

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96128251

※ 申請日期： 96.8.1

※IPC 分類：H02K 16/C2 (2006.01)

H02K 21/24

一、發明名稱：(中文/英文)

(2006.01)

電動機

ELECTRIC MOTOR

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商本田技研工業股份有限公司

HONDA MOTOR CO., LTD.

代表人：(中文/英文)

福井 威夫

FUKUI, TAKEO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都港區南青山2丁目1番1號

1-1, MINAMIAOYAMA 2-CHOME, MINATO-KU, TOKYO, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 阿部 典行
ABE, NORIYUKI
2. 坏 重光
AKUTSU, SHIGEMITSU
3. 笠岡 廣太
KASAOKA, KOTA

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN
2. 日本 JAPAN
3. 日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2006年08月09日；特願2006-217141

2. 日本；2007年07月13日；特願2007-184494

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種包括二或多個轉子或定子之電動機。

【先前技術】

傳統上，吾等習知揭示於專利文獻1中之電動機即此類電動機。該電動機包括一內部轉子、一定子及一外部轉子。該內部轉子具有一圓柱形狀，其中徑向略微延伸的複數個永久磁體係環繞配置，而該定子具有一中空圓柱形狀，其中複數個電樞係環繞配置並藉由一樹脂模具而固定。外部滾筒具有一中空圓柱形狀，其中線圈係纏繞於藉由複數個環之一層板形成的個別核心，但該等線圈受抑制而無法獲得電力供應。進一步，該內部轉子、該定子及該外部轉子係從內側依序配置且可以彼此相對而旋轉。

在如上所述而構造之電動機中，向該定子供應電力以產生一旋轉磁場，而相應地，該內部轉子之永久磁體的磁極受到該定子的磁極之吸引或排斥，從而使得該內部轉子與該旋轉磁場同步旋轉，而因電磁感應使得該外部轉子非同步旋轉。

如上所述，在傳統的電動機中，因電磁感應使得該外部轉子旋轉，而其因此並非一同步電動機，而無法提供高效率。另外，由於因電磁感應使得該外部轉子旋轉，因此藉由在該外部轉子的線圈內感應之電流以及產生於該外部轉子的核心內之渦流在該外部轉子中產生熱量，此情況需要冷卻該外部轉子。另外，由於該外部轉子係配置成使其覆

蓋該定子四周，因此無法確保有一足夠的區域用作將該電動機安裝於一外部構件上所經由之一固定部分，從而使得無法固定安裝該電動機。另外，由於其構造要求，因此該等電樞無益於使用一非磁性材料(弱磁性材料)(例如低強度的樹脂)來固定。由上述內容可知，無法製造具有高耐久性之傳統電動機，而因此其無法抵抗來自驅動輪的大扭矩反應、高旋轉速度或高輸出功率。

本發明旨在提供一種針對上述問題之解決方式，而其一目的係提供一種提高自身效率之電動機。

[專利文獻1]日本特許公開專利公告案(Kokai)第H11-341757號。

【發明內容】

解決問題用之手段

為實現該目的，本發明提供如請求項1之電動機20、30、40、60、100，其包含：一第一構件(外殼2、外殼31)，其具有包含複數個並排配置於一第一預定方向上的第一電樞(電樞5a、24a(同樣適用於本節中的下述內容))之一第一電樞列(第二定子5、定子24)，用以依據向該等第一電樞的電力供應藉由形成於該等第一電樞上的磁極來產生在該第一預定方向上移動之一第一移動磁場；一第二構件(外殼2、第一桿21、外殼31、第一桿62)，其具有包含複數個並排配置於該第一預定方向上的第一磁極(第一電磁體4a、4e，第一永久磁體4g、23a)之一第一磁極列(第一定子4、第一轉子23、磁轉子64)，從而使得該等第一磁極之每

兩個相鄰磁極具有互不相同的極性而該第一磁極列係與該第一電樞列相對；一第三構件(桿3、第二桿22、可移動板34、桿41a、第二桿63)，其具有包含複數個並排配置於該第一預定方向上的第一軟磁性材料元件(第一核心7a、25a)之一第一軟磁性材料元件列(第一轉子7、第二轉子25、第一移動元件32)，從而使得該第一軟磁性材料元件列係置放於該第一電樞列與該第一磁極列之間；一第四構件(外殼2、外殼31)，其具有包含複數個並排配置於一第二預定方向上的第二電樞(電樞5a、24a)之一第二電樞列(第二定子5、定子24)，用以依據向該等第二電樞的電力供應藉由在該等第二電樞上形成的磁極來產生在該第二預定方向上移動之一第二移動磁場；一第五構件(外殼2、第一桿21、外殼31、第一桿72)，其具有包含複數個並排配置的第二磁極(第二電磁體6a、6e，第二永久磁體6g、23b)之一第二磁極列(第三定子6、第一轉子23、磁轉子74)，從而使得該等第二磁極之每兩個相鄰磁極具有互不相同的極性而該第二磁極列係與該第二電樞列相對，該第五構件係連接至該第二構件；以及一第六構件(桿3、第二桿22、可移動板34、桿42a、第二桿73)，其具有包含複數個並排配置於該第二預定方向上的第二軟磁性材料元件(第二核心8a、25b)之一第二軟磁性材料元件列(第二轉子8、第二轉子25、第二移動元件33)，從而使得該等第二軟磁性材料元件係彼此間隔開一預定距離而該第二軟磁性材料元件列係置放於該第二電樞列與該第二磁極列之間，該第六構件係連接至

該第三構件，其中當每一第一電樞之一磁極與每一第一磁極處於彼此相對之一第一相對位置時，每一第二電樞之一磁極與每一第二磁極處於彼此相對之一第二相對位置；當處於該第一相對位置的每一第一電樞之磁極與每一第一磁極具有互不相同的極性時，處於該第二相對位置的每一第二電樞之磁極與每一第二磁極具有一相同極性；而當處於該第一相對位置的每一第一電樞之磁極與每一第一磁極具有一相同極性時，處於第二相對位置的每一第二電樞之磁極與每一第二磁極具有互不相同的極性，而其中當每一第一電樞之磁極與每一第一磁極處於第一相對位置時，若每一第一軟磁性材料元件係定位於該第一電樞之磁極與該第一磁極之間，則每一第二軟磁性材料元件係定位於兩對在該第二預定方向上彼此相鄰的該等第二電樞之磁極與該等第二磁極之間，而若每一第二軟磁性材料元件係定位於該第二電樞之磁極與該第二磁極之間，則每一第一軟磁性材料元件係定位於兩對在該第一預定方向上彼此相鄰的該等第一電樞之磁極與該等第一磁極之間。

依據此電動機，該第三構件之第一軟磁性材料元件列係置放於彼此相對的該第一構件之第一電樞列與該第二構件之第一磁極之間，而分別形成該第一電樞列、該第一磁極列及該第一軟磁性材料元件列的第一電樞、第一磁極及第一軟磁性材料元件皆係並排配置於該第一預定方向上。另外，該等第一軟磁性材料元件中的每兩個相鄰元件係間隔一預定距離。另外，該第六構件之第二軟磁性材料元件列

係置放於彼此相對的該第四構件之第二電樞列與該第五構件之第二磁極列之間，而分別形成該第二電樞列、該第二磁極列及該第二軟磁性材料元件列之第二電樞、第二磁極及第二軟磁性材料元件皆係並排配置於該第二預定方向上。另外，該等第二軟磁性材料元件中的每兩個相鄰元件係間隔開一預定距離。另外，該第二構件與該第五構件係彼此連接，而該第三構件與該第六構件係彼此連接。

如上所述，該第一軟磁性材料元件列係置放於該第一電樞列與該第二磁極列之間，而因此，藉由形成於該等第一電樞上的第一磁極(下面稱為「第一電樞磁極」)與該等第一磁極而磁化該等第一軟磁性材料元件。因此，由於該等第一軟磁性材料元件係磁化而每兩個相鄰的第一軟磁性材料元件係間隔，因此在該等第一電樞磁極、該等第一軟磁性材料元件及該等第一磁極之間產生磁力線(下面稱為「第一磁力線」)。同樣，由於該第二軟磁性材料元件列係置放於該第二電樞列與該第二磁極列之間，因此藉由形成於該等第二電樞上的磁極(下面稱為「第二電樞磁極」)與該等第二磁極而磁化該等第二軟磁性材料元件。因此，由於該等第二軟磁性材料元件係磁化而每兩個相鄰的第二軟磁性材料元件係間隔，因此在該等第二電樞磁極、該等第二軟磁性材料元件及該等第二磁極之間產生磁力線(下面稱為「第二磁力線」)。

首先，將對該等第一、第二、第四及第五構件經組態成不可移動而同時該等第三及第六構件經組態成可移動之一

情況加以說明。當產生該等第一及第二移動磁場時，在處於該第一相對位置的每一電樞磁極與每一第一磁極具有不同極性之一狀態中，若每一第一軟磁性材料元件係定位於該第一電樞磁極與該第一磁極之間，則每一第一磁力線之長度變得最短，而其總磁通量變得最大。進一步，在此狀態中，處於該第二相對位置的每一第二電樞磁極與每一磁極具有相同極性，而每一第二軟磁性材料元件係定位於兩對第二電樞磁極與第二磁極之間。在此狀態中，每一第二磁力線具有一較大的彎曲程度，而其長度變得最長而總磁通量變得最小。

一般地，當該磁力線係由於在兩個不同極性的磁極之間存在一軟磁性材料元件而彎曲時，一磁力作用於該軟磁性材料元件及該等兩個磁極上以至於縮短該磁力線之長度，而該磁力具有一特徵，即其隨著該磁力線之彎曲程度越大及其總磁通量越大而變得越大。因此，隨著該第一磁力線之彎曲越大及其總磁通量越大，作用於該第一軟磁性材料元件上之一磁力越大。即，作用於該第一軟磁性材料元件上的磁力(下面稱為「第一磁力」)具有一特徵，即其大小係由該第一磁力線之彎曲程度及其總磁通量決定。此亦適用於作用於一第二軟磁性材料元件上之一磁力。下面，作用於該第二軟磁性材料元件上的磁力係稱為「第二磁力」。

因此，如上所述，當該第一移動磁場開始從一其中每一軟磁性材料元件係定位於極性互不相同之一第一電樞磁極

與一第一磁極之間的狀態移動時，具有較大總磁通量之第一磁力線開始彎曲，而因此一相對較大的第一磁力作用於該第一軟磁性材料元件上。由此使得該第三構件在該第一移動磁場之運動方向上受到較大驅動力之驅動。另外，與該第一移動磁場之運動同步，當該第二移動磁場在該第二預定方向上移動時，每一第二電樞磁極從與具有相同極性的第二磁極相對之第二相對位置朝與該第二磁極相鄰而具有一不同極性之一第二磁極移動。在此狀態中，儘管該第二磁力線之彎曲程度較大，但其總磁通量較小，一相對較弱的第二磁力作用於該第二軟磁性材料元件上。由此使得該第六構件在該第二移動磁場之運動方向上受到較小驅動力之驅動。

接著，當該第一移動磁場進一步移動時，儘管該等第一磁力線之彎曲程度增加，但從該等第一電樞磁極至具有一不同極性的第一磁極之距離增加以減小該等第一磁力線之總磁通量而使得該等第一磁力變弱，以減小作用於該第三構件上的驅動力。接著，當令每一第一電樞磁極到達該第一相對位置(其在此位置係與具有相同極性之一第一磁極相對)時，令每一第一軟磁性材料元件到達在該第一預定方向上彼此相鄰的兩對第一電樞磁極與第一磁極之間的一位置，從而儘管該等第一磁力線具有較大的彎曲程度，但其總磁通量變得最小，以至於該等第一磁力變得最弱以減小作用於該第三構件上的驅動力。

另外，當該第二移動磁場與該第一移動磁場之運動同步

移動時，如上所述，該等第二電樞磁極從該第二相對位置(其在該位置係與具有相同極性的第二磁極相對)朝該等第二磁極中與該些具有不同極性的磁極相鄰而具有一相同極性之數個磁極移動。在此狀態中，儘管該等第二磁力線之彎曲程度變小，但總磁通量增加，以至於該等第二磁力增加以增加作用於該第六構件上的驅動力。接著，當令每一第二電樞磁極到達該第二相對位置(其在此位置係與具有一不同極性的每一第二磁極相對)時，該第二磁力線之總磁通量變得最大而每一第二軟磁性材料元件在一相對於該第二電樞磁極略微延遲之狀態中移動，從而令該等第二磁力線彎曲。因此，總磁通量最大之第二磁力線係彎曲，從而該等第二磁力變得最強，使得作用於該第六構件上的驅動力變得最大。

另外，當該第一移動磁場進一步從上述狀態(其中作用於該第三構件上的驅動力實質上最弱而作用於該第六構件上的驅動力實質上最強)移動時，儘管該等第一磁力線之彎曲程度變小，但其總磁通量增加，從而使得該等第一磁力增加以增加作用於該第三構件上的驅動力。接著，當令每一第一電樞磁極到達該第一相對位置(其在此位置係與具有一不同磁極之一第一磁極相對)時，該第一磁力線之總磁通量變得最大而每一第一軟磁性材料元件在一相對於該第一電樞磁極略微延遲之狀態中移動，從而令該等第一磁力線彎曲。因此，總磁通量最大之第一磁力線係彎曲，從而該等第一磁力變得最強，使得作用於該第三構件上的

驅動力變得最大。

此外，當該第二移動磁場與該第一移動磁場之上述運動同步移動時，該等第二電樞磁極從該第二相對位置(其在該位置係與具有一不同極性的第二磁極相對)朝該等第二磁極中與具有相同極性而與該些具有不同極性的磁極相鄰之數個磁極移動。在此狀態中，儘管該等第二磁力線之彎曲程度變得更大，但總磁通量減小，以至於該等第二磁力變得更弱以減小作用於該第六構件上的驅動力。接著，當令每一第二電樞磁極到達該第二相對位置(其在此位置係與具有相同極性之一第二磁極相對)時，令每一第二軟磁性材料元件到達在該第二預定方向上彼此相鄰的兩對第二電樞磁極與第二磁極之間的一位置，從而儘管每一第二磁力線具有較大的彎曲程度，但其總磁通量變得最小，以至於該等第二磁力變得更弱以將作用於該第六構件上的驅動力減至最小。

如上所述，依據該等第一及第二移動磁場之運動，該等第三及第六構件受到驅動而同時重複一狀態，在此狀態中作用於該第三構件上的驅動力與作用於該第六構件上的驅動力交替變得更大與更小。儘管此類驅動力作用於該等第三及第六構件上，但由於該等第三與第六構件係彼此連接，因此從該等兩個構件輸出的功率變成等於作用於其上的驅動力之和而實質上不變。

接下來，將對該等第一、第三、第四及第六構件經組態成不可移動而同時該等第二及第五構件經組態成可移動之

一情況加以說明。當產生該等第一及第二移動磁場時，若處於該第一相對位置的每一第一電樞磁極與每一第一磁極具有相同極性，以及若每一第一軟磁性材料元件係定位於在該第一預定方向上彼此相鄰的兩對第一電樞磁極與第一磁極之間，則具有不同極性之每一第二電樞磁極與每一第二磁極係處於該第二相對位置，而每一軟磁性材料元件係定位於一第二電樞磁極與一第二磁極之間。

自此狀態，隨著該第一移動磁場開始移動，每一第一電樞磁極離開與具有相同極性的第一磁極相對之第一相對位置，而變得更接近定位於彼此相鄰的兩對第一電樞磁極與第一磁極之間的第一軟磁性材料元件。因此，隨著從該第一電樞磁極至具有一不同極性的第一磁極之距離變得更短，該第一軟磁性材料元件與該第一磁極之間的第一磁力線在其總磁通量方面獲得增加，而其彎曲程度變得相對較大。因此，一相對較大的磁力作用於該第一磁極上以使得該第一磁極朝該第一軟磁性材料元件拉近。由此使得該第二構件在與該第一移動磁場的運動方向相反之一方向上受到驅動，而連接至該第二構件之第五元件據此受到驅動。

接著，當該第一電樞磁極變成更接近該第一軟磁性材料元件時，該第一磁極亦受驅動成變得進一步接近該第一軟磁性材料元件。因此，令該第一電樞磁極到達該第一相對位置，在此位置其係與具有一不同極性的第一磁極相對而在其間定位該第一軟磁性材料元件。在此狀態中，如上所述，該等第二電樞磁極係處於與具有相同極性的第二磁極

相對之第二相對位置，而每一第二軟磁性材料元件係介於在該第二預定方向上彼此相鄰的兩對第二電樞磁極與第二磁極之間。

自此狀態，當該第二移動磁場依據該第一移動磁場之運動而移動時，每一第二電樞磁極離開與一具有相同極性的第二磁極相對之第二相對位置，而變成更接近定位於彼此相鄰的兩對第二電樞磁極與第二磁極之間的第二軟磁性材料元件。因此，隨著從每一第二電樞磁極至具有一不同極性的每一第二磁極之距離變得更短，該第二軟磁性材料元件與該第二磁極之間的第二磁力線在其總磁通量方面獲得增加，而其彎曲程度變得相對較大。因此，一相對較大的磁力作用於該第二磁極上以使得該第二磁極朝該第二軟磁性材料元件拉近。由此使得該第五構件在與該第二移動磁場的運動方向相對之一方向上受到驅動，而該第二元件據此受到驅動。

接著，由於該第二電樞磁極變成更接近該第二軟磁性材料元件，該第二磁極亦受驅動成變得進一步接近該第二軟磁性材料元件。因此，令該第二電樞磁極到達該第二相對位置，在此位置其係與具有一不同極性的第二磁極相對而在其間定位該第二軟磁性材料元件。在此狀態中，如上所述，該等第一電樞磁極係處於與具有相同極性的第一磁極相對之第一相對位置，而每一第一軟磁性材料元件係介於在該第一預定方向上彼此相鄰的兩對第一電樞磁極與第一磁極之間。

如上所述，依據該等第一及第二移動磁場之運動，該等驅動力交替作用於該等第二及第五構件上，從而驅動該等第二及第五構件。儘管此類驅動力因此交替作用於該等第二及第五構件上，但由於該等第二與第五構件係彼此連接，因此從該等兩個構件輸出的功率變成等於作用於其上的驅動力之和而實質上不變。

如上所述，在驅動該等第二及第五構件之情況與驅動該等第三及第六構件之情況下，由該等第二及第五構件之個別位置或該等第三及第六構件之個別位置決定，該等第一及第二軟磁性材料元件之磁化狀態改變。因此，可以執行該驅動而不引起滑動，而且與前文所述的傳統電動機不同，該電動機用作一同步電動機，從而使得可以增加其效率。

另外，在經組態使得僅該等第一及第四構件不可移動而使得產生該等第一及第二移動磁場之情況下，在向該等第三及第六構件與該等第二及第五構件的個別對之一對輸入功率之條件下，還可以藉由因前述第一及第二磁力線引起的磁力來驅動該等對之另一對，以由此輸出功率。另外，在該等第一至第六構件皆經組態成可移動而使得在向該等第一及第四構件輸入功率之一狀態下產生該等第一及第二移動磁場並同時向該等第三及第六構件與該等第二及第五構件之對之一對輸入功率之情況下，還可以藉由因該等第一及第二磁力線引起的磁力來驅動該等對之另一對，以由此輸出功率。另外，在所有此等情況下，由該等第二及第

五構件與該等第三與第六構件之間的相對位置決定，該等第一及第二軟磁性材料之磁化狀態改變。因此，可以執行該驅動而不引起滑動，而且由於該電動機用作一同步電動機，因此可以增加其效率。

還應注意，在本說明書全篇中，應將一移動磁場視為包括一旋轉磁場。另外，「當該(等)第一電樞磁極(第二電樞磁極)與該(等)第一磁極(第二磁極)係處於彼此相對之一位置時」並非用來表示該等兩者在該第一預定方向(第二預定方向)上處於完全相同的位置，而還表示其處於彼此略微不同之個別位置。

如請求項2之本發明係如請求項1之電動機20、30、60、100，其中該等第一及第四構件(外殼2)經組態成不可移動，而該等第二及第三構件(第一桿21、第二桿22、第一桿62、第二桿63)及該等第五及第六構件(第一桿21、第二桿22、第一桿72、第二桿73)經組態成可移動。

在採用此配置之條件下，由於該等第一及第二電樞經組態成不可移動，因此，與令此等電樞可旋轉之情況不同，可以省略用以向該等第一及第二電樞供應電力之滑環。因此，相應地，可以縮小該電動機之尺寸，並進一步提高其效率，因為不會因為該等滑環與相關電刷之摩擦阻力而產生熱量。

如請求項3之本發明係如請求項1之電動機1、20、30、40、60、100，其中該等第一、第二、第四及第五構件(外殼2、外殼31)經組態成不可移動，而該等第三及第六構件

(桿3、可移動板34、桿41a、桿42a)經組態成可移動。

在採用此配置之條件下，該等第三及第六構件(即，該等第一及第二軟磁性材料元件)受到驅動，與強度較低的永久磁體受驅動之情況相比，可以進一步提高該電動機之耐久性。

如請求項4之本發明係如請求項1至3中任一項之電動機1、20、30、40、60、100，其中該等第一及第二磁極係由永久磁體之磁極形成(第一永久磁體4g、23a，第二永久磁體6g、23b)。

在採用此配置之條件下，由於該等永久磁體之磁極係用作該等第一及第二磁極，因此與將電磁體用於此等磁極之情況不同，可以省略向該等電磁體供應電力所需要的電路及線圈。由此使得可以減小該電動機之尺寸，並簡化其構造。另外，當該等第二及第五構件經組態成可旋轉時，例如，與使用電磁體之磁極作為該等第一及第二磁極之情況不同，可以省略用以向該等電磁體供應電力之滑環，而可以進一步相應地減小該電動機之尺寸，並進一步增加其效率。

如請求項5之本發明係如請求項1至3中任一項之電動機1、20、30、40、60、100，其中該等第一及第二磁極係由電磁體(第一永久磁體4a、第二永久磁體6a)之磁極形成。

一般地，當使用永久磁體來產生磁場時，為獲得一較大輸出，需要具有一很大磁力之永久磁體。另外，為使用此類永久磁體，需要在執行一電動機之裝配的同時針對該等

永久磁體的吸引力而保持組件之間的位置關係，以便防止該等永久磁體與其他組件接觸，從而使得裝配工作十分麻煩。依據本發明，該等電磁體之磁極係用作該等第一及第二磁極。因此，可以在一藉由停止給該等電磁體加電而將該等電磁體之磁力實質上減小為零之狀態中執行該裝配工作。由此使得可以實施裝配該電動機之操作而不用執行前述用以防止組件之間接觸的操作。另外，在藉由向該等第三及第六構件輸入功率而不向該等第一及第二電樞供應電力來驅動該等第三及第六構件時，與使用永久磁體的磁極作為該等第一及第二磁極之情況不同，可以藉由停止給該等電磁體加電來防止因該等第一及第二磁極的磁力所致損失之發生。

另外，當在不向該等第一及第二電樞供應電力而藉由向該等第三及第六構件輸入較大功率來相對於該等第一及第二電樞移動該等第一及第二軟磁性材料元件時，在該等第一及第二電樞中產生較大的感應電動力，而因此第一及第二電樞或與其連接的電路恐有受損之虞。另外，因為該等第一及第二軟磁性材料元件之磁力較強，因此在該等第一及第二電樞中產生的感應電動力較大，而由於該等第一及第二磁極之磁力較大，因此該等第一及第二軟磁性材料元件之磁力強度較大，因為該等第一及第二軟磁性材料元件係分別受該等第一及第二磁極之影響而磁化。因此，當向該等第三及第六構件輸入一較大功率時，如上所述，藉由停止給該等電磁體加電而由此將該等第一及第二磁極之磁

力控制成實質上為零，可以防止在該等第一及第二電樞中產生一較大的感應電動力，從而可以防止該等第一及第二電樞及與此等電樞連接的電路受損。

如請求項6之本發明係如請求項1至3中任一項之電動機1、20、30、40、60、100，其中該等第一及第二磁極係由永久磁體(第一電磁體4e、第二電磁體6e)之磁極形成，而該等電磁體包括鐵心4b、6b及能夠磁化該等鐵心4b、6b之永久磁體4f、6f。

在採用此配置之條件下，由於包括鐵心與能夠磁化該等鐵心的永久磁體之電磁體之磁極係用作該等第一及第二磁極，因此即使在發生該等電磁體的線圈內之斷路以及用以向該等電磁體供應電力的電路之故障時，亦可以藉由該等永久磁體之磁力來確保該電動機之功率。另外，即使對於磁力相對較小的永久磁體，亦可以藉由以該等電磁體之磁力來彌補該等小磁力來正確地執行場的產生。因此，藉由使用此類永久磁體，可以容易地實施該裝配工作而不用執行前述用以防止組件零件之間接觸的操作。

如請求項7之本發明係如請求項5或6之電動機1、20、30、40、60、100，其進一步包含用以調整該等電磁體的磁力之磁力調整構件(ECU 17)。

當該等第一軟磁性材料元件與該等第二軟磁性材料元件係分別相對於該第一電樞及該等第二電樞而移動時，如上所述，在該等第一及第二電樞中產生感應電動力。當該等第一磁極的磁力較強時以及當該等第一軟磁性材料元件之

移動速度較高時，因而此時該等第一電樞之感應電動力較大，而當該等第二磁極之磁力較強以及當該等第二軟磁性材料元件之移動速度較高時該等第二電樞之感應電動力較大。

一般地，一功率較大的電動機之磁場力較高，而因此即使在因低負載而無需產生較大功率時，亦會產生一較大的感應電動力，從而使得該電動機之效率很低。依據本發明，調整該等第一及第二磁極之磁力。因此，當由於高負載而需要一較大輸出時，(例如)可以增加該等第一及第二磁極之磁力，以由此增加因前述第一及第二磁力線引起的磁力，從而可以獲得一足夠的功率。另外，當由於低負載而不需要一較大功率時，藉由減小該等第一及第二磁極之磁力，可以減小該等第一及第二電樞之感應電動力，從而使得可以提高其效率。尤其係，當高速度驅動該等第三及第六構件時，在該等第一及第二電樞中產生很大的感應電動力並由此(一般會)減小用以致能高速度驅動之感應電動力，向該等第一及第二電樞供應電流以減弱該等磁場(下面稱為「磁場減弱電流」)。依據本發明，如上所述，可以減小該等第一及第二電樞之感應電動力，從而使得可以減小該磁場減弱電流，而因此可以增加在高速度驅動期間該電動機之效率。

如請求項8之本發明係如請求項1至7中任一項之電動機1、20、30、40、60、100，其中三相磁場繞組(線圈5c、24c)係用作用於該等第一及第二電樞列之繞組。

在採用此配置之條件下，由於該等三相磁場繞組係用作用於該等第一及第二電樞列之繞組，因此可以容易而便宜地構造該電動機而不用準備專用的磁場繞組。

如請求項9之本發明係如請求項1至8中任一項之電動機1、20、30、100，其中該等第一及第二電樞列係藉由一單一共用電樞列(第二定子5、定子24)形成，其中該等第一及第四構件(外殼2)係彼此整合形成，其中該等第二及第五構件(外殼2、第一桿21)係彼此整合形成，而其中該等第三及第六構件(桿3、第二桿22、可移動板34)係彼此整合形成。

在採用此配置之條件下，該等第一及第二電樞列係藉由一單一共用電樞列形成，而該第一構件係與該第四構件整合形成，該第二構件係與該第五構件而該第三構件係與該第六構件整合形成。因此，與該等第一及第五電樞列係分離形成而使用該等第一至第六構件的六個構件之情況相比，可以減少組件零件之數目，從而可以減少製造成本並實現縮小化。

如請求項10之本發明係如請求項1至9中任一項之電動機1、20、40、60、100，其中該第一電樞之磁極、該等第一磁極及該等第一軟磁性材料元件之數目係設定為彼此相等，而其中該第二電樞之磁極、該等第二磁極及該等第二軟磁性材料元件之數目係設定為彼此相等。

在採用此配置之條件下，由於該等第一電樞磁極、該等第一磁極及該等第一軟磁性材料元件之個別數目係設定為彼此相等，因此可以在該等第一電樞磁極、該等第一軟磁

性材料元件及該等第一磁極之所有集合中正確地產生前述第一磁力線。同樣，由於該等第二電樞磁極、該等第二磁極及該等第二軟磁性材料元件之個別數目係設定為彼此相等，因此可以在該等第二電樞磁極、該等第二軟磁性材料元件及該等第二磁極之所有集合中正確地產生前述第二磁力線。

如請求項11之本發明係如請求項1至10中任一項之電動機1、20、40、60、100，其中該電動機係一旋轉電動機。

在採用此配置之條件下，可以獲得針對一旋轉電動機而結合請求項1至10中任一項所說明之有利效果。

如請求項12之本發明係如請求項1至9中任一項之電動機30、100，其中該電動機係一線性電動機。

在採用此配置之條件下，可以獲得針對一線性電動機而結合請求項1至10中任一項所說明之有利效果。

如請求項13之本發明係如請求項1至12中任一項之電動機1、20、30、40、60，其進一步包含：一第一相對位置關係偵測裝置(旋轉位置感測器50、第一旋轉位置感測器50a、第二旋轉位置感測器50b、位置感測器50c、第一旋轉位置感測器50d、第一旋轉位置感測器91、第二旋轉位置感測器92、ECU 17)，其係用以偵測該第一構件、該第二構件及該第三構件之間的一相對位置關係；一第二相對位置關係偵測裝置(旋轉位置感測器50、第一旋轉位置感測器50a、第二旋轉位置感測器50b、位置感測器50c、第二旋轉位置感測器50e、第一旋轉位置感測器91、第二旋

