



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201112583 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：099122445

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 08 日

(51)Int. Cl.：

H02K1/16 (2006.01)

H02K1/17 (2006.01)

H02K21/16 (2006.01)

(30)優先權：2009/07/15

日本

2009-166478

(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：田中敏則 TANAKA, TOSHINORI (JP)；山口信一 YAMAGUCHI, SHINICHI (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：18 共 30 頁

(54)名稱

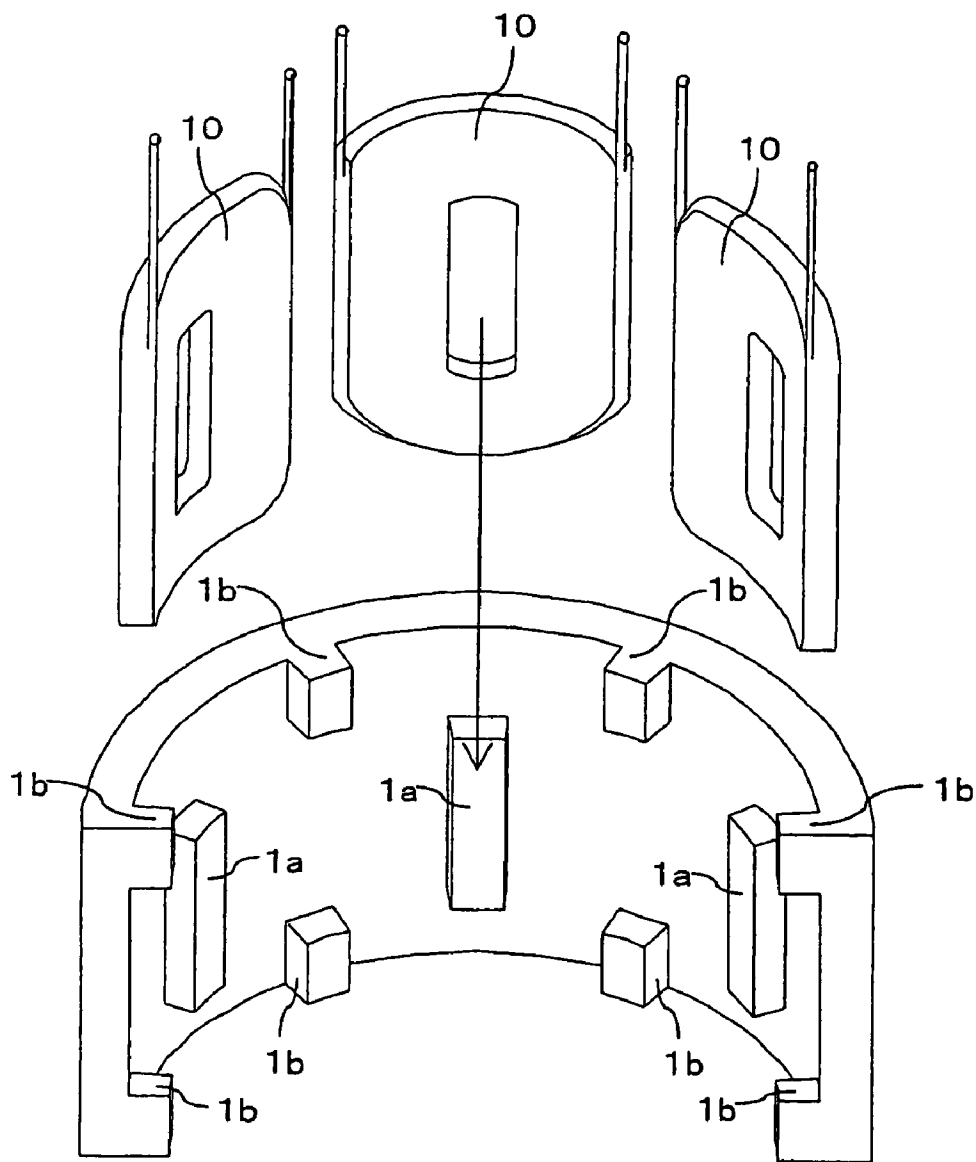
永久磁鐵式同步馬達

PERMANENT MAGNET TYPE SYNCHRONOUS MOTOR

(57)摘要

本發明係關於一種永久磁鐵式同步馬達，係在設有定子突起部之無槽馬達中，可以使因磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩非常接近零之值。在永久磁鐵式同步馬達中，具有定子突起部 1a；繞組 10，形成圓環狀，並裝設在定子突起部；和永久磁鐵；其中，在定子突起部間之繞組之線圈端部，復具有突起部 1b，其係設置用來減小齒槽效應轉矩。藉由在線圈端部設置與定子突起部 1a 同數之突起部 1b，可以用來作出與因為磁鐵差異之影響和由於定子突起部而產生之齒槽效應轉矩成為相反相位之成分，用來抵銷齒槽效應轉矩。

