



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

**11 CH 686 159 A5**

**51 Int. Cl.<sup>6</sup>: H 02 K 029/00**

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

**12 PATENTSCHRIFT A5**

**21** Gesuchsnummer: 02336/93

**22** Anmeldungsdatum: 05.08.1993

**30** Priorität: 05.08.1992 JP A4-209009

**24** Patent erteilt: 15.01.1996

**45** Patentschrift veröffentlicht: 15.01.1996

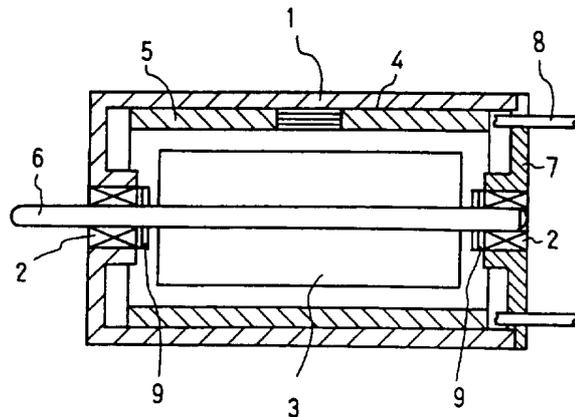
**73** Inhaber:  
Seiko Instruments Inc., 31-1, 6-chome, Kameido, Koto-ku/Tokyo (JP)

**72** Erfinder:  
Takehara, Isamu, Tokyo (JP)

**74** Vertreter:  
Bovard AG, Optingenstrasse 16, 3000 Bern 25 (CH)

**54 Bürstenloser Motor.**

**57** Ein Gehäuse (1) trägt einen Rotor (4) und Lager (2). Eine Ankerspuleneinheit (5) umfasst drei Wicklungsblöcke (51, 52, 53), die einander überlagert sind. Jeder Wicklungsblock weist ein Paar von separaten Seitenteilen auf, die sich durch einen gegebenen mechanischen Winkel überlappen. Die entsprechenden Spulenblöcke sind voneinander durch einen bestimmten Verschiebungswinkel verschoben, welcher der Zahl von Spulenblöcken zugeordnet ist.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen bürstenlosen Motor mit einer Ankerwicklungseinheit, die an einem Gehäuse befestigt ist und einem Rotormagneten, der mit einer geraden Anzahl Pole ausgebildet und mit einer Abtriebswelle zum drehbaren Tragen des Rotormagneten zusammengefasst ist.

Es sind konventionelle, bürstenlose Motoren vom Spindeltyp bekannt, die in einem Büroautomationsgerät einer automatischen Maschine, einem medizinischen Instrument usw. verwendet werden.

Fig. 12 ist eine strukturierte Darstellung eines zum Stand der Technik gehörenden bürstenlosen Motors. In zu anderen Typen von Motoren ähnlicher Art, sind dort ein Rotormagnet 3 und ein Stator, der eine Ankerspuleneinheit 5 umfasst, eingeschlossen. Der Rotormagnet 3 trägt ausschliesslich zur Erzeugung eines Ausgangsdrehmomentes bei. Der Motor hat im weiteren eine Abtriebswelle 6 zum drehbaren Abstützen des Rotormagneten 3. Andererseits ist der Stator derart konstruiert, dass der Anker 4, der die Ankerwicklungseinheit 5 umfasst, an einer inneren Wand eines zylindrischen Gehäuses 1 befestigt ist, welches an einem Lagergehäuse 2 festgemacht ist. Das Gehäuse 1 funktioniert dabei als Joch für den Rotormagneten 3, und die Ankerwicklungseinheit 5. Ein elektrischer Strom ist über Zuführdrähte 8 an die Ankerwicklungseinheit 5 angelegt. Ein Paar Dichtungsringe 9 sind auf äusseren Seiten von Lagern 2 angeordnet, um eine axiale Bewegung des Rotormagneten 3 während seiner Drehbewegung zu verhindern. Im weiteren hat der Motor keinen Fühlerteil.

Der konventionelle bürstenlose Motor hat eine Wicklungsstruktur, wie sie in den Fig. 13, 14 und 15 gezeigt ist. Die Ankerspuleneinheit 5 des bürstenlosen Motors ist elektrisch, wie in der Fig. 16 gezeigt geschaltet, um den Anker 4 gemäss der Fig. 18 zu bilden. Wie aus der Fig. 18 erkennbar ist, ist diese Wicklung derart ausgebildet, dass die Ankerspuleneinheit 5 des Ankers 4 eine radial sich erstreckende Dicke hat, die durch zwei Lagen von Wicklungen vorgegeben ist. Weil jedoch die radial sich erstreckende Dicke auf zweimal den Durchmesser des Spulendrahtes begrenzt ist, hat der konventionelle Aufbau den Nachteil, dass die Spulenwindungen nicht wild gewickelt werden können, um dabei eine Kupfermenge für die Spuleneinheit zu begrenzen.

Insbesondere beim Verringern der Motorgrösse ist eine magnetische Antriebskraft der Spule des Ankers nicht wesentlich verbessert worden, während eine Energieerzeugung des Magneten wesentlich verbessert worden ist. Anders gesagt, durch die Verringerung der Motorgrösse ist die Luftspaltinduktion verbessert worden, während die Gesamtdurchflutung nicht verbessert worden ist. Das Ausgangsdrehmoment des Motors kann nicht optimal verbessert werden, ohne dass ein Auslegungsgleichgewicht in bezug auf ein Verhältnis zwischen der Luftspaltinduktion und der Gesamtdurchflutung garantiert ist. In Anbetracht dessen ist es notwendig, einen Raumpalt zwischen dem Magnet und dem

Gehäuse optimal zu erweitern, um so eine Kupfermenge der Ankerspuleneinheit zu erhöhen. Um die Kupfermenge der Spule zu erhöhen, ist es notwendig, die radiale Dicke der zylindrischen Spuleneinheit zu erhöhen.

Es kann ratsam sein, mehrere Stufen von zylindrischen Spuleneinheiten zu bilden. Wie dem auch sei, im Falle, dass beispielsweise die jeweiligen Stufen von Spuleneinheiten parallel zueinander geschaltet werden, wie dies in der Fig. 17 gezeigt ist, kann der Nachteil entstehen, dass ein induktiver Spannungskoeffizient  $K_e$  insbesondere im verkleinerten Motor nicht erhöht werden kann. Es ist hier das Problem, dass eine Serieschaltung notwendig ist, um den Wert von  $K_e$  bei Motoren des Standes der Technik zu erhöhen.

Um das Problem bei zum Stand der Technik gehörenden Motoren entsprechend zu lösen, wird erfindungsgemäss ein bürstenloser Motor vorgeschlagen, der eine Serieschaltungsstruktur mit einem hohen Ausgangsdrehmoment aufweist. Erfindungsgemäss umfasst der bürstenlose Motor die Merkmale des einzigen Patentanspruches.

In dem gemäss dem Patentanspruch konstruierten bürstenlosen Motor fliesst ein elektrischer Strom in der gleichen Richtung durch jede Phase der Spulenblöcke der Ankerspuleneinheit, dann, wenn eine gegebene Spannung an einen Eingabeanschlussblock der Ankerspuleneinheit mit einer vorbestimmten Folge angelegt wird. Folglich dreht die Abtriebswelle des bürstenlosen Motors, hervorgerufen durch eine magnetische Kraft, die im Raumpalt zwischen dem Rotormagneten und der Ankerspuleneinheit erzeugt wird.

Die Erfindung ist im folgenden anhand von Figuren beispielsweise näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine strukturierte Darstellung eines erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 2 ein Anschlussdiagramm einer ersten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 3 ein Basisanschlussdiagramm der ersten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Ankerspuleneinheit in der ersten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 5 ein Spulenanordnungsdiagramm der ersten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 6 ein Diagramm, das die laminierte Struktur des Spulenblocks in der erfindungsgemässen Ausführung des bürstenlosen Motors darstellt, von einer Abtriebswelle des Motors her betrachtet,

Fig. 7 ein Anschlussdiagramm einer zweiten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 8 ein Basisanschlussdiagramm der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Ankerspuleneinheit in der zweiten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 10 ein Spulenanordnungsdiagramm der

zweiten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors,

Fig. 11 ein Diagramm, das eine laminierte Struktur des Spulenblocks in der zweiten Ausführung des erfindungsgemässen bürstenlosen Motors darstellt, von einer Motor-Abtriebswelle her betrachtet,

Fig. 12 eine strukturierte Darstellung eines konventionellen bürstenlosen Motors,

Fig. 13 eine perspektivische Darstellung einer Ankerspuleinheit im konventionellen bürstenlosen Motor,

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht von Spulenwicklungen im konventionellen bürstenlosen Motor, in einer flachen Anordnung,

Fig. 15 eine Vorderansicht von Spulenwicklungen des konventionellen bürstenlosen Motors in einer flachen Anordnung,

Fig. 16 eine schematische Anschlussdarstellung einer Spule im konventionellen bürstenlosen Motor,

Fig. 17 eine schematische Parallelschaltungsdarstellung einer Spule im konventionellen bürstenlosen Motor, und

Fig. 18 eine Darstellung, die eine Spule des konventionellen bürstenlosen Motors von einer Abtriebswelle her betrachtet zeigt.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit den Zeichnungen beschrieben. Mit Bezugnahme auf Fig. 1 umfasst der erfindungsgemässe bürstenlose Motor einen Rotormagneten 3, ein Lagergehäuse 2 und ein Gehäuse 1, in ähnlicher Weise aufgebaut wie der konventionelle bürstenlose Motor. Ferner ist eine Ankerspuleinheit 5 und eine Abtriebswelle 5 vorgesehen.

