsplatten verbinden, in de-

nen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden von Elektroden der Ankerwindungen gebildet sind, durchdrungen, und zweite Verdrahtungslöcher, die durch die externe Drähte, die mit den Verbindungsplatten verbunden sind, sind gebündelt und durchdrungen.

**[0017]** Bei dem Vierpol-Synchronmotor der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich die Form eines jeden Polstückabschnittes auf einer Seite der Längsmittellinie der zweiten Magnetpolkerne von der auf der anderen Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Mittellängslinie sind, so dass die Rotationstopunkte des Magnetrotors verschwinden können und die Startrichtung des Magnetrotors stabilisiert werden kann.

**[0018]** Bevorzugt unterscheidet sich die Form eines jeden Polstückabschnittes, das als der Hilfskern dient, auf einer Seite der Mittellängslinie der zweiten Magnetpolkerne von der auf der anderen Seite so, dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Mittellängslinie sind, so dass die Startrichtung des Magnetrotors stabilisiert werden kann.

**[0019]** Die Spulen weisen Rillenabschnitte auf, von denen jeder in die U-Form durch den zylindrischen Kernabschnitt gebildet ist, wobei der Wandabschnitt den zylindrischen Kernabschnitt einschließt und der Brückenabschnitte beide verbindet, die ringförmigen Ankerwindungen in die Rillenabschnitte gepasst sind und die zweiten Magnetpolkerne die zylindrischen Kernabschnitte bis zu den Brückenabschnittkontaktseitenflächen des Verbindungskörperteiles der ersten Magnetpolkerne durchdringen, wodurch die Spulen in den Stator Kern gepasst sind; daher können die Herstellungsschritte des Motors vereinfacht werden und automatisiert werden, so dass die Herstellungseffektivität verbessert werden kann.

**[0020]** Da die ringförmigen Ankerwindungen, die durch die Wickelvorrichtung gewickelt sind, in die Rillenabschnitte der Spulen gepasst sind, können die Ankerwindungen regulär ohne Bezugnahme auf Biegung und Verformung der Spulen gewickelt werden. Daher kann der Raumfaktor der Windungen verbessert werden, und die Motoreffektivität kann ebenfalls verbessert werden.

**[0021]** Die Verbindungsplatten, in denen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden der Elektroden der Ankerwindungen gebildet sind, sind an die zylindrischen Kernabschnitte gepasst, so dass die Ankerwindungen durch die Verbindungsplatten in den Räumen auf den Außenseiten der Ankerwindungen verbunden werden können, die Verdrahtungslänge in den Motor kann verkürzt werden, und der Motor kann klein in der Abmessung sein.

**[0022]** Weiterhin weisen die Spulen erste Verdrahtungslöcher auf, durch die die Drähte außerhalb der

Verbindung, die gegenseitig die Verbindungsplatten verbinden, durchdringen, so dass die Verbindungsplatten über den kürzesten Weg verbunden werden können; die Spulen weisen zweite Verdrahtungslöcher auf, durch die externe Drähte, die mit den Verbindungsplatten verbunden sind, gebündelt und durchdrungen sind, so dass Zugkräfte, die auf die externen Drähte ausgeübt werden, von den Spulen aufgenommen werden können, die die zwei Verdrahtungslöcher aufweisen, keine Zugkräfte wirken direkt auf die Verbindungsabschnitte der Verbindungsplatten, und die Zuverlässigkeit der Verbindungsabschnitte kann verbessert werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] [Fig. 1A](#) ist eine Schnittansicht eines Vierpol-Synchronmotors, wie von einer Seite eines ersten Magnetpolkernes gesehen wird;

[0024] [Fig. 1B](#) ist eine erläuternde Ansicht einer Verbindungsplatte;

[0025] [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht des Motors, die ein oberes Gehäuse zeigt;

[0026] [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht des Motors, von dem das obere Gehäuse teilweise entfernt ist;

[0027] [Fig. 4A](#) ist eine Schnittansicht des Vierpol-Synchronmotors, von dem die Verbindungsplatten und die Isolatorfilme entfernt sind;

[0028] [Fig. 4B](#) ist eine Teilansicht, die einen angebrachten Hilfskern zeigt;

[0029] [Fig. 5](#) ist eine Bodenansicht des Motors, die ein unteres Gehäuse zeigt;

[0030] [Fig. 6](#) ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht des Vierpol-Synchronmotors;

[0031] [Fig. 7A](#) ist eine Draufsicht eines Statorkernes;

[0032] [Fig. 7B](#) ist eine Schnittansicht, die entlang einer Linie C-C genommen ist;

[0033] [Fig. 8A](#) ist eine Draufsicht des Hilfskernes;

[0034] [Fig. 8B](#) ist eine Vorderansicht davon;

[0035] [Fig. 9A](#) ist eine Draufsicht eines anderen Hilfskernes;

[0036] [Fig. 9B](#) ist eine Vorderansicht davon;

[0037] [Fig. 9C](#) ist eine rechte Seitenansicht davon;

[0038] [Fig. 10A](#) ist eine Draufsicht einer Spule;

[0039] [Fig. 10B](#) ist eine Schnittansicht, die entlang einer Linie A-A genommen ist;

[0040] [Fig. 10C](#) ist eine Vorderansicht der Spule;

[0041] [Fig. 10D](#) ist eine Schnittansicht, die entlang einer Linie B-B genommen ist;

[0042] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) sind perspektivische Ansichten des Statorkernes;

[0043] [Fig. 12](#) ist eine erläuternde Ansicht, die eine Verdrahtungsverbindung zwischen Ankerwindungen zeigt, die auf die Spulen gewickelt sind und in den Statorkern gepasst sind;

[0044] [Fig. 13A](#) ist eine Draufsicht der Ankerwindung;

[0045] [Fig. 13B](#) ist eine Seitenansicht davon;

[0046] [Fig. 14](#) ist ein Schaltbild einer Treiberschaltung für den Vierpol-Synchronmotor;

[0047] [Fig. 15](#) ist eine erläuternde Ansicht, die einen Winkelbereich der Wirkungsoberflächenteile des Magnetflusses von ersten Magnetpolkernen und zweiten Magnetpolkernen zeigt; und

[0048] [Fig. 16](#) ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einer Motorlast und einem Eingangsstrom zeigt.

#### BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0049] Zuerst wird ein Gesamtaufbau eines Vierpol-Synchronmotors unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) erläutert.

[0050] In der folgenden Beschreibung ist der Synchronmotor ein Vierpol-Synchronmotor vom Außenrotortyp.

[0051] In [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) sind ein drehendes Teil (ein Rotor) und ein festes Teil (ein Stator) in einem Gehäuse [4](#) aufgenommen, das durch ein oberes Gehäuse [1](#) und ein unteres Gehäuse [2](#) dargestellt ist, die aufeinandergesetzt sind und durch Schrauben [3](#) verbunden sind. In [Fig. 1A](#) ist eine Abtriebswelle [5](#) an dem Gehäuse [4](#) angebracht. Die Abtriebswelle [5](#) ist durch ein oberes Lager [6](#), das von dem oberen Gehäuse [6](#) gehalten ist, und ein unteres Lager [7](#), das in einen Statorrahmen [8](#) gepasst ist, der in dem unteren Gehäuse durch Verstemmen befestigt ist, gelagert. Das obere Lager [6](#) und das untere Lager [7](#) sind aus nichtmagnetischem Material hergestellt, zum Beispiel nichtrostendem Stahl, so dass die durch die Ankerwindungen erzeugten Magnetfelder nicht gestört werden. Eine Feder [9](#) ist zwischen einem oberen

Ende des oberen Lagers **6** in einer axialen Richtung und dem oberen Gehäuse **1** so vorgesehen, dass sie das obere Lager **6** in die axiale Richtung vorspannt und Schweben des Rotors verhindert.

**[0052]** Der Magnetrotor **10** wird unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) erläutert. Eine Nabe **11** ist an einem Rotorgehäuse **12** durch Verstemmen befestigt, und das Rotorgehäuse **12** ist an der Abtriebswelle **5** durch die Nabe **11** angepasst und daran befestigt. Die Nabe **11** ist drehbar durch das obere Lager **6** gelagert, das in dem oberen Gehäuse **1** vorgesehen ist. Das Rotorgehäuse **12** ist in einer Becherform gebildet, dessen untere Fläche offen ist, und ein zylindrischer Permanentmagnet **13** ist auf einer inneren Umfangsfläche befestigt. Vier Magnetpolen N und S des Permanentmagneten **13** sind abwechselnd in einer Umfangsrichtung mit Winkeltrennungen von 90° magnetisiert. Der Permanentmagnet **13** kann zum Beispiel aus Ferrit, Gummi, Kunststoff, Samariumkobalt, Seltenerdmetall, Neodym-Eisen-Bor usw. bei niedrigen Kosten hergestellt sein. Zwei gebogene Stücke **14** und Kerben **15** sind in einer äußeren Umfangsfläche des Rotorgehäuses **12** durch nach innen Biegen der Stücke gebildet, die teilweise in der Umfangsrichtung ausgeschnitten worden sind. Die gebogenen Stücke **14** werden als Positionierungsmittel (Stopper) zum richtigen Anbringen des Permanentmagneten **13** in dem Rotorgehäuse **12** benutzt (siehe [Fig. 4A](#)) und die Kerben **15** dienen als Entlüftungslöcher zum Verteilen von Wärme, die von dem Stator **16** erzeugt wird. Wie oben beschrieben wurde, ist die Nabe **12** an der Abtriebswelle **5** angebracht, so dass der Magnetrotor **10** drehbar durch das Gehäuse **4** gelagert ist. Wenn elektrische Leistung angelegt wird, wird der Rotor **10** gestartet zum Drehen um die Antriebswelle **15** durch Abstoßen der Magnetpole des Stators **16**.

**[0053]** Der Stator **16** ist in einem Raum aufgenommen, der von dem Magnetrotor **10** eingeschlossen ist. In [Fig. 5](#) sind ein Drahtauslaß **17**, von dem sich Drähte nach außen erstrecken, und ein Drahtauslaß **18**, von dem Drähte, die mit einem Sensor zum Erfassen einer Drehposition des Rotors verbunden sind, in dem Statorrahmen **8** gebildet, der an dem unteren Gehäuse **2** durch Verstemmen befestigt ist. Die sich nach außen von den Drahtauslässen **17** und **18** erstreckende Drähte sind elektrisch mit einer Steuertafel verbunden, in der eine Startschaltung und eine Synchronisationsschaltung gebildet sind.