1a：突起部
1b：突起部
10：空心線圈





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201112583 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：099122445

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 08 日

(51)Int. Cl.：

H02K1/16 (2006.01)

H02K1/17 (2006.01)

H02K21/16 (2006.01)

(30)優先權：2009/07/15

日本

2009-166478

(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：田中敏則 TANAKA, TOSHINORI (JP)；山口信一 YAMAGUCHI, SHINICHI (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：18 共 30 頁

(54)名稱

永久磁鐵式同步馬達

PERMANENT MAGNET TYPE SYNCHRONOUS MOTOR

(57)摘要

本發明係關於一種永久磁鐵式同步馬達，係在設有定子突起部之無槽馬達中，可以使因磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩非常接近零之值。在永久磁鐵式同步馬達中，具有定子突起部 1a；繞組 10，形成圓環狀，並裝設在定子突起部；和永久磁鐵；其中，在定子突起部間之繞組之線圈端部，復具有突起部 1b，其係設置用來減小齒槽效應轉矩。藉由在線圈端部設置與定子突起部 1a 同數之突起部 1b，可以用來作出與因為磁鐵差異之影響和由於定子突起部而產生之齒槽效應轉矩成為相反相位之成分，用來抵銷齒槽效應轉矩。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於用以抑制齒槽效應轉矩(cogging torque)之永久磁鐵式同步馬達。

【先前技術】

在永久磁鐵式同步馬達中，齒槽效應轉矩是在繞組無通電時，當利用外部驅動使轉子磁鐵(旋轉子)旋轉時，在定子芯子(定子鐵心)和轉子(旋轉子)之間產生之轉矩脈動成分。轉矩漣波是當對繞組通電進行驅動之情況時，在定子芯子和轉子(旋轉子)之間產生之轉矩脈動。

一般而言，齒槽效應轉矩是當轉子機械性旋轉一圈時，產生定子之槽數和永久磁鐵之磁極數之最小公倍數之脈動數。另外，該齒槽效應轉矩之大小係與脈動數成反比。

在定子安裝空心線圈，在轉子具有永久磁鐵之所謂之無槽馬達中，未存在有定子之 T 形部分。因此，理論上不會發生齒槽效應轉矩。但是，為了要固定空心線圈則變成需要某些突起部。另一方面，透過在線圈之中心設置成為 T 形之突起部，可提升馬達之特性。

但是，當設置成為 T 形之突起部時，會造成齒槽效應轉矩之發生。因此提案有在成為線圈中心之部分設置成為 T 形之突起部，透過鑽研該突起部之形狀等，而提出減小齒槽效應轉矩之技術(參照例如專利文獻 1)。

(先前技術文獻)

(專利文獻)

專利文獻 1：日本特開 2004-187344 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

但是，在先前技術中會有以下所述之問題。

在小直徑之馬達中，有使用定子未設 T 形齒之無槽構造之情形。

在此種小直徑之馬達中，轉子之直徑亦變小，要貼裝扇形磁鐵(單極之磁鐵)變為困難。因此，有使用徑向異向性環狀磁鐵或極異向性環狀磁鐵作為磁鐵之情形。

該等環狀磁鐵在 1 個磁鐵中具有複數個磁極數。因此，會受到磁化磁軛形狀或製作環狀磁鐵時之影響，使各極之磁鐵差異變大。結果，當轉子機械性旋轉一圈時，會產生脈動數與槽數相同之齒槽效應轉矩。

由於該磁鐵差異而發生之齒槽效應轉矩，係與發生極數和突起部數之最小公倍數之數目之該齒槽效應轉矩，在頻率上不同。因此，單靠改良突起部之形狀，很難減小由於磁鐵差異而發生之齒槽效應轉矩。