Der erfindungsgemässe bürstenlose Motor unterscheidet sich vom konventionellen bürstenlosen Motor im wesentlichen durch die Wicklung und Verbindungsstruktur der Ankerspuleinheit 5. Die erste erfindungsgemässe Ausführung der Ankerspuleinheit ist in den Fig. 2-6 dargestellt. Fig. 3 ist ein Grundschaltdiagramm, welches eine Dreieckschaltung der ersten erfindungsgemässen Ausführungsform zeigt. Ein Paar von Spulen 31 und 32 ist in Serie zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen p und q miteinander verbunden. Ein anderes Paar von Spulen 33 und 34 ist zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen q und r verbunden. Ein weiteres Paar von Spulen 35 und 36 ist zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen r und p verbunden. Die Spulen 31-36 sind zur Bildung der Ankerspuleinheit 5 nach Fig. 1 angeordnet.

Fig. 4 ist ein Diagramm der Anordnung einer Grundspule der ersten erfindungsgemässen Ausführungsform der Ankerspuleinheit 5. Die Spulen 31 und 32 sind zwischen den Anschlussklemmen p und q durch Zwischenknoten A<sub>2</sub> und B<sub>1</sub> miteinander überlappt. Die Spulen 33 und 34 sind zwischen den Anschlussklemmen q und r durch Zwischenknoten B<sub>2</sub> und B<sub>1</sub> miteinander überlappt. Die Spulen 35 und 36 sind zwischen den Anschlussklemmen r und p durch Zwischenknoten C<sub>2</sub> und A<sub>1</sub> miteinander überlappt. In dieser Konfiguration sind die Knoten B<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> benachbart zu den Anschlussklemmen oder Abgriffen p angeordnet, die Knoten A<sub>2</sub> und C<sub>1</sub>

sind benachbart zu der Anschlussklemme q und die Knoten B<sub>2</sub> und A<sub>1</sub> sind benachbart zu der Anschlussklemme r angeordnet.

Nachfolgend wird eine Beschreibung für die Arbeitsweise der ersten Ausführungsform der Erfindung gegeben. Bezugnehmend auf Fig. 4 wird die Anschlussklemme p in einem gegebenen Moment mit einem positiven Potential und die andere Anschlussklemme q mit einem negativen Potential versehen, während die verbleibende Anschlussklemme r ausgeschaltet ist. Ein elektrischer Strom fliesst durch die Spulen 31 und 32, so dass entsprechende Stromkomponenten der Spulen 31 und 32 in die gleiche Richtung fließen. Folglich können die Spulen 31 und 32 in der gleichen Richtung ein magnetisches Feld erzeugen. In ähnlicher Weise können das Spulenpaar 33 und 34 bzw. das andere Paar von Spulen 35 und 36 ein magnetisches Feld in der gleichen Richtung erzeugen. Die Abtriebswelle 6 des bürstenlosen Motors rotiert infolge der Wechselwirkung zwischen den magnetischen Feldern der Spulen 31 bis 36 und dem magnetischen Feld des Rotormagneten 3.

In einem nächsten Schritt wird auf die Anschlussklemme r ein positives Potential und auf die andere Anschlussklemme q ein negatives Potential aufgebracht, während die verbleibende Anschlussklemme p ausgeschaltet ist. Ein elektrischer Strom fliesst in der gleichen Richtung durch die Spule 33 und die Spule 34. In ähnlicher Weise können das Paar von Spulen 35 und 36 bzw. das andere Paar von Spulen 31 und 32 ein magnetisches Feld in der gleichen Richtung erzeugen. Die Abtriebswelle 6 des bürstenlosen Motors rotiert infolge der magnetischen Felder der Spulen 31 bis 36 und dem magnetischen Feld des Rotormagneten 3.

Danach wird in ähnlicher Weise die Polarität der Spannungen, die an die entsprechenden Anschlussklemmen angelegt wird, fortlaufend umgeschaltet, um die Rotation der Abtriebswelle 6 des bürstenlosen Motors weiterzuführen.

Fig. 5 ist ein Diagramm einer Spulenblockanordnung der ersten erfindungsgemässen Ausführungsform. Ein Spulenblock 51 ist durch hexagonale Spulen gebildet, welche von einem Startknoten A<sub>1</sub> gewickelt sind. Die Spulen sind spiralförmig und fortlaufend in Richtung rechts gewickelt, wenn die Figur von der Vorderseite betrachtet wird. Eine vordere Spule 36a und eine hintere Spule 36c sind in entgegengesetzter Beziehung angeordnet und vom Wicklungsstartknoten A<sub>1</sub> zum Zwischenabgriff p angebracht. Dann sind eine vordere Spule 31a und 31c in entgegengesetzter Beziehung angeordnet und vom Zwischenabgriff p zum Endknoten A<sub>2</sub> der Wicklung angebracht. Eine Spulenweite der hexagonalen Konfiguration, d.h. ein Weitenintervall vom Startknoten A<sub>1</sub> der Wicklung zum Zwischenabgriff p ist auf 120° im Hinblick auf einen mechanischen Winkel gesetzt, welcher als Winkelabstand zwischen Seitenlinien von benachbarten hexagonalen Konfigurationen definiert ist.

In ähnlicher Weise ist ferner ein Weitenintervall auf 120° im Hinblick auf den mechanischen Winkel zwischen dem Zwischenabgriff p und dem Wicklungsendpunkt A<sub>2</sub> gesetzt. Ein geschlossener Kreis,

zusammengesetzt aus einer einzigen Windung der spiralförmig gewickelten Wicklung, hat ein Spulenweitenintervall, welches im wesentlichen identisch zum magnetischen Polweitenintervall des Rotormagneten 3 (welcher in dieser Ausführungsform zwei Pole hat) gesetzt. Das Spulenweitenintervall ist nämlich in dieser Ausführungsform auf  $180^\circ$  gesetzt. Der mechanische Winkel des Spulenblockes 51 ist auf  $180^\circ$  zwischen den Führungsseitenlinien der vorderen Spule 36a und der Seitenlinie der hinteren Spule 36c gesetzt. Dadurch ist dieser Wert von  $180^\circ$  eine ganze Knotenweite der entworfenen Konfiguration, der mechanische Winkel kann auf mehr oder weniger als  $180^\circ$  bezüglich der entworfenen Auswahl gesetzt werden. Der Spulenblock 51 weist das ganze Weitenintervall von  $420^\circ$  in Schritten des mechanischen Winkels auf. In ähnlicher Weise zum ersten Spulenblock 51 schliesst der Spulenblock 52 eine vordere oder obere Spule 32a und eine hintere Spule 32c ein, welche entgegengesetzt zwischen dem Wicklungsstartknoten  $B_1$  und dem Zwischenabgriff q angeordnet ist. Ferner sind eine vordere Spule 33a und eine hintere Spule 33c in überlagerter Beziehung zwischen dem Zwischenabgriff q und dem Wicklungsendknoten  $B_2$  angeordnet. Der Spulenblock 52 hat einen gewissen mechanischen Winkel, zwischen dessen Seitenlinien, die ähnlich gesetzt sind wie beim Spulenblock 51. Der Spulenblock 52 ist vom Spulenblock 51 um  $120^\circ$  im Hinblick auf den mechanischen Winkel verschoben oder versetzt. In ähnlicher Weise zum ersten Spulenblock 51 hat der dritte Spulenblock 53 eine vordere Spule 34a und eine hintere Spule 34c, welche gegenseitig zwischen dem Wicklungsstartknoten  $C_1$  und dem Zwischenabgriff r überlappend sind. Ferner sind eine vordere Spule 35a und eine hintere Spule 35c in entgegengesetzter Weise zwischen dem Zwischenabgriff r und dem Wicklungsendknoten  $C_2$  angeordnet. Der Spulenblock 53 hat einen gewissen mechanischen Winkel zwischen den separaten Seitenlinien, der ähnlich wie beim ersten Spulenblock 51 gesetzt ist. Der Spulenblock 53 ist vom ersten Spulenblock 51 um  $240^\circ$  im Hinblick auf den mechanischen Winkel versetzt.