**[0054]** In [Fig. 6](#) ist das untere Lager **7** durch den Statorrahmen **8** gehalten und drehbar lagert ein Ende der Antriebswelle **5**. Eine Sensorplatte **20**, auf der ein Hall-Element **19** zum Erfassen der Magnetpole und der Umdrehungszahl des Magnetrotors **10** vorgesehen sind, ist an dem Statorrahmen **8** durch Schrauben **21** befestigt. Das Hall-Element **19** erfasst die Drehzahl des Magnetrotors **10** und Positionen der Magnetpole davon und erzeugt Pulse entsprechend

der Umdrehungszahl, so dass ein Mikrocomputer, später beschrieben, die Startschaltung zu einem vorbestimmten Zeitpunkt gemäß der Positionen der Magnetpole schaltsteuert. Es sei angemerkt, dass ein optischer Lichtdurchlasssensor, ein optischer Lichtreflektionssensor, ein Magnetsensor mit einem magnetischen Widerstandselement oder einer Windung, ein Hochfrequenzinduktionssensor, ein Kapazitätssensor usw. anstelle des Hall-Elementes **19** verwendet werden können.

**[0055]** Der Stator **16** wird unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#) erläutert. In [Fig. 4A](#) weist der Statorrahmen **8** einen Anbringungsabschnitt **22** auf, und ein Statorkern **23** ist auf dem Anbringungsabschnitt **22** angebracht. Der Statorkern **23** ist ein geschichteter Vierschlitzkern, und erste Magnetpolkerne **36** und zweite Magnetpolkerne **39** sind entsprechend an Enden von sich überkreuzenden Verbindungskörperteilen **24** und **25** gebildet. Die ersten Magnetpolkerne **36** weisen Löcher (Durchgangslöcher) **26** zur Fixierung auf, und Schrauben **27** sind durch die Löcher **26** so durchdrungen, dass sie den Statorkern **23** an dem Anbringungsabschnitt **22** befestigen. Ein Wellenloch (Durchgangsloch) **28** ist an einem Kreuzungsabschnitt der sich überkreuzenden Verbindungskörperteile **24** und **25** gebildet, und die Abtriebswelle **15** durchdringt dadurch. Ankerwindungen **30** sind an dem Statorkern **23** mit Spulen **29** eingepasst.

**[0056]** In [Fig. 6](#) sind die zweiten Magnetpolkerne **39** in zylindrische Kernabschnitte **31** eingeführt, bis die Spule **29** Seitenflächen **49** der ersten Magnetpolkerne **36** kontaktieren, so dass sie an dem Statorkern **23** angebracht sind. Die Ankerwindungen **30**, in denen zum Beispiel A-Windungen und B-Windungen seriell verbunden sind, sind an die zylindrischen Kernabschnitte **31** der Spule **29** angepasst. Isolatorfilme **32**, die Passlöcher **32a** an Zentren aufweisen, und Verbindungsplatten **33**, die Passlöcher **33a** an Zentren aufweisen, sind an die zylindrischen Kernabschnitte **31** gepasst, an die Ankerwindungen **30** in der Reihenfolge zu passen sind. Hilfskerne **33** und **34** sind in die Passlöcher **33a** und **32a** von der Außenseite der Verbindungsplatten **33** zum Anbringen der beiden Seiten der zweiten Magnetpolkerne **39** eingeführt, wodurch sie zwischen Seitenflächen der zweiten Magnetpolkerne **39** und Innenflächen der zylindrischen Kernabschnitte **31** eingeklemmt sind (siehe [Fig. 3](#) und [Fig. 4B](#)).

**[0057]** Als nächstes wird die Struktur des Stators **16** unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#), 7 bis 13, [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) erläutert. In [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) weist der Statorkern **23** Magnetflusswirkungsoberflächenteile **37** auf, die sich von den ersten Magnetpolkernen **36** zu beiden Seiten in die Umfangsrichtung erstrecken, und eine Form eines jeden Magnetflusswirkungsoberflächenteiles **37** auf einer Seite einer Längsmittellinie M der ersten Magnetpolkerne **36** unterscheidet

sich von der auf der anderen Seite so, dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie M sind. Zum Beispiel sind konkave Abschnitte **38** in den Magnetflusswirkungsoberflächenteilen **37** der ersten Magnetpolkerne **36** gebildet, die dem Magnetrotor **10** zugewandt sind, so dass Lücken (Räume) in Bezug auf die Magnetpole des Rotors gebildet sind; daher sind Magnetflüsse, die von den Magnetflusswirkungsoberflächenteilen **37** auf der rechten Seite und der linken Seite der Mittellinie M erzeugt sind, überausgeglichen, und die Magnetflüsse sind zu Niedermagnetwiderstandsteilen verschoben, in denen keine konkaven Abschnitte **38** gebildet sind, oder in die Richtung des Uhrzeigersinnes vorgespannt. In [Fig. 3](#) sind die konkaven Abschnitte **38** der Magnetflusswirkungsoberflächenteile **37** der ersten Magnetpolkerne **36** punktsymmetrisch gebildet (mit einer Winkeltrennung von 180° getrennt) in Bezug auf eine Achse der Abtriebswelle **5**. Die magnetische Permeabilität des Statorkerneln **23** ist größer als die der Hilfskerne **34** und **35**. Zum Beispiel ist der Statorkernel **23** durch Stapeln von Siliziumstahlplatten hergestellt.

**[0058]** In [Fig. 3](#) sind die Hilfskerne **34** und **35**, die die Magnetflusswirkungsoberflächenteile **37** der zweiten Magnetpolkerne **39** erstrecken, zwischen den Seitenflächen der zweiten Magnetpolkerne **39** und den inneren Flächen der zylindrischen Kernabschnitte **31** geklemmt. Jeder Hilfskern **34** ist an einer Seitenfläche eines jeden zweiten Magnetpolkernes **39** vorgesehen; jeder Hilfskern **35** ist an der anderen Seitenfläche davon vorgesehen. Die Hilfskerne **34** und **35** sind entsprechend an den beiden Seitenflächen eines jeden zweiten Magnetpolkernes **39** so vorgesehen, dass sie die Magnetflüsse ergänzen, die von den Magnetflusswirkungsoberflächenteil **37** erzeugt sind. Eine Form eines jeden Polstückabschnittes **34a** oder **35a** eines jeden Hilfskernes **34** oder **35**, der als das Magnetflusswirkungsoberflächenteil dient, unterscheidet sich auf einer Seite einer Längsmittellinie N der zweiten Magnetpolkerne **39** von der auf der anderen Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie N sind. Die Polstückabschnitte **34a** der Hilfskerne **34** sind in Kreisbögen gebildet, wie in [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) gezeigt ist; die Polstückabschnitte **35a** der Hilfskerne **35** sind in Kreisbögen mit Löchern **35c** gebildet, wie in [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9C](#) gezeigt ist.

**[0059]** In [Fig. 3](#) sind Magnetflüsse, die von den Magnetflusswirkungsoberflächenteilen **37** der zweiten Magnetpolkerne **39** einschließlich der Polstückabschnitte **34a** und **35a** erzeugt sind, auf der rechten Seite und der linken Seite der Mittellinie N überausgeglichen, und die Magnetflüsse sind zu Niedermagnetwiderstandsteilen verschoben, in denen keine Löcher **35c** gebildet sind, oder zu den Hilfskernen **34** in der Richtung des Uhrzeigersinnes vorgespannt. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Hilfskerne **34** und **35** punktsymmetrisch zu den zweiten Mag-

netpolkernen **39** vorgesehen (mit einer Winkeltrennung von 180° getrennt) in Bezug auf eine Achse der Abtriebswelle **5**. Die Löcher **35c** der Polstückabschnitte **35a** der Hilfskerne **35** sind ebenfalls punktsymmetrisch gebildet (mit einer Winkeltrennung von 180° getrennt). Zum Beispiel sind die Hilfskerne **34** und **35** aus kaltgewalzten Stahlplatten hergestellt. Es sei angemerkt, die Verschiebungs- oder Vorspannungsrichtung der Magnetflüsse, die von den zweiten Magnetpolkernen **39** einschließlich der Hilfskerne **34** und **35** erzeugt sind, die gleichen sind wie die der Magnetflüsse, die von den ersten Magnetpolkernen **36** erzeugt sind (z. B. die Richtung im Uhrzeigersinn), aber die Verschiebungswinkel (ein Winkel zwischen M-M' und ein Winkel zwischen N-N', die in [Fig. 3](#) gezeigt sind) braucht nicht gleich zu sein.

**[0060]** Wie in [Fig. 8B](#) und [Fig. 9B](#) gezeigt ist, sind zwei Kerben **34d** und **35d** entsprechend in Einführungsabschnitten **34b** und **35b** der Hilfskerne **34** und **35** gebildet. In [Fig. 1B](#) stehen zwei Vorsprungsabschnitte **33b** von jeder Längskante der Passlöcher **33a** der Verbindungsplatte **33** vor. Die Einführungsabschnitte **34b** und **35b** der Hilfskerne **34** und **35** sind in die Passlöcher **33a** der Verbindungsplatten **33** eingeführt, und die Kerben **34d** und **35d** stehen entsprechend mit den Vorsprungsabschnitten **33b** in Eingriff, so dass die Hilfskerne an beiden Seiten der zweiten Magnetpolkerne **39** angebracht werden können.

**[0061]** In [Fig. 15](#) sind die Magnetflusswirkungsoberflächenteile **37** der ersten Magnetpolkerne **36**, die den Magnetrotor **10** zugewandt sind, in der Umfangsrichtung mit Zentrumswinkeln von 50 bis 70°, bevorzugt 57 bis 60° gebildet. Die Magnetflusswirkungsoberflächenteile **27** der zweiten Magnetpolkerne **39** mit den Hilfskernen **34** und **35** sind in der Umfangsfläche mit Zentrumswinkeln von 50 bis 70°, bevorzugt 57 bis 60° gebildet.