轉位置感測器 92、ECU 17)，其係用以偵測該第四構件、該第五構件及該第六構件之間的一相對位置關係；以及一控制裝置(ECU 17)，其係用以依據偵測到的該等第一至第三構件之相對位置關係以及偵測到的該等第四至第六構件之相對位置關係來控制該等第一及第二移動磁場(圖 4 至 6、圖 15 及 16)。

在採用此配置之條件下，該第一相對位置關係偵測裝置偵測該等第一至第三構件之間的相對位置關係，而該第二相對位置關係偵測裝置偵測該等第四至第六構件之間的相對位置關係。另外，依據偵測到的該等第一至第三構件之三個構件之相對位置關係以及該等第四至第六構件之三個構件之相對位置關係，來控制該等第一及第二移動磁場。由此使得可以產生因向該等第一及第二磁極與該等第一及第二軟磁性材料元件正確施加的前述第一及第二磁力線引起的磁力。因此，可以確保該電動機之一適當操作。

如請求項 14 之本發明係如請求項 1 至 12 中任一項之電動機 1、20、30、40、60、100，其進一步包含：一控制裝置(ECU 17)，其係用以將該等第一及第二移動磁場控制成使得該第一移動磁場、該第二構件及該第三構件之速度(磁場旋轉速度 V_0 、磁場電角速度 ω_{MF} 、第一桿旋轉速度 V_1 、第二桿旋轉速度 V_2 、第一轉子電角速度 ω_{e1} 、第二轉子電角速度 ω_{e2})互相滿足一共線關係，而同時該第二移動磁場、該第五構件及該第六構件之速度(磁場旋轉速度 V_0 、磁場電角速度 ω_{MF} 、第一桿旋轉速度 V_1 、第二桿旋

轉速度 $V2$ 、第一轉子電角速度 $\omega e1$ 、第二轉子電角速度 $\omega e2$) 互相滿足一共線關係。

在採用此配置之條件下，該控制裝置將該等第一及第二移動磁場控制成使得該第一移動磁場、該第二構件及該第三構件之速度互相滿足一共線關係而同時該第二移動磁場、該第五構件及該第六構件之速度互相滿足一共線關係。如上文所述，該等構件係藉由該等第一電樞磁極、該等第一軟磁性材料元件及該等第一磁極之間的第一磁力線所產生的磁力以及該等第二電樞磁極、該等第二軟磁性材料元件及該等第二磁極之間的第二磁力線所產生的磁力來驅動。因此，在該電動機操作期間，該第一移動磁場、該第二構件及該第三構件的速度之間的一共線關係成立，而且該第二移動磁場、該第五構件及該第六構件的速度之間的一共線關係成立。因此，藉由將該等第一及第二移動磁場控制成使得如上所述滿足該等共線關係，可以確保該電動機之一適當操作。

如請求項15之本發明係如請求項1至12中任一項之電動機1、20、30、40、60、100，其中該等第一與第四構件係互相連接，該電動機進一步包含：一相對位置關係偵測裝置(第一旋轉位置感測器105、第二旋轉位置感測器106、ECU 17)，其係用以偵測該第一構件、該第二構件及該第三構件之間的一相對位置關係以及該第四構件、該第五構件及該第六構件之間的一相對位置關係；以及一控制裝置(ECU 17)，其係用以依據偵測到的該等相對位置關係之一

關係(第一轉子電角度 $\theta e1$ 、第二轉子電角度 $\theta e2$)來控制該等第一及第二移動磁場。

在採用此配置之條件下，除該第二構件與該第五構件係互相連接而且該第三構件與該第六構件係互相連接之事實外，該第一構件與該第四構件係互相連接。另外，該相對位置關係偵測裝置偵測該等第一至第三構件的三個構件之間的相對位置關係(下面稱為「第一相對位置關係」)或者該等第四至第六構件的三個構件之間的相對位置關係(下面稱為「第二相對位置關係」)。另外，依據偵測到的第一或第二相對位置關係，該控制裝置控制該等第一及第二移動磁場。本發明中，由於該等構件係如上所述而連接，因此可以經由該第一相對位置關係與該第二相對位置關係之一偵測到的關係來掌握該等關係中的另一關係。因此，與如請求項13之情況類似，可以確保該電動機之一適當操作。另外，由於僅使用一位置關係偵測裝置，因此與使用該第一及第二相對位置關係偵測裝置之如請求項13之情況相比，可以減少組件數目，從而降低製造成本並減小該電動機之尺寸。

如請求項16之本發明係如請求項15之電動機1、20、30、40、60、100，其中該相對位置關係偵測裝置偵測該等第二及第三構件相對於該第一構件之電角度位置或者該等第五及第六構件相對於該第四構件之電角度位置(作為該等相對位置關係之一關係)，而該控制裝置依據該第三或第六構件之偵測到的電角度位置(第二轉子電角度 $\theta e2$)與

該第二或第五構件之偵測到的電角度位置(第一轉子電角度 θ_{e1})之兩倍值來控制該等第一及第二移動磁場。

例如，假定依據本發明之電動機係在以下條件(a)至(c)下構造：對應於該等第一至第三構件之一等效電路係(例如)如圖25所示，而對應於該等第四至第六構件之一等效電路係(例如)如圖26所示。

(a)該電動機係一旋轉電動機，而該等第一及第二電樞係一U相位至一W相位之三相線圈。

(b)該第二構件相對於該第一構件之電角度位置與該第五構件相對於該第四構件之電角度位置係彼此相對位移一 $\pi/2$ 之電角度。

(c)該等第一及第二軟磁性材料之電角度位置係彼此相對位移一 $\pi/2$ 之電角度。

在此情況下，當該等第一及第二磁極之磁力彼此相等時，該電動機之電壓等式係表示為以下等式(1)。後面將說明其細節。

【數學式1】

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_u + s \cdot L_u & s \cdot M_{uv} & s \cdot M_{wu} \\ s \cdot M_{uv} & R_v + s \cdot L_v & s \cdot M_{vw} \\ s \cdot M_{wu} & s \cdot M_{vw} & R_w + s \cdot L_w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} (2\omega E_2 - \omega E_1) \Psi_{FA} \cdot \sin(2\theta E_2 - \theta E_1) \\ (2\omega E_2 - \omega E_1) \Psi_{FA} \cdot \sin(2\theta E_2 - \theta E_1 - \frac{2}{3}\pi) \\ (2\omega E_2 - \omega E_1) \Psi_{FA} \cdot \sin(2\theta E_2 - \theta E_1 - \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix} \quad \dots(1)$$

在此， V_u 、 V_v 及 V_w 分別表示U相位至W相位線圈之電壓，而 R_u 、 R_v 及 R_w 係該等U相位至W相位線圈之個別電阻。 L_u 、 L_v 及 L_w 表示該等U相位至W相位線圈之個別自電

感。另外， M_{uv} 表示該U相位線圈與該V相位線圈之間的一互相電感， M_{vw} 表示該V相位線圈與該W相位線圈之間的一互相電感， M_{wu} 表示該W相位線圈與該U相位線圈之間的一互相電感。 s 表示一微分運算元，即 d/dt 。另外， I_u 、 I_v 及 I_w 分別表示流經該等U相位至W相位線圈之電流。 Ψ_{FA} 表示經由該第一軟磁性材料元件流經每一相位的線圈之該第一磁極之磁通量之一最大值，或者經由該第二軟磁性材料元件流經每一相位的線圈之該第二磁極之磁通量之一最大值。另外， θ_{E1} 表示該第二構件相對於該第一構件之電角度位置，或者該第五構件相對於該第四構件之電角度位置，而 θ_{E2} 表示該第三構件相對於該第一構件之電角度位置，或者該第六構件相對於該第四構件之電角度位置(為方便起見，在圖25及26中， θ_{E2} 係解說為該第三構件之電角度位置)。另外， ω_{E1} 表示藉由相對於時間對 θ_{E1} 進行微分運算而獲得之一值，即該第二構件或該第五構件之一電角速度，其中 ω_{E2} 表示藉由相對於時間對 θ_{E2} 進行微分運算而獲得之一值，即該第三構件或該第六構件之一電角速度。

另一方面，圖27顯示單轉子型之一般無刷直流電動機之一等效電路。該無刷直流電動機之電壓等式係表示為以下等式(2)：

【數學式2】

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_u + s \cdot L_u & s \cdot M_{uv} & s \cdot M_{wu} \\ s \cdot M_{uv} & R_v + s \cdot L_v & s \cdot M_{vw} \\ s \cdot M_{wu} & s \cdot M_{vw} & R_w + s \cdot L_w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \omega_e \cdot \Psi_f \cdot \sin(\theta_e) \\ \omega_e \cdot \Psi_f \cdot \sin(\theta_e - \frac{2}{3}\pi) \\ \omega_e \cdot \Psi_f \cdot \sin(\theta_e + \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix} \dots\dots(2)$$

在此， Ψ_f 表示穿過每一相位的線圈之該轉子之一磁極之磁通量之一最大值，而 θ_e 表示該轉子相對於該定子之一電角度位置。 ω_e 表示藉由相對於時間對 θ_e 進行微分運算而獲得之一值，即一電角速度。

從等式(1)與(2)之間的比較會明白，在將 $(2\theta_{E2} - \theta_{E1})$ 替換為 θ_e 而將 $(2\omega_{E2} - \omega_{E1})$ 替換為 ω_e 時，依據本發明之電動機之電壓等式變成與一般的無刷直流電動機之電壓等式相同。由此瞭解，為了操作依據本發明之電動機，僅需要將該等第一及第二移動磁場相對於該等第一及第四構件之向量之個別電角度位置控制為以 $(2\theta_{E2} - \theta_{E1})$ 表示之電角度位置，即以該第三構件的電角度位置的兩倍之值與該第二構件的電角度位置之間的差或者該第六構件的電角度位置的兩倍之值與該第五構件的電角度位置之間的差來表示之電角度位置。另外，無論電極數目及線圈相位數目如何，以上事實皆成立，而且即使在該電動機係構造為如請求項12之情況或本發明中之一線性電動機時亦同樣成立。

依據本發明，偵測該第二構件及該第三構件相對於該第一構件之電角度位置或該第五構件及該第六構件相對於該第四構件之電角度位置。另外，依據該第三構件的電角度位置之兩倍值與該第二構件的電角度位置之間的差，或者

該第六構件的電角度位置之兩倍值與該第五構件的電角度位置之間的差，來控制該等第一及第二移動磁場。因此，可以確保該電動機在前述條件(a)至(c)下之一適當操作。

另外，例如，為控制該電動機之扭矩或旋轉速度，若針對該等第一至第六構件中的每一構件憑經驗決定表示扭矩及該旋轉速度與電壓之間的關係之一映射，並依據此類映射來控制該等第一及第二移動磁場，則需要以逐個構件的方式來針對該等第一至第六構件準備該等映射，從而使其控制複雜化，而帶來記憶體增加或計算負載增加之不便。依據本發明，僅需要憑經驗決定表示一與該旋轉速度(以前述電角度位置差之差來表示)相關的參數、扭矩及電壓之間的關係之一映射，並依據該映射來控制該等第一及第二移動磁場，而因此不同於上述情況，無需以逐個構件之方式針對該等第一及第六構件來準備映射，而且很容易執行該控制。可以減小該控制裝置之記憶體及計算負載。

【實施方式】

現在將參考顯示本發明之一較佳具體實施例之圖式來詳細說明本發明。應注意，在該等圖式中，為方便起見而省略解說斷面之陰影部分。圖1顯示依據本發明之一第一具體實施例之一電動機1。如圖1所示，該電動機1係由一外殼2、一桿3、置放於該外殼3內的的第一至第三定子4至6以及第一及第二轉子7及8組成。該第二定子5係置放於該外殼2之中心，而該等第一及第二轉子7及8係以一與該第二定子5相對並間隔開一預定距離之方式置放於該第二定子5

之相對側上。該等第一及第三定子4及6係以一與該等第一及第二轉子7及8相對並間隔開一預定距離之方式置放於該等第一及第二轉子7及8之個別外部側上。

該外殼2具有一中空圓柱形周邊壁2a及與該壁2a整合形成並以一彼此相對的方式配置於其相對側端上之側壁2b及2c。該等側壁2b及2c係環形板狀構件，其具有穿過其個別中心而形成的孔2d及2e，而其外部直徑等於該周邊壁2a之直徑。另外，該周邊壁2a及該等側壁2b及2c係彼此同心配置。此外，軸承9與10係分別適配於上述孔2d與2e中。藉由該等軸承9及10來以可旋轉的方式支撐該桿3。應注意，藉由一止推軸承(未顯示)而使得該桿3實質上不可軸向移動。

該第一定子3具有2n個第一電磁體4a。每一第一電磁體4a係由一在該桿3的軸之方向(下面稱為「軸向」)上略微延伸之圓柱形鐵心4b與一纏繞該鐵心4b之線圈4c組成。另外，該第一電磁體4a係經由一環形固定零件4d安裝於朝向該外殼2的側壁2b之該內部周邊壁2a之一端上，而該鐵心4b之一端係安裝於該外殼2之側壁2b上。另外，如圖2所示，該等第一電磁體4a係並排配置於該桿3之圓周之一方向(下面稱為「環繞方向」)P上並以一預定間距而等距間隔開來。

另外，每一第一電磁體4a係連接至一可變電源供應15。該可變電源供應15係由一轉換器組成之一電路與一電池之一組合，且係連接至一ECU 17(下面將提到)。另外，該等

第一電磁體4a經組態成使得兩個彼此相鄰的鐵心4b產生不同極性的個別磁極(參見圖2)。下面，該第一電磁體之磁極係稱為"第一磁極"。

應注意，在本具體實施例中，該外殼2對應於第一、第二、第四及第五構件，該桿3對應於第一及第六構件，該第一定子4對應於一第一磁極列，該等第一電磁體4a對應於第一磁極，該ECU 17對應於磁力調整構件、一第一相對位置關係偵測裝置及一第二相對位置關係偵測裝置。

該第二定子5依據電力供應而產生一旋轉的磁場，並具有 $3n$ 個電樞5a。每一電樞5a係由在該軸向上略微延伸之一圓柱形鐵心5b與藉由集中繞組而纏繞該鐵心5b之一線圈5c等等組成。該等 $3n$ 個線圈5c形成 n 組三相線圈，即U相位線圈、V相位線圈及W相位線圈。另外，該等電樞5a係經由一環形固定部分5d安裝於該周邊壁2a之內部周邊表面之一中心部分上，以至於其係以等距間隔配置於該環繞方向上。另外，該等電樞5a及該等第一電磁體4a係配置成使得每三個電樞5a之中心與每兩個具有相同極性的第一電磁體4a之中心係環繞地處於相同位置。在本具體實施例中，具有U相位線圈5c的每一電磁體之中心係在與具有一N極的每一第一電磁體之中心(參考圖2)相同之環繞位置。

另外，每一電樞係連接至一可變電源供應16。該可變電源供應16係由一反相器組成之一電路與一電池之一組合，且係連接至一ECU 17。另外，該等電樞5a經組態用以在朝向該第一定子4與該第三定子6之個別側上的每一鐵心5b之

端處產生不同的磁極，並隨著此等磁極之產生，分別在該第一定子4與該第二定子5之間及該第三定子6與該第二定子5之間產生第一及第二旋轉磁場，以使得該等磁場在該環繞方向上旋轉。下面，將在朝向該等第一及第三定子4與6的該鐵心5b之端上產生的磁極稱為「第一電樞磁極」與「第二電樞磁極」。另外，該等第一及第二電樞之數目等於該等第一電磁體4a之磁極數目，即 $2n$ 。

該第三定子6具有第二電磁體6a，該等第二電磁體6a之數目等於第一電磁體4a之數目，即 $2n$ 。每一第二電磁體6a係由一圓柱形鐵心6b組成，該等圓柱形鐵心6b在該軸向上略微延伸，而一線圈6c纏繞該鐵心6b。另外，該第二電磁體6a係經由一環形固定零件6d安裝於朝向該外殼2的側壁2c之該內部周邊壁2a之一端上，而該鐵心6b之一端係安裝於該外殼2之側壁2c上。另外，該等第二電磁體6a係以等距間隔並排配置於該環繞方向上，而因此使得其中每一第二電磁體之中心係在與每一第一電磁體4a之中心及具有該U相位線圈5c的每一電樞5a之中心相同的環繞位置(參見圖2)。

另外，該等第二電磁體6a係連接至該電源供應15。另外，該等第二電磁體6a經組態成使得兩個彼此相鄰的第二電磁體6a中的每一者之個別磁極具有不同極性，而同時每一第二電磁體6a之磁極具有與處於相同環繞位置(參見圖2)的每一第一電磁體4a之第一磁極相同的極性。下面，將該第二電磁體之磁極稱為"第二磁極"。

應注意，在本具體實施例中，該第二定子5對應於第一及第二電樞列，該等電樞5a對應於第一及第二電樞，該等線圈5c對應於三相磁場繞組，該第三定子6對應於第二磁極列，而該等第二電磁體6a對應於該等第二磁極。

該第一轉子7具有第一核心7a，該等第一核心7a之數目等於該等第一電磁體4a之數目，即 $2n$ 。每一第一核心7a具有藉由軟磁性材料零件之一層板(例如，複數個鋼片)形成之一圓柱形狀並在該軸向上略微延伸。該第一核心7a係安裝於一碟片形凸緣7b(其係與該桿3整合並同心提供)之一外部端，並可以與該桿3一同旋轉。另外，該等第一核心7a係以等距間隔並排配置於該環繞方向上。

該第一轉子8具有第二核心8a，該等第二核心8a之數目等於該等第一電磁體4a之數目，即 $2n$ 。與第一核心7a類似，每一第二核心8a具有藉由軟磁性材料零件之一層板(例如，複數個鋼片)形成之一圓柱形狀並在該軸向上延伸。該第二核心8a係安裝於一碟片形凸緣8b(其係與該桿3整合並同心提供)之一外部端，並可以與該桿3一同旋轉。此外，該等第二核心8a係相對於該等第一核心7a以一交錯方式環繞配置為等距間隔，而該等第二核心8a之中心係相對於該等第一核心7a之中心而位移一預定間距 P 之一半 $P/2$ 。

應注意，在本具體實施例中，該等第一及第二轉子7及8分別對應於第一及第二軟磁性材料列，而該等第一及第二核心7a及8a對應於第一及第二軟磁性元件。

另外，該電動機1具有一旋轉位置感測器50(第一位置關係偵測裝置、第二位置關係偵測裝置)，該感測器50將一指示該桿3之一旋轉位置(下面稱為「桿旋轉位置」)的信號傳遞給該ECU 17。

該ECU 17控制該電動機1。藉由一包括一I/O介面、一CPU、一RAM及一ROM之微電腦來實施該ECU 17。另外，該ECU 17依據該輸入桿旋轉位置來決定該等電樞5a及該等第一及第二電磁體4a及6a之間與該等第一及第二核心7a及8a之間的相對位置關係，並依據該位置關係來控制該等電樞5a之三相線圈5c之加電以由此控制該等第一及第二旋轉磁場。另外，該ECU 17依據該桿旋轉位置來計算該桿3之一旋轉速度(下面稱為"桿旋轉速度")。

另外，該ECU 17依據該桿旋轉速度、向該等電樞5a與該等第一及第二電磁體4a及6a供應的電力來計算該電動機1上的負載，並依據計算的負載來控制向該等電樞5a、與該等第一及第二電磁體4a及6a供應的電流。此控制該等第一及第二電樞之磁極及該等第一及第二磁極之磁力以及該等第一及第二旋轉磁場之旋轉速度。在此情況下，使得該等第一及第二電樞磁極之磁力及該等第一及第二磁極之磁力更強，因為計算的負載更高。另外，在低負載操作期間，隨著該桿旋轉速度更高，會令該等第一及第二電樞磁極及該等第一及第二磁極之磁力變得更弱。

在如上組態之電動機1中，如圖2所示，在產生該等第一及第二旋轉磁場期間，當每一第一電樞磁極之極性不同於

該等第一磁極之一相對(最近)磁極之極性時，每一第二電樞磁極之極性與該等第二磁極之一相對(最近)磁極之極性相同。另外，當每一第一核心7a處於每一第一磁極與每一第一電樞磁極之間的一位置時，每一第二核心8a處於一對彼此環繞相鄰的第二磁極與一對彼此環繞相鄰的第二電樞磁極之間的一位置。此外，如圖3所示，在產生該等第一及第二旋轉磁場期間，當每一第二電樞磁極之極性不同於該等第二磁極之一相對(最近)磁極之極性時，每一第一電樞磁極之極性與該等第一磁極之一相對(最近)磁極之極性相同。另外，當每一第二核心8a處於每一第二磁極與每一第二電樞磁極之間的一位置時，每一第一核心7a處於一對彼此環繞相鄰的第一電樞磁極與一對彼此環繞相鄰的第一磁極之間的一位置。應注意，在圖2及3中，為方便起見而從圖式示中省略該桿3及該等凸緣7a及8a。

接下來，將參考圖4及5來說明電動機1之操作。應注意，為便於說明，藉由將該等第一及第二旋轉磁場之運動替換為 $2n$ 個虛擬永久磁體(下面稱為"虛擬磁體")18(其數目等於該等第一及第二電磁體4a及6a之個別數目)之一等效實體運動來說明該電動機1之操作。另外，將結合在朝向該第一定子及該第二定子6的個別側上之每一虛擬磁體18之磁極(分別作為該等第一及第二電樞磁極)，以及在該第一定子4與該等虛擬磁體18之間及在該第三定子6與該等虛擬磁體18之間產生的旋轉磁場(分別作為該等第一及第二旋轉磁場)來進行說明。

首先，如圖 4(a)所示，從一其中每一第一核心 7a 與每一第一電磁體 4a 相對而每一第二核心 8a 處於該第二電磁體 6a 的每兩個相鄰磁體之間之一位置的狀態(如圖中所見)以一向下旋轉之方式產生該等第一及第二旋轉磁場。在開始產生該等第一及第二旋轉磁場時，令每一第一電樞磁極之極性不同於該等第一磁極的每一相對磁極之極性，而令每一第二電樞磁極之極性與該等第二磁極的每一相對磁極之極性相同。

由於該等第一核心 7a 係置放於該等第一與第二定子 4 與 5 之間，因此其係藉由該等第一磁極及該等第一電樞磁極而磁化，而在該等第一磁極、該等第一核心 7a 及該等第一電樞磁極之間產生磁力線 G1(下面稱為"第一磁力線 G1")。同樣，由於該等第二核心 8a 係置放於該等第二與第三定子 5 與 6 之間，因此其係藉由該等第二電樞磁極及該等第二磁極而磁化，而在該等第一電樞磁極、該等第二核心 8a 及該等第二磁極之間產生磁力線 G2(下面稱為"第二磁力線 G2")。

在圖 4(a)所示狀態中，該等第一磁力線 G1 係產生為使其每一者連接該第一磁極、該第一核心 7a 及該第一電樞磁極，而該等第二磁力線 G2 係產生為使其每一者連接兩個環繞相鄰的第二電樞磁極之每一磁極及位於其間的第二核心 8a，並連接兩個環繞相鄰的第二磁極之每一磁極及位於其間的第二核心 8a。因此，在此狀態下，形成如圖 6(a)所示之磁路。在此狀態中，由於該等第一磁力線 G1 係線性，因

此不會有任何用以環繞旋轉該等第一核心7a之磁力作用於該等第一核心7a上。另外，介於兩個環繞相鄰的第二電樞磁極之每一磁極與該第二核心8a之間的兩個第二磁力線G2在其彎曲程度及總磁通量方面彼此相等。同樣，介於兩個環繞相鄰的第二磁極之每一磁極與該第二核心8a之間的兩個第二磁力線G2在其彎曲程度及總磁通量方面彼此相等。因此，使得兩個磁力線G2平衡。因此，亦不會有任何用以環繞旋轉該等第二核心8a之磁力作用於該等第二核心8a上。

當該等虛擬磁體18從圖4(a)所示之一位置旋轉至圖4(b)所示之一位置時，該等第二磁力線G2係產生為使其皆連接於一第二電樞磁極、一第二核心8a與一第二磁極之間，而介於該等第一核心7a與該等第一電樞磁極之間的第一磁力線G1之個別部分係彎曲。另外，相應地，藉由該等第一磁力線與該等第二磁力線形成磁路，如圖6(b)所示。

在此狀態中，由於每一第一磁力線G1之彎曲程度較小但其總磁通量較大，因此一相對較大的磁力作用於該第一核心7a上。由此使得該等第一核心7a在該等虛擬磁體18之旋轉方向(即，該等第一及第二旋轉磁場之旋轉方向(下面稱為"磁場旋轉方向")上受到相對較大的驅動力之驅動，因此該桿3在該磁場旋轉方向上旋轉。另外，由於該第二磁力線G2之彎曲程度較大但其總磁通量較小，因此一相對較小的磁力作用於該第二核心8a上。由此使得該等第二核心8a在該磁場旋轉方向上受到相對較小的驅動力之驅動，因此

該桿3在該磁場旋轉方向上旋轉。

接著，當該等虛擬磁體18從圖4(b)所示位置旋轉至圖4(c)及4(d)與圖5(a)及5(b)所示個別位置時，按所提到的順序，該等第一及第二核心7a及8a在該磁場旋轉方向上受到因該等第一及第二磁力線G1及G2引起的磁力之驅動，因此該桿3在該磁場旋轉方向上旋轉。在該時間期間，該第一磁力線G1在其彎曲程度方面增加但在其總磁通量方面減小，從而作用於該等第一核心7a上的磁力逐漸減小以逐漸減小用以在該磁場旋轉方向上驅動該等第一核心7a之驅動力。另外，該等第二磁力線G2在其彎曲程度方面減小但在其總磁通量方面增加，從而作用於該等第二核心8a上的磁力逐漸增加以逐漸增加用以在該磁場旋轉方向上驅動該等第二核心8a之驅動力。

接著，當該等虛擬磁體18從圖5(b)所示位置旋轉至圖5(c)所示位置時，該等第二磁力線G2係彎曲，而其總磁通量變得接近其最大值，從而最強的磁力作用於該等第二核心8a上以使得作用於該等第二核心8a上的驅動力最大化。然後，如圖5(c)所示，當該等虛擬磁體18中的每一磁體藉由旋轉經過一預定間距P而移動至與該等第一及第二電磁體4a及6a相對之一位置時，彼此相對的第一電樞磁極與第一磁極之個別極性變成彼此相同，而該第一核心7a係定位於環繞相鄰的兩對第一電樞磁極與第一磁極之間，每一對子具有相同極性。在此狀態中，由於該第一磁力線之彎曲程度較大但其總磁通量較小，因此不會有任何用以在該磁

場旋轉方向上旋轉該第一核心7a的磁力作用於該第一核心7a上。另外，彼此相對的第二電樞磁極與第二磁極變成具有互不相同的極性。

自此狀態，當該等虛擬磁體18進一步旋轉時，該等第一及第二核心7a及8a在該磁場旋轉方向上受到因該等第一及第二磁力線G1及G2引起的磁力之驅動，因此該桿3在該磁場旋轉方向上旋轉。此時，當該等虛擬磁體18旋轉至圖4(a)所示位置時，與上述情形相反，由於該等第一磁力線G1在其彎曲程度方面減小但在其總磁通量方面增加，因此作用於該等第一核心7a上的磁力增加以增加作用於該等第一核心7a上的驅動力。另一方面，由於該等第二磁力線G2在其彎曲程度方面增加但在其總磁通量方面減小，因此作用於該等第二核心8a上的磁力減小以減小作用於該等第二核心8a上的驅動力。

如上所述，該桿3在該磁場旋轉方向上旋轉，而作用於該等個別第一及第二核心7a及8a上的驅動力依據該等虛擬磁體18之旋轉(即，該等第一及第二旋轉磁場之旋轉)而重複輪流增加與減小。在此情況下，作用於個別的第一及第二核心7a及8a上的驅動力TRQ7a及TRQ8a(下面分別稱為"第一驅動力"與"第二驅動力")之間的關係以及該桿3之扭矩TRQ3(下面稱為"桿扭矩TRQ3")係如圖7所示。如圖所示，該等第一及第二驅動力TRQ7a及TRQ8a以相同的重複週期作接近正弦曲線的變化，而其相位係彼此相對位移一半週期。另外，由於該桿3具有與其連接的第一及第二核

心 7a 及 8a，因此該桿扭矩 TRQ3 等於如上所述而變化的第一與第二驅動力 TRQ7a 與 TRQ8a 之和，而變成接近恆定。

另外，從圖 4(a) 與 5(b) 之間的比較可清楚地看出，當該等虛擬磁體 18 旋轉經過該預定間距 P 時，該等第一及第二核心 7a 及 8a 旋轉經過僅一半的預定間距 P，該桿 3 以該等第一及第二旋轉磁場之旋轉速度之一半旋轉。此係由於因該等第一及第二磁力線 G1 及 G2 引起的磁力使得該等第一及第二核心 7a 及 8a 旋轉而每一核心皆保持定位於介於該第一磁極與該第一電樞磁極(藉由該第一磁力線 G1 而連接)之間的一中點以及介於該第二磁極與該第二電樞磁極(藉由該第二磁力線 G2 而連接)之間的一中點之個別狀態。