Fig. 6 zeigt schematisch eine Schnittansicht der überlappenden Struktur der Spulenblöcke 51, 52 und 53, von einer axialen Richtung der Motorabtriebswelle betrachtet. Der Wicklungsanfangsbereich und der Wicklungsendbereich jedes Spulenblockes überlappt mit einem anderen um  $60^\circ$ , weil jeder Block eine ganze Spulenweite von  $420^\circ$  im Hinblick auf den mechanischen Winkel umfasst.

Fig. 2 ist ein Diagramm eines Leitungsmusters, welches eine elektrische Verbindung um die Spulen 31–36, den Verbindungsknoten oder Musterblock  $A_1/C_2$ ,  $B_1/A_2$  und  $C_1/B_2$  und die Anschlussklemmen oder Abgriffe p, q und r zeigt. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Spulen 31–36 in vier Lagen über die ganze Länge eines Kreises gegenseitig überlagert.

Fig. 8 ist ein Grundschaltkreisdiagramm, welches eine Ringverbindung einer zweiten erfindungsgemässen Ausführungsform zeigt. Ein Paar von Spulen 61 und 62 ist in Serie miteinander zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen p und q verbunden.

Ein anderes Paar von Spulen 63 und 64 ist zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen q und r verbunden. Ein weiteres Paar von Spulen 65 und 66 ist zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen r und s verbunden. Des weiteren ist ein Paar von Spulen 67 und 68 zwischen Anschlussklemmen oder Abgriffen s und p verbunden. Die Spulen 61–68 sind zur Bildung der Ankerspuleneinheit 5 nach Fig. 1 angeordnet.

Fig. 9 ist ein Diagramm einer Grundspulenordnung der zweiten Ausführungsform der erfindungsgemässen Ankerspuleneinheit 5. Die Spulen 61 und 62 überlappen einander zwischen den Anschlussklemmen p und q durch Zwischenknoten  $A_2$  und  $B_2$ . Die Spulen 63 und 64 überlappen einander zwischen den Anschlussklemmen q und r durch Zwischenknoten  $B_2$  und  $C_1$ . Die Spulen 65 und 66 überlappen einander zwischen den Anschlussklemmen r und s durch Zwischenknoten  $C_2$  und  $D_1$ . Die Spulen 67 und 68 überlappen einander zwischen den Anschlussklemmen s und p durch Zwischenknoten  $D_2$  und  $A_1$ . In dieser Konfiguration sind die Knoten  $B_1$  und  $D_2$  benachbart zu der Klemme oder dem Abgriff p angeordnet, die Knoten  $A_2$  und  $C_1$  sind benachbart zu der Anschlussklemme q angeordnet, die Knoten  $B_2$  und  $D_1$  sind benachbart zu der Anschlussklemme r angeordnet, und die Knoten  $C_2$  und  $A_1$  sind benachbart zu der Anschlussklemme s angeordnet.

Im folgenden wird die Wirkungsweise des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung beschrieben. In bezug auf die Fig. 9 wird an die Anschlussklemme p ein positives Potential und an die andere Anschlussklemme r ein negatives Potential in einem bestimmten Moment angelegt, währenddem die verbleibenden Anschlussklemmen q und s abgeschaltet werden. Ein elektrischer Strom fliesst durch die Spulen 61 und 62, so dass die entsprechenden elektrischen Stromkomponenten der Spulen 61 und 62 in derselben Richtung fließen. Daher können die Spulen 61 und 62 ein magnetisches Feld in derselben Richtung erzeugen. In der gleichen Weise erzeugen das Spulenpaar 63 und 64, das Spulenpaar 65 und 66 und das Spulenpaar 67 und 68 ein magnetisches Feld in derselben Richtung. Die Abtriebswelle 6 des bürstenlosen Motors rotiert infolge der Wechselwirkung zwischen den Magnetfeldern der Spulen 61 bis 68 und dem magnetischen Feld des Rotormagneten 3.

Als nächster Schritt wird an die Anschlussklemme q ein positives Potential und an die andere Anschlussklemme s ein negatives Potential angelegt, wobei die verbleibenden Anschlussklemmen p und r abgeschaltet werden.

Ein elektrischer Strom fliesst durch die Spulen 63 und 64 in der gleichen Richtung. In ähnlicher Weise können das Spulenpaar 65 und 66, das Spulenpaar 67 und 68 und das Spulenpaar 61 und 62 ein magnetisches Feld in der gleichen Richtung erzeugen. Die Abtriebswelle 6 des bürstenlosen Motors rotiert entsprechend den Magnetfeldern der Spulen 61–68 und des Magnetfeldes des Rotormagneten 3. Nachher wird in gleicher Weise die Polarität der an die entsprechenden Anschlussklemmen angelegten Spannung fortlaufend umgeschaltet, um die Rotati-

on der Abtriebswelle 6 des bürstenlosen Rotors weiterzuführen.

Fig. 10 zeigt ein Diagramm einer Spulenblockanordnung des zweiten Ausführungsbeispiels entsprechend der Erfindung. Ein Spulenblock 41 wird aus hexagonalen Spulen gebildet, welche von einem Startknoten  $A_1$  gewickelt sind. Die Spulen werden spiralförmig und aufeinanderfolgend in der Richtung nach rechts gewickelt, wenn die Figur von der Frontseite betrachtet wird. Eine Frontspule 68a und eine hintere Spule 68c sind in entgegengesetzter Beziehung und vom Wicklungsstartknoten  $A_1$  zum Zwischenabgriff p angeordnet. Als nächstes sind eine Frontspule 61a und eine hintere Spule 61c in entgegengesetzter Beziehung und von einem Zwischenabgriff p zum Windungsendknoten  $A_2$  angeordnet. Ein Spulenabstand der hexagonalen Anordnung, d.h., ein Abstandsintervall vom Wicklungsstartknoten  $A_1$  zum Zwischenabgriff p wird auf  $90^\circ$  eingestellt bezüglich eines mechanischen Winkels, welcher als ein Teilwinkel zwischen den Seitenlinien der benachbarten hexagonalen Anordnungen definiert ist.

Im weiteren wird in ähnlicher Weise ein Weitenintervall auf  $90^\circ$  eingestellt bezüglich des mechanischen Winkels zwischen dem Zwischenabgriff p und dem Wicklungsendpunkt  $A_2$ . Ein geschlossener Stromkreis, zusammengesetzt aus einer einzigen Windung der spiralförmig gewickelten Spule, weist ein Spulenweitenintervall auf, welches im wesentlichen identisch mit einem magnetischen Polweitenintervall des Rotormagneten 3 (welcher in diesem Ausführungsbeispiel zwei Pole aufweist), eingestellt wird. Das Spulenteilintervall ist auf  $180^\circ$  in diesem Ausführungsbeispiel eingestellt. Der mechanische Winkel des Spulenblockes 41 ist auf  $180^\circ$  eingestellt, zwischen der Führungsseitenlinie der Frontspule 68a und der Seitenlinie der hinteren Spule 68c. Obschon dieser Wert von  $180^\circ$  ein ganzer Knotenabstand auf der Konstruktionsanordnung ist, kann der mechanische Winkel grösser oder kleiner als  $180^\circ$  eingestellt werden, entsprechend einer Konstruktionswahl. Im weiteren sind eine vordere Spule 61a und eine hintere Spule 61c in überlagerter Beziehung zwischen dem Zwischenabgriff p und dem Wicklungsendknoten  $A_2$  angeordnet. Der Spulenblock 41 weist das ganze Weitenintervall von  $360^\circ$  bezüglich des mechanischen Winkels auf.

In einer Art, ähnlich dem ersten Spulenblock 41, umfasst der Spulenblock 43 eine vordere oder obere Spule 62a und eine hintere Spule 62c, die in gegenüberliegenden Seiten zwischen den Wicklungsstartknoten  $B_1$  und dem Zwischenabgriff q angeordnet sind. Im weiteren sind eine vordere Spule 63a und eine hintere Spule 63c in überlagerter Beziehung zwischen dem Zwischenabgriff q und dem Wicklungsendknoten  $B_2$  angeordnet. Der Spulenblock 42 weist einen bestimmten mechanischen Winkel auf, zwischen den Seitenlinien desselben, die ähnlich eingestellt werden wie beim Spulenblock 41. Der Spulenblock 42 ist vom Spulenblock 41 um  $90^\circ$  bezüglich des mechanischen Winkels verschoben. In einer Art, ähnlich zum ersten Spulenblock 41, weist der dritte Spulenblock 43 eine vordere Spule 64a und eine hintere Spule 64c auf, welche

sich gegenseitig zwischen dem Wicklungsstartknoten  $C_1$  und dem Zwischenabgriff r überlappen. Im weiteren sind eine vordere Spule 65a und eine hintere Spule 65c in gegenüberliegenden Seiten zwischen dem Zwischenabgriff r und dem Wicklungsendknoten  $C_2$  angeordnet. Der Spulenblock 43 weist einen bestimmten mechanischen Winkel auf, zwischen separaten Seitenlinien, der ähnlich wie beim ersten Spulenblock 41 eingestellt ist. Der Spulenblock 43 ist vom ersten Spulenblock 41 um  $180^\circ$  bezüglich des mechanischen Winkels verschoben. Der Spulenblock 44 weist einen bestimmten mechanischen Winkel auf, zwischen separaten Seitenlinien, der ähnlich wie beim ersten Spulenblock 41 eingestellt ist. Der Spulenblock 44 ist vom ersten Spulenblock 41 um  $270^\circ$  bezüglich des mechanischen Winkels verschoben.