**[0062]** Vier Magnetpole sind sinuswellenmagnetisiert für den Magnetrotor **10**, so dass die Drehung aufrechterhalten werden kann mit einem Dämpfungsphänomen (Phasenverschiebung der induzierten Spannung in Bezug auf den Eingangsstrom) auf der Grundlage eines Leistungsfaktors entsprechend einer Motorlast und einer Zunahme des Eingangsstromes. Wenn die Winkelbereiche der Magnetflusswirkungsoberflächenteile **37** des Statorkerneln **23**, die dem Magnetrotor **10** zugewandt sind, falsch sind, ist der Eingangsstromwert ohne Last größer als mit Lasten, wie durch eine gepunktete Linie eines Diagramms von Motorlast-Eingangsstrom gezeigt ist, das in [Fig. 16](#) gezeigt ist, so dass sich die relative Stromverbrauchswirksamkeit absenken muss. Andererseits ist durch Einstellen der Winkelbereiche der Magnetflusswirkungsoberflächenteile des Statorkerneln **23**, die dem Magnetrotor **10** zugewandt sind, auf 50 bis 70°, bevorzugt auf 57 bis 60°, bevorzugter auf 57° der Eingangsstromwert ohne Last kleiner als mit

Lasten, wie durch eine durchgezogene Linie in dem in [Fig. 16](#) gezeigten Diagramm bezeichnet ist, so dass die relative Stromverbrauchseffektivität verbessert werden kann.

[0063] In [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10D](#) enthält die Spule 29 den zylindrischen Kernabschnitt 31 und einen Wandabschnitt 40, der den zylindrischen Kernabschnitt einschließt, die durch einen Brückenabschnitt 41 integriert sind. Die Ankerwindung 30, in der ein Draht zuvor gewickelt worden ist, ist in einen U-förmigen Rillenabschnitt 42 eingepasst, der durch den zylindrischen Kernabschnitt 31, den Wandabschnitt 40 und den Brückenabschnitt 41 dargestellt ist. Zwei Kerben 31a sind in jeder Längskante des zylindrischen Kernabschnittes 31 gebildet. Wenn die in [Fig. 1B](#) gezeigte Verbindungsplatte 33 an den zylindrischen Kernabschnitt 31 angepasst wird, greifen die Vorsprungsabschnitte 33b in den Passlöchern 33a in die Kerben 31a. Wandplatten 43 stehen von dem Brückenabschnitt 41 nach außen vor. In [Fig. 3](#) klemmen die Wandplatten 43 den Verbindungskörperteil 24 der ersten Magnetpolkerne 36, wenn die Spule 29 an den Stator kern 23 angepasst werden, sie schließen die Abtriebswelle 5 ein.

[0064] In [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) weist die Spule 29 erste Verdrahtungslöcher 45 auf, durch die Drähte 44 außerhalb der Windungen, die gegenseitig die Verbindungsplatten 33 verbinden, durchdringen. Durch Durchdringen der Drähte 44 außerhalb der Windungen durch die ersten Verdrahtungslöcher 45 können die Verbindungsplatten 33 über den kürzesten Weg verbunden werden. Weiter weist die Spule 29 Drahtbündelabschnitte 47, die externe Drähte 46 bündeln, die mit den Verbindungsplatten 33 verbunden sind, und zweite Verdrahtungslöcher 48, durch die externe Drähte durchgesteckt sind, auf. Die externen Drähte 46, die mit den Elektroden der Verbindungsplatten 33 verlötet sind, sind mit einer externen Verdrahtungsplatte (nicht gezeigt) über die Drahtbündelabschnitte 47 und die zweiten Verdrahtungslöcher 48 verbunden; daher können Zugkräfte, die auf die externen Drähte 46 wirken, sofort durch die Spule 29 mit den zweiten Verdrahtungslöchern 48 aufgenommen werden, so dass keine Zugkraft direkt auf die Verbindungsabschnitte der Verbindungsplatten 33 wirken, und die Zuverlässigkeit der Verbindungsabschnitte kann verbessert werden. Die ersten Verdrahtungslöcher 45, die Drahtbündelabschnitte 47 und die zweiten Verdrahtungslöcher 48 sind symmetrisch angeordnet, so dass die beiden Spulen 29 durch die gleiche Gießform hergestellt werden können.

[0065] In [Fig. 12](#) sind die zweiten Magnetpolkerne 39 entsprechend durch die zylindrischen Kernabschnitte 31 der Spule 29 durchdrungen, und die Brückenabschnitte 41 kontaktieren die Seitenflächen 49 des Verbindungskörperteiles der ersten Magnetpolkerne 36, so dass die Spulen in den Stator kern 23 ge-

setzt werden. Da die zweiten Magnetpolkerne 39 durch die zylindrischen Kernabschnitte 31 durchdrungen sind, bis die Brückenabschnitte 41 die Seitenflächen 49 der ersten Magnetpolkerne 36 kontaktieren, können die Spulen 29 leicht so gesetzt werden, dass der Motor leicht automatisch zusammengesetzt werden kann.

[0066] Die Ankerwindungen 30, in denen ein Draht zuvor gewickelt worden ist, sind in die Rillenabschnitte 22 der Spule 29 gepasst. Die zylindrischen Kernabschnitte 31 stehen von den Wandabschnitten 40 nach außen vor, die Isolatorfilme 32, die in die zylindrischen Kernabschnitte 31 gepasst sind, bedecken die Seitenflächen der Ankerwindungen 30. Die Verbindungsplatten 33, in denen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden von Elektroden der Ankerwindungen gebildet sind, sind auf der Außenseite der Isolatorfilme 32 vorgesehen und in die zylindrischen Kernabschnitte 31 gepasst. Die Verbindungsplatten 33 sind gegenseitig elektrisch durch die Drähte 44 außerhalb der Windungen verbunden. wie oben beschrieben wurde, sind die Verbindungsplatten 33 in leeren Räumen vorgesehen, die auf der Außenseite der Ankerwindungen 30 angeordnet sind, die an die Spulen 29 angepasst sind, so dass die Drähte an dem Stator 23 weggelassen werden können und der Motor in der Abmessung klein sein kann.

[0067] In den in [Fig. 12](#) gezeigten Verbindungsplatten 12 ist ein Anschluss P ein Startende der Wicklung der Ankerwindungen 30, ein Anschluss V ist ein Endanschluss der Wicklung der Ankerwindungen 30, Anschlüsse Q, R, S und U sind Zwischenanschlüsse, die die Ankerwindungen 30 mit den Drähten 44 außerhalb der Spule verbinden, und ein Anschluss T ist ein Zwischenabzweiganschluss. In jeder der Ankerwindungen 30 wirkt eine Hälfte der Wicklung als eine A-Wicklung, und die andere Hälfte wirkt als eine B-Wicklung.

[0068] Die ringförmige Ankerwindung 30, in der ein Draht 30a zuvor durch eine Wickelvorrichtung gewickelt worden ist, ist in [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) gezeigt. Die gezeigte Ankerwindung 30 ist an die Spule 29 der rechten Seite gepasst, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist, und sie ist von der Außenseite des zylindrischen Kernabschnittes 31 zu sehen und in der Richtung entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn gewickelt. Die sich nach außen erstreckenden Drähte entsprechen den Anschlüssen Q, U und V der in [Fig. 12](#) gezeigten Verbindungsplatte 33. Es sei angemerkt, dass die andere Ankerwindung 30, die im Uhrzeigersinn gewickelt ist, wenn sie von der Außenseite des zylindrischen Kernabschnittes 31 gesehen wird, in den zylindrischen Kernabschnitt 31 der Spule 29 der linken Seite gepasst ist.

[0069] Der Draht 30a der Ankerwindung 30 ist zuvor durch eine automatische Wicklung mit einer Wick-

lungsvorrichtung gewickelt worden. Die Ankerwindungen **30** sind in die Rillenabschnitt **42** gepasst, die entsprechend in den Spulen **29** gebildet sind, zum Einschließen der zylindrischen Kernabschnitte **31**. Bevorzugt ist der Draht **30a** ein selbstschweißender Draht. Der selbstschweißende Draht wird um die Wicklungsvorrichtung wie eine Spule gewickelt, dann wird der gewickelte selbstschweißende Draht erhitzt, so dass der Draht selbst geschweißt wird, oder der selbstschweißende Draht wird um die Wicklungsvorrichtung wie eine Windung gewickelt, wobei Alkohol angewendet wird, so dass ein Schweißmittel gelöst wird. Die Ankerwindungen **30**, die durch die oben beschriebenen Verfahren hergestellt worden sind, werden zu den zylindrischen Kernabschnitten **31** der Spule **29** gepasst, dann in den Rillenabschnitten **42** aufgenommen und durch einen Klebstoff fixiert.

**[0070]** Die Ankerwindungen **30**, die zuvor in Ringformen gebildet worden sind, werden in die Rillenabschnitte **42** gepasst, die die zylindrischen Kernabschnitte **31** einschließen, so dass die Ankerwindungen **30**, die durch Wickeln des Drahtes **30a** gebildet worden sind, ohne Bezug auf Biegung und Verformung der Spule **29** hergestellt werden können. Daher kann die reguläre Wicklung des Drahtes **30a** leicht durchgeführt werden, so dass der Raumfaktor der Spulen und die Effektivität des Motors verbessert werden können.