應注意，在該等第一及第二旋轉磁場旋轉期間，該等第一及第二核心 7a 及 8a 係因該等第一及第二磁力線 G1 及 G2 引起的磁力而旋轉，而因此該等第一及第二核心 7a 及 8a 係以一相對於該等第一及第二旋轉磁場而略微延遲的狀態旋轉。因此，在該等第一及第二旋轉磁場之旋轉期間，當該等虛擬磁體 18 處於圖 5(c) 所示之一位置時，該等第一及第二核心 7a 及 8a 實際上處於在與該磁場旋轉方向相反之一方向(向上，如圖中所見)上相對於圖 5(c) 所示位置而略微偏移之一位置。但是，為便於理解前述旋轉速度，該等第一及第二核心 7a 及 8a 係呈現於圖示位置。

如上所述，依據本具體實施例，由該桿旋轉位置決定，該等第一及第二核心 7a 及 8a 之磁化狀態變化，從而使得可以令該桿 3 旋轉而不會引起滑動，而該電動機 1 用作與前面

所述的傳統電動機不同之一同步電動機，從而使得可以增加其效率。另外，由於該等第一電樞磁極、該等第一磁極及該等第一核心7a之個別數目係設定為彼此相等，因此可以在所有該等第一電樞磁極、該等第一磁極及該等第一核心7a中正確地產生該等第一磁力線G1。另外，由於該等第二電樞磁極、該等第二磁極及該等第二核心8a之個別數目係設定為彼此相等，因此可以正確地產生該等第二磁力線G2。由上述情況可以足夠地獲得該電動機1之扭矩。

另外，由於該等電樞5a與該等第一及第二電磁體4a及6a係固定於該外殼2，因此與此等組件經組態成可旋轉之情況不同，可以省略用以向該等電樞5a與該等第一及第二電磁體4a及6a供應電力之滑環。因此，相應地，可以縮小該電動機1之尺寸，並進一步提高其效率，因為不會因為該等滑環與相關電刷之摩擦阻力而產生熱量。

另外，由於旋轉由層壓鋼片形成的核心7a與8a，因此，與旋轉強度較低的永久磁體之情況相比，可以進一步提高該電動機之耐久性。

另外，由於使用該等第一及第二電磁體4a及6a，因此與使用磁力較大的永久磁體不同，可以實施裝配該電動機1之操作而不用執行前述用以防止組件之間接觸的操作。另外，在藉由向該等電樞輸入功率而不向其供應電力來驅動該桿3時，與將永久磁體用於該等第一及第二電磁體4a及6a之情況不同，可以藉由停止向該等電樞加電來防止發生因其磁力造成的損失。另外，在不向該等電樞5a供應任何

電力之狀態中，若向該桿3輸入一較大功率，則藉由停止向該等第一及第二電磁體4a及6a加電以將其磁力控制成實質上為0，可以防止在該電動機5a中產生較大的感應電動力，從而可以防止該等電樞5a及可變電源供應16受損。

另外，當該電動機1上的負載較高時，該ECU 17增加該等第一及第二電磁體4a及6a之磁力。因此，當由於高負載而需要一較大輸出時，可以增加該等第一及第二電磁體4a及6a之磁力，以由此增加因前述第一及第二磁力線G1及G2引起的磁力，從而可以獲得一足夠的輸出。另外，當因低負載而不需要一較大輸出時，由於可以減小該等第一及第二電磁體4a及6a之磁力，因此可以減小該等電樞5a之感應電動力，從而使得可以提高效率。另外，當該桿旋轉速度較高時，令該等第一及第二電樞磁極與該等第一及第二磁極之磁力變得較弱，而因此可以減小在高速度旋轉期間向該等電樞5a供應之磁場減小電流，從而使得可以提高效率。

另外，由於使用一般的三相(U相位、V相位及W相位)線圈5c，因此可以容易而便宜地構造該電動機，而不用準備專用的磁場繞組。另外，用以產生該等第一及第二旋轉磁場之定子係藉由單一第二定子5形成，而該等第一至第三定子4至6係安裝於單一周邊壁2a上。另外，該等第一及第二轉子7及8係安裝於單一桿3上。因此，與用以產生該等第一及第二旋轉磁場之定子係藉由兩個定子形成而該等第一至第三定子4至6與該等第一及第二轉子7及8係安裝於個

別的不同構件上之情況相比，可以減少組件零件之數目，從而可以降低製造成本並實現縮小化。

另外，決定該電樞5a以及該等第一及第二電磁體4a及6a與該等第一及第二核心7a及8a之間的相對位置關係，並依據該位置關係來控制該等第一及第二旋轉磁場。另外，從該等第一及第二電磁體4a及6a係固定於該外殼2(其速度=0)而該桿3以該等第一及第二旋轉磁場的旋轉速度之一半旋轉之事實可明白，該等第一及第二旋轉磁場之旋轉速度受控制而使得此等兩者之間以及該外殼2與該桿3之間滿足共線關係。由此確保該電動機1之正確操作。

另外，由於該等第一至第三定子4至6與該等第一及第二轉子7及8係並排配置於該軸向上，因此可以減小該電動機之直徑尺寸。

另外，例如，當藉由連接複數個電動機來增加輸出功率時，可以使用該第三定子作為該第一定子4，如圖8所示，而因此與複數個電動機係照其原樣連接之情況相比，可以簡化所連接電動機之構造。

應注意，儘管在本發明中，依據該等電樞5a以及該等第一及第二電磁體4a及6a與該等第一及第二核心7a與8a之間的相對位置關係來執行該等第一及第二旋轉磁場之控制，但可以依據該外殼2或該等第一至第三定子4至6的任意部分與該桿3或該等第一及第二轉子7及8的任意部分之間的相對位置關係來執行該控制。

圖9顯示該第一具體實施例之一第一變化。在該第一變

化之範例中，該等第一及第二電磁體4e及6e具有可以磁化該等鐵心4b及6b之永久磁體4f及6f。此等永久磁體4f及6f將其個別的端面固定至該等鐵心4b及6b，而其個別的相對端係與該等第一及第二轉子7及8相對。另外，處於相同環繞位置的永久磁體4f及6f中的數個永久磁體具有相同極性，而該等永久磁體4f及6f中處於環繞相鄰位置的數個永久磁體具有互不相同的極性。因此，可以獲得與該第一具體實施例所提供者相同的有利效果。

另外，即使出現在該等第一及第二電磁體4e及6e的線圈4c及6c中之斷路及該電源供應15之故障，亦可以藉由該等永久磁體4f及6f之磁力來確保來自該電動機1之輸出功率。另外，即使對於磁力相對較小的永久磁體4f及6f，亦可以藉由該等線圈4c及6c之磁力彌補該較小磁力以正確地執行場之產生，從而使得可以使用此類永久磁體4f及6f來容易地實施裝配工作而不用執行用以防止組件零件之間接觸的操作。應注意，在第一變化中，該等第一及第二電磁體4e及6e對應於該等第一及第二磁場。

圖10顯示該第一具體實施例之一第二變化。在該第二變化中，替代該等第一及第二電磁體4a及6a而提供該等第一及第二永久磁體4g及6g。由於該等第一及第二永久磁體4g及6g係以與該等第一及第二電磁體4a及6a相同的方式置放，因此可以獲得與該第一具體實施例相同的有利效果。另外，與該第一具體實施例或該第一變化不同，可以省略該可變電源供應15及該等線圈4c。由此使得可以減小該電

動機之尺寸，並簡化其構造。應注意，該等第一及第二電磁體4g及6g對應於該等第一及第二磁極。

接下來將參考圖11說明依據本發明之一第二具體實施例之一電動機20。與依據上述第一具體實施例之電動機不同，依據本具體實施例之電動機20係一其中徑向配置該定子及類似物之一類型，而前者係一其中軸向配置該第一定子4及類似物之一類型。圖11中，與上述第一具體實施例中的電動機組件元件相同之電動機組件元件係指定為相同的參考數字。下面，將主要對與該第一具體實施例不同之處進行說明。

如圖11所示，該電動機20係由以下組件零件組成：一第一桿21與一第二桿22，其係分別受支撐於該等軸承9與10上；一第一轉子23，其係置放於該外殼2內；一定子24，其係以與該第一轉子23相對之一方式置放於該外殼2內；以及一第二轉子25，其係以彼此間隔開一預定距離之方式置放於該等兩者23與24之間。第一轉子23、第二轉子25及定子24係從內側按上述順序置放。應注意，該等第一及第二桿21與22係同心配置並藉由一止推軸承(未顯示)而變成實質上在該軸向上不可移動。

該第一轉子23具有 $2n$ 個第一永久磁體23a及 $2n$ 個第二永久磁體23b。該等第一及第二永久磁體23a及23b係分別等距間隔配置於該第一桿21之環繞方向上(下面簡稱為"環繞方向"或"環繞")。每一第一永久磁體23a具有一區段形狀的斷面，該斷面與該第一桿21之軸向(下面簡稱為"在軸向上")

或"軸向")正交並在該軸向上略微延伸。每一第二永久磁體23b具有與該第一永久磁體23a相同之尺寸。另外，該等第一及第二永久磁體23a及23b係以一並排軸向配置且彼此接觸之狀態安裝於一環形固定部分23c之外部周邊表面上。上述固定部分23c係由一軟磁性材料元件(例如鐵)形成，且將其一內部周邊表面附著於一碟片形凸緣23d(與該第一桿21整合地形成為同心)之外部周邊表面。在採用以上配置之條件下，該等第一及第二永久磁體23a及23b可與該第一桿21一同旋轉。

另外，如圖12所示，藉由關於該第一桿21而彼此環繞相鄰的兩個第一及第二永久磁體23a與23b之兩者形成之一中心角係一預定角度 θ 。另外，並排定位於該軸向上的第一及第二永久磁體23a及23b之數個永久磁體具有相同極性，而該等第一及第二永久磁體23a及23b之彼此環繞相鄰的數個永久磁體具有互不相同的極性。下面，分別將該等第一及第二永久磁體23a及23b之個別磁極稱為"第一磁極"與「第二磁極」。

應注意，在本具體實施例中，該外殼2對應於該等第一及第四構件，該第一桿21對應於該等第二及第五構件，該第二桿22對應於該等第三及第六構件，該第一轉子23對應於該等第一及第二磁極列，而該等第一及第二永久磁體23a及23b對應於該等第一及第二磁極。

與上述第二定子5類似，該定子24產生該等第一及第二旋轉磁場並具有等距間隔配置於該環繞方向之 $3n$ 個電樞

24a。與上述電樞5a類似，每一電樞24a係由一鐵心24b與藉由集中繞組纏繞於該鐵心24b之一線圈24c組成。該鐵心24b具有與該軸向正交之一般為區段形狀之斷面並具有約為該第一永久磁體23a的兩倍長之一軸向長度。該鐵心24b之內部周邊表面之一軸向中心部分係藉由一環繞延伸之溝槽24d形成。該等 $3n$ 個線圈24c形成 n 組三相線圈(U相位線圈、V相位線圈及W相位線圈)(參見圖12)。另外，該等電樞24a係經由一環形固定部分24e安裝於該周邊壁2a之內部周邊表面上。由於該等電樞24a與該等第一及第二永久磁體23a及23b之數目及配置，因此當一特定電樞24a之中心係與特定的第一及第二永久磁體23a及23b之中心環繞一致時，從該電樞24a起的每三個電樞24a之中心與從該等第一及第二永久磁體23a及23b起的每兩個第一及第二永久磁體23a及23b之中心互相環繞一致。

此外，每一電樞24a係連接到該可變電源供應16，而且經組態成當供應電力時在朝向該等第一及第二永久磁體23a及23b的該鐵心24b之個別端部分上產生極性互不相同之磁極。另外，依據此等磁極之產生，分別以環繞旋轉方式在該第一轉子23的第一永久磁體23a與該鐵心24b的端部分之間以及在該第一轉子23的第二永久磁體23b與該鐵心24b的端部分之間產生第一及第二旋轉磁場。下面，在朝向該等第一及第二永久磁體23a及23b的該鐵心24b之個別端部分上產生的磁極係稱為"第一電樞磁極"與"第二電樞磁極"。另外，該等第一電樞磁極之數目及該等第二電樞

磁極之數目等於該第一永久磁體23a之磁極數目，即 $2n$ 。

在本具體實施例中，該定子24對應於第一及第二電樞列，該等電樞24a對應於該等第一及第二電樞，而該等線圈24c對應於該等三相磁場繞組。

該第二轉子25具有複數個第一核心25a與複數個第二核心25b。該等第一及第二核心25a及25b係分別等距間隔配置於該環繞方向上，而該等核心25a與25b之每一核心之數目係設定為等於該第一永久磁體23a之數目，即 $2n$ 。每一第一核心25a係藉由層壓軟磁性材料零件(例如複數個鋼片)形成而使其具有與該軸向正交並軸向延伸一預定長度之一區段形狀的斷面。與該第一核心25a類似，每一第二核心25b係藉由層壓複數個鋼板形成而使其具有與該軸向正交並軸向延伸一預定長度之一區段形狀的斷面。

分別藉由在該軸向上略微延伸的條形連接部分25c與25d將該等第一及第二核心25a與25b安裝於一碟片形凸緣25e之一外部端上。該凸緣25e係整合地同心適配於該第二桿22上。在採用此配置之條件下，該等第一及第二核心25a及25b可與該第二桿22一同旋轉。

另外，該等第一核心25a皆係軸向配置於該第一轉子23的第一永久磁體23a之部分與該定子24之間，而該等第二核心25b皆係軸向配置於該第一轉子23的第二永久磁體23b之部分與該定子24之間。此外，該等第二核心25b係相對於該等第一核心25a以一交錯方式環繞配置，而該等第二核心25b之中心係相對於該等第一核心25a之中心而位移一預定

角度 θ 之一半。

應注意，在本具體實施例中，該第二轉子25對應於該等第一及第二軟磁性材料元件列，該等第一核心25a對應於該等第一軟磁性材料元件，而該等第二核心25b對應於該等第二軟磁性材料元件。

另外，該電動機20具有第一與第二旋轉角度感測器50a與50b(一第一相對位置關係偵測裝置與一第二相對位置關係偵測裝置)。該等旋轉角度感測器50a及50b偵測該等第一及第二桿21及22之個別旋轉角度位置，並將指示所感測的旋轉角度位置之個別信號傳遞給ECU 17。

該ECU 17依據偵測到的該等第一及第二桿21及22之旋轉位置來決定該等電樞24a、該等第一及第二永久磁體23a及23b與該等第一及第二核心25a及25b之間的相對位置關係，並依據該位置關係來控制該等電樞5a的三相線圈5c之加電以由此控制該等第一及第二旋轉磁場。

如上構造之電動機經組態成在一其中該第一及第二桿21及22中的一桿係固定或向一桿輸入功率之狀態中驅使該等桿之另一桿旋轉。

另外，如圖12所示，在產生該等第一及第二旋轉磁場期間，當每一第一電樞磁極之極性不同於該等第一磁極之一相對(最近)磁極之極性時，每一第二電樞磁極之極性與該等第二磁極之一相對(最近)磁極之極性相同。另外，當每一第一核心25a處於一第一磁極與一第一電樞磁極之間的一位置時，每一第二核心25b處於一對彼此環繞相鄰的第

一磁極與一對彼此環繞相鄰的第一電樞磁極之間的一位置。此外，儘管圖中未顯示，在產生該等第一及第二旋轉磁場期間，當每一第二電樞磁極之極性不同於該等第二磁極之一相對(最近)磁極之極性時，每一第一電樞磁極之極性與該等第一磁極之一相對(最近)磁極之極性相同。另外，當每一第二核心25b處於一第二磁極與一第二電樞磁極之間的一位置時，每一第一核心25a處於一對彼此環繞相鄰的第一電樞磁極與一對彼此環繞相鄰的第一磁極之間。

應注意，儘管在圖12中該等電樞24a及該固定部分24e係顯示為其似乎皆係分成兩個部分(因為圖12係顯示為一展開圖)，但實際上其係個別的一件式構件，因此圖12中的配置可如圖13所示而與其等效。從圖13與圖2之間的比較可明白，參考前面所述，該等第一及第二永久磁體23a及23b、該電樞24a與該等第一及第二核心25a及25b之間的位置關係與該等第一及第二電磁體4a及6a、該等電樞5a與該等第一及第二核心7a及8a之間的關係相同。

因此，將假定該等第一及第二永久磁體23a及23b、該等電樞24a以及該等第一及第二核心25a及25b係如圖13所示而配置來進行以下說明。另外，對該電動機之操作的說明類似於上面對電動機1之操作的說明，其係藉由以該等虛擬磁體18之實體運動來替換該等第一及第二旋轉磁場之運動。

用以令該第二桿22在該第一桿21固定之情況下旋轉之該

電動機20的操作與前文參考圖4及5所說明的該電動機1之操作相同，而因此省略其說明。應注意，在此情況下，類似於上述電動機1之桿3，該第二桿22之旋轉速度(下面稱為「第二桿旋轉速度」) V_2 等於該等第一及第二旋轉磁場之旋轉速度 V_0 (下面稱為「場旋轉速度」)之一半，即 $V_2 = V_0/2$ 成立。即，在此情況下，該第一桿21的旋轉速度(下面稱為「第一桿旋轉速度」) V_1 、該第二桿旋轉速度 V_2 及該場旋轉速度 V_0 之間的關係係表示為如圖14(a)所示。

接下來，參考圖15及16，將對驅使該第一桿21在一其中該第二桿22係固定的狀態中旋轉之情況下該電動機20之操作進行說明。應注意，下面所作的說明係分別關於：在朝向該等第一及第二永久磁體23a及23b的個別側上該等虛擬磁體18之磁極(作為該等第一及第二電樞磁極)；以及在朝向該等第一永久磁體23a的該等鐵心之磁極與該第一永久磁體23a以及朝向該等第二永久磁體23b的該等鐵心之磁極與該第二永久磁體23b之間產生的旋轉磁極(作為該等第一及第二旋轉磁場)。

由於該等第一核心25a係如上所述而置放，因此其係藉由該等第一磁極及該等第一電樞磁極而磁化，而在該等第一磁極、該等第一核心25a及該等第一電樞磁極之間產生磁力線(下面稱為「第一磁力線」) $G1'$ 。同樣，由於該等第二核心25a係如上所述而置放，因此其係藉由該等第二電樞磁極及該等第二磁極而磁化，而在該等第二電樞磁極、該等第二核心25a及該等第二磁極之間產生磁力線(下面稱為

"第二磁力線")G2'。

首先，如圖 15(a)所示，該等第一及第二旋轉磁場係從一其中每一第一核心 25a 係與每一第一永久磁體 23a 相對而每一第二核心 25a 處於該等第二永久磁體 23b 的每兩個相鄰永久磁體之間的一位置之狀態(如圖中所見)以一向下旋轉之方式產生。在開始產生該等第一及第二旋轉磁場時，令每一第一電樞磁極之極性不同於該等第一磁極之一相對磁極之極性，而令每一第二電樞磁極之極性與該等第二磁極之一相對磁極之極性相同。

自此狀態，當該虛擬磁體 18 旋轉至圖 15(b)所示之一位置時，介於該第一核心 25a 與該第一電樞磁極之間的第一磁力線 G1' 係彎曲，而因此，該第二電樞磁極變得更接近該第二核心 25b，從而產生連接於該第二電樞磁極、該第二核心 25b 及該第二磁極之間的第二磁力線 G2'。因此，在該等第一及第二永久磁體 23a 及 23b、該虛擬磁體 18 以及該等第一及第二核心 25a 及 25b 中，形成如圖 6(b)所示之磁路。

在此狀態中，儘管介於該第一磁極與該第一核心 25a 之間的第一磁力線 G1' 之總磁通量較大，但該第一磁力線 G1' 係筆直的，而因此不會產生導致該第一永久磁體 23a 相對於該第一核心 25a 而旋轉之磁力。另外，由於從該第二磁極至具有一不同極性的第二電樞磁極之距離相對較大，因此介於該第二核心 25b 與該第二磁極之間的第二磁力線 G2' 之總磁通量相對較小。但是，該第二磁力線 G2' 之彎曲程

度較大，而因此磁力作用於該第二永久磁體23b上，從而使得該第二永久磁體23b更接近該第二核心25b。由此使得該第二永久磁體23b與該第一永久磁體23a在該等虛擬磁體18之旋轉方向(向上，如圖15中所見)上，即在一與該磁場旋轉方向相反之方向上受驅動，而朝圖15(c)所示之一位置旋轉。另外，據此，該第一桿21在一與該磁場旋轉方向相反之方向上旋轉。

當該等第一及第二永久磁體23a及23b從圖15(b)所示位置朝圖15(c)所示位置旋轉時，該等虛擬磁體18朝圖15(d)所示之一位置旋轉。如上所述，儘管該等第二永久磁體23b變得更接近該等第二核心25b以使得介於該等第二核心25b與該等第二磁極之間的第二磁力線G2'之彎曲程度更小，但該等虛擬磁體18變得進一步更接近該等第二核心25b以增加該等第二磁力線G2'之總磁通量。因此，在此情況下，同樣，該等磁力作用於該第二永久磁體23b上以使得該等第二永久磁體23b更接近該等第二核心25b，從而令該等第二永久磁體23b在與該磁場旋轉方向相反之方向上與該等第一永久磁體23a一起受到驅動。

另外，由於該等第一永久磁體23a在與該磁場旋轉方向相反之方向上旋轉，因此介於該等第一磁極與該等第一核心25a之間的第一磁力線G1'係隨同該等第一永久磁體23a之旋轉而彎曲，從而磁力作用於該第一永久磁體23a上以至於令該第一永久磁體23a更接近該等第一核心25a。但是，在此狀態下，因該第一磁力線G1'引起的磁力比前述

因該第二磁力線 $G2'$ 引起的磁力更小，因為該第一磁力線 $G1'$ 之彎曲程度比該第二磁力線 $G2'$ 之彎曲程度更小。因此，對應於該等兩個磁力之間的差之一磁力在與該磁場旋轉方向相反之方向上將該第二永久磁體 23b 與該第一永久磁體 23a 一起驅動。

接著，如圖 15(d) 所示，當該第一磁極與該第一核心 25a 之間的距離與該第二核心 25b 與該第二磁極之間的距離已變成彼此大致相等時，介於該第一磁極與該第一核心 25a 之間的第一磁力線 $G1'$ 之總磁通量與彎曲程度變成分別大致等於介於該第二核心 25b 與該第二磁極之間的第二磁力線 $G2'$ 之總磁通量與彎曲程度。因此，因該等第一及第二磁力線 $G1'$ 及 $G2'$ 而引起的磁力係大致平衡，從而將該等第一及第二永久磁體 23a 及 23b 暫時置於一不受驅動狀態。

自此狀態，當該等虛擬磁體 18 旋轉至圖 16(a) 所示之一位置時，改變該等第一磁力線 $G1'$ 之產生狀態以形成如圖 16(b) 所示之磁路。因此，因該等第一磁力線 $G1'$ 引起的磁力變成極少作用於該等第一永久磁體 23a 上以至於該等磁力使得該等第一永久磁體 23a 更接近該等第一核心 25a，而因此在與該磁場旋轉方向相反之方向上藉由因該等第二磁力線 $G2'$ 引起的磁力將該等第二永久磁體 23b 與該等第一永久磁體 23a 一起驅動至圖 16(c) 所示之一位置。

因此，當該等虛擬磁體 18 從圖 16(c) 所示位置略微旋轉時，與上述情況相反，因介於該等第一磁極與該等第一核心 25a 之間的第一磁力線 $G1'$ 引起之磁力作用於該等第一永

久磁體 23a 上以至於令該等第一永久磁體 23a 更接近該等第一核心 25a，從而在與該磁場旋轉方向相反之方向上將該等第一永久磁體 23a 與該等第二永久磁體 23b 一起驅動以在與該磁場旋轉方向相反之方向上旋轉該第一桿 21。接著，當該等虛擬磁體 18 進一步旋轉時，藉由與因介於該等第一磁極與該等第一核心 25a 之間的第一磁力線 G1' 引起的磁力與因介於該等第二核心 25b 與該等第二磁極之間的第二磁力線 G2' 引起的磁力之間的差對應之個別磁力，在與該磁場旋轉方向相反之方向上將該等第一永久磁體 23a 與該等第二永久磁體 23b 一起驅動。然後，當因該等第二磁力線 G2' 引起的磁力變成極少作用於該等第二永久磁體 23b 上以至於使得該等第二永久磁體 23b 更接近該等第二核心 25b 時，藉由因該等第一磁力線 G1' 引起的磁力將該等第一永久磁體 23a 與該等第二永久磁體 23b 一起驅動。

如上所述，依據該等第一及第二旋轉磁場之旋轉，因介於該等第一磁極與該等第一核心 25a 之間的第一磁力線 G1' 引起之磁力、因介於該等第二核心 25b 與該等第二磁極之間的第二磁力線 G2' 引起之磁力以及與介於上述磁力之間的差對應之磁力交替地作用於該等第一及第二永久磁體 23a 及 23b 上(即該第一桿 21 上)，從而使得該第一桿 21 在與該磁場旋轉方向相反之方向上旋轉。另外，該等磁力(即由此交替作用於該第一桿 21 上的驅動力)，從而使得該第一桿 21 之扭矩大致不變。

在此情況下，如圖 14(b)所示，該第一桿 21 以與該等第

一及第二旋轉磁場相同的速度在該相反方向上旋轉，而 $V1 = -V0$ 之關係成立。此係由於因該等第一及第二磁力線 $G1'$ 及 $G2'$ 引起的磁力作用而使得該等第一及第二永久磁體 23a 及 23b 旋轉成令該等第一及第二核心 25a 及 25b 皆保持定位於介於該第一磁極與該第一電樞磁極之間以及介於該第二磁極與該第二電樞磁極之間的個別中點位置。

應注意，在一其中使得該第一桿 21 及該第二桿 22 可旋轉並向該等兩個桿 21 與 22 中的一桿輸入功率之狀態下，當驅使另一桿旋轉時，該磁場旋轉速度 $V0$ 、該第一桿旋轉速度 $V1$ 及該第二桿旋轉速度 $V2$ 滿足以下關係式：如上所述，由於因該等第一及第二磁力線 $G1$ 及 $G2$ 引起的磁力之作用而使得該等第一及第二核心 7a 及 8a 旋轉，而該等第一及第二核心 7a 及 8a 係定位於介於該等第一磁極與該等第一電樞磁極之間以及介於該等第二磁極與該等第二電樞磁極之間的個別中點位置。此同樣還適用於該等第一及第二核心 25a 及 25b。由於該等第一及第二核心 25a 及 25b 如此旋轉，因此與該等兩者 25a 及 25b 整合的第二桿之旋轉角度係該等第一及第二旋轉磁場的旋轉角度與該等第一及第二磁極的旋轉角度(即該第一桿 21 之旋轉角度)之一平均值。

因此，在向該等第一與第二桿 21 與 22 中的一桿輸入功率而令另一桿旋轉時所呈現的該磁場旋轉速度 $V0$ 與該等第一及第二桿旋轉速度 $V1$ 及 $V2$ 之間的關係可以係表示為以下等式(3)：

$$V2 = (V0 + V1) / 2 \quad (3)$$

在此情況下，藉由控制該場旋轉速度 V_0 、該等第一與第二桿21與22之一桿之旋轉速度，可以控制另一桿之旋轉速度。圖14(c)顯示其中在該場旋轉方向上旋轉該等第一與第二桿21及22兩者之情況之一範例，而圖14(d)顯示其中在相反方向上旋轉該第一桿21之情況之一範例。

如上所述，依據本具體實施例，即使在旋轉該等第一及第二桿21及22中的任一桿時，該等第一及第二核心25a及25b之磁化狀態亦會依據該等第一及第二桿21及22之相對旋轉位置而變化，而因此可以令該電動機20旋轉且不會滑動而因此用作一同步電動機，從而使得可以提高該電動機之效率。另外，由於該等第一電樞磁極、該等第一磁極及該等第一核心25a之數目係設定為彼此相等，而該等第二電樞磁極、該等第二磁極及該等第二核心25b之數目係設定為彼此相等，因此可以足夠地獲得該電動機20之扭矩而與該等第一及第二桿21及22中的哪一桿受驅動無關。

另外，由於該等電樞24a係固定於該外殼2，因此與該等電樞24a經組態成可旋轉之情況不同，可以省略一用以向該等電樞24a供應電力之滑環。因此，可以相應地減小該電動機20之尺寸，而不會因該滑環與一電刷之間的接觸電阻而產生熱量，從而可以進一步增加其效率。

另外，由於採用該等第一及第二永久磁體23a及23b，因此與使用該等電磁體來替代兩者23a與23b之情況不同，與該第一具體實施例之第二變化類似，可以省略該可變電源供應15，而可以簡化該電動機20之構造並進一步減小其尺

寸。另外，基於相同原因，與使用該等永久磁體來替代該等第一及第二永久磁體23a及23b不同，可以省略用以向該等電磁體供應電力之滑環，而可以相應地進一步減小該電動機20之尺寸，並進一步增加其效率。