另外，在無槽馬達中，因為使用空心線圈，所以線圈端部之膨大部分變大，浪費空間變多。

本發明是用來解決上述問題而研創者，其目的在提供永久磁鐵式同步馬達，其係在設有定子突起部之無槽馬達中，可使由於磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩非常接近零之值。

(解決問題之手段)

本發明之永久磁鐵式同步馬達，具有：定子突起部；繞組，形成圓環狀，安裝在定子突起部；及永久磁鐵；其中，在定子突起部間之繞組之線圈端部具有突起部。

(發明之效果)

依照本發明之永久磁鐵式同步馬達，透過在線圈端部設置與定子突起部相同數目之突起部，並有效活用未利用空間，而在設有定子突起部之無槽馬達中，可以提供永久磁鐵式同步馬達，使由於磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩非常接近零之值。

【實施方式】

以下使用圖式來說明本發明之永久磁鐵式同步馬達之較佳實施形態。

另外，本發明是關於以所謂之 3 相電源驅動之馬達，並具有形成圓環狀且施加有繞組(線圈)之定子突起部和永久磁鐵之馬達。另外，本發明之技術特徵是：在此種馬達之線圈之中心部分設有定子突起部(主極)，並且在線圈中心間之突起部和突起部之間，設有在周方向和軸方向具有相同大小之突起部。藉由具備有此種構造，對於由於磁鐵之極距差異、磁鐵之殘留磁通密度 B_r 之差異、或配向差異等與磁鐵有關之差異所產生之齒槽效應轉矩，利用作出其反相成分來加以抵銷，而可以減小齒槽效應轉矩。換言之，具備有突起形狀之齒槽效應轉矩減小部之點為本發明之技術特徵。

(實施形態 1)

第 1 圖是用來表示本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之垂直於軸方向之剖面的剖視圖，表示其由 8 極 6 槽構成之一例者。第 2 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之突起部分之放大圖，其顯示第 1 圖之突起部 1a、1b 之大小。另外，突起部 1a 相當於定子突起部，突起部 1b 相當於用以減小齒槽效應轉矩而設之突起部。

第 3 圖至第 6 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖，且為第 1 圖之 A-A' 面之軸方向之立體圖。第 3 圖是表示突出部 1a、1b 之配置圖。另外，第 4 圖是表示突起部 1a、1b 之軸方向長度者。另外，第 5 圖是表示在第 3 圖之突起部 1a 將要裝設線圈 10 之狀態者。另外，第 6 圖是表示在該突起部 1a 裝設線圈 10 後之狀態者。

另外，第 7 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之俯視展開圖，其為在第 6 圖所示之該突起部 1a 裝設線圈 10 後之狀態之俯視展開圖。另外，在第 1 圖中是顯示極數為 8 之馬達，但是極數和槽數之組合並不只限於此種方式。

第 8 圖表示本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之只有定子突起部 1a 時之對旋轉角度之齒槽效應轉矩波形、和只有突起部 1b 時之齒槽效應轉矩波形。

另外，本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達，在第 2 圖中，設 $W1=W2$ 、 $d1=d2$ ，突起部 1a 和突起部 1b 之剖面形狀成為相同。另外，第 4 圖之磁鐵之軸方向長度，如第 7 圖(a)至(c)所示，係為 L ，突起部之長度為 $L1=$

(L_2+L_3)。但是，在第 7 圖(a)中， $L > (L_1+L_2+L_3)$ ，在第 7 圖(b)中， $L=(L_1+L_2+L_3)$ ，在第 7 圖(c)中， $L < (L_1+L_2+L_3)$ 。依照此種方式，在 $L_2=L_3$ 或 $L_2 \neq L_3$ 均不會有問題。

其次，在形成為第 1 圖所示之環狀之磁鐵 20 中，檢討磁鐵 20 有差異之情況。當只有第 3 圖所示之突起部 1a(定子突起部)存在之情況時，在轉子機械性地旋轉 1 圈之期間，產生與槽數相同數目之轉矩脈動，亦即，產生齒槽效應轉矩。與此相對地，就形成第 5 圖所示之空心線圈 10 之情況來探討。在此種情況時，空心線圈 10 之角部分，理想上係形成角形形狀，以全體形狀而言，為作成長方形之形狀，藉此，可以用來接受更多之來自磁鐵 20 之磁通。