**[0071]** In **Fig. 3** stoppt der Magnetrotor **10** an Positionen, an denen der Magnetwiderstand zwischen den Magnetflusswirkungsoberflächenteilen **37** der ersten Magnetpolkerne **36** und der zweiten Magnetpolkerne **37** (einschließlich der Polstückabschnitte **34a** und **35a** der Hilfskerne **34** und **35** und der Rotormagnetpole (der N-Pole und der S-Pole), er stoppt nämlich an Positionen M' und N', die in **Fig. 3** gezeigt sind, die etwas in der Uhrzeigersinnrichtung von den Längsmittellinien M und N der ersten dieser zweiten Magnetpolkerne **36** und **39** verschoben sind. Daher ziehen sich gegenseitig die Rotormagnetpole und die Magnetpole der ersten und zweiten Magnetpolkerne **36** und **39** gegenseitig an und stoßen sich ab, wenn eine elektrische Leistung an die Ankerwindungen **30** zum Starten des Motors angelegt wird, so dass eine Start- und Drehrichtung des Magnetrotors **10** stabilisiert werden kann. Da die Form eines jeden Magnetflusswirkungsoberflächenteiles **37**, der sich zu den beiden Seiten des ersten Magnetpolkernes **36** erstreckt, auf der Seite der Mittellängslinie M der ersten Magnetpolkerne **36** unterschiedlich ist von der auf der anderen Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Mittellängslinie M ist, können die Drehtotpunkte des Startens des Motors verschwinden, und der Magnetrotor **10** kann stabil gestartet und gedreht werden in eine vorgeschriebene Richtung (in der vorliegenden Ausführungsform die Richtung im Uhrzeigersinne in **Fig. 3**).

**[0072]** Aufeinanderfolgend wird die Treibersteuerung des Vierpol-Synchronmotors unter Bezugnahme auf ein Schaltbild von **Fig. 14** erläutert. Die Startschaltung **50** führt eine Vollwellengleichrichtung eines AC-Stromes, der von einer Einphasen-AC-Stromquelle **51** geliefert wird, durch eine gleichrichtende Brückenschaltung **52** durch und wählt ein Schaltmittel (Transistoren Tr1 bis Tr4) zum Ändern einer Richtung des gleichgerichteten Stromes (Pfeile **(1)** und **(2)**, die in **Fig. 14** gezeigt sind) gemäß einem Drehwinkel des Magnetrotors **10** so durch, dass der gleichgerichtete Strom zu den A-Windungen nur geliefert wird, so dass der Magnetrotor **10** als ein bürstenloser DC-Motor gestartet werden kann. Bei einem anderen nicht in den Zeichnungen gezeigten Fall kann der gleichgerichtete Strom, der abwechselnd durch die A-Windungen und die B-Windungen läuft, schaltungsgesteuert werden so, dass der Eingang der invertierenden Seiten in Bezug auf die nicht invertierenden Seiten beschränkt wird, während der gleichgerichtete Strom invertiert wird.

**[0073]** Ein Mikrocomputer **53** startet den Motor durch abwechselndes Ändern der Richtung des gleichgerichteten Stromes, der durch die A-Windungen und die B-Windungen der Startschaltung **50** läuft, und durch Ändern der Auswahlwähler SW1 und SW2 zu der Synchronisationsschaltung **55**, so dass er als Synchronmotor mit den A-Windungen und den B-Windungen tätig ist (siehe einen Pfeil **(3)**, der in **Fig. 14** gezeigt ist), wenn die Umdrehungszahl des Magnetrotors **10**, die durch das Hall-Element **19** erfasst ist, eine vorgeschriebene Zahl erreicht, die mit der Frequenz synchronisiert ist, die durch einen Stromversorgungsfrequenz erfassungsabschnitt **54** erfasst wird.

**[0074]** Wenn der Synchronmotor die Synchronisation verliert, z. B. durch die Variation der Last, verringert der Mikrocomputer **53** sofort die Drehzahl des Magnetrotors **10** von der Synchrondrehzahl zu einer vorgeschriebenen Zahl und führt den Startbetrieb wieder durch; der Motor kann nämlich zu dem Synchronbetrieb durch Wiederholen dieser Schritte übertragen werden.

**[0075]** Bei dem Vierpol-Synchronmotor der vorliegenden Erfindung wird der Übergang von dem Startbetrieb zu dem Synchronbetrieb durch den Mikrocomputer **53** gesteuert, so dass der Vierpol-Synchronmotor benutzt werden kann ohne Änderung der Konstruktion, selbst wenn die Stromversorgungsfrequenz zu 50 Hz, 60 Hz, 100 Hz usw. geändert wird, daher kann ein vielseitiger Synchronmotor realisiert werden.

**[0076]** Bei dem Vierpol-Synchronmotor unterscheidet sich die Form eines jeden Magnetflusswirkungsoberflächenteiles **37** auf der Seite der Mittellängslinie M der ersten Magnetpolkerne **36** von der auf der an-

deren Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Mittellängslinie M ist, so dass die Drehpunkte des Magnetrotors **10** verschwinden können und die Startrichtung des Magnetrotors stabilisiert werden kann.

**[0077]** Die Form eines jeden Polstückabschnittes **34a** oder **35a** eines jeden Hilfskernes **34** oder **35**, das den Magnetflusswirkungsoberflächenteil **37** zu beiden Seiten erstreckt, auf einer Seite der Längsmittellinie N der zweiten Magnetpolkerne **39** unterscheidet sich von der auf der anderen Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie N ist, so dass die Startrichtung des Magnetrotors weiter stabilisiert werden kann.

**[0078]** Die ringförmigen Ankerwindungen **30**, die in die U-förmigen Rillenabschnitte **42** der Spule **29** gepasst sind, die durch die zylindrischen Kernabschnitte **31** dargestellt sind, die Wandabschnitte **40**, die die zylindrischen Kernabschnitte und die Brückenabschnitte **41** einschließen und an dem Statorkern **23** durch Durchdringen der zweiten Magnetpolkerne **39** durch die zylindrischen Kernabschnitte **31** angebracht sind, bis die Brückenabschnitte **42** die Seitenflächen **49** des Verbindungskörperteiles der ersten Magnetpolkerne **36** kontaktieren; daher können die Herstellungsschritte des Motors vereinfacht werden, der Motor kann automatisch zusammengesetzt werden, und die Produktivität des Motors kann verbessert werden.

**[0079]** Die Ankerwindungen **30**, die zuvor durch die Wickelvorrichtung aufgewickelt sind, werden in die Rillenabschnitte **42** gepasst, so dass die Ankerwindungen **30** ohne Bezug auf Verbiegung und Verformung der Spule **29** erzeugt werden können. Daher kann der Raumfaktor des aufgewickelten Drahtes und die Effektivität des Motors verbessert werden.

**[0080]** Da die Verbindungsplatten **33**, in denen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden von Elektroden der Ankerwindungen **30** in die zylindrischen Kernabschnitte **31** gepasst sind, können die Spulen gegenseitig durch die Verbindungsplatten **33** in den Räumen verbunden werden, die auf den Außenseiten der Ankerwindungen **30** angeordnet sind, die zu den zylindrischen Kernabschnitten **31** gepasst worden sind, so dass die Drahtlänge in dem Motor verkürzt werden kann und der Motor klein in der Abmessung sein kann.

**[0081]** Weiterhin weisen die Spulen **29** die ersten Verdrahtungslöcher **45** auf, durch die die Drähte **44** außerhalb der Windungen, die gegenseitig die Verbindungsplatten **33** verbinden, durchgeführt sind, so dass die Verbindungsplatten **33** über den kürzesten Weg verbunden werden können. Die Spulen weisen die zweiten Verdrahtungslöcher **48** auf, durch die die externen Drähte **46**, die mit den Verbindungsplatten

**33** verbunden sind, gebündelt sind und da durchgehen, so dass Zugkräfte, die auf die externen Drähte **46** wirken, sofort von den Spulen **29** aufgenommen werden, die die zweiten Verdrahtungslöcher **48** aufweisen, keine Zugkräfte wirken direkt auf die Verbindungsabschnitte der Verbindungsplatten **33**, und die Zuverlässigkeit der Verbindungsabschnitte kann verbessert werden.

**[0082]** Der Vierpol-Synchronmotor der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform begrenzt, Formen, Positionen, Größen, Winkelbereiche usw. der konkaven Abschnitte **38** der Magnetflusswirkungsoberflächenteile **37** der ersten Magnetpolkerne **36** und der Löcher **35c** der Hilfskerne **35**, die magnetisch asymmetrisch gebildet sind, können innerhalb erlaubter Bereiche geändert werden. Der Mikrocomputer **53**, der den Motor steuert, kann mit dem Motor integriert werden, oder ein Teil eines Steuerabschnittes (einschließlich einer AC-Stromquelle, einer Startschaltung, einer Synchronisationsschaltung usw.) eines Gerätes, das von dem Motor getrieben wird, kann den Motor steuern.

**[0083]** Zum Sicherstellen einer Sicherheit gegen Überlast in dem Vierpol-Synchronmotor der vorliegenden Erfindung kann eine thermische Sicherung **56** (siehe [Fig. 11A](#)) oder ein Hochtemperaturerfassungsschalter, z. B. ein Bimetall in einem Schaltungsabschnitt (z. B. der Verbindungsplatte **33**) eingebaut sein, an die elektrische Leistung immer während des Betriebes wie bei herkömmlichen Motoren geliefert wird.

**[0084]** Weiterhin brauchen die Ankerwindungen **30** nicht die A-Windungen und die B-Windungen darzustellen, einzelne Windungen können zum Beispiel als die Ankerwindungen benutzt werden, nämlich die vorliegende Erfindung kann modifiziert werden, ohne dass der Geist der Erfindung verlassen wird.

Vierpol-Synchronmotor

Zusammenfassung

**[0085]** Der Vierpol-Synchronmotor weist einen Statorkern (**23**) mit ersten Magnetpolkernen (**36**), die an beiden Enden eines Verbindungskörperteiles (**24**) von sich kreuzenden Verbindungskörperteilen (**24**, **25**) gebildet sind, und zweite Magnetpolkerne (**39**), die an beiden Enden des Verbindungskörperteiles (**25**) gebildet sind, auf. Die ersten Magnetpolkerne (**36**) enthalten Magnetflusswirkungsoberflächenteile (**37**), die zu beiden Seiten davon in einer Umfangsrichtung erstreckt sind. Eine Form eines jeden Magnetflusswirkungsoberflächenteiles (**37**) auf einer Seite einer Längsmittellinie (M) der ersten Magnetpolkerne (**36**) ist unterschiedlich von der auf der anderen Seite, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie (M) sind.