另外，由於使用該等三相(U相位、V相位及W相位)線圈24c，因此與該第一具體實施例類似，可以容易而便宜地構造該電動機20而不用準備專用的磁場繞組。另外，用以產生該等第一及第二旋轉磁場之定子係藉由一單一定子24形成，該等第一及第二永久磁體23a及23b係安裝於一單一第一桿21上，而該等第一及第二核心25a及25b係安裝於一單一第二桿22上。因此，與產生該等第一及第二旋轉磁場的定子係藉由兩個定子形成而該等第一及第二永久磁體23a及23b與該等第一及第二核心25a及25b係安裝於不同構件上之情況相比，與該第一具體實施例類似，可以減小組件零件之數目，從而可以降低製造成本而減小該電動機20之尺寸。

另外，決定該電樞24a、該等第一及第二電磁體23a及23b與該等第一及第二核心25a及25b之間的相對位置關係，並依據該位置關係來控制該等第一及第二旋轉磁場。另外，從圖14會明白，該等旋轉磁場之旋轉速度 V_0 受控制而使得此等兩者之間以及該等第一與第二桿旋轉速度 V_1 與 V_2 之間滿足一共線關係。由此確保該電動機20之正確操作。

另外，由於該定子24、該等第一及第二轉子23及25係並

排配置於該軸向或直徑方向上，因此可以減小該電動機之軸向尺寸。

應注意，可以使用該等第一及第二電磁體4a及6a或4e或6e來替代該等第一及第二永久磁體23a及23b。在此情況下，可以獲得藉由該第一具體實施例之第一及第二變化獲得之有利效果。另外，該電動機20可以經組態成使得該定子24可旋轉，而在一其中向該定子24與該等第一及第二轉子23及25中的一轉子輸入功率之狀態中，可以令該等兩者23與25中的另一者旋轉。同樣在此情況下，該電動機20用作一同步電動機，從而使得可以提高其效率。

應注意，儘管依據該等電樞24a、該等第一及第二電磁體23a及23b與該等第一及第二核心25a與25b之間的相對位置關係來執行該等第一及第二旋轉磁場之控制，但可以依據該外殼2或該定子24的任意部分、該第一桿21或該第一轉子23的任意部分與該第二桿22或該第二轉子25的任意部分之間的相對位置關係來執行該控制。

接下來將參考圖17及18來說明依據本發明之一第三具體實施例之一電動機。與經組態為一旋轉電動機的依據該等第一及第二具體實施例之電動機1及20不同，該電動機30經組態為一線性電動機。另外，在圖17及18中，與依據上述第一具體實施例中的電動機1之組件元件相同的電動機30之組件元件係指定為相同的參考數字。下面，將主要對與該第一具體實施例不同之處進行說明。

該電動機30之外殼31包括：一板狀底部壁31a，其縱向

係一前後方向(遠離觀察者之一側係一前側，而朝向觀察者之一側係一後側，如圖17中所見)；以及與該底部壁31a整合形成之側壁31b及31c，其從該底部壁31a之相對的左及右端向上延伸，而且係彼此相對。

如圖18所示，該等電樞5a、該等第一及第二電磁體4a及6a係配置於該縱向上，而單獨就此點而言，第三具體實施例不同於該第一具體實施例，但此等組件零件之數目、間距及配置與該第一具體實施例相同。

該等第一及第二電磁體4a及6a係經由固定部分4h及6h安裝於該底部壁31a之上部表面之一左端與一右端上。另外，該等兩者4a及6a之鐵心4b及6b係安裝於該等側壁31b及31c之內部表面上。該等電樞5a係經由一固定部分5e安裝於該底部壁31a之上部表面之一中心部分上。另外，當向該等電樞5a供應電力時，在該第一定子4與該第三定子6之間以一在該前後方向上移動之方式產生該等第一及第二移動磁場。

另外，該電動機30包括替代該等第一及第二轉子7及8之第一及第二移動元件32及33。該等第一及第二移動元件32及33包括配置於該前後方向上的複數個(例如，各有三個)第一及第二核心7a及8a。該等第一及第二核心7a及8a係以與該等第一電磁體4a相同之間距採取一交錯組態配置於該前後方向上。

另外，在該等第一及第二核心7a及8a之個別底部上，分別安裝車輪32a及33a。該等第一及第二核心7a及8a係經由

該等車輪32a及33a放置於該底部壁31a之一上部軌道(未顯示)上，因此其可以在該前後方向上移動而不可在該左右方向上移動。另外，該等第一及第二核心7a及8a係經由提供於其上部端上的連接部分32b及33b連接至一可移動板34。

應注意，在本具體實施例中，該外殼31對應於該等第一、第二、第四及第五構件，該可移動板34對應於該等第三及第六構件，而該等第一及第二移動元件32及33對應於該等第一及第二軟磁性材料元件列。

另外，該電動機30具有一位置感測器50c(第一相對位置關係偵測裝置與第二相對位置關係偵測裝置)，該位置感測器50c向該ECU 17傳遞指示該可移動板34相對於該外殼31的位置(下面稱為"可移動板位置")之一偵測信號。該ECU 17依據偵測到的可移動板位置來決定該等電樞5a以及該等第一及第二電磁體4a及6a與該等第一及第二核心7a及8a之間的相對位置關係，並依據該位置關係來控制該等電樞5a之三相線圈5c之加電以由此控制該等第一及第二旋轉磁場。另外，該ECU 17依據該可移動板位置來計算該可移動板34之移動速度(下面稱為"可移動板移動速度")，並依據計算的可移動板移動速度及向該等電樞5a與該等第一電磁體4a及6a供應的電流來計算該電動機1上的負載。另外，與該第一具體實施例類似，依據計算的負載，該ECU 17控制向該等電樞5a與該等第一及第二電磁體4a及6a供應之電流。

從圖 18 與 2 之間的比較可明白，該等第一及第二電磁體 4a 及 6a、該等電樞 5a 以及該等第一及第二核心 7a 及 8a 係以與該第一具體實施例中相同的方式配置。因此，隨同該等第一及第二移動磁場之產生，由於因前述第一及第二磁力線 G1 及 G2 引起的磁力之作用而使得該可移動板 34 在該等第一及第二移動磁場之移動方向上移動。同樣在此情況下，依據該可移動板位置，改變該等第一及第二核心 7a 及 8a 之磁化狀態，而可以令該可移動板 34 移動而不引起滑動，而該電動機 30 用作一同步馬達，從而使得可以與該第一具體實施例類似而提高其效率。另外，可以獲得與藉由該第一具體實施例獲得者相同的有利效果。

應注意，可以如下構造該電動機 30：藉由除該可移動板 34 以外的另一第二可移動板連接該等第一及第二電磁體 4a 及 6a，並將其組態成可以在該前後方向上與該第二可移動板一同移動。接著，可以如同該第二具體實施例中一樣驅動該第二可移動板與該可移動板 34 之一。在此情況下，即使在該第二可移動板與該可移動板 34 中的任一板受驅動之時，與該第二具體實施例類似，該電動機亦用作一同步電動機，可以提高其效率。此外，該等電樞 5a 可以經組態成使其藉由一第三可移動板連接，並可在該前後方向上與該第三可移動板一同移動。同樣在此情況下，該電動機用作一同步電動機，從而使得可以提高其效率。

另外，可以使用該等第一及第二電磁體 4e 及 6e 或該等第一及第二永久磁體 4g 及 6g 來替代該等第一及第二電磁體 4a

及6a。在此情況下，可以獲得與藉由該第一具體實施例之第一及第二變化所提供者相同之有利效果。

另外，儘管依據該等電樞5a及該等第一及第二電磁體4a及6a與該等第一及第二核心7a與8a之間的相對位置關係來執行該等第一及第二移動磁場之控制，但可以依據該外殼31或該等第一至第三定子4至6的任意部分與該可移動板34或該等第一及第二移動元件32及33的任意部分之間的相對位置關係來執行該控制。

接下來將參考圖19說明依據本發明之一第四具體實施例之一電動機。該電動機40係藉由將依據該第一具體實施例之電動機1分成兩個電動機並藉由一齒輪機構將其連接來形成。圖19中，與上述第一具體實施例中的電動機組件元件相同之電動機40的組件元件係指定為相同的參考數字。下面，將主要對與該第一具體實施例不同之處進行說明。

該電動機40係由一第一電動機41、一第二電動機42及一齒輪區段43組成。該第一電動機41係由依據該第一具體實施例之電動機1之除第二定子5及第二轉子8以外的其他組件元件形成，而在與該第一轉子7相對之一側上的該等電樞5a之鐵心5c之端係安裝於該側壁2c上。另外，該等電樞5a係連接至一第一可變電源供應16a，而且與該第一具體實施例不同，其僅產生該等第一電樞磁極及該第一旋轉磁場。另外，該第一電動機41之一桿41a係連接至該齒輪區段43。

該第二電動機42係由該電動機1之除第一定子4及第一轉

子7以外的其他組件零件形成，而在與該第二轉子8相對之一側上的該等電樞5a之鐵心5b之端係安裝於該側壁2b上。另外，該等電樞5a係連接至一第二可變電源供應16b而非該第一可變電源供應16a，並且在與該第一旋轉磁場的旋轉方向相同之方向上僅產生該等第二電樞磁極及第二旋轉磁場。另外，該第二電動機42之桿42a係連接至該齒輪區段43。另外，與該第一電動機41的電樞5a、第一電磁體4a及第一核心7a相比，該等電樞5a、該第二電磁體6a及該第二核心8a之數目係前者的m倍大而間距長度係前者的1/m倍。以上構造導致該電動機42之桿42a以相當於該第一電動機41的桿41a在相同方向上的旋轉速度之1/m倍高之一旋轉速度旋轉。另外，該第二電動機42之桿42a係連接至該齒輪區段43。

應注意，在本具體實施例中，該第一電動機41之外殼2對應於該等第一及第二構件，該第二電動機42之外殼之對應於該等第四及第五構件，該等桿41a及42a對應於該等第三及第六構件，該等第一及第二電動機41及42之定子5對應於該等第一及第二電樞列，而該等第一及第二電動機41及42之電樞5a對應於該等第一及第二電樞。

該齒輪區段43係複數個齒輪之一組合，而且經組態用以藉由將桿42a的旋轉速度增加至n倍而將該桿42a之旋轉傳送至該桿41a。

該等第一及第二電動機41及42分別具有第一及第二旋轉位置感測器50d及50e(一第一相對位置關係偵測裝置與一

第二相對位置關係偵測裝置)。此等感測器50d及50e向ECU 17傳遞指示該等桿41a及42a的旋轉位置之偵測信號。該ECU 17依據該等桿41a及42a之偵測到的旋轉位置來決定：該等第一電磁體4a及該等電樞5a與該等第一核心7a之間的相對位置關係；以及該等第二電磁體6a及該等電樞5a與該等第二核心8a之間的相對位置關係，並依據此等位置關係來控制該等電樞5a之三相線圈5c之加電，以由此控制該等第一及第二旋轉磁場。

另外，與該第一具體實施例類似，該ECU 17計算該等桿41a及42a之旋轉速度以及該等第一及第二電動機41及42上的負載，並依據此等計算的參數來控制向該等電樞5a與該等第一及第二電磁體4a及6a供應之電流。

如上所述，該電動機40係藉由將依據該第一具體實施例之電動機1分成兩個電動機(即，該等第一及第二電動機41及42)並藉由該齒輪區段43連接該等兩個電動機而形成。另外，該電動機42之桿42a以相當於該第一電動機41的桿41a之旋轉速度 $1/m$ 倍高之一旋轉速度旋轉，而藉由該齒輪區段43將該桿42a之旋轉以一增加至 m 倍的狀態傳送至該桿41a。由上可知，本具體實施例可以提供與藉由該第一具體實施例所提供相同之有利效果。

儘管該第二電動機42經組態成以相當於該第一電動機41的旋轉速度 $1/m$ 倍高之一旋轉速度旋轉，但與此相反，該第一電動機41可以經組態成以相當於該第二電動機42的旋轉速度 $1/m$ 倍高之一旋轉速度旋轉。另外，可以使用該等

第一及第二永久磁體4g及6g或該等第一及第二永久磁體4g及6g來替代該等第一及第二電磁體4a及6a。另外，不一定需要將該等桿41a與42a同心配置，但可以將其以(例如)一彼此正交之方式配置，而可以藉由該齒輪區段43來連接該等兩個桿41a與42a。

另外，儘管在本具體實施例中，依據該第一電磁體4a及該等電樞5a與該第一核心7a之間的相對位置關係以及該等第二電磁體6a及該等電樞5a與該等第二核心8a之間的相對位置關係來執行該等第一及第二旋轉磁場之控制，但可以依據該第一電動機41的外殼2或該等第一及第二定子4及5之任意部分與該桿41a或該第一轉子7之任意部分之間的相對位置關係以及該第二電動機42的外殼2之任意部分或該等第二及第三定子5及6之任意部分與該桿42a及該第二轉子8之任意部分之間的相對位置關係來執行該控制。

接下來將參考圖20說明依據本發明之一第五具體實施例之一電動機。與該第四具體實施例類似，該電動機60係藉由以一齒輪機構連接藉由分割該電動機1而獲得之兩個電動機來形成。在圖20中，與依據上述第四具體實施例的電動機40之組件元件相同的電動機60之組件元件係指定為相同的參考數字。下面，將主要對與該第四具體實施例不同之處進行說明。

該電動機60包括一第一電動機61、一第二電動機71及一齒輪區段81。該電動機61與該第四具體實施例之第一電動機41不同之處主要在於其具有替代該桿41a之一第一桿62

及一第二桿63與替代該第一定子4之一磁體轉子64。

該第一桿62使其相對端以可旋轉的方式分別受軸承9及65之支撐，而該第一桿62具有一齒輪62a。以一中空圓柱體為形式之第二桿63係以可旋轉的方式受到一軸承10之支撐，且係以可旋轉的方式同心適配於該第一桿62上。另外，該第二桿63具有該第一轉子7之前述凸緣7b與一齒輪63a。由此使得該第一核心7a可與該第二桿63一同旋轉。

該磁體轉子64具有複數個第一電磁體4a，而該等第一電磁體4a係安裝於一提供於該第一桿62上之凸緣64a上，從而使其並排配置於該環繞方向上。由此使得該第一電磁體4a可以與該第一桿62一同旋轉。另外，該等第一電磁體4a之數目及配置與該第一具體實施例中相同。應注意，該等第一電磁體4a係經由一滑環(未顯示)連接至該可變電源供應15。

該第二電動機71係與該第一電動機61對稱形成，而且與該第四具體實施例之第二電動機42之主要區別在於其具有替代該桿72a之一第一桿72與一第二桿73以及替代該第三定子6之一磁體轉子74，而且該等電樞5a及該等第二核心8a係以與該第一具體實施例中個別相同的數目及相同的配置提供。

該第一桿72使其相對端以可旋轉的方式受軸承10及75之支撐，而該第一桿72具有一齒輪72a。以類似於前述第二桿63之一中空圓柱體為形式之第二桿73係以可旋轉的方式受到一軸承9之支撐，且係以可旋轉的方式適配於該第一

桿72上。另外，該第二桿73具有該第二轉子8之前述凸緣8b與一齒輪73a。由此使得該等第二核心8a可與該第二桿73一同旋轉。

該磁體轉子74包括複數個電磁體6a，而該等電磁體6a係安裝於一提供於該第一桿72上之一凸緣74a上，且係並排配置於該環繞方向上。此構造使得該第二電磁體6a可與該第一桿72一同旋轉。該等第二電磁體之數目及配置與該第一具體實施例相同。應注意，該等第二電磁體6a係經由一滑環(未顯示)連接至該可變電源供應15。

該齒輪區段81具有第一及第二齒輪桿82及83。該第一齒輪桿82之第一及第二齒輪82a及82b係與該等第一及第二桿62及72之個別齒輪62a及72a形成網目。由此使得該等第一桿62及72在相同方向上以相同速度旋轉。另外，該第二齒輪桿83之第一及第二齒輪83a及83b係與該等第二桿63及73之個別齒輪63a及73a形成網目。由此使得該等第二桿63及73在相同方向上以相同速度旋轉。

另外，該第一電動機61具有第一與第二旋轉位置感測器91與92(一第一相對位置關係偵測裝置與一第二相對位置關係偵測裝置)。該等感測器91及92向該ECU 17傳遞指示該等第一及第二桿62、72、63及73的所感測旋轉位置之偵測信號。與該第二具體實施例類似，該ECU 17依據偵測到的旋轉位置決定該等第一及第二電動機61及71的電樞5a、該等第一及第二電磁體4a及6a與該等第一及第二核心7a及8a之間的相對位置關係，並依據該位置關係來控制該等第

一及第二電動機61及71的電樞5a之三相線圈之加電，從而控制該等第一及第二旋轉磁場。

儘管在本具體實施例中，該等第一及第二電動機61及71之外殼2對應於該等第一及第四構件，但該等第一桿62及72對應於該等第二及第五構件，而該等第二桿63及73對應於該等第三及第六構件。另外，該等第一及第二電動機61及71之第二定子5對應於該等第一及第二電樞列，該等第一及第二電動機61及71之電樞5a對應於該等第一及第二電樞，而該等磁體轉子64及74對應於該等第一及第二磁極列。

如上所述而構造之電動機60係組態與該第二具體實施例類似之處在於該等第一桿62及82或該等第二桿63及73係固定或獲得電力供應以及在此狀態中該等桿中的其他桿受驅使而旋轉。由此使得本具體實施例能夠提供與藉由該第二具體實施例所提供者相同之有利效果。

應注意，與該第四具體實施例類似，該等第一及第二電動機61及71之一電動機可以經組態用以採取相當於另一電動機的旋轉速度 $1/m$ 倍高之一旋轉速度旋轉，而該齒輪區段81可以經組態用以驅使將該一電動機之旋轉以一增加至 m 倍的速度傳送至另一電動機。另外，可以使用該等第一及第二電磁體4e及6e或該等第一及第二永久磁體4g及6g來替代該等第一及第二電磁體4a及6a。另外，不一定需要同心配置該等第一及第二桿62及63與該等第一及第二桿72及73，而可以將其(例如)以一彼此正交之方式配置，並可以

藉由該齒輪區段61將該等第一及第二桿62及63連接至該第一及第二桿72及73。

另外，儘管在本具體實施例中，依據該等第一及第二電動機61及71的電樞5a、該等第一及第二電磁體4a及6a與該等第一及第二核心7a及8a之間的相對位置關係來執行該等第一及第二旋轉磁場之控制，但可以依據該等第一及第二電動機61及71的外殼2或該等第二定子5之任意部分、該等第一桿62及72或該等磁體轉子64及74之任意部分與該第二桿63及73之任意部分或該等第一及第二轉子7及8之間的相對位置關係來執行該控制。

接下來將參考圖21說明依據本發明之一第六具體實施例之一電動機100。此電動機100包括一電動機主要部分101，而該電動機主要部分101具有與依據上文參考圖11等所說明的第二具體實施例之電動機20頗為相同之配置。圖21中，與上述第一具體實施例中的電動機組件元件相同之電動機組件元件係指定為相同的參考數字。下面，將主要對與該第二具體實施例不同之處進行說明。在本具體實施例中，該ECU 17對應於相對位置關係偵測裝置與該控制裝置。

如圖21所示，該電動機主要部分101具有第一至第三電流感測器102至104與第一及第二旋轉位置感測器105及106(相對位置關係偵測裝置)。該等第一至第三電流感測器102至104向該ECU 17傳遞指示電流(下面分別稱為「U相位電流 I_u 」、「V相位電流 I_v 」及「W相位電流 I_w 」，其經由該

定子24(參見圖11)之U相位流向W相位線圈24c)之值之個別偵測信號。另外，該第一旋轉位置感測器105偵測該第一轉子23的第一永久磁體23a之一任意磁體相對於該定子24的電樞24a之一任意電樞(下面稱為「參考電樞」)之一旋轉角度位置(下面稱為「第一轉子旋轉角度 θ_1 」)，並向該ECU 17傳遞指示所偵測的旋轉角度位置之一偵測信號。另外，該第二旋轉位置感測器106偵測該第二轉子25的第一核心25a之一任意核心相對於該參考電樞之一旋轉角度位置(下面稱為「第二轉子旋轉角度 θ_2 」)，並向該ECU 17傳遞指示所偵測旋轉角度位置之一偵測信號。

該ECU 17回應於來自該感測器102至106之偵測信號，以控制該電動機主要部分101之加電，從而控制藉由前述定子24產生之第一及第二旋轉磁場。依據該電動機主要部分101之一電壓等式來實施此控制。

可如下所述來決定該電動機主要部分101之電壓等式：與一單轉子型之一般無刷直流電動機相比，該電動機主要部分101在該定子之配置方面相同，但不同之處在於其不僅具有由永久磁體組成之第一轉子23而且還具有由軟磁性材料元件組成之第二轉子25。由此，該等U相位至W相位電流 I_u 、 I_v 及 I_w 之電壓與一般無刷直流電動機之此等電壓大致相同，但依據該等第一及第二轉子23及25之旋轉在該等U相位至W相位線圈24c中產生的反電動力電壓不同於一般無刷直流電動機之該些電壓。

反電動力電壓係決定如下：圖22顯示對應於該等第一永

久磁體 23a、第一核心 25a 及該定子 24 之一等效電路。應注意，圖 22 為方便起見而顯示極數目等於 2 之一情況，但與上文所述的電動機 20 類似，該電動機主要部分 101 之極數目為 $2n$ 。在此情況下，直接穿過個別的 U 相位至 W 相位線圈 24c 之該第一永久磁體 23a 的磁通量 Ψ_{ual} 、 Ψ_{val} 及 Ψ_{wal} 係表示為以下等式 (4) 至 (6)：

【數學式 3】

$$\Psi_{ual} = \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1}) \quad \dots(4)$$

$$\Psi_{val} = \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots(5)$$

$$\Psi_{wal} = \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots(6)$$

在此， Ψ_{fb} 表示直接穿過每一相位之線圈 24c 的第一永久磁體 23a 之磁通量之最大值，而 θ_{e1} 表示一第一轉子電角度。該第一轉子電角度 θ_{e1} 係藉由將該第一轉子旋轉角度 θ_1 (係一所謂的機械角度) 轉換為一電角度位置而獲得之一值，明確言之係藉由將該第一轉子旋轉角度 θ_1 乘以極數目的一半而獲得之一值。

另外，經由該第一核心 25a 直接穿過該等 U 相位至 W 相位線圈 24c 之該第一永久磁體 23a 的磁通量 Ψ_{ua2} 、 Ψ_{va2} 及 Ψ_{wa2} 係表示為以下等式 (7) 至 (9)：

【數學式 4】

$$\Psi_{ua2} = \Psi_{fa} \cdot \cos(\theta_{e2} - \theta_{e1}) - \cos(\theta_{e2}) \quad \dots(7)$$

$$\Psi_{va2} = \Psi_{fa} \cdot \cos(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \cos(\theta_{e2} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots(8)$$

$$\Psi_{wa2} = \Psi_{fa} \cdot \cos(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \cos(\theta_{e2} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots(9)$$

在此， Ψ_{fa} 表示經由該第一核心 25a 穿過每一相位的線圈

24c之該第一永久磁體23a之磁通量之最大值，而 θ_{e2} 表示一第二轉子電角度。與該第一轉子電角度 θ_{e1} 類似，該第二轉子電角度 θ_{e2} 係藉由將作為一機械角度的第二轉子旋轉角度 θ_2 轉換為一電角度位置而獲得之一值，尤其係藉由將該第二轉子旋轉角度 θ_2 乘以極數目的一半而獲得之一值。

分別穿過該等U相位至W相位線圈24c的該第一永久磁體23a之磁通量 Ψ_{ua} 、 Ψ_{va} 及 Ψ_{wa} 係分別表示為分別直接穿過該等U相位至W相位線圈24c的磁通量 Ψ_{ua1} 、 Ψ_{va1} 及 Ψ_{wa1} 與經由該第一核心25a分別穿過該等U相位至W相位線圈24c的磁通量 Ψ_{ua2} 、 Ψ_{va2} 及 Ψ_{wa2} 之和(即，分別為 $(\Psi_{ua1} + \Psi_{ua2})$ 、 $(\Psi_{va1} + \Psi_{va2})$ 及 $(\Psi_{wa1} + \Psi_{wa2})$)。因此，從上述等式(4)至(9)，此等磁通量 Ψ_{ua} 、 Ψ_{va} 及 Ψ_{wa} 係表示為以下等式(10)至(12)：

【數學式5】

$$\Psi_{ua} = \Psi_{fa} \cdot \cos(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \cos(\theta_{e2}) + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1}) \quad \dots\dots(10)$$

$$\Psi_{va} = \Psi_{fa} \cdot \cos(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \cos(\theta_{e2} - \frac{2}{3}\pi) + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(11)$$

$$\Psi_{wa} = \Psi_{fa} \cdot \cos(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \cos(\theta_{e2} + \frac{2}{3}\pi) + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(12)$$

另外，此等等式(10)至(12)之轉換得出以下等式(13)至(15)：

【數學式6】

$$\Psi_{ua} = \frac{\Psi_{fa}}{2} [\cos(2\theta_{e2} - \theta_{e1}) + \cos(-\theta_{e1})] + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1}) \quad \dots\dots(13)$$

$$\Psi_{va} = \frac{\Psi_{fa}}{2} [\cos(2\theta_{e2} - \theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) + \cos(-\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi)] + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(14)$$

$$\Psi_{wa} = \frac{\Psi_{fa}}{2} [\cos(2\theta_{e2} - \theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) + \cos(-\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi)] + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(15)$$

另外，藉由相對於時間對穿過該等U相位至W相位線圈24c之磁通量 Ψ_{ua} 、 Ψ_{va} 及 Ψ_{wa} 進行微分運算，可以獲得依據該第一永久磁體23a及/或該第一核心25a之旋轉在該等U相位至W相位線圈24c中產生的反電動力電壓(下面分別稱為"第一U相位反電動力電壓 V_{cu1} "，"第一V相位反電動力電壓 V_{cv1} "及"第一W相位反電動力電壓 V_{cw1} ")。因此，該等第一U相位至W相位反電動力電壓 V_{cu1} 、 V_{cv1} 及 V_{cw1} 可以係表示為藉由相對於時間對等式(13)至(15)進行微分運算而獲得之以下等式。

【數學式7】

$$V_{cu1} = -(2\omega e2 - \omega e1) \frac{\Psi_{fa}}{2} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1) - \omega e1 \left(\frac{\Psi_{fa}}{2} + \Psi_{fb} \right) \sin(\theta e1) \quad \dots (16)$$

$$V_{cv1} = -(2\omega e2 - \omega e1) \frac{\Psi_{fa}}{2} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1 - \frac{2}{3}\pi) - \omega e1 \left(\frac{\Psi_{fa}}{2} + \Psi_{fb} \right) \sin(\theta e1 - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (17)$$

$$V_{cw1} = -(2\omega e2 - \omega e1) \frac{\Psi_{fa}}{2} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1 + \frac{2}{3}\pi) - \omega e1 \left(\frac{\Psi_{fa}}{2} + \Psi_{fb} \right) \sin(\theta e1 + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (18)$$

在此， $\omega 2$ 表示藉由相對於時間對 $\theta e2$ 進行微分運算而獲得之一值，即藉由將該第二轉子25之角速度轉換為一電角速度(下面稱為"第二轉子電角速度")而獲得之一值，而 $\omega e1$ 表示藉由相對於時間對 $\theta e1$ 進行微分運算而獲得之一值，即藉由將該第一轉子23之角速度轉換為一電角速度(下面稱為"第一轉子電角速度")而獲得之一值。

另外，圖23顯示對應於該等第二永久磁體23b、該等第二核心25b及該定子24之一等效電路。在此情況下，與該

第一永久磁體23a及該第一核心25a之情況類似，可以採取以下方式來決定依據該第二永久磁體23b及/或第二核心25b之旋轉在該等U相位至W相位線圈24c中產生的反電動力電壓：下面，在該等U相位至W相位線圈24c中產生的反電動力電壓係分別稱為"第二U相位反電動力電壓 V_{cu2} "、"第二V相位反電動力電壓 V_{cv2} "及"第二W相位反電動力電壓 V_{cw2} "。

更明確言之，該第一永久磁體23a及該第二永久磁體23b係一件式構件，如上文所述，而因此直接穿過每一相位之線圈24的該第二永久磁體23b之磁通量之最大值等於直接穿過每一相位的線圈24c之該第一永久磁體23a之磁通量之最大值，而同時經由該第二核心25b穿過每一相位的線圈24c之該第二永久磁體23b之磁通量之最大值等於經由該第二核心25b穿過每一相位的線圈24c之該第一永久磁體23a之磁通量之最大值。另外，如上所述，該等第二核心25b係相對於該等第一核心25a以一交錯方式環繞配置，而其中心係相對於該等第一核心25a之中心而位移一預定角度 θ 之一半。即，該等第一及第二核心25a及25b之電角度位置彼此相差一 $\pi/2$ 之電角度(參見圖23)。由上得出，穿過該等U相位至W相位線圈24c的該第二永久磁體23b之磁通量 Ψ_{ub} 、 Ψ_{vb} 及 Ψ_{wb} (即，經由該第二核心25穿過的磁通量與該些不經由該第二核心25而穿過的磁通量之和)可以係分別表示為以下等式(19)至(21)：