Fig. 11 zeigt eine schematische Querschnittsansicht der überlappenden Struktur der Spulenblöcke 41, 42, 43 und 44, betrachtet aus einer axialen Richtung der Motorabtriebswelle. Der Wicklungsstartteil und der Wicklungsendteil jedes Spulenblockes überlappen einander um  $90^\circ$ , da jeder Block ein gesamtes Weitenintervall von  $360^\circ$  bezüglich des mechanischen Winkels aufweist.

Fig. 7 zeigt ein schematisches Diagramm eines Leitungsmusters, welches eine elektrische Verbindung unter den Spulen 61 bis 68, den Verbindungsknoten oder Mustern  $A_1/D_2$ ,  $B_1/A_2$ ,  $C_1/B_2$  und  $D_1/C_2$  und den Anschlussklemmen oder Abgriffen p, q, r und s der Kollektorsegmente 8 zeigt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Spulen 61 bis 68 miteinander in vier Schichten über die ganze Länge eines Kreises überlagert.

Wie oben beschrieben wurde, weist der erfindungsgemässe bürstenlose Motor eine Zahl n von Spulenblöcken auf. Der M-te Spulenblock weist einen Verschiebungswinkel  $X_M$  wie folgt auf:

Im Falle des ersten Ausführungsbeispiels gemäss den Fig. 5 und 6 wird die Phasenzahl auf  $n = 3$  gesetzt.

$$X_1 = 360/n = 120^\circ$$

$$X_2 = 360 \times 2/n = 240^\circ$$

Im Falle des zweiten Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 10 und Fig. 11 wird die Phasenzahl auf

$$n = 4 \text{ gesetzt.}$$

$$X_1 = 360/n = 90^\circ$$

$$X_2 = 360 \times 2/n = 180^\circ$$

$$X_3 = 360 \times 3/n = 270^\circ$$

Entsprechend wird der Verschiebungswinkel  $X_M$  des M-ten Spulenblockes im allgemeinen durch  $X_M = 360 \times M/n$  Grad dargestellt, wobei M eine positive ganze Zahl «1» – «n-1» bezeichnet, n bezeichnet «3» oder mehr eine positive ganze Zahl. Im weiteren hat jede Spule einen Anteil am Zentrumswinkel oder an einem Winkelintervall von  $(X_2 + 360/p)$  Grad, wobei p eine Polzahl des Rotormagnetes bezeichnet.

Im weiteren kann die vorliegende Erfindung nicht nur bei einem bürstenlosen Motor des inneren Rortyps, wie oben beschrieben verwendet werden,

sondern auch bei einem bürstenlosen Motor des äusseren Rotortyps.

Wie oben beschrieben weist der bürstenlose Motor entsprechend der Erfindung, eine Mehrzahl von mit einem vorbestimmten Verschiebungswinkel einander überlagerten Spulenblöcken auf, wobei die folgenden Effekte erzielt werden:

5

(1) Der bürstenlose Motor kann ein hohes Ausgangsdrehmoment über eine Serienverbindung von Spulen erzeugen.

10

(2) Es kann eine reduzierte Zahl von Verbindungsknoten vorhanden sein im Vergleich zu der parallelen Verbindung.

15

### Patentanspruch

Bürstenloser Motor, gekennzeichnet durch Spulenblöcke einer Ankerspuleneinheit, integriert mit einem Gehäuse; und einen Rotormagneten, integriert mit einer Abtriebswelle zur rotierbaren Stützung des Rotormagneten, der mit einer geraden Anzahl von Polen versehen ist, wobei die Ankerspuleneinheit eine Zahl  $n$  von miteinander überlagerten Spulenblöcken umfasst und jeder Spulenblock einen Zentrumswinkel von  $X_2 + 360/p$  Grad gemeinsam hat, resp. einer der Spulenblöcke einen Verschiebungswinkel von  $X_M = 360 \times M/n$  Grad aufweist, relativ zu einem Referenzwinkel der Spulenblöcke, wobei  $M$  eine positive ganze Zahl «1» – « $n-1$ »,  $n$  eine positive ganze Zahl «3» oder mehr und  $P$  eine Anzahl Pole des Permanentmagneten bezeichnet und die Spulenblöcke in Serie verbunden sind, um entsprechende Phasen der Spulenblöcke zu bilden, so dass durch die Spulenblöcke jeder Phase ein elektrischer Strom in der gleichen Richtung fließen kann.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