**Patentansprüche**

1. Vierpol-Synchronmotor mit: einem zylindrischen Magnetrotor mit vier Magnetpolen, wobei der Magnetrotor in einem Gehäuse gelagert ist und sich um eine Abtriebswelle drehen kann; und einem Stator, durch den die Abtriebswelle durchdringt, der in einem Raum vorgesehen ist, der von dem Magnetmotor eingeschlossen ist, wobei der Stator einen Stator Kern aufweist, auf dem Ankerwindungen mit Spulen gebildet sind;

worin der Stator Kern erste Magnetbrückenkerne, die an beiden Enden eines Verbindungskörperteiles von sich kreuzenden Verbindungskörperteilen gebildet sind, und zweite Magnetpolkerne, die an beiden Enden des Verbindungskörperteiles gebildet sind, aufweist, die ersten Magnetpolkerne Magnetflusswirkungsoberflächenteile enthalten, die sich zu beiden Seiten davon in einer Umfangsrichtung erstrecken, und eine Form eines jeden Magnetflusswirkungsoberflächenteiles auf einer Seite einer Längsmittellinie der ersten Magnetpolkerne unterschiedlich ist von der auf der anderen Seite, so dass die magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie sind.

2. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 1, bei dem Hilfskerne an beiden Seiten der zweiten Magnetpolkerne so vorgesehen sind, dass sie die Magnetflusswirkungsoberflächenteile davon zu beiden Seiten in der Umfangsrichtung erstrecken, und die Hilfskerne zwischen den zweiten Magnetpolkernen und den Spulen gehalten sind.

3. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 1, bei dem Polstückabschnitte an beiden Seiten der zweiten Magnetpolkerne als Hilfskerne so vorgesehen sind, dass sie die Magnetflusswirkungsoberflächenteile davon zu beiden Seiten in der Umfangsrichtung erstrecken, und eine Form eines jeden Polstückabschnittes auf einer Seite einer Längsmittellinie der zweiten Magnetpolkerne unterschiedlich von der auf der anderen Seite ist, so dass sie magnetisch asymmetrisch in Bezug auf die Längsmittellinie ist.

4. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 1, bei dem die Magnetflusswirkungsoberflächenteile der ersten Magnetpolkerne und der zweiten Magnetpolkerne, die dem Magnetrotor zugewandt sind, in Umfangsrichtung mit Zentrumswinkeln von 50 bis 70° gebildet sind.

5. Vierpol-Synchronmotor mit: einem zylindrischen Magnetrotor mit vier Magnetpolen, wobei der Magnetrotor in einem Gehäuse gelagert ist und sich um eine Abtriebswelle drehen kann; und einem Stator, der in einem Raum vorgesehen ist, der von dem Magnetrotor eingeschlossen ist, wobei der Stator einen Stator Kern aufweist, der erste Magnetpolkerne, die an beiden Enden eines Verbindungskörperteiles von sich kreuzenden Verbindungskörperteilen gebil-

det ist, durch den die Abtriebswelle hindurchgeht, und zweite Magnetpolkerne, die an beiden Enden des Verbindungskörperteiles gebildet sind und auf denen Ankerwindungen mit Spulen gebildet sind, enthält,

worin die Spulen Rillenabschnitte aufweisen, von denen jede in eine U-Form durch einen zylindrischen Kernabschnitt gebildet ist, ein Wandabschnitt den zylindrischen Kernabschnitt und einen Brückenabschnitt einschließt, wobei er die beiden verbindet, ringförmige Ankerwindungen in den Kernabschnitten eingepasst sind und die zweiten Magnetpolkerne die zylindrischen Kernabschnitte durchdringen bis die Brückenabschnitte Seitenflächen des Verbindungskörperteiles der ersten Magnetpolkerne kontaktieren, wodurch die Spulen in den Stator Kern gepasst sind.

6. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 5, bei dem die ringförmigen Ankerwindungen, die durch eine Wicklungsvorrichtung gewickelt sind, in die Rillenabschnitte der Spulen gepasst sind.

7. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 5, bei dem die Ankerwindungen durch Wickeln eines Selbstschweißdrahtes gebildet sind, der in die Rillenabschnitte der Spulen gepasst ist und daran angeklebt ist.

8. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 5, bei dem zylindrische Kernabschnitte nach außen von den Wandabschnitten vorstehen, Isolatorfilme, die Seitenflächen der Ankerwindungen bedecken, die in die zylindrischen Kernabschnitte gepasst sind, in die zylindrischen Kernabschnitte gepasst sind, und Verbindungsplatten, in denen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden von Elektroden der Ankerwindungen gebildet sind, auf der Außenseite der Isolatorfilme vorgesehen sind und in die zylindrischen Kernabschnitte gepasst sind.

9. Vierpol-Synchronmotor nach Anspruch 5, bei dem die Spulen erste Verdrahtungslöcher, durch die Drähte außerhalb der Spule, die gegenseitig Verbindungsplatten verbinden, in denen Kabelmuster zum gegenseitigen Verbinden von Elektroden der Ankerwindungen gebildet sind, durchdringen sind, und zweite Durchgangslöcher, durch die externe Drähte, die mit den Verbindungsplatten verbunden sind, gebündelt sind und durchdrungen sind.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