【數學式8】

$$\Psi_{ub} = \Psi_{fa} \cdot \sin(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \sin(\theta_{e2}) + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1}) \quad \dots (19)$$

$$\Psi_{vb} = \Psi_{fa} \cdot \sin(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \sin(\theta_{e2} - \frac{2}{3}\pi) + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (20)$$

$$\Psi_{wb} = \Psi_{fa} \cdot \sin(\theta_{e2} - \theta_{e1}) \sin(\theta_{e2} + \frac{2}{3}\pi) + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (21)$$

此等等式之變化得出以下等式(22)至(24)：

【數學式9】

$$\Psi_{ub} = \frac{\Psi_{fa}}{2} [\cos(2\theta_{e2} - \theta_{e1}) - \cos(-\theta_{e1})] + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1}) \quad \dots (22)$$

$$\Psi_{vb} = \frac{\Psi_{fa}}{2} [\cos(2\theta_{e2} - \theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) - \cos(-\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi)] + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (23)$$

$$\Psi_{wb} = \frac{\Psi_{fa}}{2} [\cos(2\theta_{e2} - \theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) - \cos(-\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi)] + \Psi_{fb} \cdot \cos(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (24)$$

另外，藉由相對於時間對穿過該等個別的U相位至W相位線圈24c之磁通量 Ψ_{ub} 、 Ψ_{vb} 及 Ψ_{wb} 進行微分運算，可以獲得上述第二U相位至W相位反電動力電壓 V_{cu2} 、 V_{cv2} 及 V_{cw2} 。因此，此等反電動力電壓 V_{cu2} 、 V_{cv2} 及 V_{cw2} 可以係表示為藉由相對於時間而對等式(22)至(24)進行微分運算所獲得之以下等式(25)至(27)：

【數學式10】

$$V_{cu2} = (2\omega_{e2} - \omega_{e1}) \frac{\Psi_{fa}}{2} \cdot \sin(2\theta_{e2} - \theta_{e1}) - \omega_{e1} (\frac{\Psi_{fa}}{2} + \Psi_{fb}) \sin(\theta_{e1}) \quad \dots (25)$$

$$V_{cv2} = (2\omega_{e2} - \omega_{e1}) \frac{\Psi_{fa}}{2} \cdot \sin(2\theta_{e2} - \theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) - \omega_{e1} (\frac{\Psi_{fa}}{2} + \Psi_{fb}) \sin(\theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (26)$$

$$V_{cw2} = (2\omega_{e2} - \omega_{e1}) \frac{\Psi_{fa}}{2} \cdot \sin(2\theta_{e2} - \theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) - \omega_{e1} (\frac{\Psi_{fa}}{2} + \Psi_{fb}) \sin(\theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots (27)$$

另外，如上所述，該定子24係配置成使得在朝向該等第一及第二永久磁體23a及23b的每一鐵心24b之端產生具有互不相同極性的磁極。另外，在該等第一及第二永久磁體

23a及23b中，在該軸向上並排的永久磁體具有相同極性。從上文可清楚看出，並排軸向配置的第一及第二永久磁體23a及23b相對於該參考電樞之電角度位置係彼此相對位移一電角度 π 。因此，依據該等第一及/或第二轉子23、25的旋轉產生於該等U相位至W相位線圈24c之反電動力電壓 V_{cu} 、 V_{cv} 及 V_{cw} 分別等於上述第一U相位至W相位反電動力電壓 V_{cu1} 、 V_{cv1} 及 V_{cw1} 與第二U相位至W相位反電動力電壓 V_{cu2} 、 V_{cv2} 及 V_{cw2} 之間的個別差，即 $(V_{cua}-V_{cub})$ 、 $(V_{cva}-V_{cvb})$ 及 $(V_{cwa}-V_{cwb})$ 。因此，依據等式(16)至(18)及等式(25)至(27)，此等反電動力電壓 V_{cu} 、 V_{cv} 及 V_{cw} 可以係表示為以下等式(28)至(30)：

【數學式】 11

$$V_{cu} = -(2\omega e2 - \omega e1)\Psi_{fa} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1) \quad \dots\dots(28)$$

$$V_{cv} = -(2\omega e2 - \omega e1)\Psi_{fa} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1 - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(29)$$

$$V_{cw} = -(2\omega e2 - \omega e1)\Psi_{fa} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1 + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(30)$$

現在，該等U相位至W相位線圈24c之電壓(下面稱為"U相位電壓 V_u "、"V相位電壓"及"W相位電壓 V_w ")係表示為與U相位至W相位電流 I_u 、 I_v 及 I_w 相關的電壓與該等U相位至W相位線圈24c的個別反電動力電壓 V_{cu} 、 V_{cv} 及 V_{cw} 之個別和。因此，該電動機主要部分101之電壓等式係表示為以下等式(31)：

【數學式 12】

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_u + s \cdot L_u & s \cdot M_{uv} & s \cdot M_{wu} \\ s \cdot M_{uv} & R_v + s \cdot L_v & s \cdot M_{vw} \\ s \cdot M_{wu} & s \cdot M_{vw} & R_w + s \cdot L_w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} (2\omega e2 - \omega e1) \Psi_{fa} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1) \\ (2\omega e2 - \omega e1) \Psi_{fa} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1 - \frac{2}{3}\pi) \\ (2\omega e2 - \omega e1) \Psi_{fa} \cdot \sin(2\theta e2 - \theta e1 + \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix}$$

.....(31)

在此，如上所述， R_u 、 R_v 及 R_w 表示該等U相位至W相位線圈24c之個別電阻，而 L_u 、 L_v 及 L_w 表示該等U相位至W相位線圈24c之個別的自電感，每一者皆具有一預定值。另外， M_{uv} 、 M_{vw} 及 M_{wu} 表示該U相位線圈24c與該V相位線圈24c之間、該V相位線圈24c與該W相位線圈24c之間以及該W相位線圈24c與該U相位線圈24c之間的個別相互電感，每一者皆具有一預定值。另外， s 表示一微分運算元。

另一方面，如上所述，一般的無刷直流電動機之電壓等式係表示為等式(2)。從以上等式(31)與等式(2)之間的比較可以明白，當將 $(2\theta e2 - \theta e1)$ 及 $2\omega e2 - \omega e1$ 分別替換為該轉子之電角度位置 θe 及電角速度 ωe 時，該電動機主要部分101的電壓等式變成與一般的無刷直流電動機相同。由此瞭解，為驅使該電動機主要部分101操作，僅需要將該等第一及第二旋轉磁場之向量之電角度位置控制為以 $(2\theta e2 - \theta e1)$ 表示的電動機角度位置。另外，無論該等線圈24c之極數目及相位數目，此皆成立，而且在組態為一線性電動機之上述電動機30中同樣成立。

依據以上觀點，該ECU 17控制該等第一及第二旋轉磁

場。更明確言之，如圖21所示，該ECU 17包括一目標電流計算區段17a、一電角度轉換器17b、一電流座標轉換器17c、一差計算區段17d、一電流控制器17e及一電壓座標轉換器17f，並藉由向量控制來控制該U相位至W相位之電流 I_u 、 I_v 及 I_w ，以由此控制該等第一及第二旋轉磁場。

該目標電流計算區段17a計算下面將會提到的d軸電流 I_d 與q軸電流 I_q 之個別目標值(下面稱為"目標d軸電流 I_{d_tar} "與"目標q軸電流 I_{q_tar} "),並將計算的目標d軸電流 I_d 與目標q軸電流 I_{q_tar} 傳遞給該差計算區段17d。應注意，此等目標d軸電流 I_d 及該目標q軸電流 I_q 係(例如)依據該電動機主要部分101上的負載來計算。

藉由該等第一及第二旋轉位置感測器105及106偵測到的第一及第二轉子旋轉角度 θ_1 及 θ_2 係輸入至該電角度轉換器17b。該電角度轉換器17b藉由將向其輸入的第一及第二轉子旋轉角度 θ_1 及 θ_2 乘以極數目之一半來計算該等第一及第二轉子電角度 θ_{e1} 及 θ_{e2} ，並將計算的第一及第二轉子電角度 θ_{e1} 及 θ_{e2} 傳遞給該電流座標轉換器17c及電壓座標轉換器17f。

除該等第一及第二轉子電角度 θ_{e1} 及 θ_{e2} 外，將分別藉由該等第一至第三電流感測器102至104計算的U相位至W相位電流 I_u 、 I_v 及 I_w 輸入至該電流座標轉換器17c。該電流座標轉換器17c依據該等第一及第二轉子電角度 θ_{e1} 及 θ_{e2} 將一三相交流座標系統上之輸入的U相位至W相位電流 I_u 、 I_v 及 I_w 轉換成一dq座標系統上的d軸電流 I_d 及q軸電流 I_q 。

該 dg 座標系統以 $(2\omega e2 - \omega e1)$ 旋轉，以 $(2\theta e2 - \theta e1)$ 作為 d 軸，而以與該 d 軸正交之一軸作為 q 軸。更明確言之，藉由以下等式 (32) 計算該 d 軸電流 I_d 與該 q 軸電流 I_q ：

【數學式 13】

$$\begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos(2\theta e2 - \theta e1) & \cos(2\theta e2 - \theta e1 - \frac{2}{3}\pi) & \cos(2\theta e2 - \theta e1 + \frac{2}{3}\pi) \\ -\sin(2\theta e2 - \theta e1) & -\sin(2\theta e2 - \theta e1 - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(2\theta e2 - \theta e1 + \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} \quad \dots (32)$$

另外，該電流座標轉換器 17c 將計算的 d 軸電流 I_d 及 q 軸電流 I_q 傳遞給該差計算區段 17d。

該差計算區段 17d 計算輸入的目標 d 軸電流 I_{d_tar} 與 d 軸電流 I_d (下面稱為 "d 軸電流差 dI_d ") 之間的差，並計算該輸入目標 q 軸電流 I_{q_tar} 與該 q 軸電流 I_q 之間的差 (下面稱為 "q 軸電流差 dI_q ")。另外，該差計算區段 17d 將計算的 d 軸電流差 dI_d 及 q 軸電流差 dI_q 傳遞給該電流控制器 17e。

該電流控制器 17e 藉由一預定回授控制演算法 (例如，一 PI 控制演算法) 依據輸入的 d 軸電壓差 dI_d 及 q 軸電流差 dI_q 來計算一 d 軸電壓 V_d 及一 q 軸電壓 V_q 。由此使得將該 d 軸電壓 V_d 計算成使得該 d 軸電流 I_d 變成等於該目標 d 軸電流 I_{d_tar} ，而將該 q 軸電壓 V_q 計算成使得該 q 軸電流 I_q 變成等於該目標 q 軸電流 I_{q_tar} 。另外，該電流控制器 17e 將計算的 d 軸及 q 軸電壓 V_d 及 V_q 傳遞給該電壓座標轉換器 17f。

該電壓座標轉換器 17f 依據輸入的第一及第二轉子電角度 $\theta e1$ 及 $\theta e2$ 將輸入的 d 軸電壓 V_d 及 q 軸電壓 V_q 轉換為該三

相交流座標系統上U相位至W相位電壓 V_u 、 V_v 及 V_w 之命令值(下面稱為"U相位電壓命令值 V_{u_cmd} "、"V相位電壓命令值 V_{v_cmd} "、"W相位電壓命令值 V_{w_cmd} ")。更明確言之，該等U相位至W相位電壓命令值 V_{u_cmd} 、 V_{v_cmd} 及 V_{w_cmd} 係藉由以下等式(33)來計算：

【數學式 14】

$$\begin{bmatrix} V_{u_cmd} \\ V_{v_cmd} \\ V_{w_cmd} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos(2\theta_e2 - \theta_{e1}) & -\sin(2\theta_e2 - \theta_{e1}) \\ \cos(2\theta_e2 - \theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(2\theta_e2 - \theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \\ \cos(2\theta_e2 - \theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) & -\sin(2\theta_e2 - \theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} \quad \dots\dots(33)$$

另外，該電壓座標轉換器 17f 將計算的U相位至W相位電壓命令值 V_{u_cmd} 、 V_{v_cmd} 及 V_{w_cmd} 傳遞為前述可變電源供應 16。

依據此點，該可變電源供應 16 將該等U相位至W相位電壓 V_u 、 V_v 及 V_w 應用於該電動機主要部分 101 而使得該等U相位至W相位電壓 V_u 、 V_v 及 V_w 變成分別等於個別的U相位至W相位電壓命令值 V_{u_cmd} 、 V_{v_cmd} 及 V_{w_cmd} ，從而控制該等U相位至W相位電流 I_u 至 I_w 。在此情況下，此等電流 I_u 至 I_w 係分別表示為以下等式(34)至(36)：

【數學式 15】

$$I_u = I \cdot \sin(2\theta_e2 - \theta_{e1}) \quad \dots\dots(34)$$

$$I_v = I \cdot \sin(2\theta_e2 - \theta_{e1} - \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(35)$$

$$I_w = I \cdot \sin(2\theta_e2 - \theta_{e1} + \frac{2}{3}\pi) \quad \dots\dots(36)$$

在此， I 表示依據該目標d軸電流 I_{d_tar} 與該目標q軸電流 I_{q_tar} 決定的每一相位之電流之一振幅。

藉由上述電流控制，將該等第一及第二旋轉磁場之向量之電角度位置控制為以 $(2\theta_{e2}-\theta_{e1})$ 表示之電角度位置，而將該等第一及第二旋轉磁場之電角速度(下面稱為「磁性電角速度 ω_{MF} 」)控制為以 $(2\omega_{e2}-\omega_{e1})$ 表示之電流角速度。因此，將該磁性電角速度 ω_{MF} 與該等第一及第二轉子電角速度 ω_{e1} 及 ω_{e2} 之間的關係表示為以下等式(37)，而且係(例如)如圖24所示，該圖顯示該關係為一共線關係。

【數學式16】

$$\omega_{e2} = \frac{(\omega_{MF} + \omega_{e1})}{2} \quad \dots(37)$$

另外，將藉由該等U相位至W相位電流 I_u 、 I_v 及 I_w 的流動而產生的機械輸出 W 表示為以下等式(38)，前提係從中排除一與電感相關的部分。

【數學式17】

$$W = V_{cu} \cdot I_u + V_{cv} \cdot I_v + V_{cw} \cdot I_w \quad \dots(38)$$

當將該等等式(28)至(30)及(34)至(36)代入此等式並接著將其重新配置時，獲得以下等式(39)。

【數學式18】

$$W = \omega_{e1} \left(-\frac{3}{2} \cdot \Psi_{fa} \cdot I \right) + \omega_{e2} \left(2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \Psi_{fa} \cdot I \right) \quad \dots(39)$$

將此機械輸出 w 、該等第一及第二轉子23及25(下面稱為"第一轉子扭矩 $T1$ "及"第二轉子扭矩 $T2$ ")的個別扭矩與該等第一及第二轉子電角速度 ω_{e1} 及 ω_{e2} 之間的關係表示為以下等式(40)：

【數學式19】

$$W = \omega_{e1} \cdot T1 + \omega_{e2} \cdot T2 \quad \dots(40)$$

由此等式(39)及(40)可明白，該等第一及第二轉子扭矩T1及T2係分別表示為以下等式(41)及(42)：

【數學式20】

$$T1 = -\frac{2}{3} \cdot \Psi_{fa} \cdot I \quad \dots(41)$$

$$T2 = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \Psi_{fa} \cdot I \quad \dots(42)$$

簡言之，在該第一轉子扭矩T1與該第二轉子扭矩T2之間， $|T1|:|T2|=1:2$ 之關係成立。

另外，在將該等第一及第二轉子電角速度 ω_{e1} 及 ω_{e2} 皆控制為恆定之恆定速度控制期間，將該磁性電角速度 ω_{eF} 控制為一以 $(2 \cdot \omega_{e2REF} - \omega_{e1REF})$ 表示之電角速度而不用偵測該等第一及第二轉子旋轉角度 θ_1 及 θ_2 與該等第一及第二轉子電角速度 ω_{e1} 及 ω_{e2} 。在此， ω_{2REF} 係該第二轉子電角速度 ω_{e2} 之一預定值，而 ω_{e1REF} 係該第一轉子電角速度 ω_{e1} 之一預定值。

如前面所述，依據本具體實施例，該等第一及第二旋轉磁場之向量之電角度位置係受控制為以 $(2\theta_{e2} - \theta_{e1})$ 表示之電角度位置，而該磁性電角速度 ω_{MF} 係控制成使其滿足與該等第一及第二轉子電角速度 ω_{e1} 與 ω_{e2} 之一共線關係。因此，可以確保該電動機主要部分101之一適當操作。另外，僅需要偵測該等第一永久磁體23a及第一核心25a之旋轉角度位置，而因此藉由個別的分離感測器來偵測與該等第一及第二永久磁體23a及23b與該等第一及第二核心25a及25b之旋轉角度位置之情況相比，可以減少組件零件數目以由此降低製造成本並減小該電動機100之尺寸。

另外，作為用於控制該電動機100的扭矩及旋轉速度之一映射，僅需要憑經驗決定指示 $(2\omega_{e2}-\omega_{e1})$ 與扭矩及電壓之間的關係之一映射並依據該映射來控制該等第一及第二旋轉磁場。因此，無需針對該等第一及第二轉子23與25準備一映射，而同時很容易執行該控制。另外，可以減小該ECU 17之記憶體及計算負載。

應注意，還可以將依據本具體實施例之控制方法應用於依據第一至第五具體實施例之電動機1、20、30、40及60。首先，在依據該第一具體實施例之電動機1之情況下，僅需要對該等第一及第二旋轉磁場採取以下方式來加以控制：該第一核心7a相對於該參考電樞之電角度位置係(例如)使用一感測器來偵測，並用作該第二轉子電角度 θ_{e2} 。另外，由於與該等第一及第二永久磁體23a及23b相關的第一及第二電磁體4a及6a係固定於前述位置，因此僅需要將該第一轉子電角度 θ_{e1} 設定為0，將該等第一及第二旋轉磁場之向量之電角度位置控制為以 $2\theta_{e2}$ 表示的電角度位置，並將該磁性電角速度 ω_{MF} 控制為以 $2\omega_{e2}$ 表示之一電角速度。在該第二具體實施例之情況下，與本具體實施例之方式頗為相同，而因此省略其相關說明。

在依據第三具體實施例之電動機30之情況下，與上述第一具體實施例類似，僅需要(例如)使用一感測器來偵測該第一核心7a相對於該參考電樞之電角度位置，使用與該第二轉子電角度 θ_{e2} 相同的角度以由此將該等第一及第二移動磁場的向量之電角度位置控制為以 $2\theta_{e2}$ 表示之電角度位

置，而將該等第一及第二移動磁場之電角速度控制為以 $2\omega e2$ 表示之一電角速度。另外，在該第三具體實施例中，如上所述，若該等第一及第二電磁體4a及6a經組態成與該第二可移動板一同移動，則僅需要偵測該第一電磁體4a相對於該參考電樞之電角度位置，使用與該第一轉子電角度 $\theta e1$ 相同的角度以由此將該等第一及第二移動磁場之向量之電角度位置控制為以 $(2\theta e2 - \theta e1)$ 表示的電角度位置，而將該等第一及第二移動磁場之電角速度控制為以 $(2\omega e2 - \omega e1)$ 表示之一電角速度。

在依據第四具體實施例之電動機40之情況下，該等第一及第二電磁體4a及6a係固定於前述位置，而因此與該第一具體實施例類似，該第一轉子電角度 $\theta e1$ 係設定為0。另外，儘管該電動機40係分成該等第一及第二電動機41及42，但後者的極數目係前者的極數目之 m 倍，而因此與該第一具體實施例中一樣存在此一事實，即該第一核心7a相對於該第一電動機41的電樞4a之電角度位置與該第二核心8a相對於該第二電動機42的電樞5a之電角度位置係彼此相對位移 $-\pi/2$ 之電角度。因此，僅需要使用一感測器來偵測該第一核心7a之電角度位置，使用與該第二轉子電角度 $\theta e2$ 相同之角度，並採取與該第一具體實施例相同的方式控制該等第一及第二旋轉磁場。

另外，與該第四具體實施例不同，依據第五具體實施例之電動機60經組態成使得該等第一及第二電磁體4a及6a可以旋轉，但其數目及位置與該第一具體實施例中相同。因

此，該第一電磁體4a相對於該第一電動機61的電樞5a之電角度位置與該第二電磁體6a相對於該第二電動機71的電樞5a之電角度位置彼此相同。由上可知，在此電動機60之情況下，僅需要偵測該第一電磁體4a之電角度位置，使用與該第一轉子電角度 θ_{e1} 相同之角度，使用一感測器來偵測該第一核心7a之電角度位置，使用與該第二轉子電角度 θ_{e2} 相同之角度，並採取與該第二具體實施例中一樣的方式來控制該等第一及第二旋轉磁場。

應注意，儘管在本具體實施例中，在使用該第一轉子旋轉角度 θ_2 、該第一永久磁體23a相對於該參考電樞之旋轉角度位置時，可以使用該第二永久磁體23b之旋轉角度位置，或者可以使用該第一桿21或該第一轉子23之一任意部分相對於該外殼2或該定子之一任意部分的旋轉角度位置。另外，在本具體實施例中，在使用該第二轉子旋轉角度 θ_2 、該第一核心25a相對於該參考電樞之旋轉角度位置時，可以使用該第二核心25b之旋轉角度位置，或者可以使用該第二桿22或該第二轉子25之一任意部分相對於該外殼2或該定子24之一任意部分的旋轉角度位置。另外，在極性數目等於2之情況下，應瞭解可以將該等第一及第二轉子旋轉角度 θ_1 及 θ_2 直接用於控制該等第一及第二旋轉磁場而不用將其轉換為電角度位置。

另外，在本具體實施例中，該等第一及第二旋轉磁場之控制係藉由該等U相位至W相位電流 I_u 、 I_v 及 I_w 之向量控制來執行，但可以採用任何合適的方法，只要其可以將該

等第一及第二旋轉磁場之向量之電角度位置控制為以 $(2\theta_{e2}-\theta_{e1})$ 表示的電角度位置而將該磁性電角速度 ω_{MF} 控制為以 $(2\omega_{e2}-\omega_{e1})$ 表示之一電角速度即可。例如，該等第一及第二旋轉磁場之控制可以係藉由該等U相位至W相位電壓 V_u 、 V_v 及 V_w 之控制來實施。此還同樣適用於將依據本具體實施例之控制方法應用於依據第一至第五具體實施例之電動機1、20、30、40及60之情況。

應注意，本發明不限於上述具體實施例，而可以各種形式來實施。例如，在本具體實施例中，以下組件零件係以等距間隔配置：該等第一及第二電磁體4a、4e、6a及6e；該等電樞5a及24a；該等第一及第二核心7a、25a、8a及25b；以及該等第一及第二永久磁體4g、23a、6g及23b，此並非限制性，其可以係非等距間隔配置。另外，在本具體實施例中，在該等電動機1、20及40中，令該等第一核心7a及25a之數目等於該等第一電樞磁極及該等第一磁極之數目，而令該等第二核心8a及25a之數目等於該等第二電樞磁極及該等第二磁極之數目，此並非限制性，但該等第一核心7a及25a與該等第二核心8a及25b之數目可以係設定為更小。

另外，儘管在本具體實施例中，該等電樞5a及24a之線圈5c及24c係藉由U相位、V相位及W相位之三相線圈形成，但應瞭解相位數目並不限於此。另外，儘管在本具體實施例中，該等線圈5c及24c係藉由集中繞組環繞該等核心5b及24b，但該繞組方法不限於此，而其可以係波形繞

組。另外，儘管在本具體實施例中，用以控制該等電動機1、20、30、40及60之控制裝置與該電動機主要部分101係藉由ECU 17來實施，但此並非限制性，而(例如)可以使用一具有一安裝於其上面的微電腦之電路。另外，可以在本發明之精神及範疇內改變該具體實施例之細節之構造。

【圖式簡單說明】

[圖 1]

依據本發明之一第一具體實施例之一電動機之一直徑斷面圖。

[圖 2]

在產生第一及第二旋轉磁場期間，在圖1之線A-A上所取的圖1所示電動機之一斷面之部分之一展開圖。

[圖 3]

在一不同於圖2所示之時間產生第一及第二旋轉磁場期間，在圖1之線A-A上所取的圖1所示電動機之一斷面之部分之一展開圖。

[圖 4(a)至(d)]

用於說明圖1所示電動機之操作之一圖式。

[圖 5(a)至(c)]

用於說明接續圖4的操作之一圖式。

[圖 6(a)至(b)]

顯示在圖1所示電動機之操作期間形成的磁路之一圖式。

[圖 7]

示意性顯示一第一驅動力、一第二驅動力及一桿的扭矩之間的關係之一圖式。

[圖 8]

兩個互相連接的電動機之一直徑斷面圖。

[圖 9]

依據本發明之電動機之一第一變化之一直徑斷面圖。

[圖 10]

依據第一具體實施例之電動機之一第二變化之一直徑斷面圖。

[圖 11]

依據本發明之一第二具體實施例之一電動機之一直徑斷面圖。

[圖 12]

在產生第一及第二旋轉磁場期間，在圖 11 中線 B-B 上所取的圖 11 所示電動機之一斷面之部分之一展開圖。

[圖 13]

顯示與圖 12 之展開圖之配置在功能上等效之一配置之一圖式。

[圖 14(a)至(d)]

表示在以下狀態中旋轉磁場、一第一桿旋轉速度及一第二桿旋轉速度之間的關係之速度圖式：(a)其中該第一桿係固定之一狀態；(b)其中該第二桿係固定之一狀態；(c)其中該第一桿與該第二桿在與該等第一及第二旋轉磁場相同的方向上旋轉之一狀態；以及(d)其中相對於該等第一及第

二旋轉磁場該第一桿在一相反方向上旋轉而該第二桿在相同方向上旋轉之一狀態。

[圖 15(a)至(d)]

用於說明在第二桿係固定之情況下圖 11 所示電動機之一操作之一圖式。

[圖 16(a)至(c)]

用於說明接續圖 15 之一操作之一圖式。

[圖 17]

依據本發明之一第三具體實施例之一電動機之一正面斷面圖。

[圖 18]

圖 17 所示電動機之一平面圖。

[圖 19]

依據本發明之一第四具體實施例之一電動機之一直徑斷面圖。

[圖 20]

依據本發明之一第五具體實施例之一電動機之一概略圖。

[圖 21]

依據本發明之一第六具體實施例之一電動機等之一方塊圖。

[圖 22]

對應於第一永久磁體、第一核心及一定子之一等效電路之一圖式。

[圖 23]

對應於第二永久磁體、第二核心及該定子之一等效電路之一圖式。

[圖 24]

表示一磁場電角速度與第一及第二轉子電角速度之間的關係之速度圖。

[圖 25]

對應於第一至第三構件之一等效電路之一圖式。

[圖 26]

對應於第四至第六構件之一等效電路之一圖式。

[圖 27]

一般無刷直流電動機之一等效電路之一圖式。

【主要元件符號說明】

- 1 電動機
- 2 外殼(第一、第二、第四及第五構件)
- 3 桿(第三及第六構件)
- 4 第一定子(第一磁極列)
- 4a 第一電磁體(第一磁極)
- 5 第二定子(第一及第二電樞列)
- 5a 電樞(第一及第二電樞)
- 5c 線圈(三相磁場繞組)
- 6 第三定子(第二磁極列)
- 6a 第二電磁體(第二磁極)
- 7 第一轉子(第一軟磁性材料列)

- 7a 第一核心(第一軟磁性材料元件)
- 8 第二轉子(第二軟磁性材料列)
- 8a 第二核心(第二軟磁性材料元件)
- 17 ECU(磁力調整構件、第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置、相對位置關係偵測裝置、控制裝置)
- 4e 第一電磁體(第一磁極)
- 6e 第二電磁體(第二磁極)
- 4b 鐵心
- 6b 鐵心
- 4f 永久磁體
- 6f 永久磁體
- 4g 第一永久磁體(第一磁極)
- 6g 第二永久磁體(第二磁極)
- 50 旋轉位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置)
- 20 電動機
- 21 第一桿(第二及第五構件)
- 22 第二桿(第三及第六構件)
- 23 第一轉子(第一及第二磁極列)
- 23a 第一永久磁體(第一磁極)
- 23b 第二永久磁體(第二磁極)
- 24 定子(第一及第二電樞列)
- 24a 電樞(第一及第二電樞)

- 24c 線圈(三相磁場繞組)
- 25 第二轉子(第一及二軟磁性材料元件列)
- 25a 第一核心(第一軟磁性材料元件)
- 25b 第二核心(第二軟磁性材料元件)
- 50a 第一旋轉位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置)
- 50b 第二旋轉位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置)
- 30 電動機
- 31 外殼(第一、第二、第四及第五構件)
- 32 第一移動元件(第一軟磁性材料元件列)
- 33 第二移動元件(第二軟磁性材料元件列)
- 34 可移動板(第三及第六構件)
- 50c 位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置)
- 40 電動機
- 41a 桿(第三構件)
- 42a 桿(第六構件)
- 50d 第一旋轉位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置)
- 50e 第二旋轉位置感測器(第二相對位置關係偵測裝置)
- 60 電動機
- 62 第一桿(第二構件)

- 63 第二桿(第三構件)
- 64 磁體轉子(第一磁極列)
- 72 第一桿(第五構件)
- 73 第二桿(第六構件)
- 74 磁體轉子(第二磁極列)
- 91 第一旋轉位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置)
- 92 第二旋轉位置感測器(第一相對位置關係偵測裝置、第二相對位置關係偵測裝置)
- 100 電動機
- 105 第一旋轉位置感測器(相對位置關係偵測裝置)
- 106 第二旋轉位置感測器(相對位置關係偵測裝置)
- V0 磁場旋轉速度(第一及第二移動磁場之速度)
- V1 第一桿旋轉速度(第二及第五構件之速度)
- V2 第二桿旋轉速度(第三及第六構件之速度)
- ω_{MF} 磁場電角速度(第一及第二移動磁場之速度)
- ω_{e1} 第一轉子電角速度(第二及第五構件之速度)
- ω_{e2} 第二轉子電角速度(第三及第六構件之速度)
- θ_{e1} 第一轉子電角度(相對位置關係之一偵測到的關係，偵測到的第二或第五構件之電角度位置)
- θ_{e2} 第二轉子電角度(相對位置關係之一偵測到的關係，偵測到的第三或第六構件之電角度位置)
- 2a 周邊壁
- 2b 側壁

2c	側 壁
2d	孔
2e	孔
4c	線 圈
4d	環 形 固 定 零 件
4h	固 定 部 分
5b	鐵 心
5d	環 形 固 定 部 分
5e	固 定 部 分
6c	線 圈
6d	環 形 固 定 零 件
6h	固 定 部 分
7b	碟 片 形 凸 緣
8b	碟 片 形 凸 緣
9	軸 承
10	軸 承
15	可 變 電 源 供 應
16	可 變 電 源 供 應
16a	第 一 可 變 電 源 供 應
16b	第 二 可 變 電 源 供 應
17a	目 標 電 流 計 算 區 段
17b	電 角 度 轉 換 器
17c	電 流 座 標 轉 換 器
17d	差 計 算 區 段

- 17e 電 流 控 制 器
- 17f 電 壓 座 標 轉 換 器
- 18 虛 擬 磁 體
- 23c 環 形 固 定 部 分
- 23d 碟 片 形 凸 緣
- 24b 鐵 心
- 24d 溝 槽
- 24e 環 形 固 定 部 分
- 25c 條 形 連 接 部 分
- 25d 條 形 連 接 部 分
- 25e 碟 片 形 凸 緣
- 31a 底 部 壁
- 31b 側 壁
- 31c 側 壁
- 32a 車 輪
- 32b 連 接 部 分
- 33a 車 輪
- 33b 連 接 部 分
- 41 第 一 電 動 機
- 42 第 二 電 動 機
- 43 齒 輪 區 段
- 61 第 一 電 動 機
- 62a 齒 輪
- 63a 齒 輪

- 64a 凸緣
- 65 軸承
- 71 第二電動機
- 72a 齒輪
- 73a 齒輪
- 74a 凸緣
- 75 軸承
- 81 齒輪區段
- 82 第一齒輪桿
- 82a 第一齒輪
- 82b 第二齒輪
- 83 第二齒輪桿
- 83a 第一齒輪
- 83b 第二齒輪
- 101 電動機主要部分
- 102 第一電流感測器
- 103 第二電流感測器
- 104 第三電流感測器

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種能夠提高自身效率之電動機。本發明之電動機1包括複數個第一電磁體4a、電樞5a、第二電磁體6a、第一核心7a及第二核心8a，該等組件分別具有複數個第一電磁體4a、電樞5a、第二電磁體6a、第一核心7a及第二核心8a。當每一電樞5a之第一電樞磁極之極性不同於與其相對之一第一電磁體4a之一第一磁極之極性時，該電樞5a之每一第二電樞磁極之極性與一第二電磁體6a之一第二磁極之極性相同。另外，當該第一核心7a係定位於該第一磁極與該第一電樞磁極之間時，該第二核心8a係定位於環繞相鄰的兩對第二電樞磁極與第二磁極之間。

六、英文發明摘要：

[Object] To provide an electric motor which is capable of enhancing the efficiency thereof.