FIG. 1

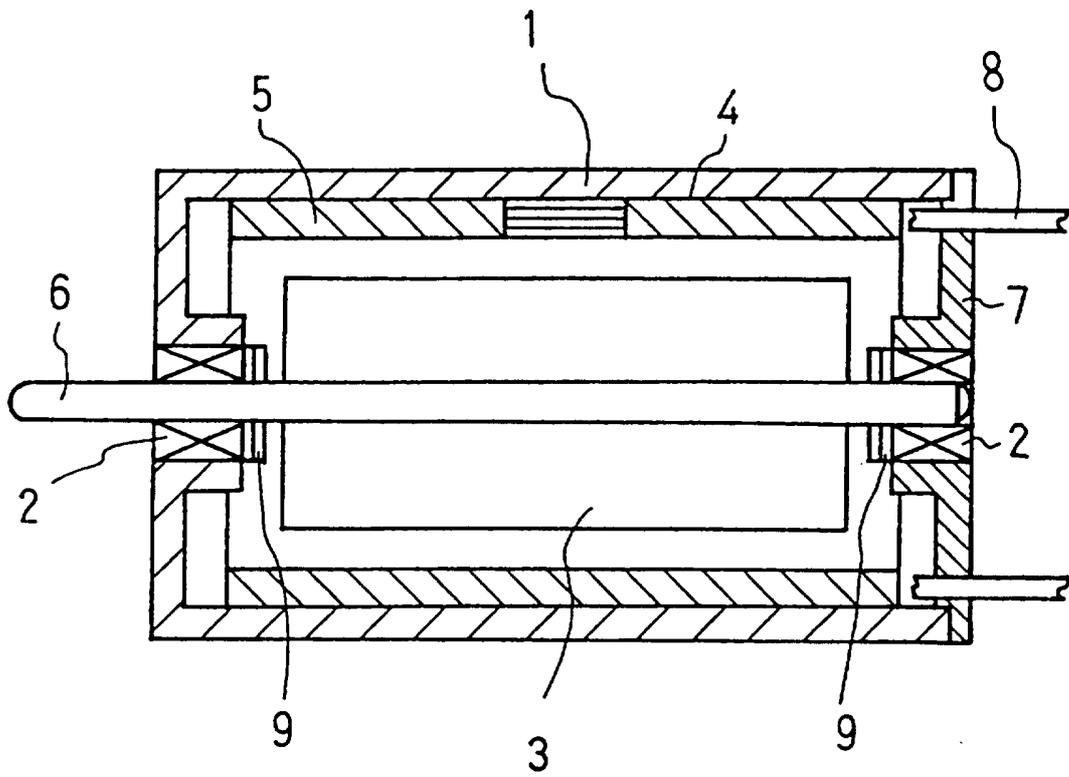


FIG. 2

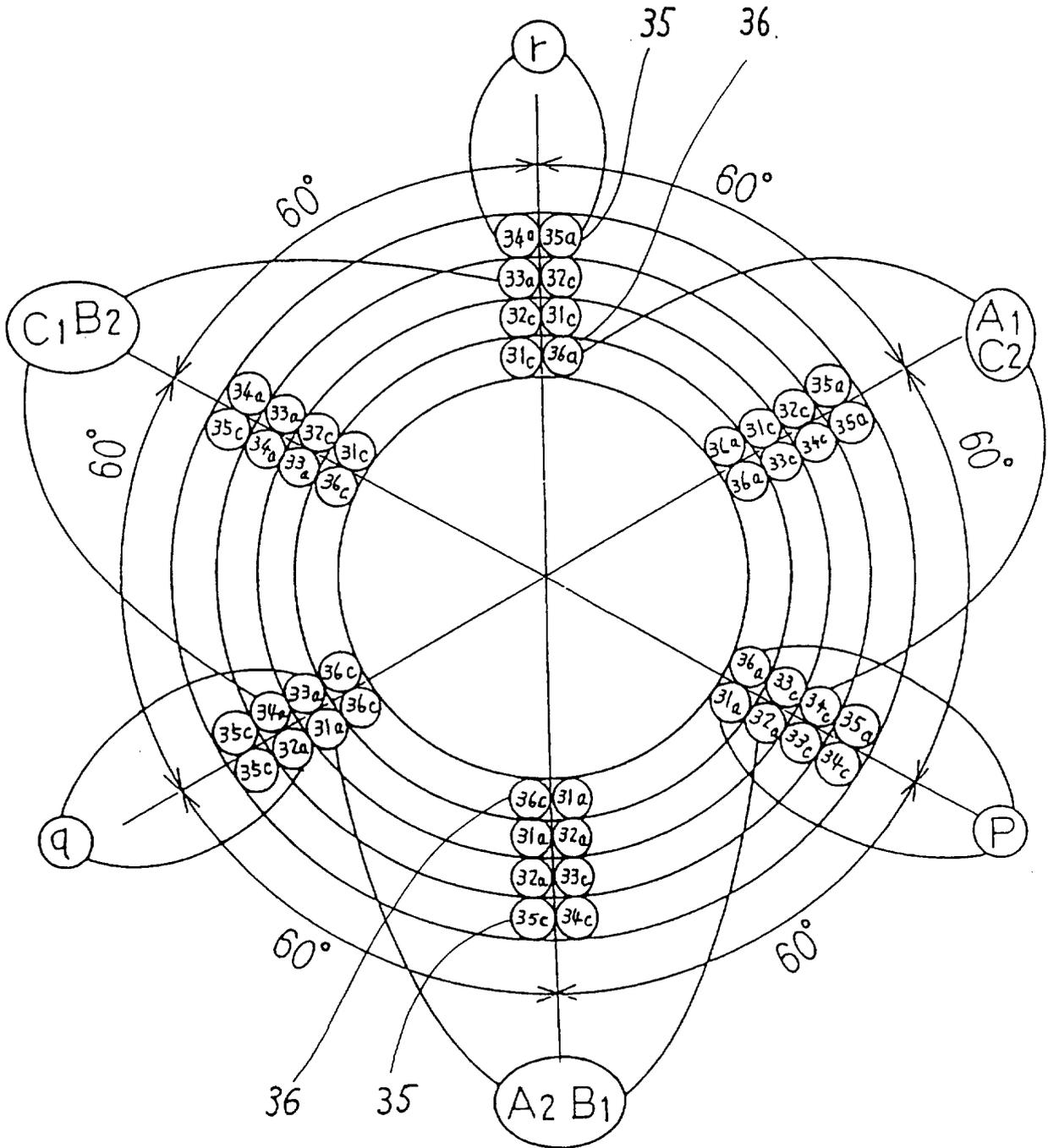


FIG. 3

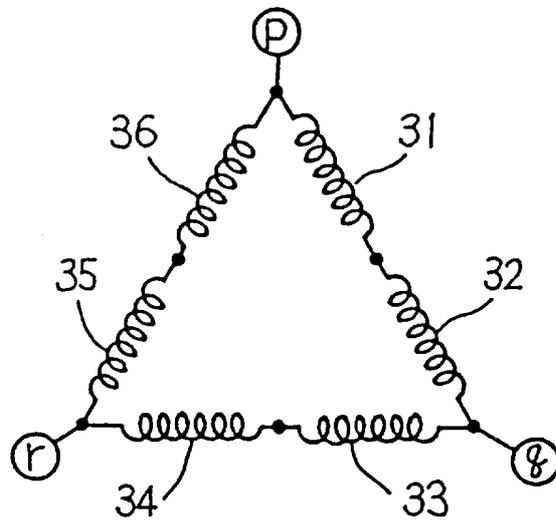


FIG. 4

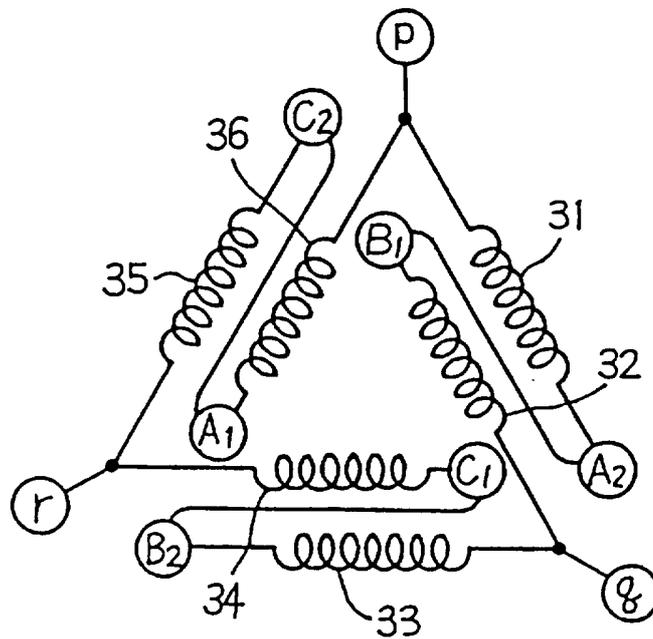