FIG.1A

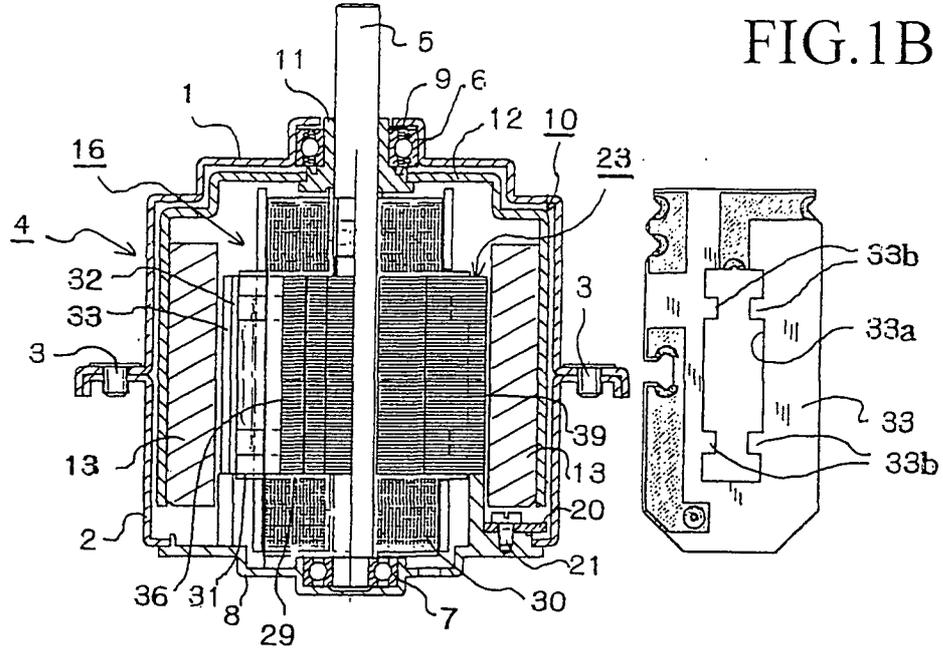


FIG.1B

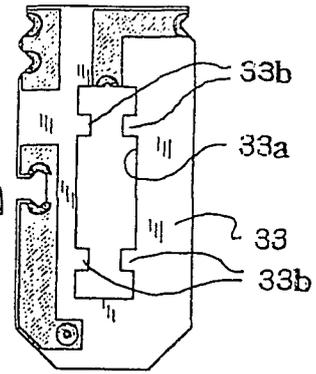


FIG.2A

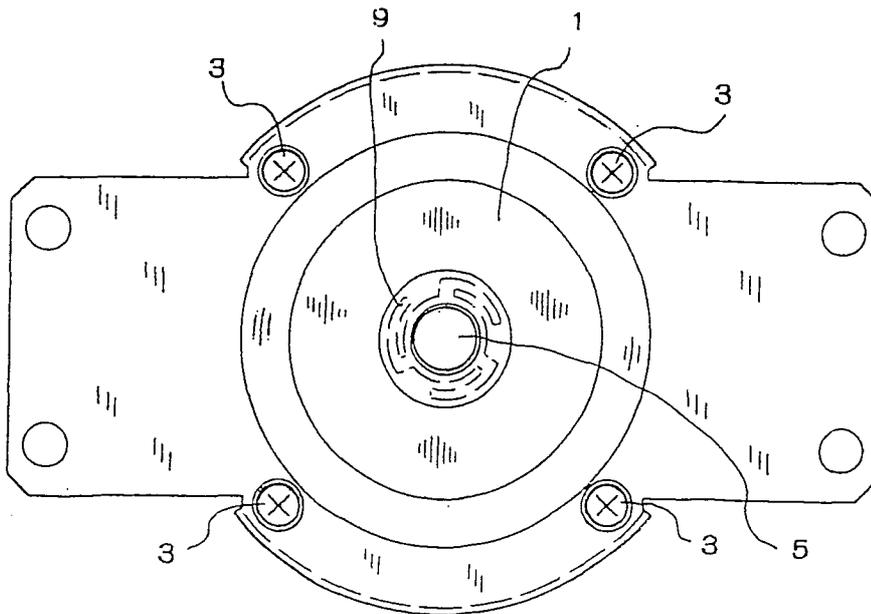


FIG.3

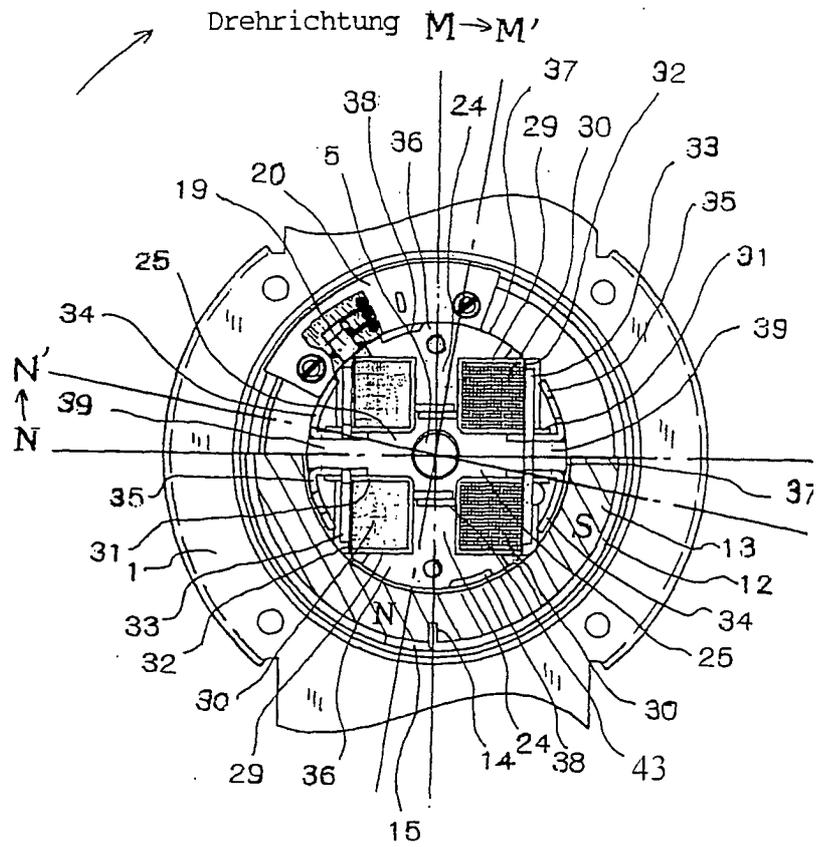


FIG.8A

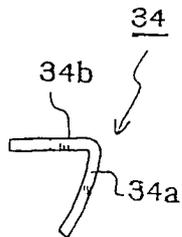


FIG.8B

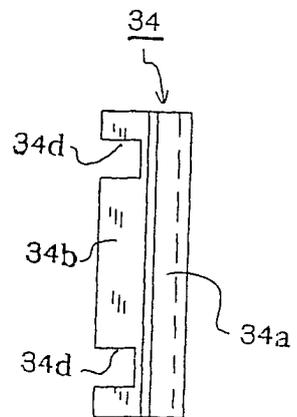


FIG.4A

FIG.4B

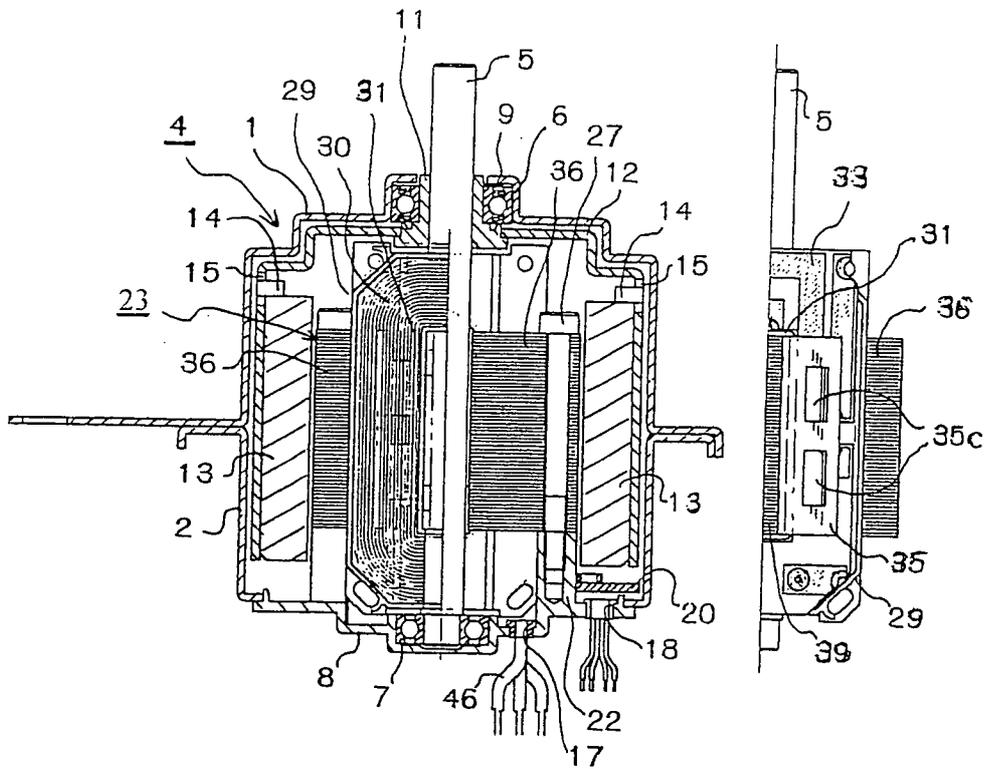


FIG.5

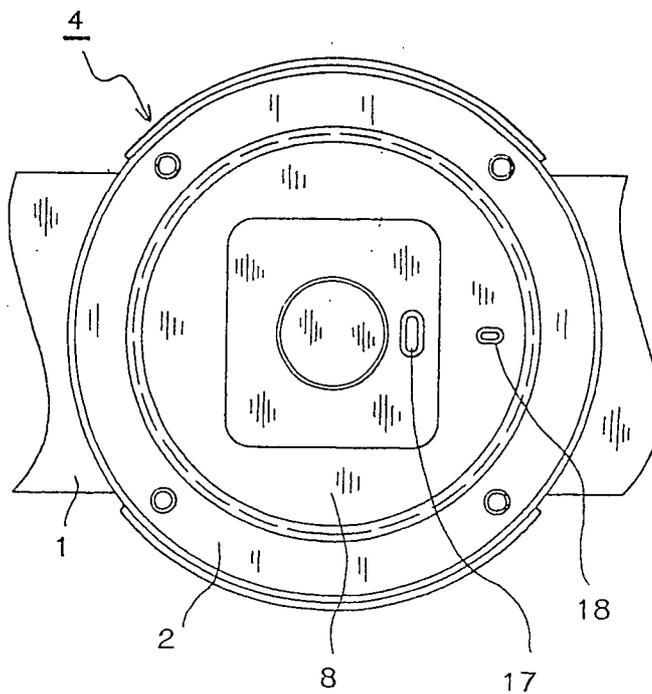


FIG.6

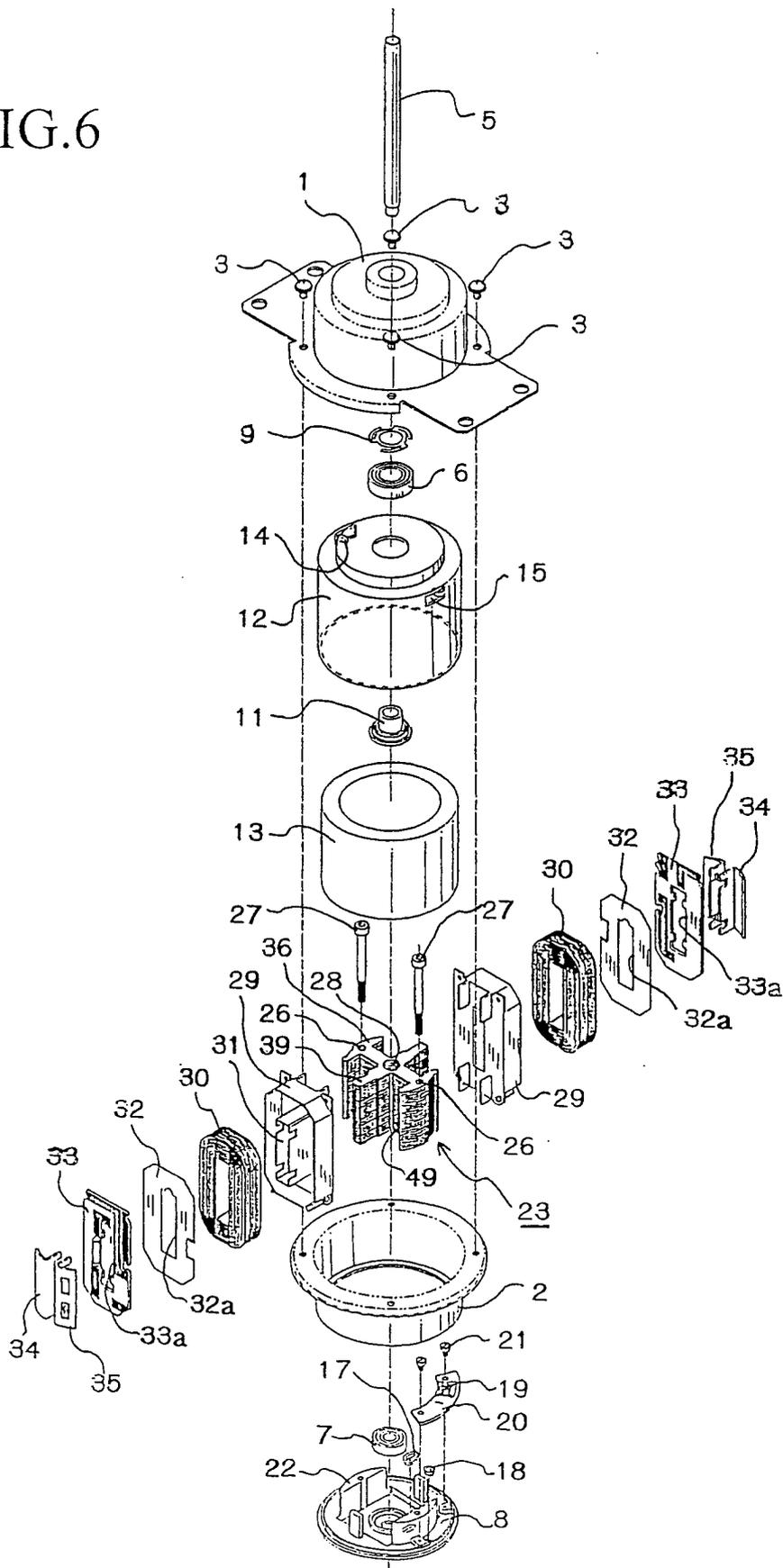


FIG.7A

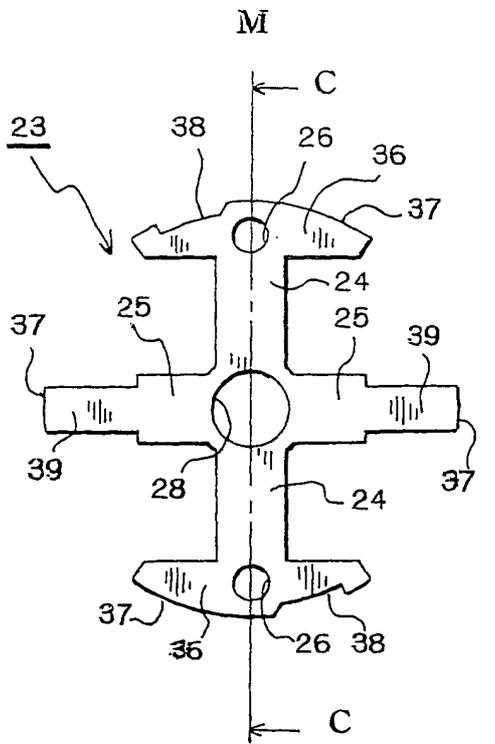
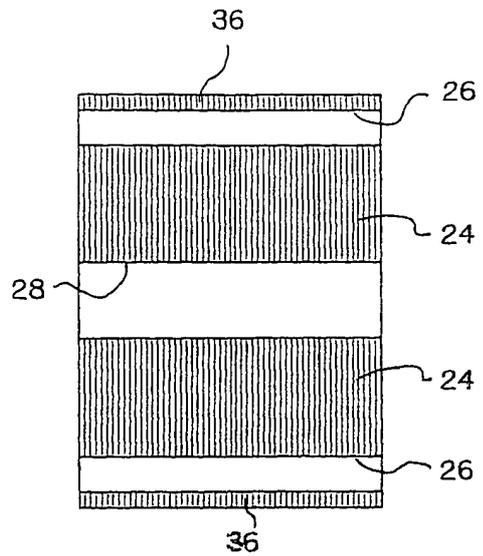