[Solution] An electric motor 1 includes a plurality of first electromagnets 4a, armatures 5a, second electromagnets 6a, first cores 7a, and second cores 8a, which respectively have a plurality of first electromagnets 4a, armatures 5a, second electromagnets 6a, first cores 7a, and second cores 8a. When the polarity of the first armature magnetic pole of each armature 5a is different from that of a first magnetic pole of a first electromagnet 4a opposed thereto, the polarity of each second armature magnetic pole of the armature 5a is the same as the polarity of a second magnetic pole of a second electromagnet 6a. Further, when the first core 7a is positioned between the first magnetic pole and the first armature magnetic, the second core 8a is positioned between circumferentially adjacent two pairs of second armature magnetic poles and second magnetic poles.

十、申請專利範圍：

1. 一種電動機，其包含：

一第一構件，其具有包含複數個並排配置於一第一預定方向上的第一電樞之一第一電樞列，其係用以驅使藉由依據向其的電力供應而形成於其上之磁極來產生在該第一預定方向上移動之一第一移動磁場；

一第二構件，其具有包含複數個並排配置於該第一預定方向上的第一磁極之一第一磁極列，而使得該等第一磁極之每兩個相鄰磁極具有互不相同的極性，而該第一磁極列係與該第一電樞列相對；

一第三構件，其具有包含複數個並排配置於該第一預定方向上的第一軟磁性材料元件之一第一軟磁性材料元件列，而使得該第一軟磁性材料元件列係置放於該第一電樞列與該第一磁極列之間；

一第四構件，其具有包含複數個並排配置於一第二預定方向上的第二電樞之一第二電樞列，其係用以驅使藉由依據向其的電力供應而形成於其上之磁極來產生在該第二預定方向上移動之一第二移動磁場；

一第五構件，其具有包含複數個並排配置於該第二預定方向上的第二磁極之一第二磁極列，而使得該等第二磁極之每兩個相鄰磁極具有互不相同的極性，而該第二磁極列係與該第二電樞列相對，該第五構件係連接至該第二構件；以及

一第六構件，其具有包含複數個並排配置於該第二預

定方向上的第二軟磁性材料元件之一第二軟磁性材料元件列，而使得該等第二軟磁性材料元件係彼此間隔開一預定距離而該第二軟磁性材料元件列係置放於該第二電樞列與該第二磁極列之間，該第六構件係連接至該第三構件，

其中當每一該第一電樞之一磁極與每一該第一磁極處於彼此相對之一第一相對位置時，每一該第二電樞之一磁極與每一該第二磁極處於彼此相對之一第二相對位置；當處於該第一相對位置的每一該第一電樞之該磁極與每一該第一磁極具有互不相同的極性時，處於該第二相對位置的每一該第二電樞之該磁極與每一該第二磁極具有一相同極性；而當處於該第一相對位置的每一該第一電樞之該磁極與每一該第一磁極具有一相同極性時，處於該第二相對位置的每一該第二電樞之該磁極與每一該第二磁極具有互不相同的極性；以及

其中當每一該第一電樞之該磁極與每一該第一磁極處於該第一相對位置時，若每一該第一軟磁性材料元件係定位於該第一電樞之該磁極與該第一磁極之間，則每一該第二軟磁性材料元件係定位於在該第二預定方向上彼此相鄰的兩對該等第二電樞之該等磁極與該等第二磁極之間，而若每一該第二軟磁性材料元件係定位於該第二電樞之該磁極與該第二磁極之間，則每一該第一軟磁性材料元件係定位於在該第一預定方向上彼此相鄰的兩對該等第一電樞之該等磁極與該等第一磁極之間。

2. 如請求項1之電動機，其中該等第一及第四構件經組態為不可移動，而該等第二及第三構件與該等第五及第六構件經組態為可移動。
3. 如請求項1之電動機，其中該等第一、第二、第四及第五構件經組態為不可移動，而該等第三及第六構件經組態為可移動。
4. 如請求項1至3中任一項之電動機，其中該等第一及第二磁極係藉由永久磁體之磁極形成。
5. 如請求項1至3中任一項之電動機，其中該等第一及第二磁極係藉由電磁體之磁極形成。
6. 如請求項1至3中任一項之電動機，其中該等第一及第二磁極係由電磁體之磁極形成，而該等電磁體包括鐵心與能夠磁化該等鐵心之永久磁體。
7. 如請求項5之電動機，其進一步包含用以調整該等電磁體的磁力之磁力調整構件。
8. 如請求項1之電動機，其中三相磁場繞組係用作用於該等第一及第二電樞列之繞組。
9. 如請求項1之電動機，其中該等第一及第二電樞列係由一單一共用電樞列形成，
其中該等第一及第四構件係彼此整合形成，
其中該等第二及第五構件係彼此整合形成，以及
其中該等第三及第六構件係彼此整合形成。
10. 如請求項1之電動機，其中該第一電樞之磁極、該等第一磁極及該等第一軟磁性材料元件之數目係設定為彼此

相等，以及

其中該第二電樞之磁極、該等第二磁極及該等第二軟磁性材料元件數目係設定為彼此相等。

11. 如請求項1之電動機，其中該電動機係一旋轉電動機。
12. 如請求項1之電動機，其中該電動機係一線性電動機。
13. 如請求項1之電動機，其進一步包含：

一第一相對位置關係偵測裝置，其係用以偵測該第一構件、該第二構件及該第三構件之間的一相對位置關係；

一第二相對位置關係偵測裝置，其係用以偵測該第四構件、該第五構件及該第六構件之間的一相對位置關係；以及

一控制裝置，其係用以依據偵測到的該等第一至第三構件之相對位置關係以及偵測到的該等第四至第六構件之相對位置關係來控制該等第一及第二移動磁場。

14. 如請求項1之電動機，其進一步包含：一控制裝置，其係用以將該等第一及第二移動磁場控制成使得該第一移動磁場、該第二構件及該第三構件之速度互相滿足一共線關係而同時該第二移動磁場、該第五構件及該第六構件之速度互相滿足一共線關係。
15. 如請求項1之電動機，其中該等第一及第四構件係彼此連接，

該電動機進一步包含：一相對位置關係偵測裝置，其係用以偵測該第一構件、該第二構件與該第三構件之間

的一相對位置關係以及該第四構件、該第五構件與該第六構件之間的一相對位置關係中的一關係；以及

一控制裝置，其係用以依據該等相對位置關係之一偵測到的關係來控制該等第一及第二移動磁場。

16. 如請求項15之電動機，其中該相對位置關係偵測裝置偵測到該等第二及第三構件相對於該第一構件之電角度位置或該等第五及第六構件相對於該第四構件之電角度位置作為該等相對位置關係之一關係，以及