FIG. 5

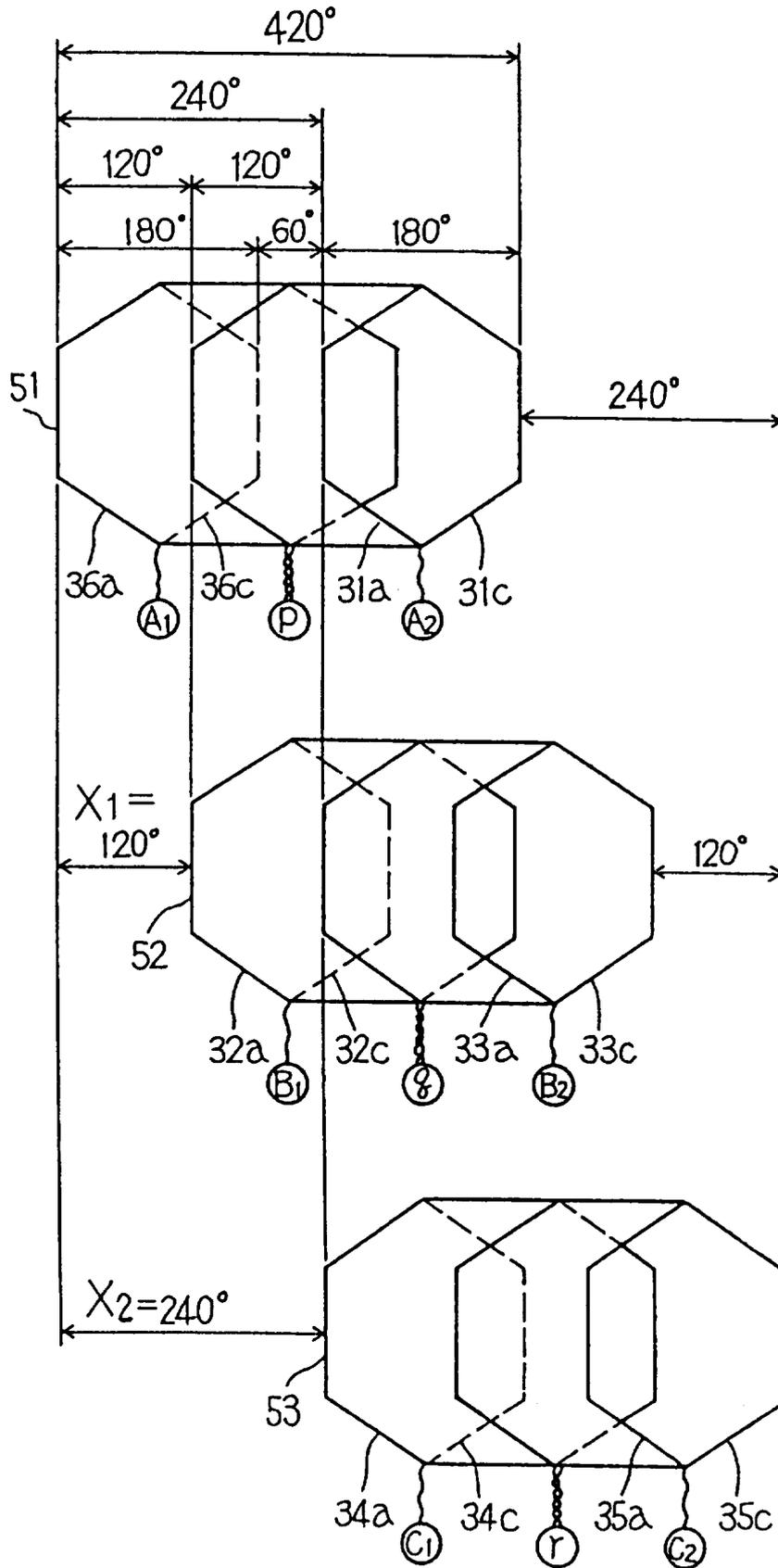


FIG. 6

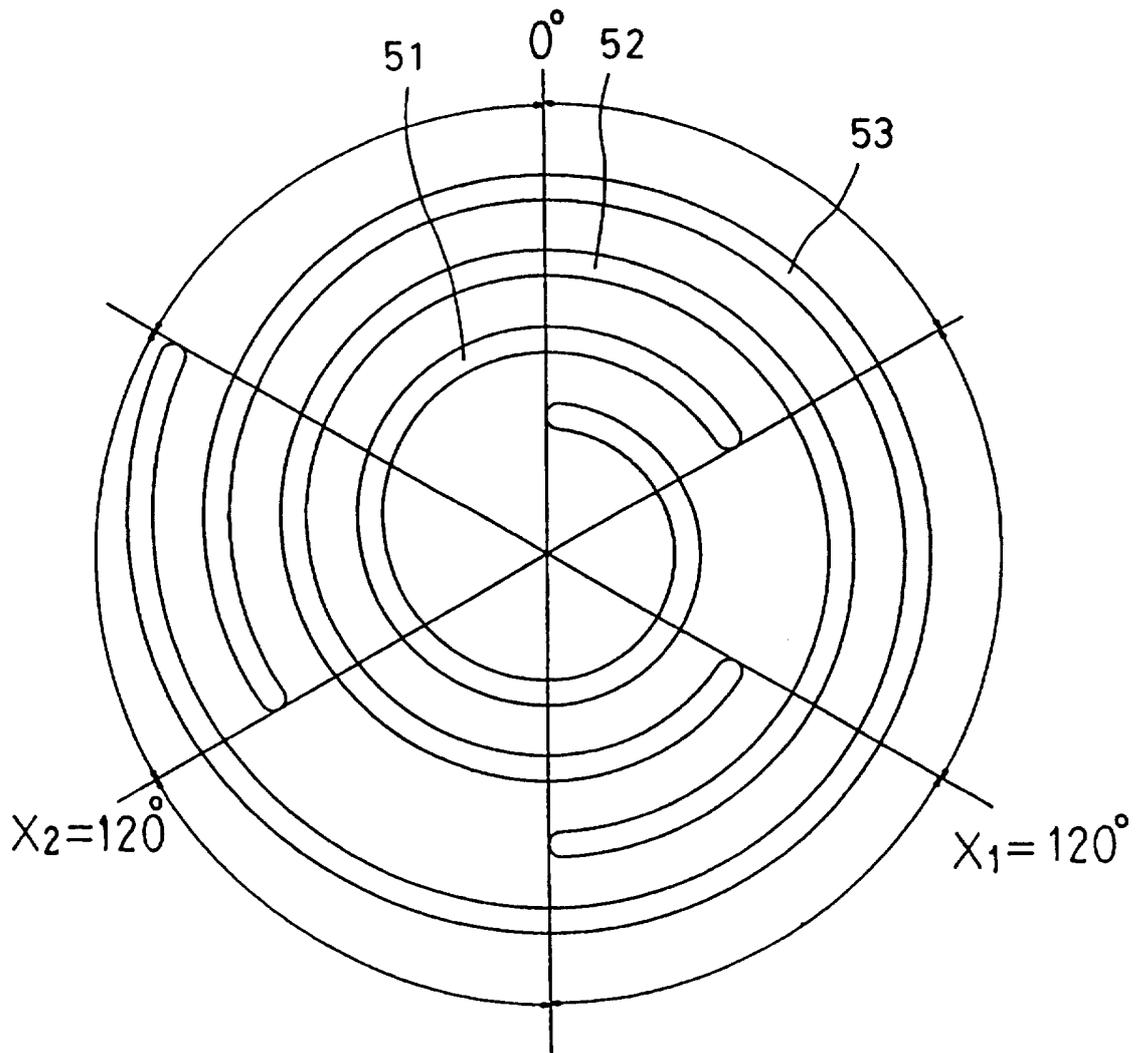


FIG. 7

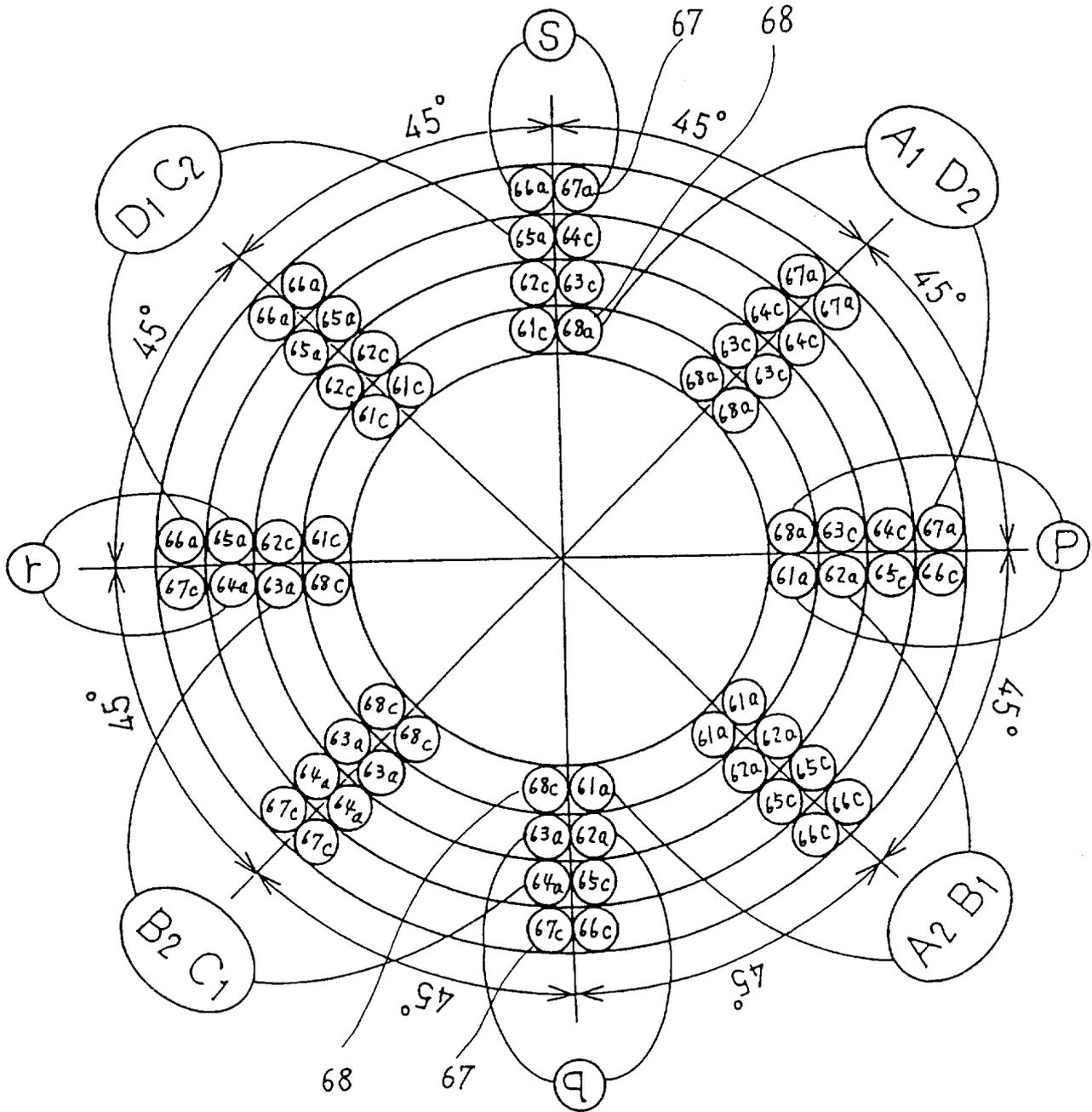


FIG. 8

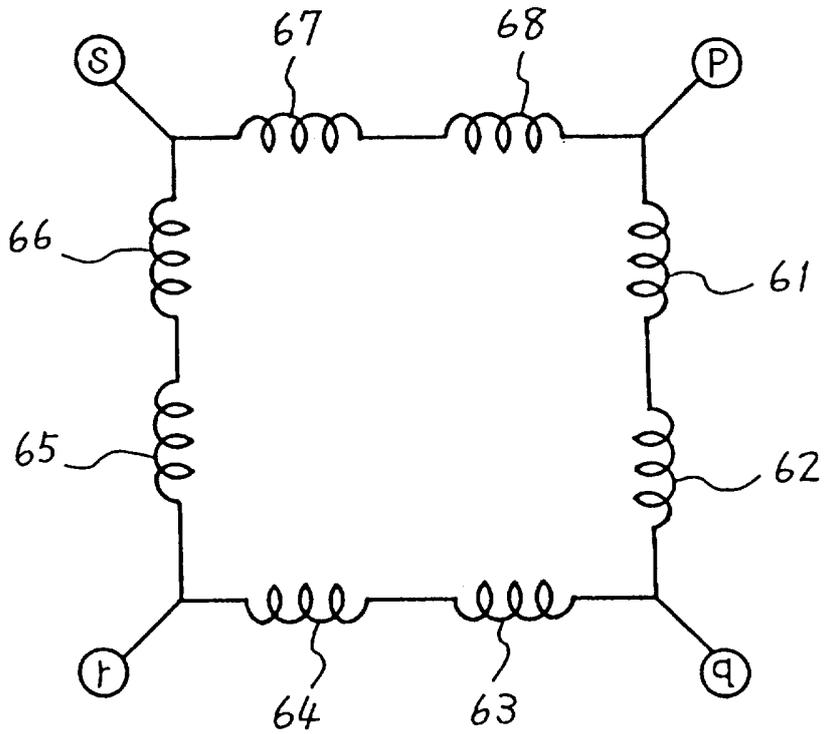