FIG.7B



C-C

FIG.9A

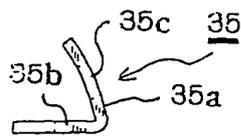


FIG.9B

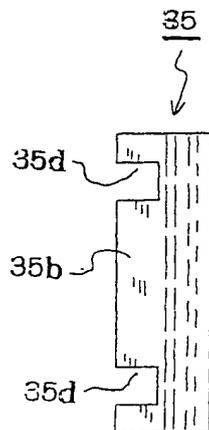


FIG.9C

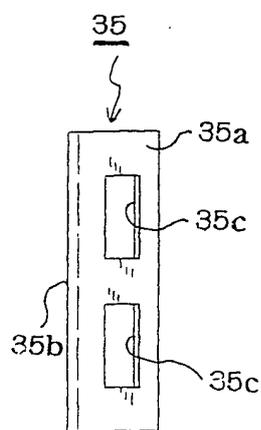


FIG.10A

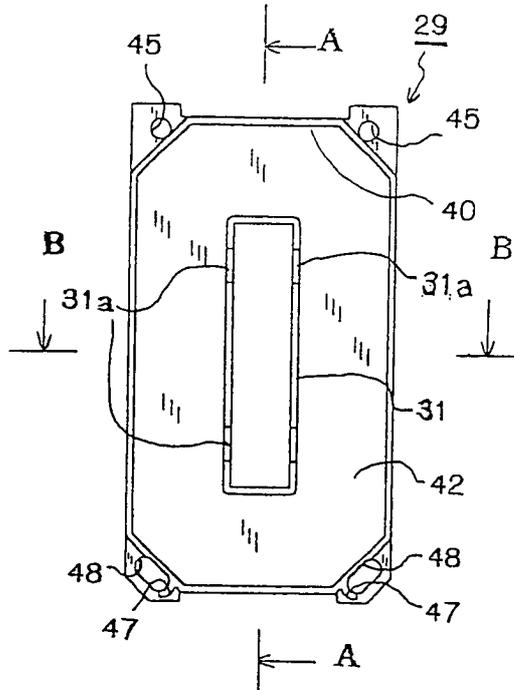


FIG.10B

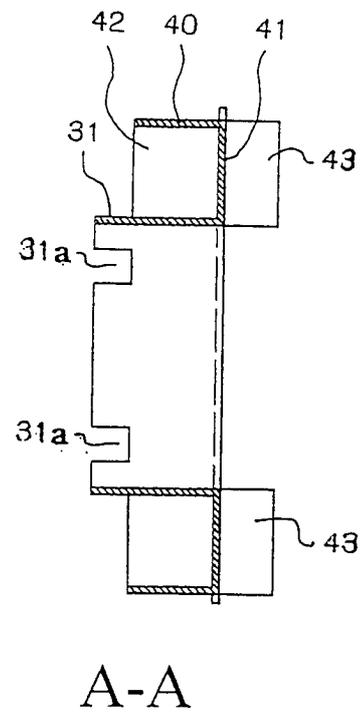


FIG.10C

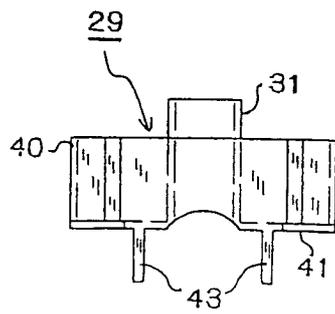


FIG.10D

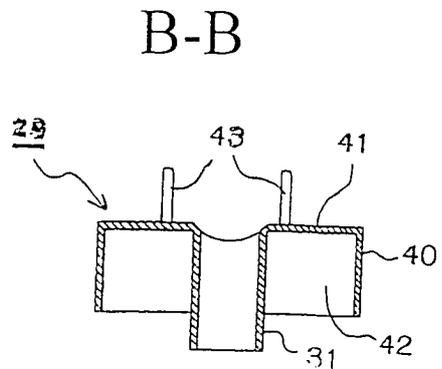