其中該控制裝置依據該第三或第六構件之該偵測到的電角度位置之兩倍值與該第二或第五構件之該偵測到的電角度位置之間的差來控制該等第一及第二移動磁場。

123074-fig.doc



- 1 -

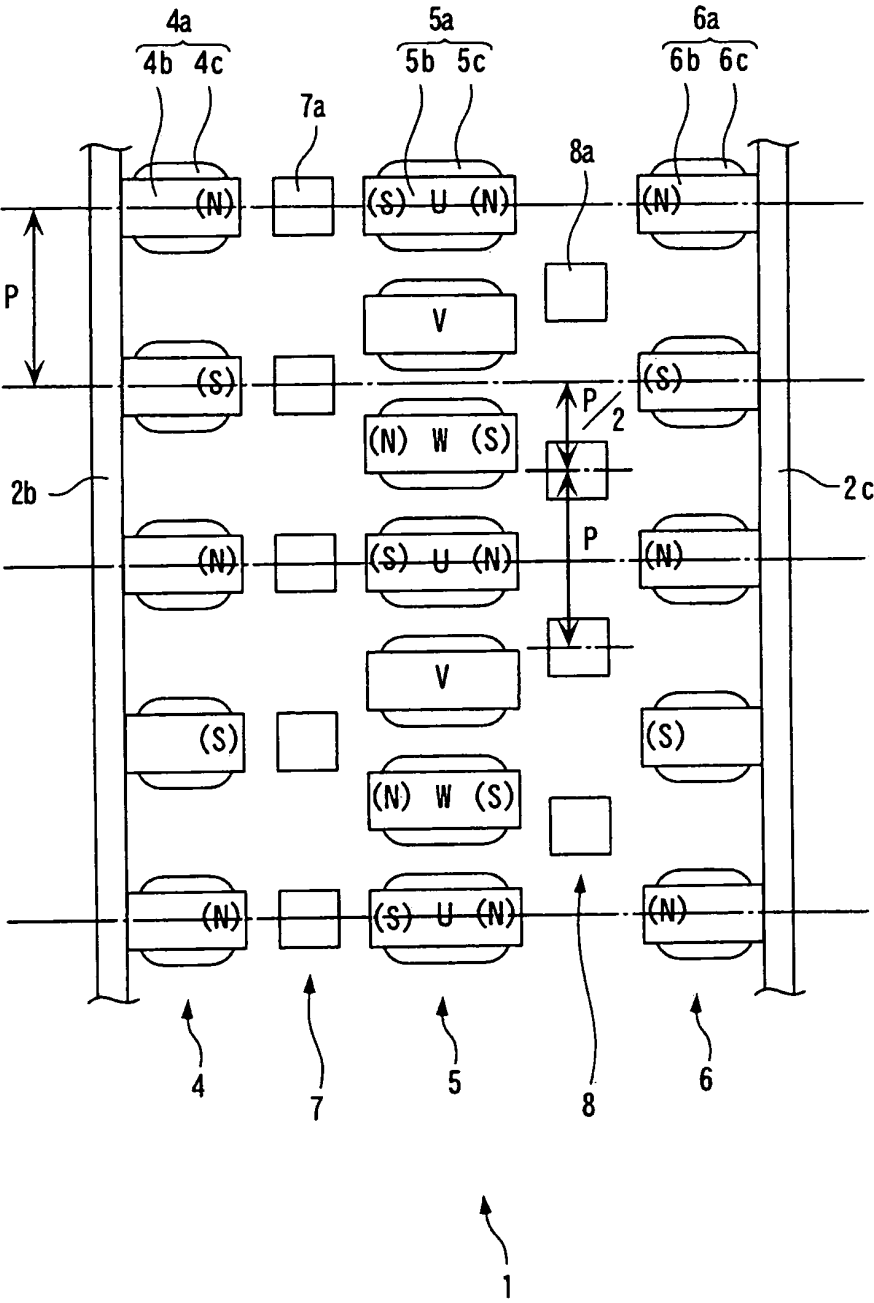


圖 2

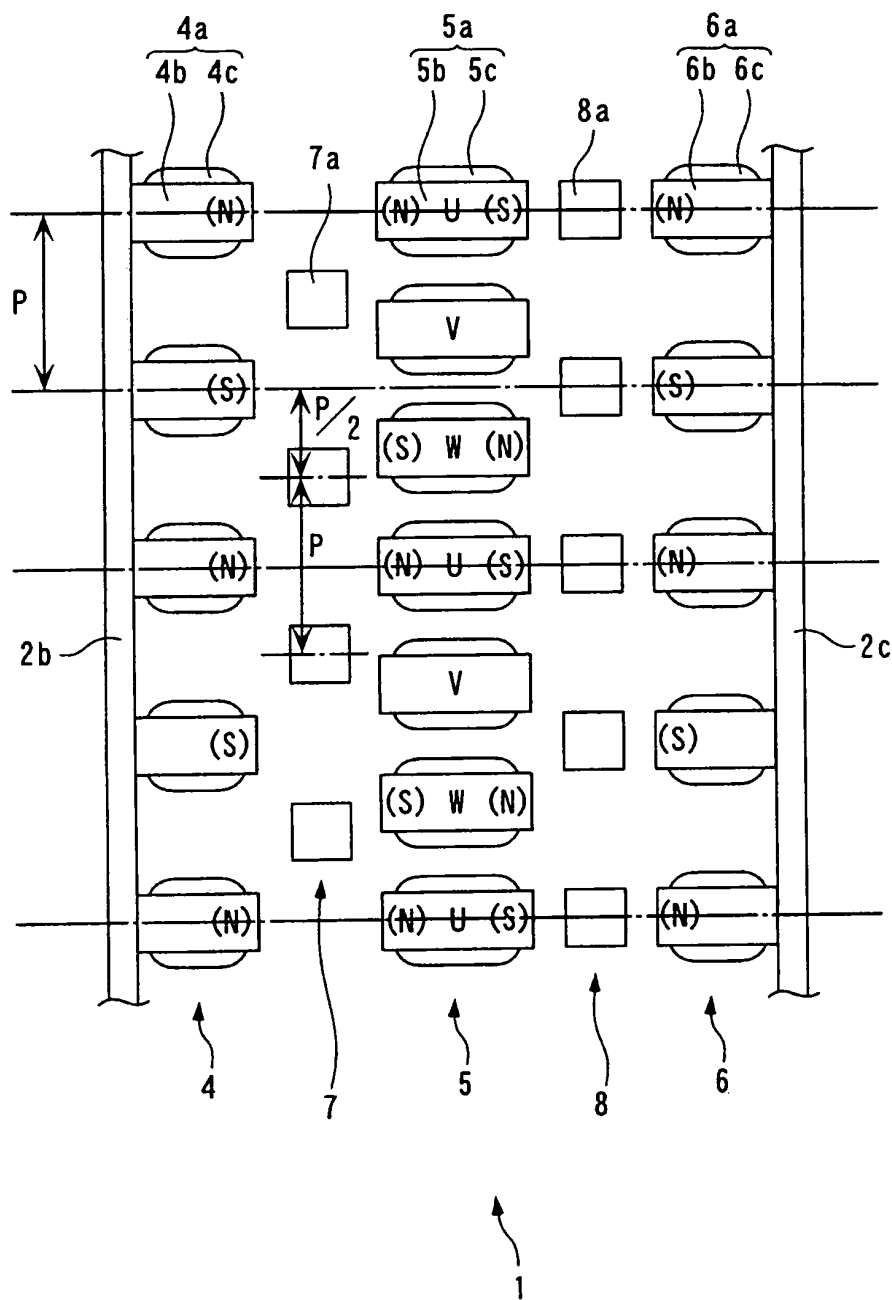


圖 3

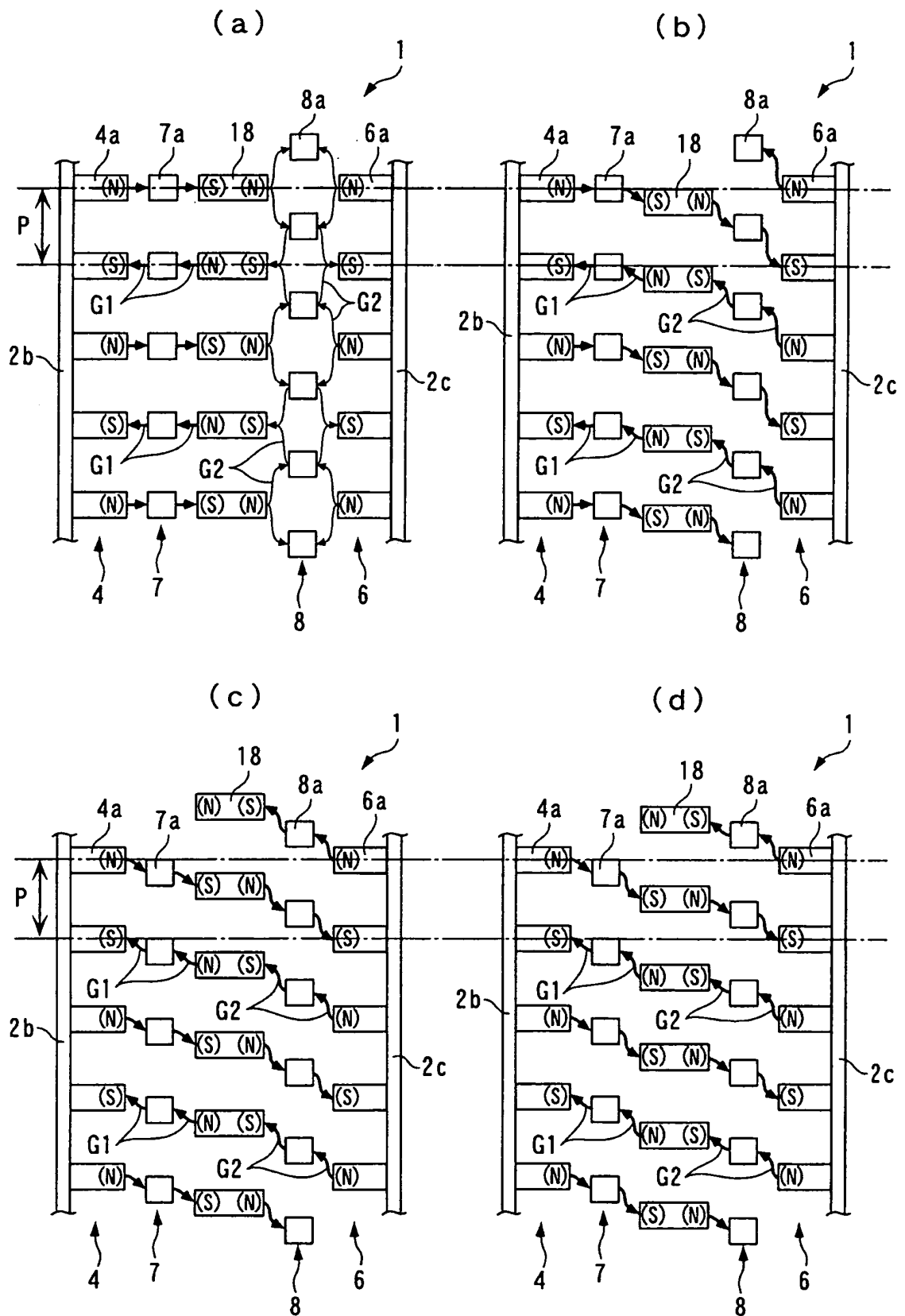


圖 4



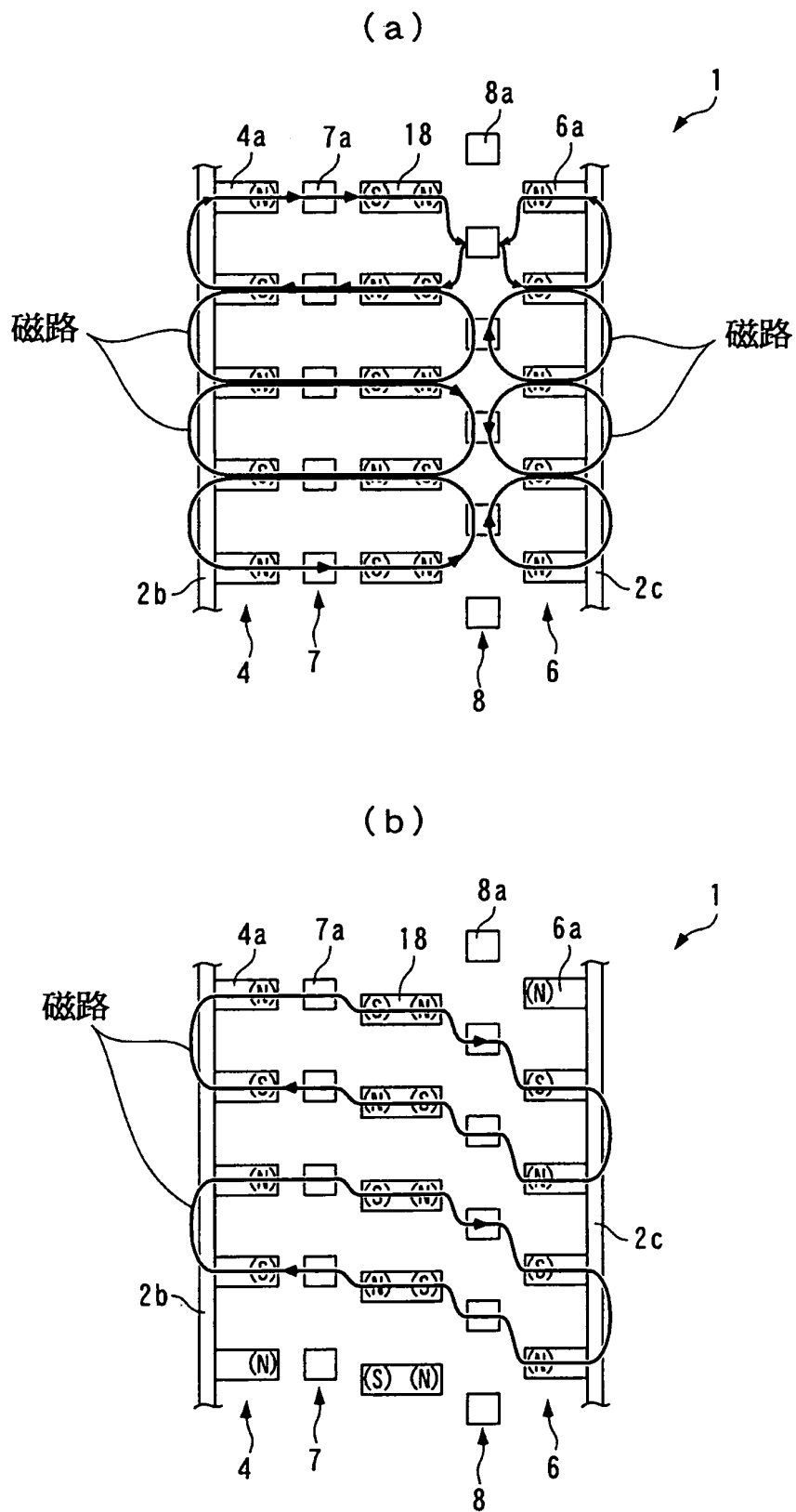


圖 6

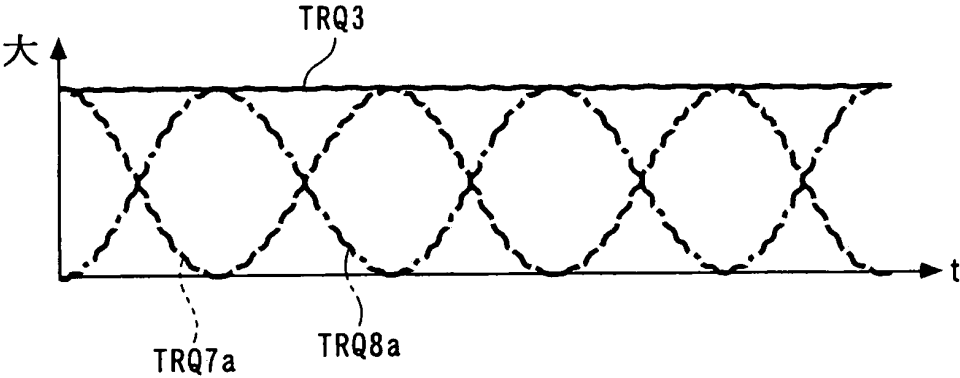


圖 7



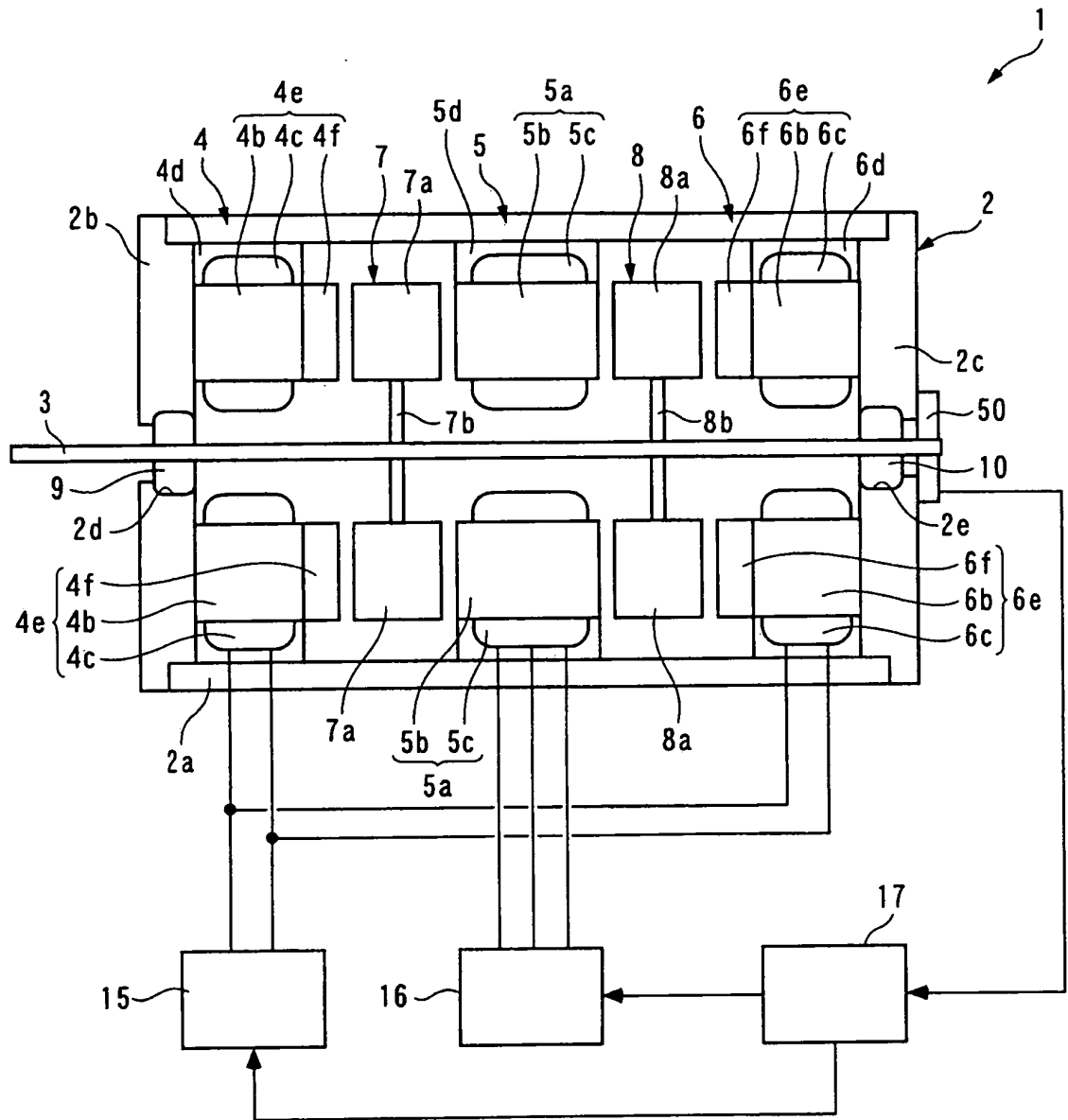


圖 9

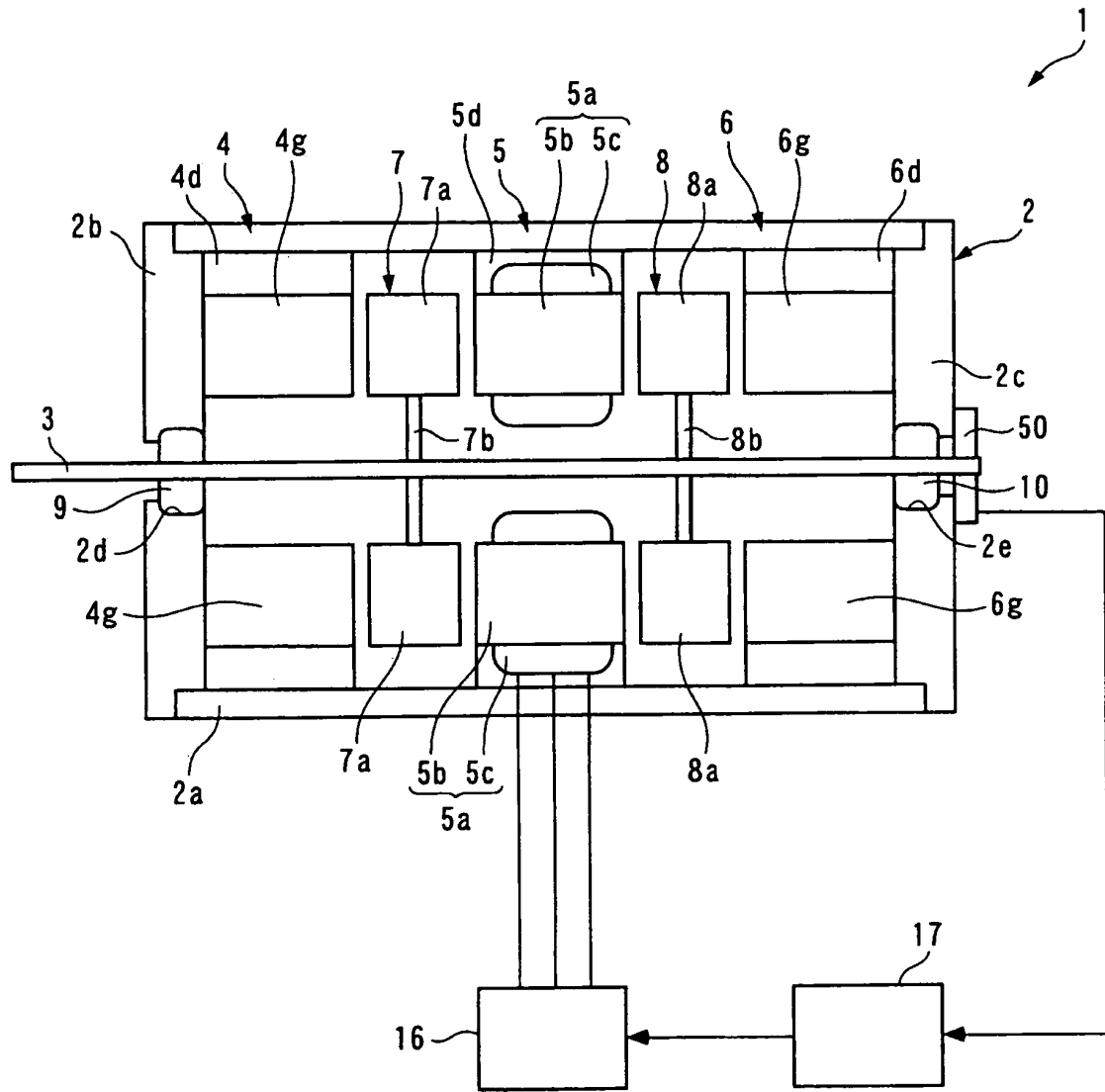
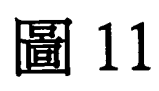


圖 10



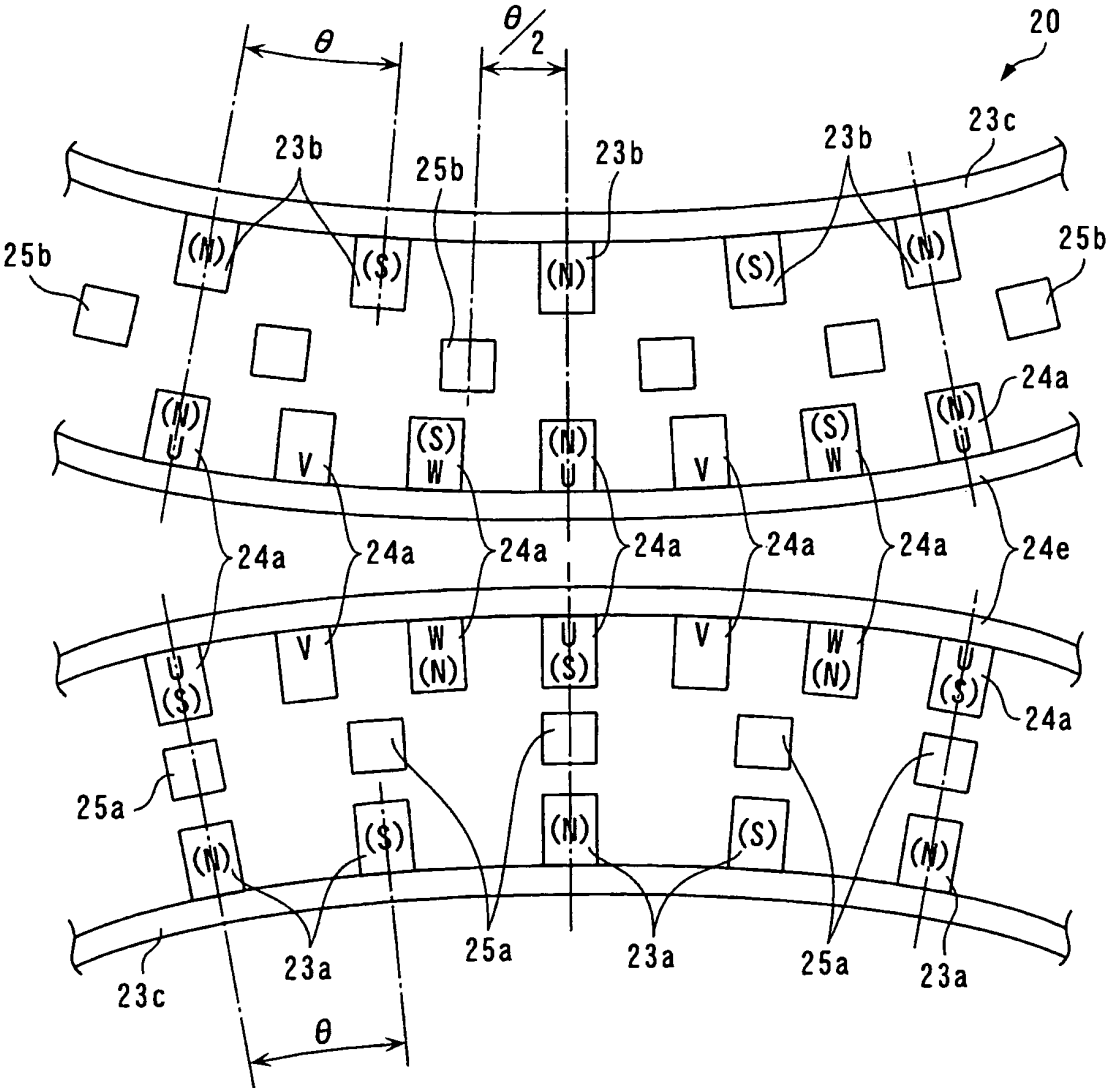


圖 12

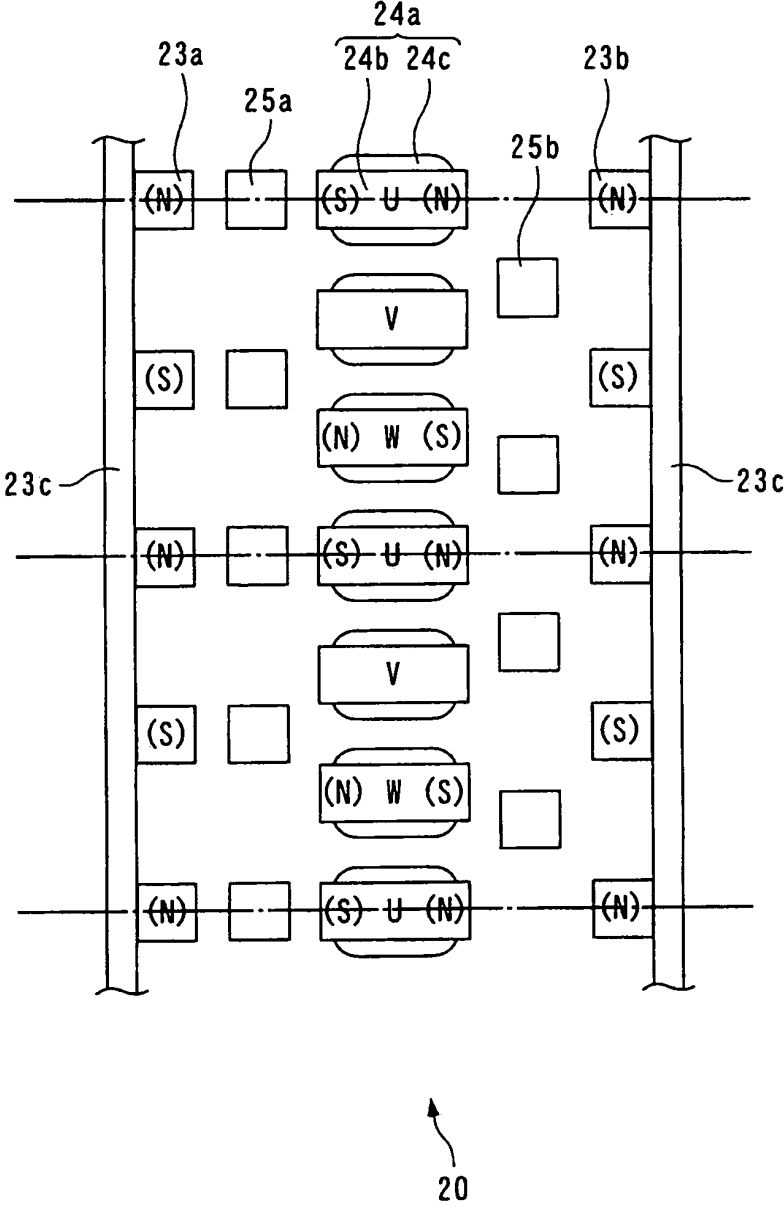


圖 13

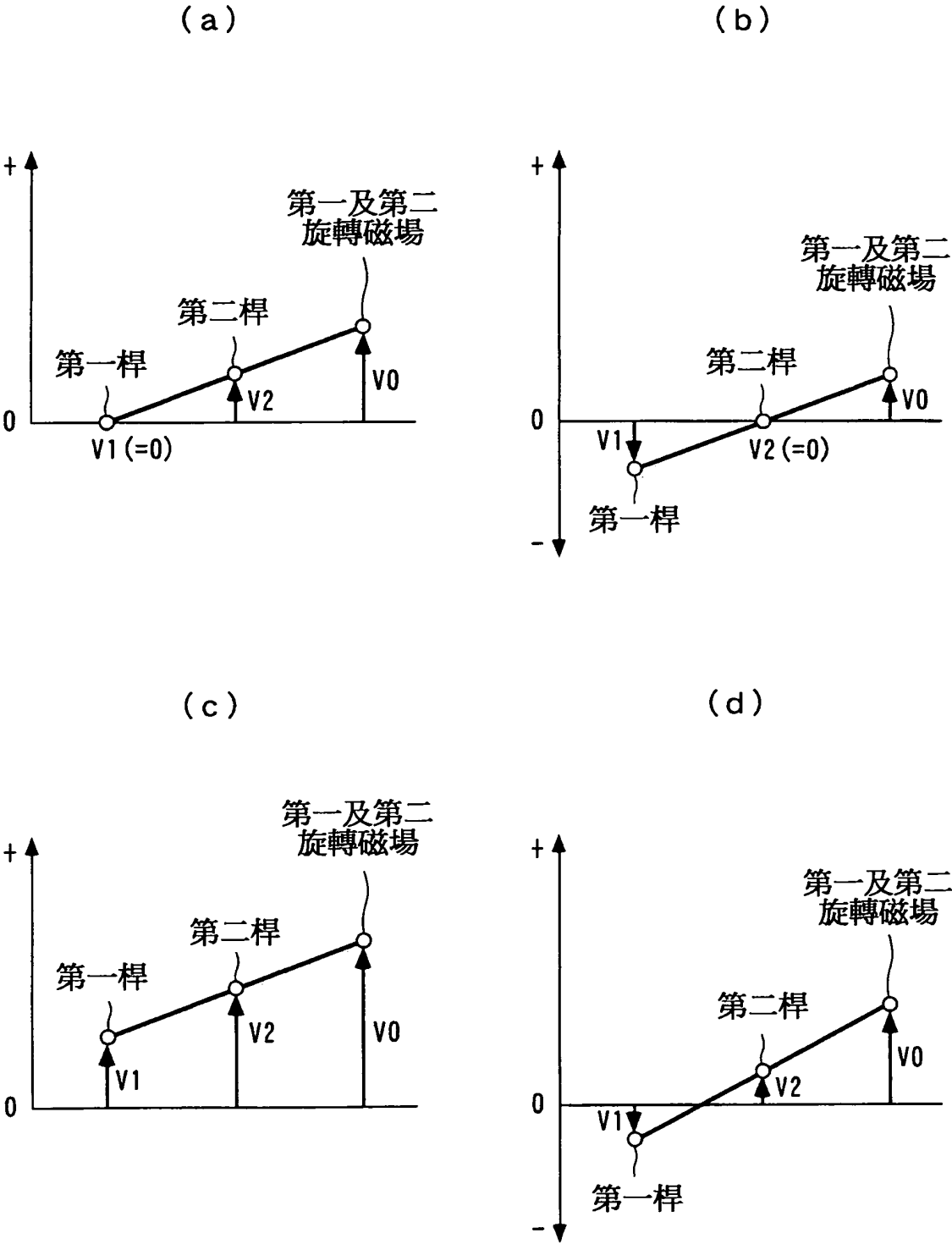


圖 14

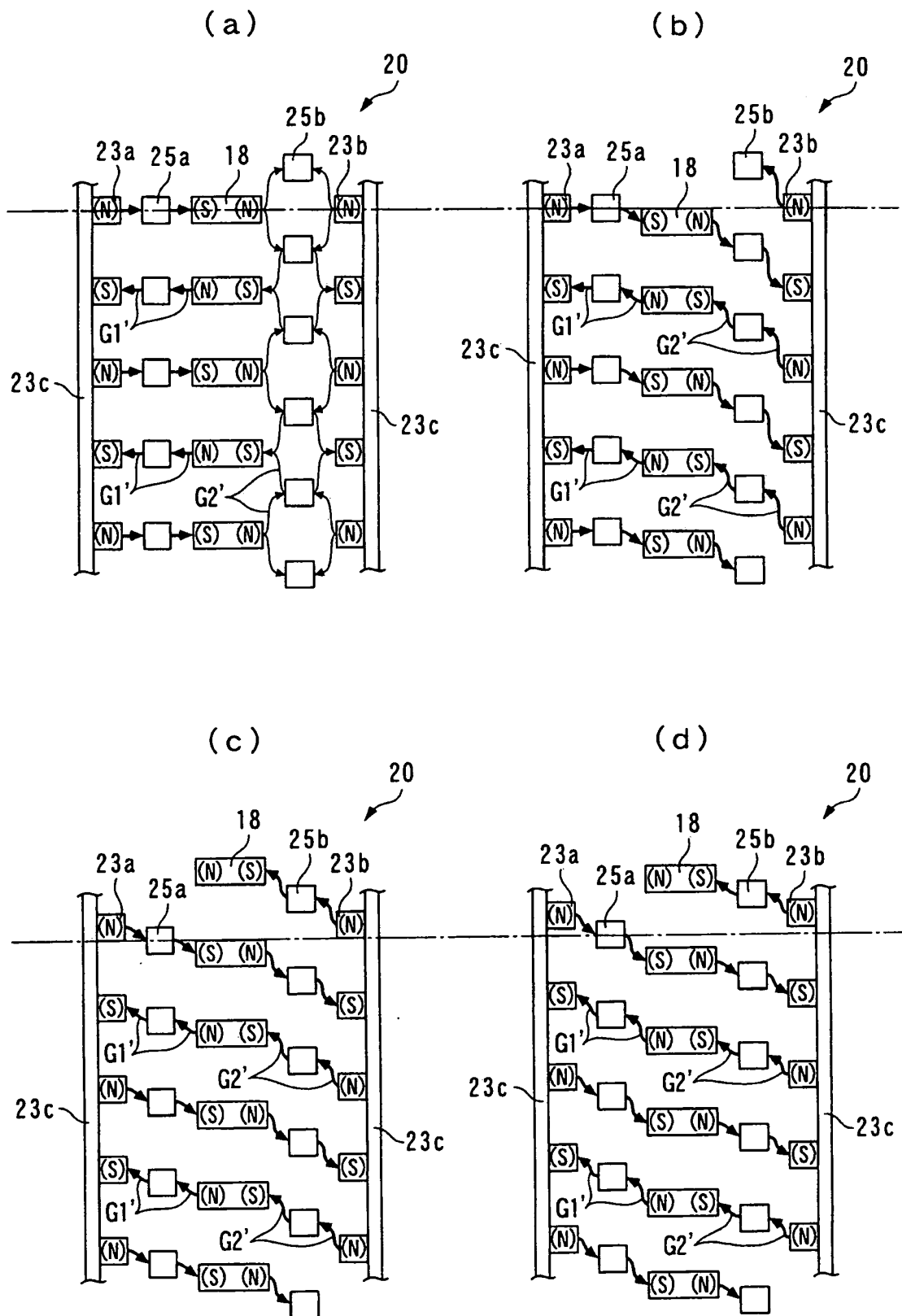


圖 15

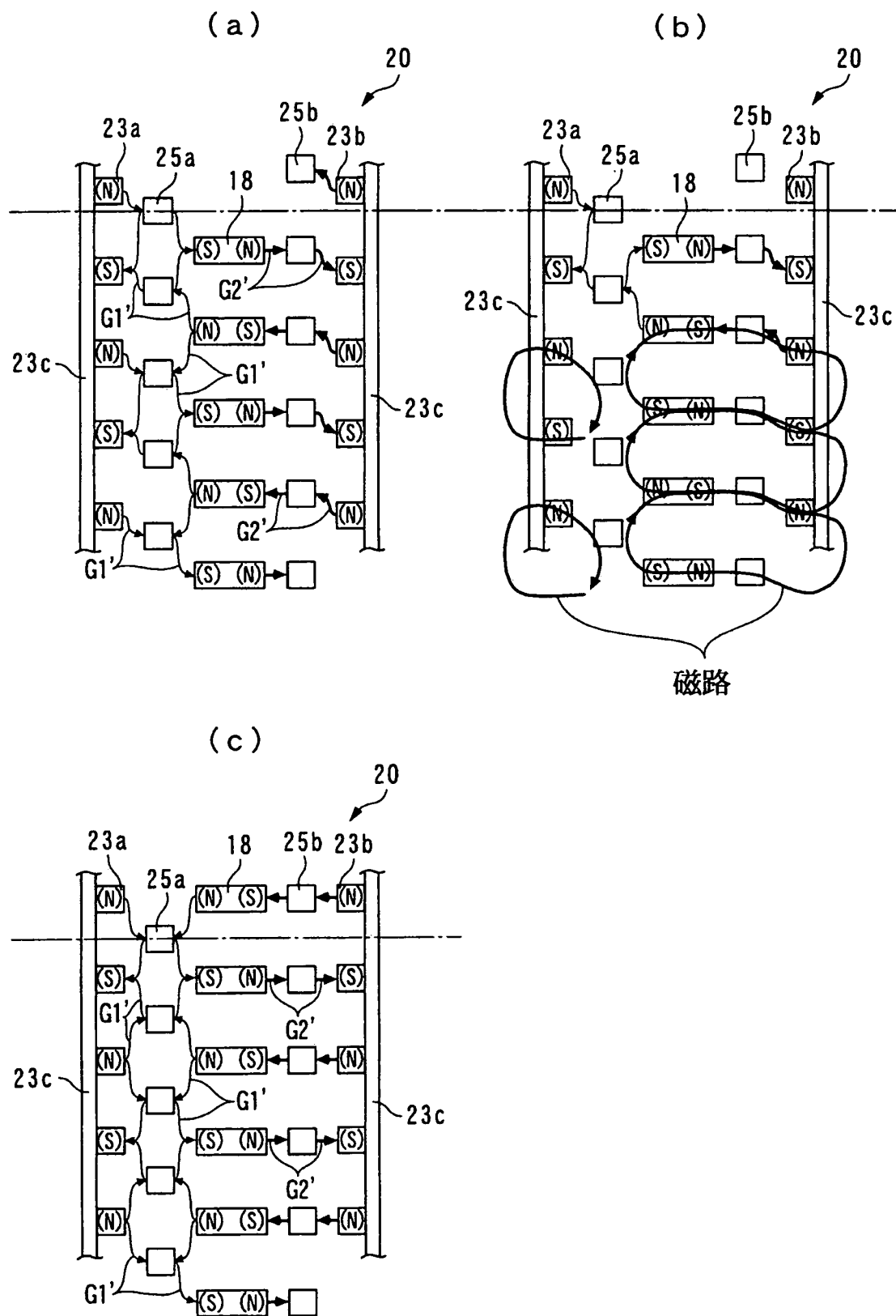


圖 16

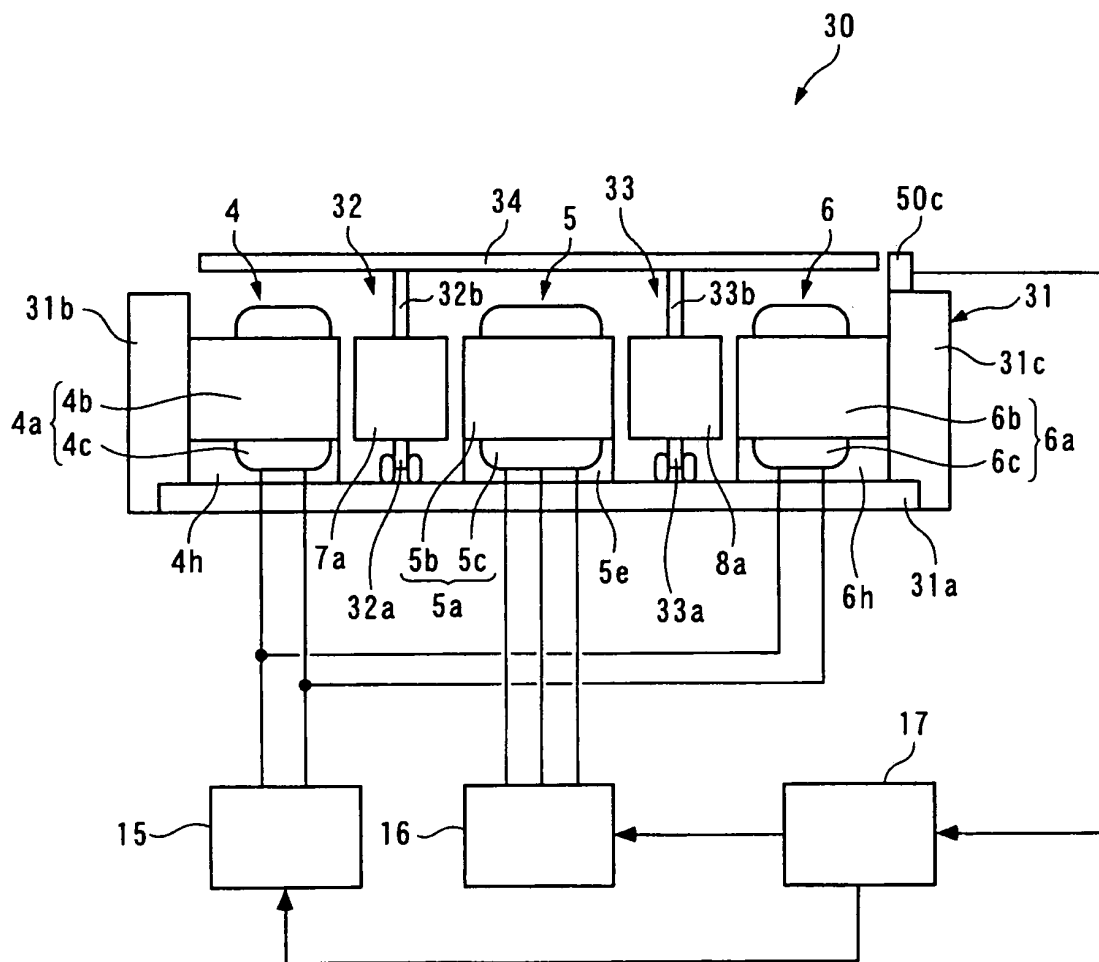
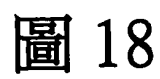