FIG. 9

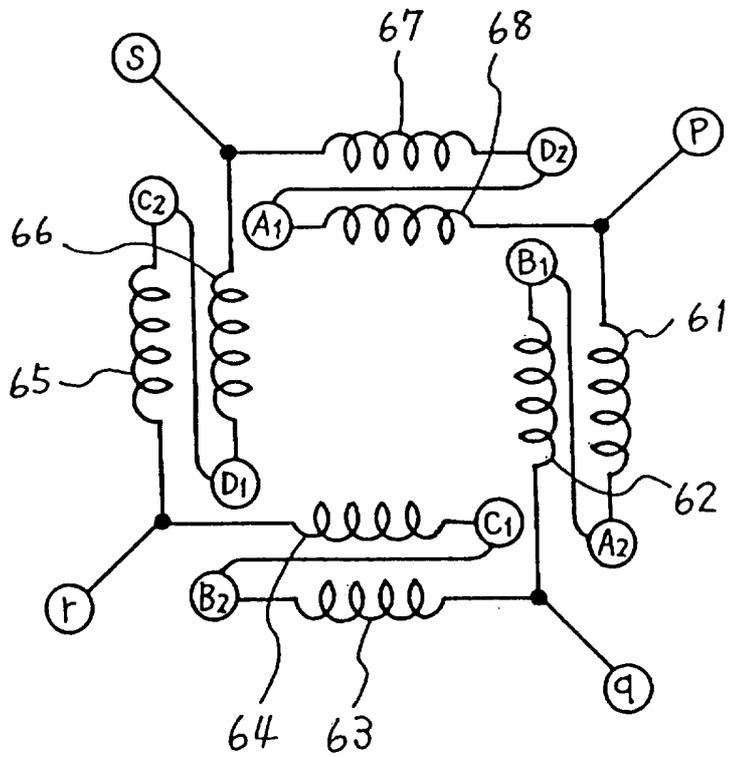


FIG. 10

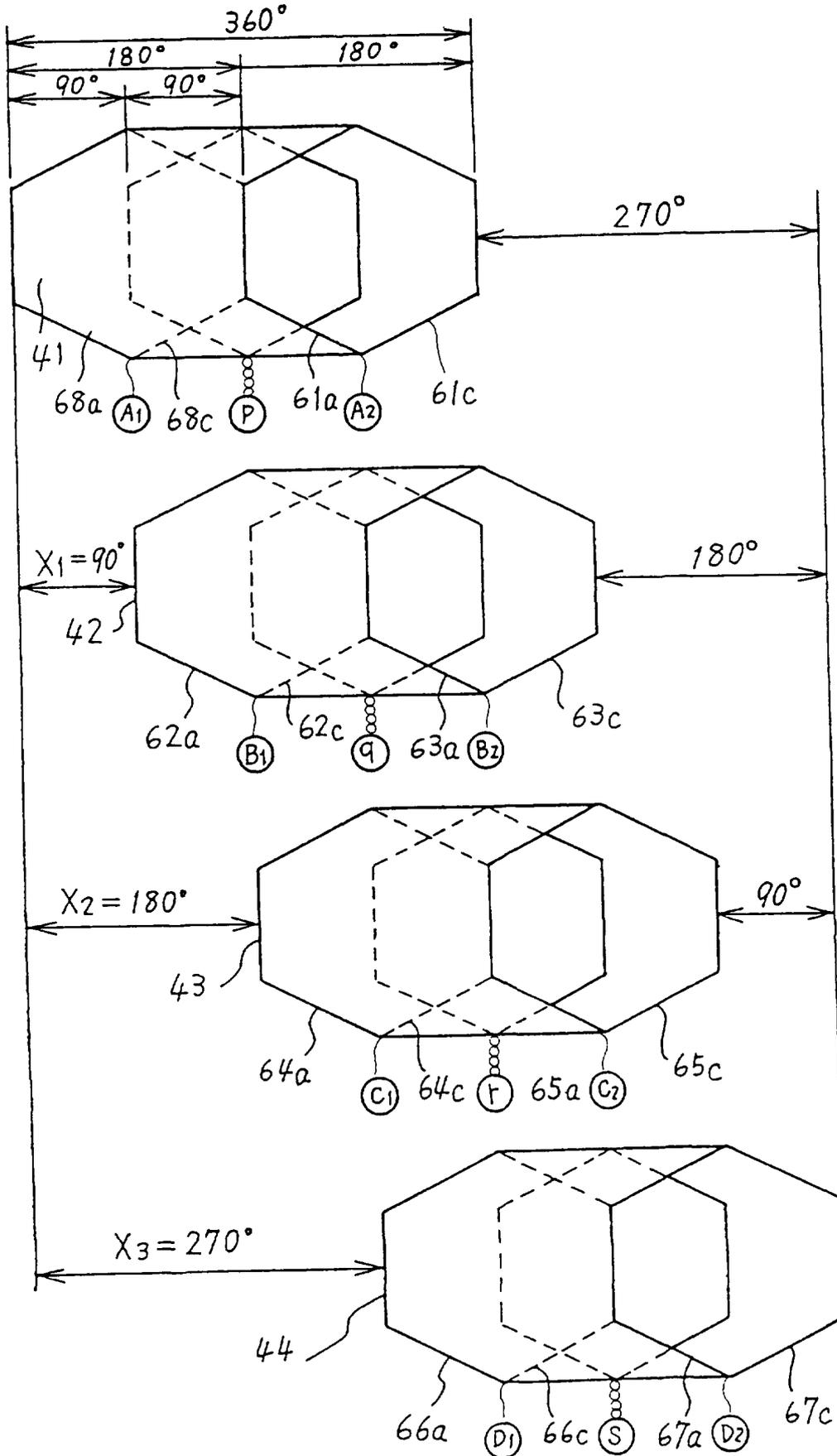
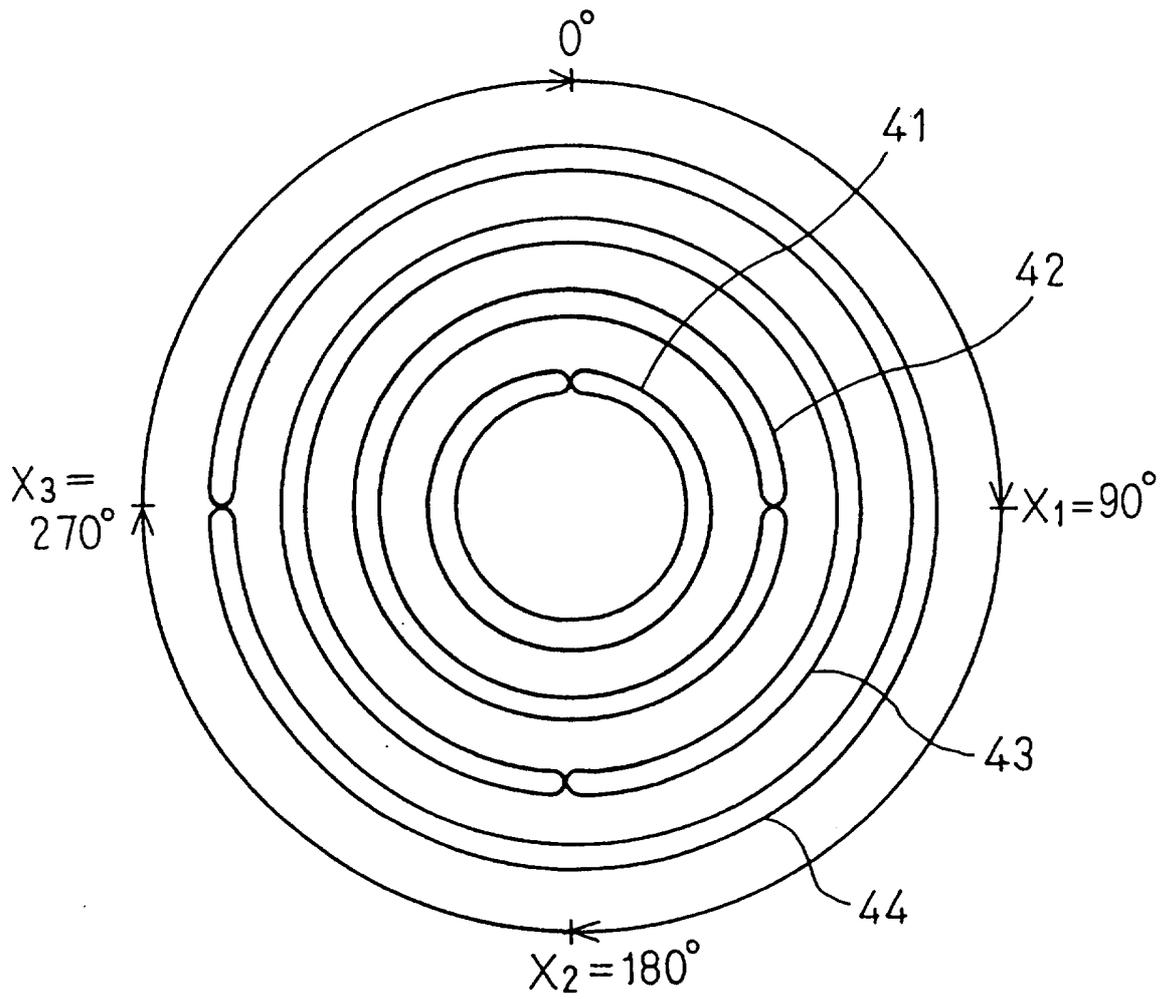
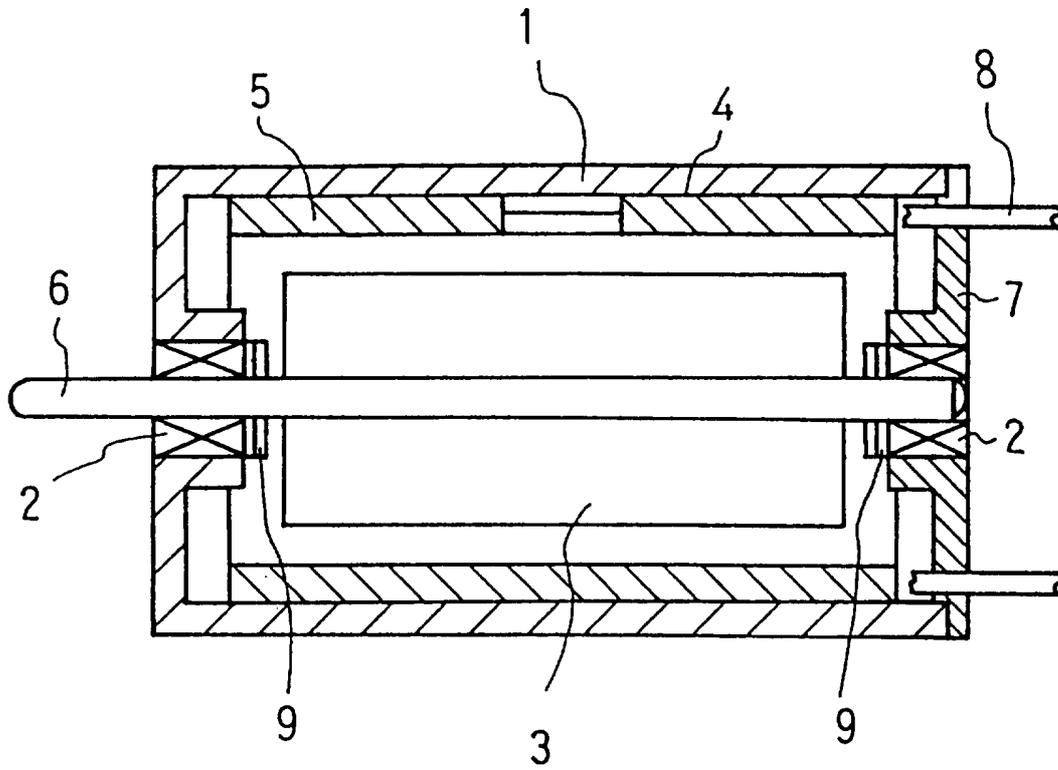