FIG.11A

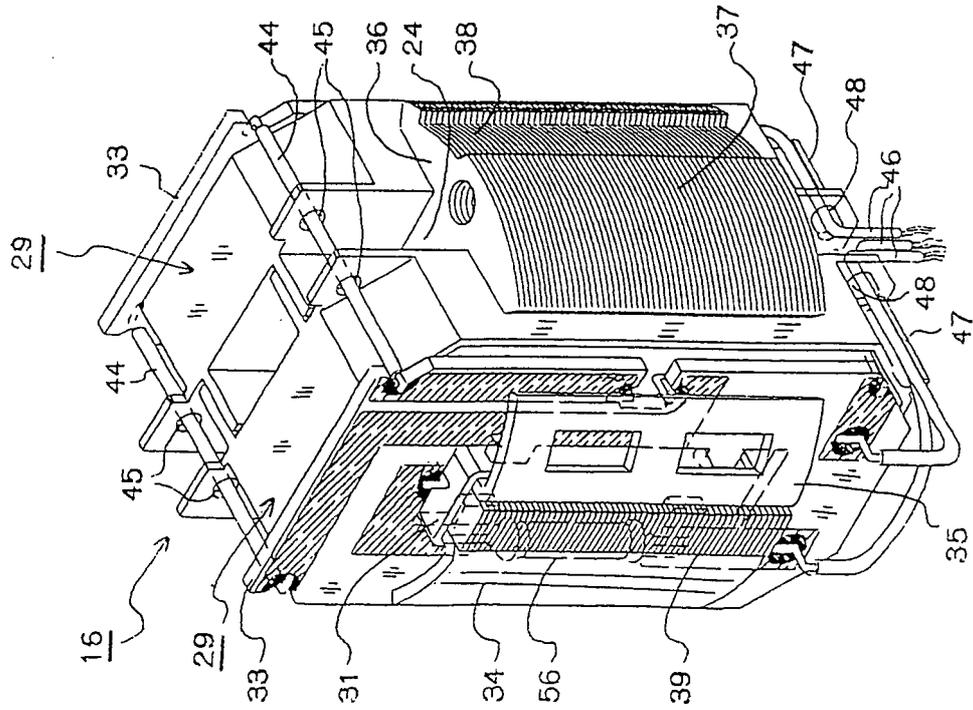


FIG.11B

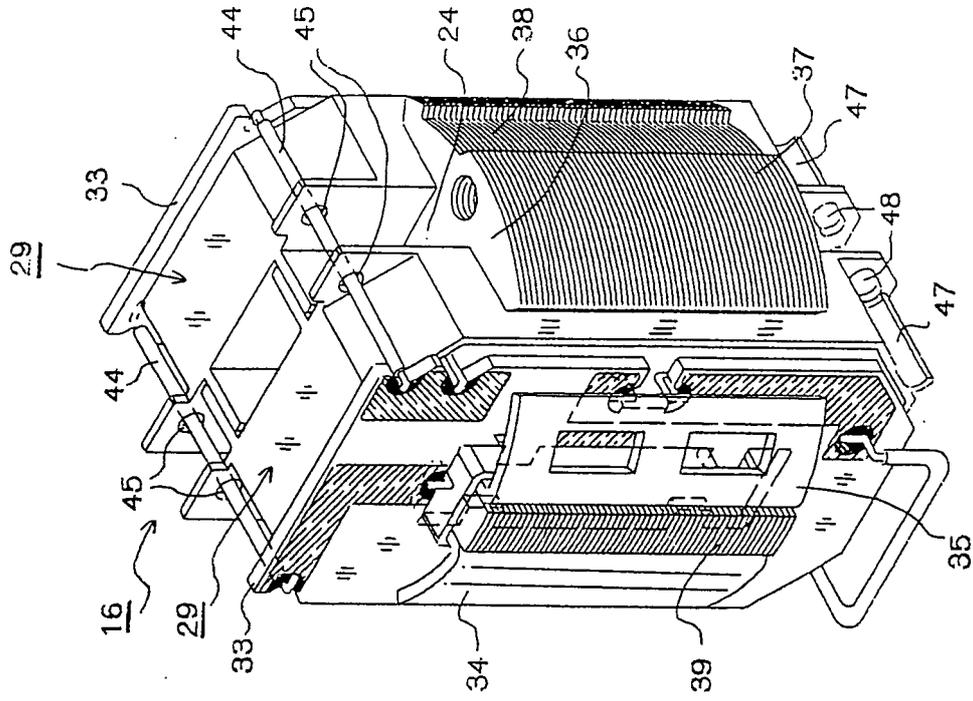


FIG.12

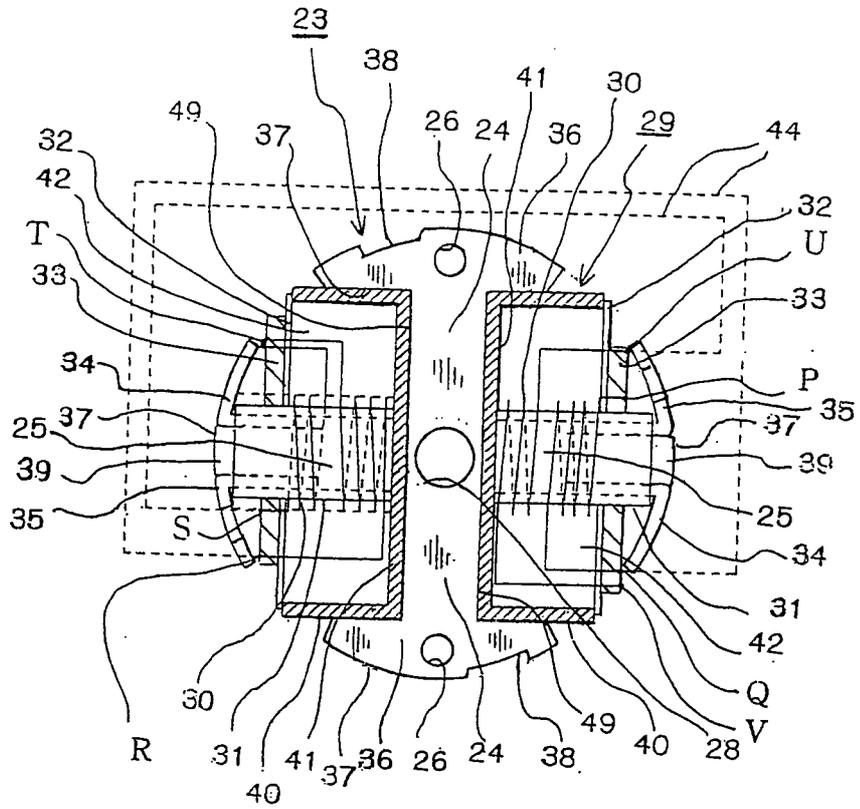


FIG.13A

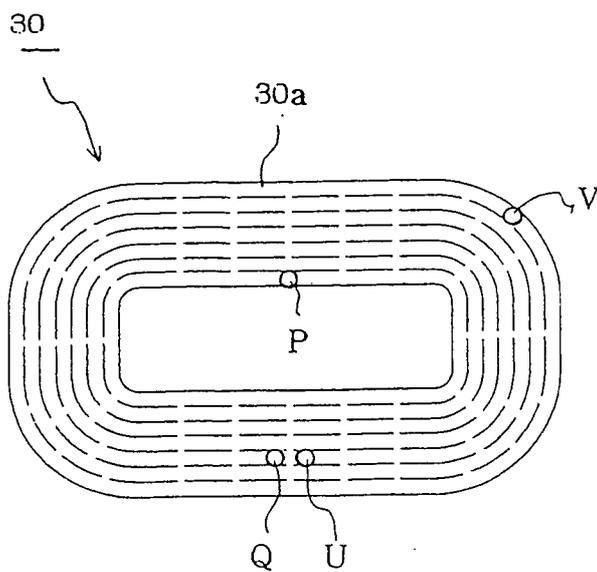


FIG.13B

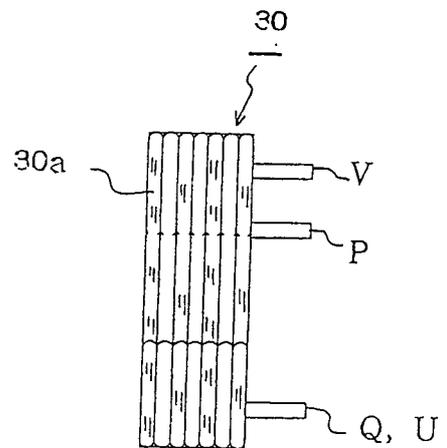


FIG.14

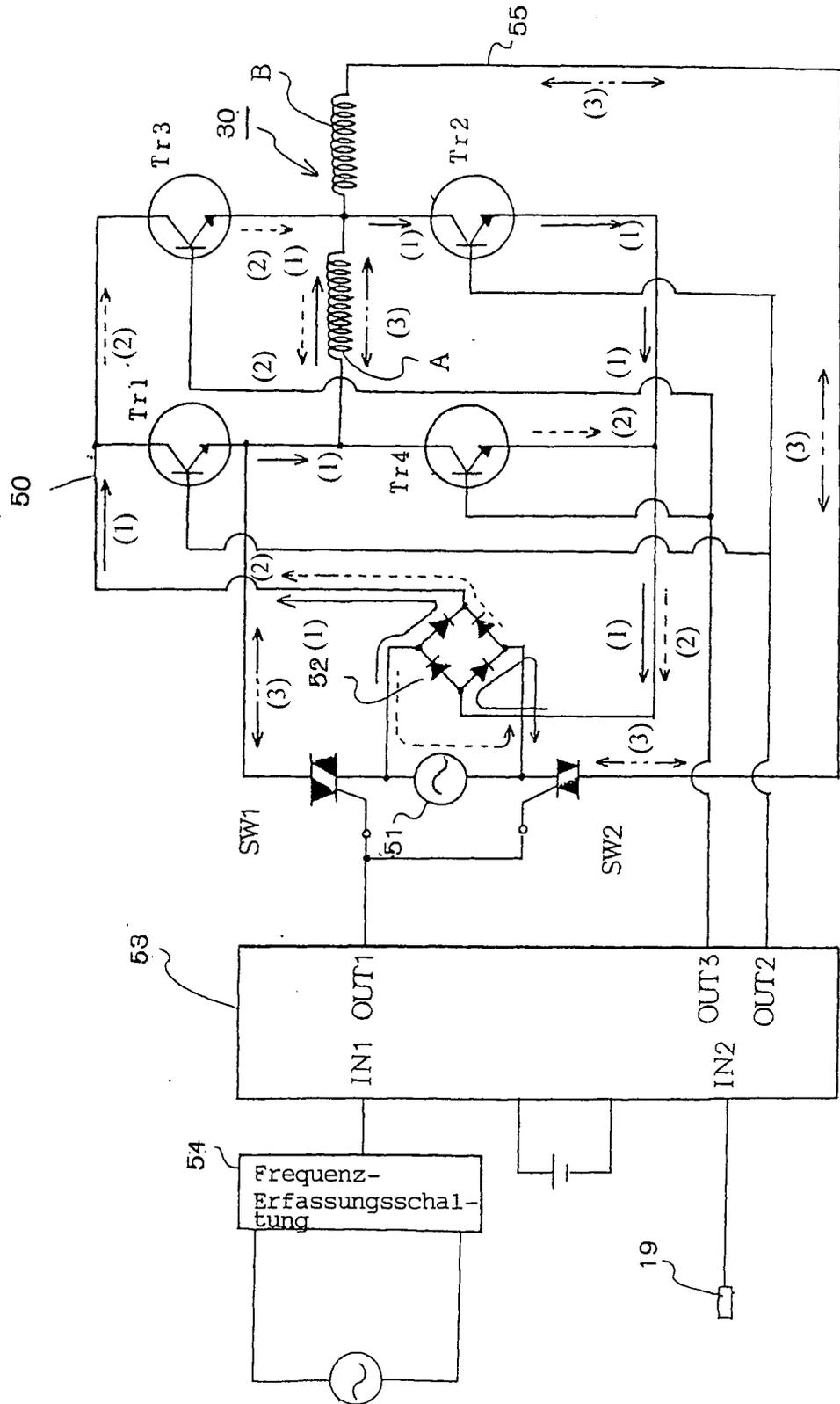


FIG.15

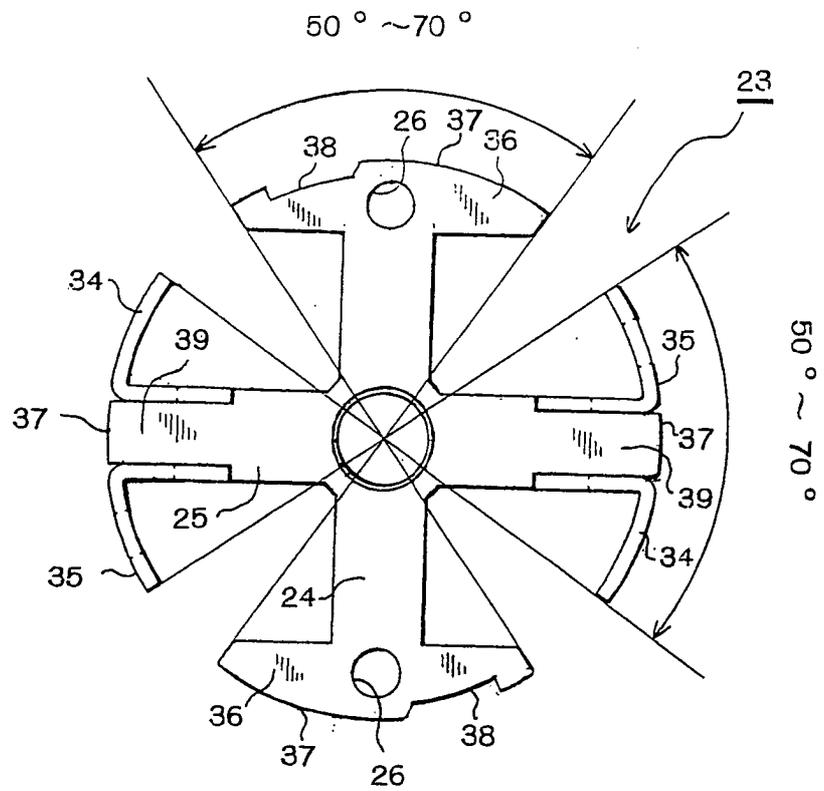


FIG.16