圖 17



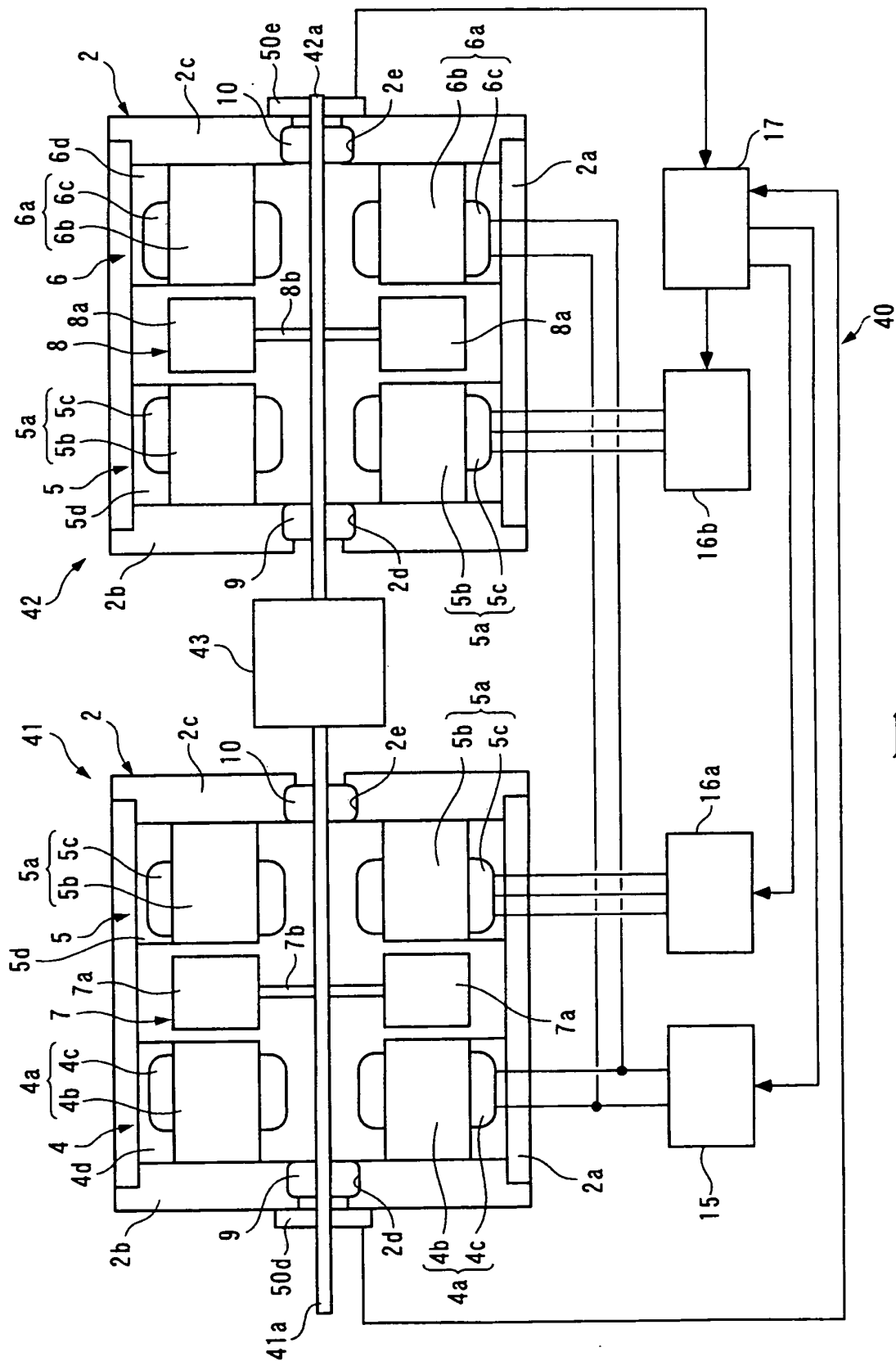


圖 19

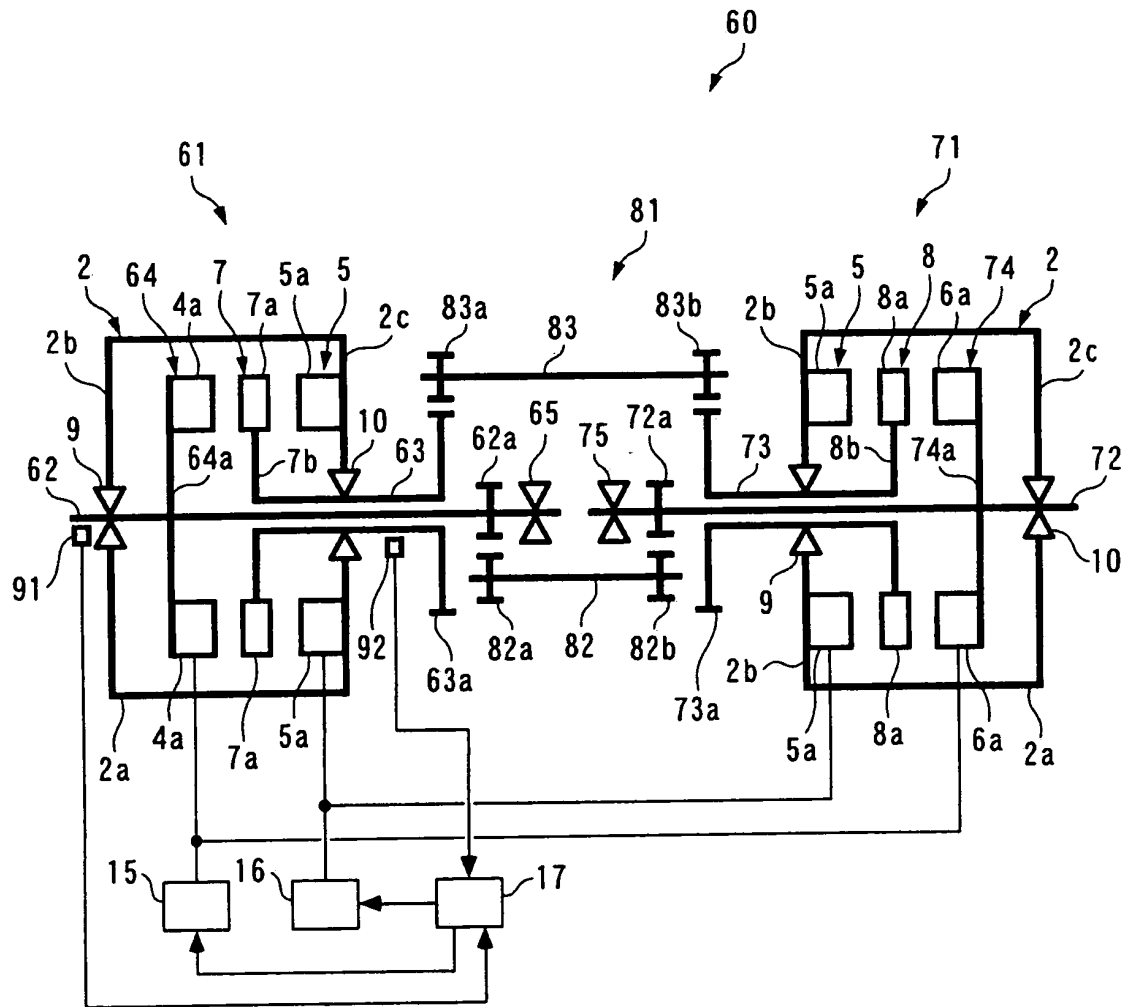


圖 20

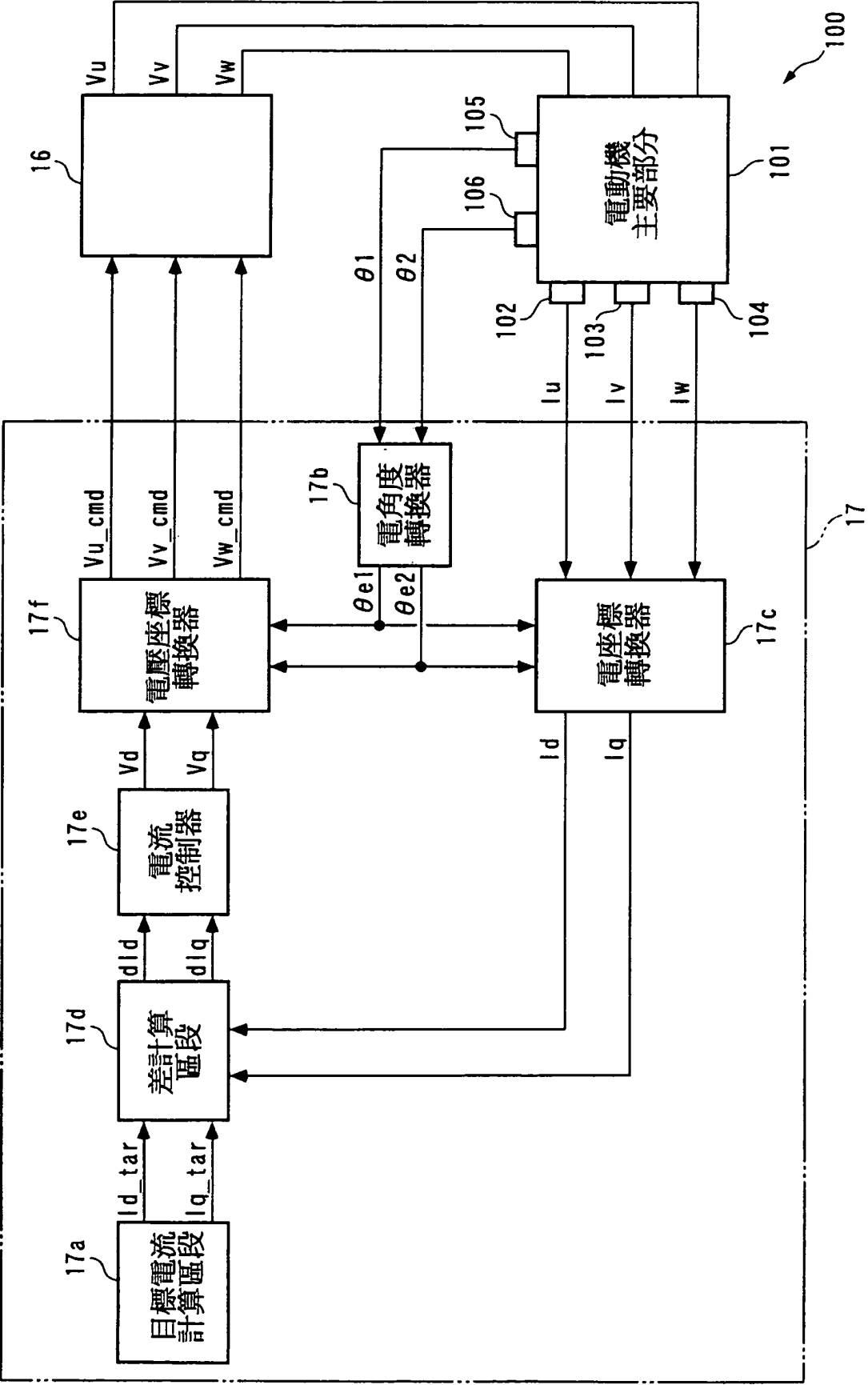


圖 21

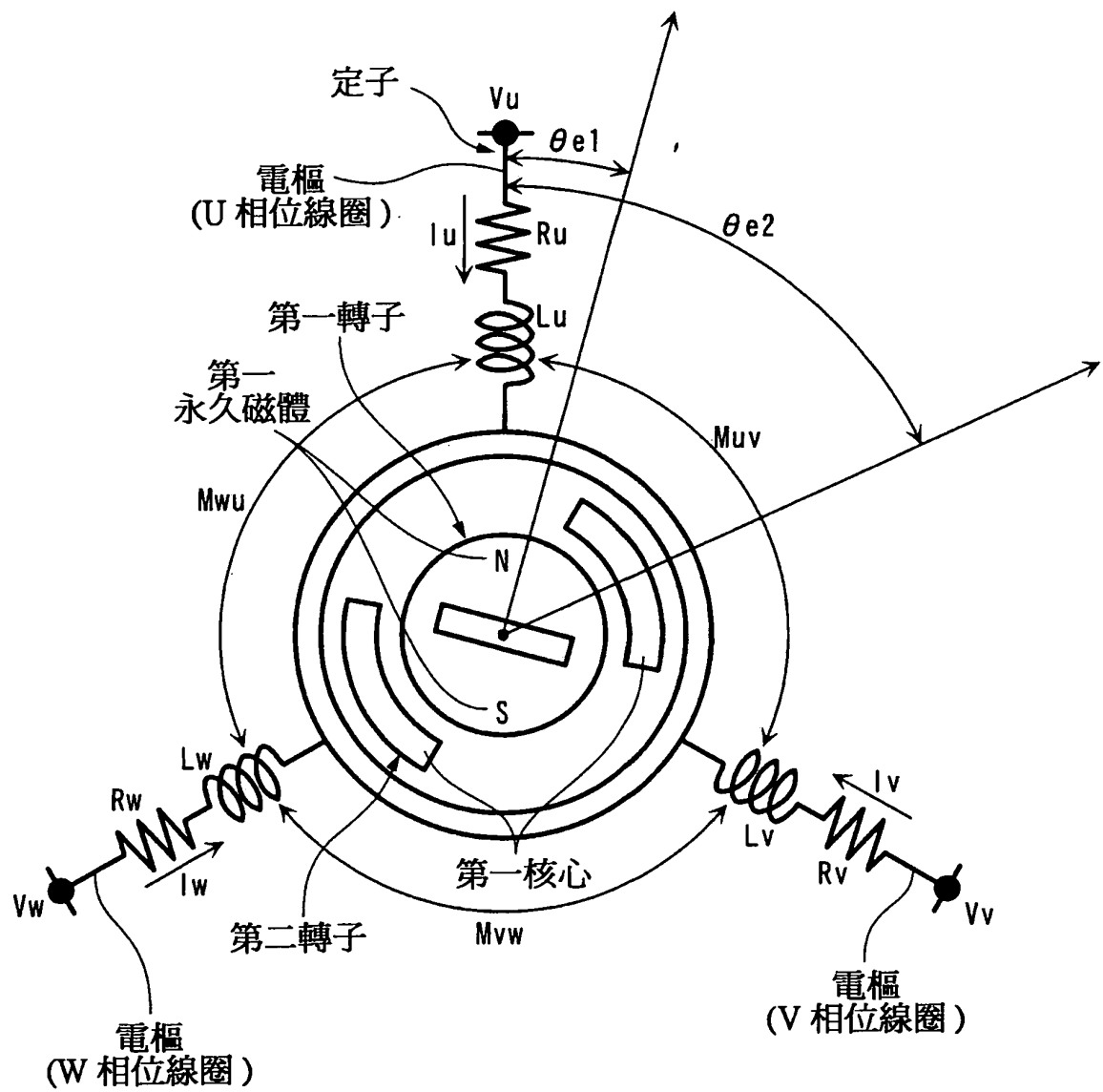


圖 22

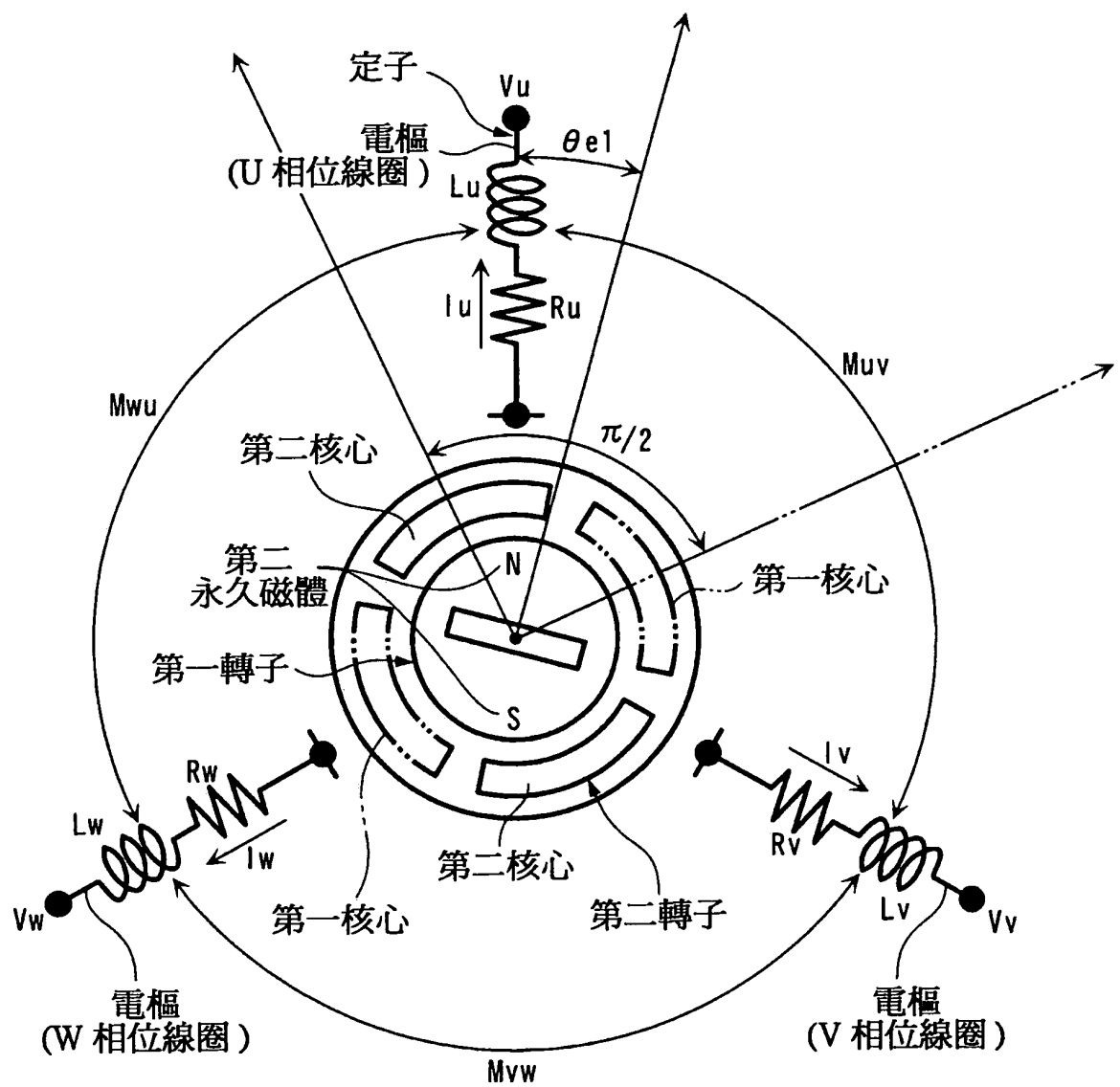


圖 23

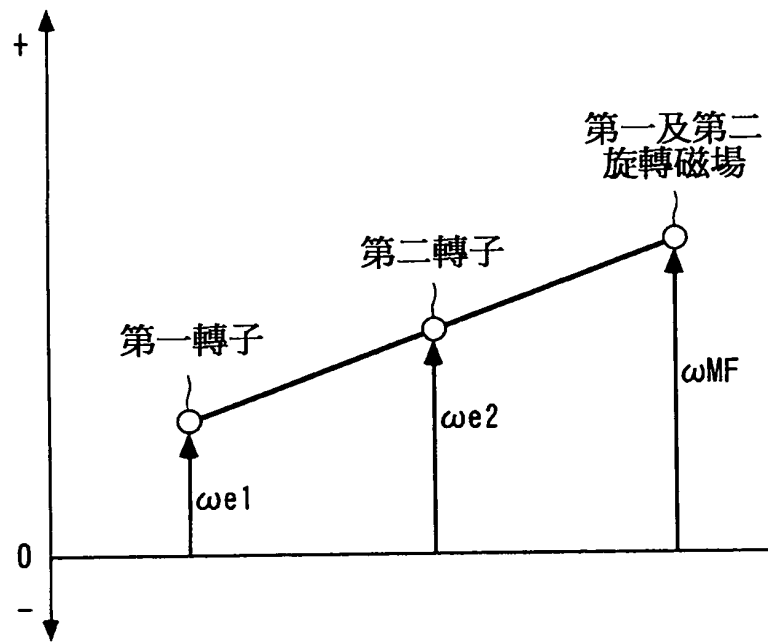


圖 24

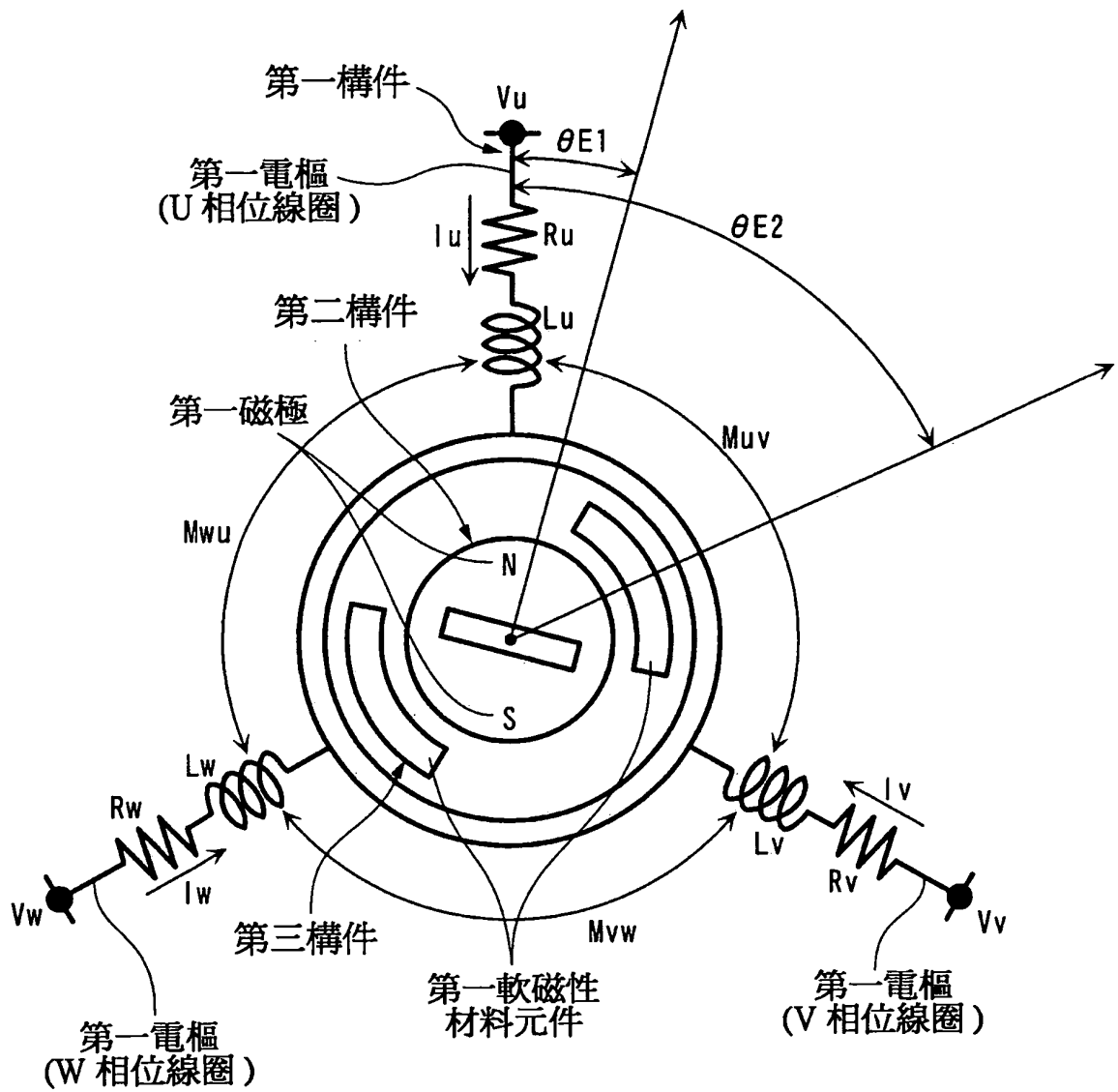


圖 25

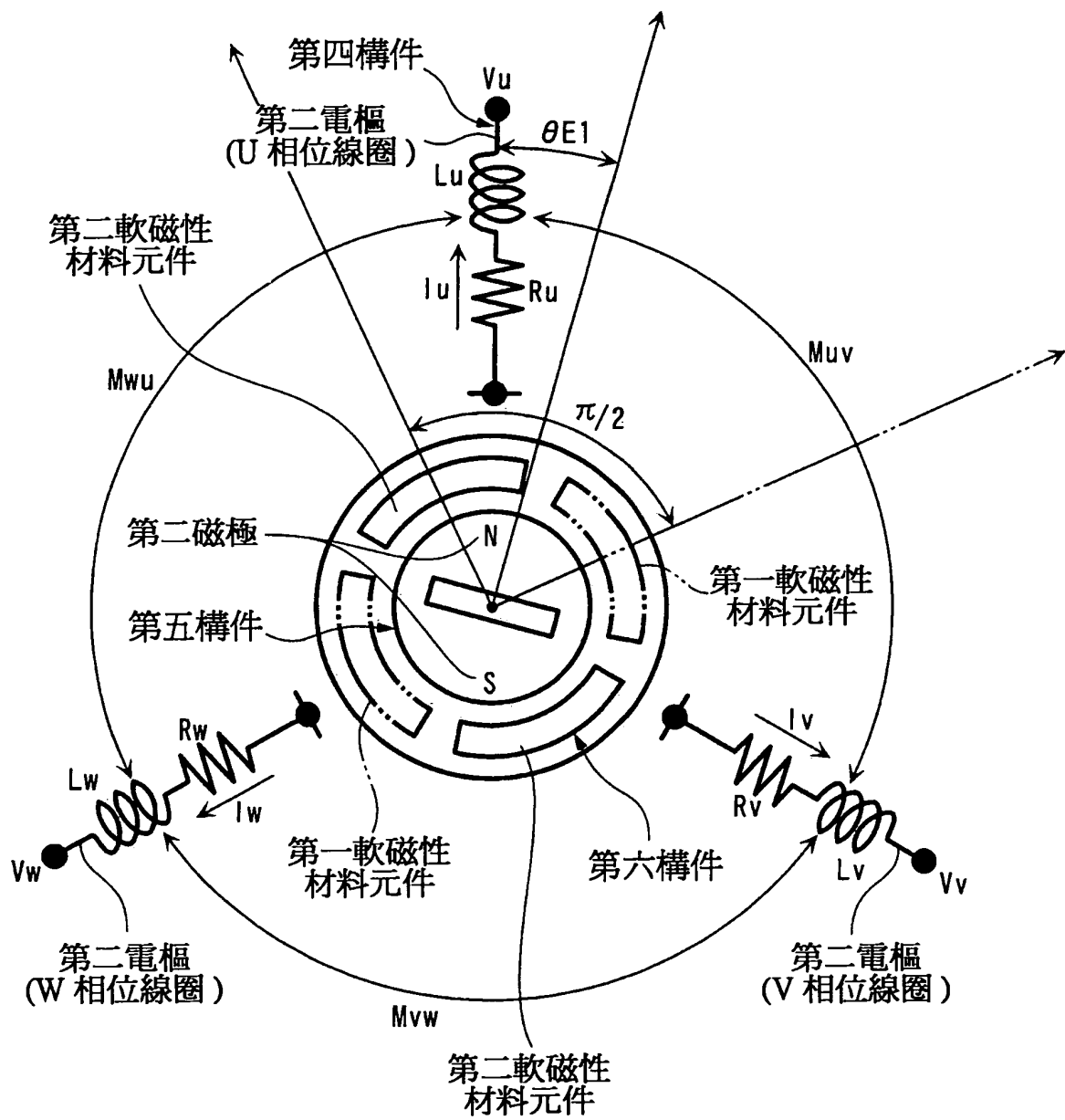


圖 26

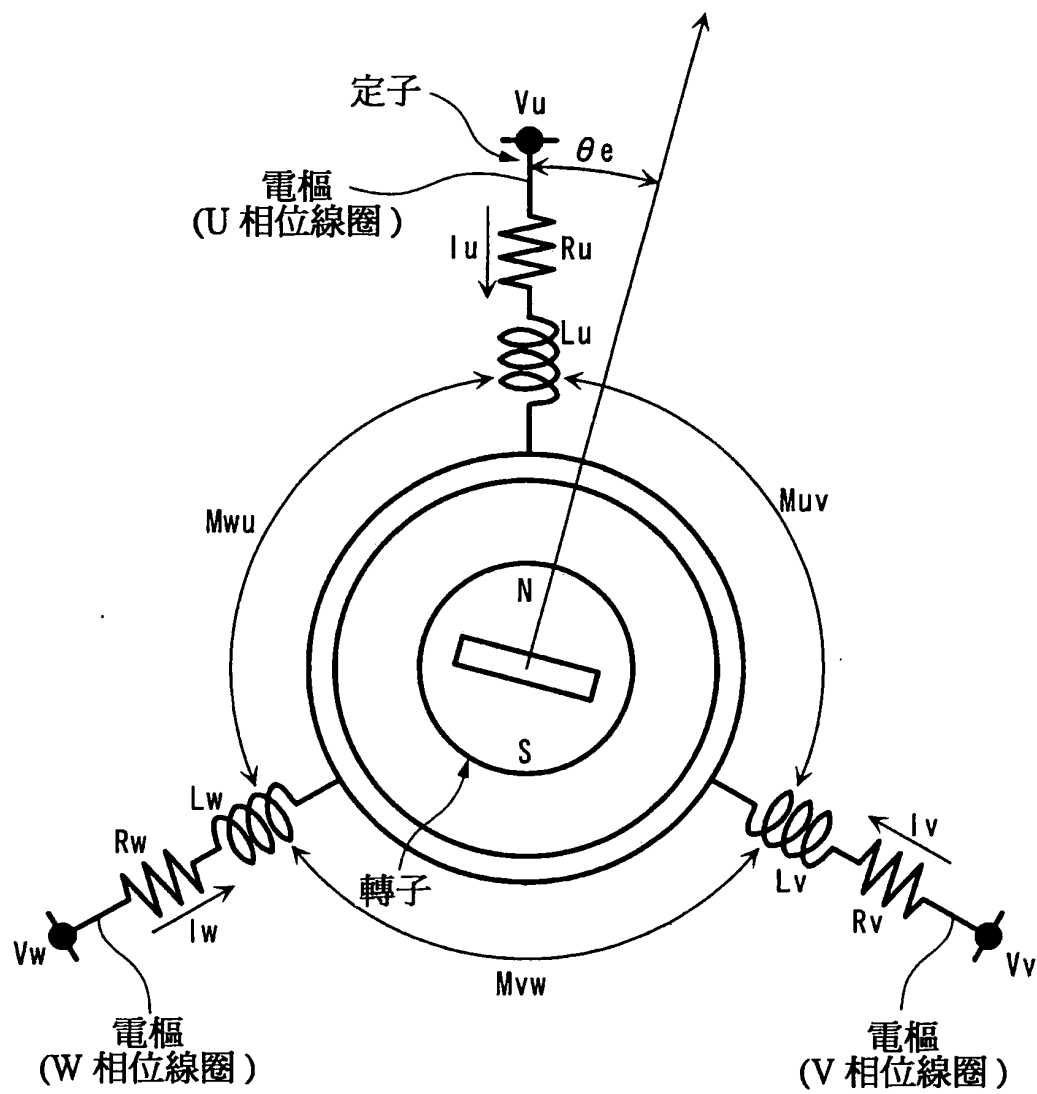


圖 27

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	電動機
2b	側壁
2c	側壁
4	第一定子(第一磁極列)
4a	第一電磁體(第一磁極)
4b	鐵心
4c	線圈
5	第二定子(第一及第二電樞列)
5a	電樞(第一及第二電極)
5b	鐵心
5c	線圈(三相磁場繞組)
6	第三定子(第二磁極列)
6a	第二電磁體(第二磁極)
6b	鐵心
6c	線圈
7	第一轉子(第一軟磁性材料列)
7a	第一核心(第一軟磁性材料元件)
8	第二轉子(第二軟磁性材料列)
8a	第二核心(第二軟磁性材料元件)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)