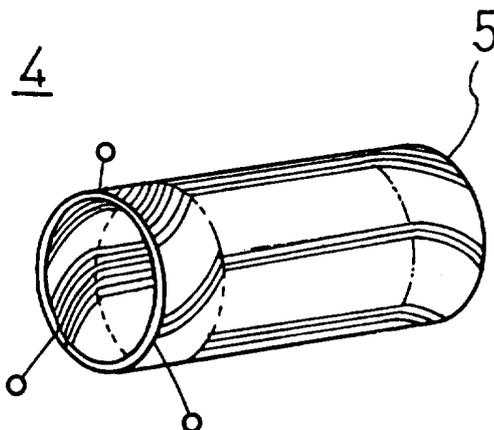
FIG. 11



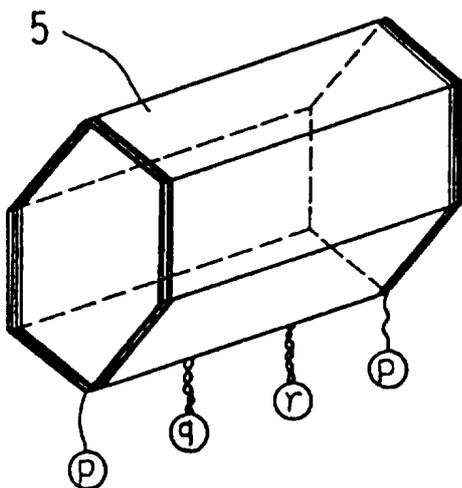
*FIG. 12*  
*PRIOR ART*



*FIG. 13*  
*PRIOR ART*



*FIG. 14*  
*PRIOR ART*



*FIG. 15*  
*PRIOR ART*

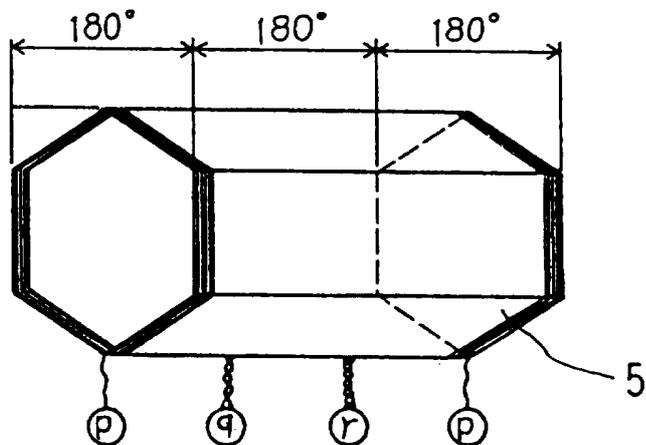


FIG. 16  
PRIOR ART

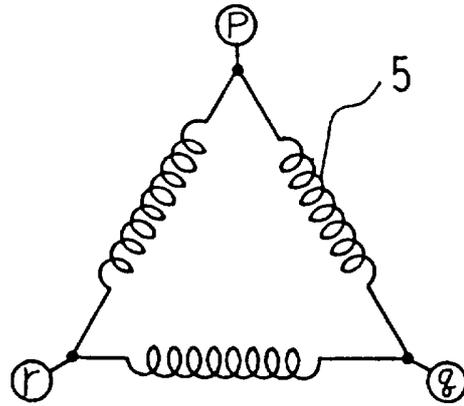


FIG. 17  
PRIOR ART

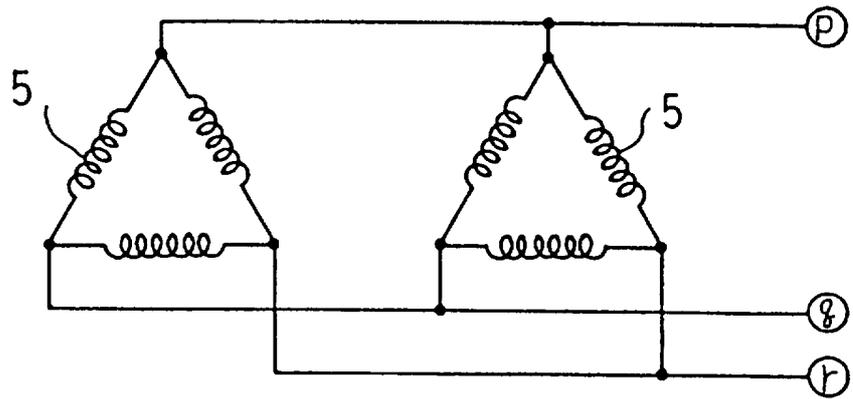


FIG. 18  
PRIOR ART