但是，在實際機器中，線圈端部具有圓弧，而成為橢圓形之形狀。因此，在本實施形態 1 中，在相鄰的線圈 10 之端部間，亦即，在線圈端部之空間，如第 3 圖所示，將與突起部 1a 相同大小之突起部 1b，設在突起部 1a 之中心之線圈端部。利用此種方式，如第 8 圖所示，會因突起部 1b 而產生與突起部 1a 具有相位偏移之齒槽效應轉矩。

由突起部 1a 產生之齒槽效應轉矩和由突起部 1b 產生之齒槽效應轉矩相互偏移半個週期(參照第 8 圖)。因此，可以減小由於磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩。

依照上述方式之實施形態 1，在無槽馬達中，在軸方向之端部(亦即在线圈端部)、及於徑向相鄰之突起部間之中心位置，設置相同大小之突起部，可成為有效活用未利用空間的構造。利用此種方式，可以形成與由於極距寬度

之差異所產生之齒槽效應轉矩相反相位之成分，可以用來減小齒槽效應轉矩。

(實施形態 2)

在先前之實施形態 1 中所說明之情況是使定子突起部 1a 和突起部 1b 之形狀成為相同。與此相對地，在本實施形態 2 中所說明之情況是使突起部 1b 之形狀與定子突起部 1a 之形狀為不同。

第 9 圖是用來表示本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之垂直於軸方向之剖面的剖視圖，顯示其由 8 極 6 槽構成之一例者。第 10 圖是本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖，且為第 9 圖之 A-A' 面之軸方向之立體圖。另外，第 11 圖是本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之俯視展開圖，顯示在第 9 圖、第 10 圖之芯子裝設有線圈 10 之情況之俯視展開圖。

如第 10 圖、第 11 圖所示，將突起部 1b 作成和突起部 1a 不同形狀，在相鄰之線圈端部之間之空間，以不與線圈 10 接觸之方式設計突起部形狀。藉由設置此種形狀之突起部 1b，可以與上述之實施形態 1 同樣地，減小由於磁鐵差異導致之齒槽效應轉矩。

第 12 圖表示本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之只有定子突起部 1a 時之對旋轉角度之齒槽效應轉矩波形，和只有突起部 1b 時之齒槽效應轉矩波形，且為 8 極之轉子機械性地旋轉 1 圈時之齒槽效應轉矩波形。突起部 1b 因為與突起部 1a 之形狀不同，所以齒槽效應轉矩波形成為

不同之形狀。因此，使用磁場解析等模擬將突起部 1b 之形狀之大小作成最佳形狀，藉此可以在突起部 1a、1b 產生相位偏移之齒槽效應轉矩，可以減小齒槽效應轉矩。

依照上述方式之實施形態 2 時，即使突起部 1a 和突起部 1b 為不同形狀，藉由使用磁場解析等模擬使突起部 1b 之形狀成為最佳形狀，可以獲得與前述之實施形態 1 同樣之效果。利用此種方式，即使在線圈端部之軸方向之長度較短之形狀之馬達，藉由將設置在線圈端部之突起部作成配合線圈形狀之形狀，可以使軸方向之長度變短，進一步可以減小由於磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩。

(實施形態 3)

在本實施形態 3 中所說明之構造是設有突起部 1b，並復具備有切削部用來減小因極數和突起部數所產生之齒槽效應轉矩。

第 13 圖是用來表示本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之垂直於軸方向之剖面的剖視圖，顯示其由 8 極 6 槽構成之一例者。第 14 圖是本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖，且為第 13 圖之 A-A' 面之軸方向之立體圖。另外，第 15 圖是表示本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之俯視展開圖。

如第 13 圖至第 15 圖所示，藉由設置突起部 1a，在轉子機械性地旋轉 1 圈之期間，產生成為極數和突起部數之最小公倍數之齒槽效應轉矩。在此，因為 8 極，而突起部 1a 為 6 個，所以產生 24 個峰狀之齒槽效應轉矩。另外，

當在磁鐵 20 有差異之情況時，如前述之實施形態 1、2 所說明者，會產生由於磁鐵差異所導致之齒槽效應轉矩。因此種磁鐵差異所導致的齒槽效應轉矩，係如在前述之實施形態 1、2 所說明，藉由在線圈端部設置突起部 1b 可以減小。

另外，在本實施形態 3 中，藉由在各個突起部 1a 之間設置切削部 2a，和在各個突起部 1b 之間設置切削部 2b，可以作出與因極數和突起部數而產生之齒槽效應轉矩為相反相位之成分。第 16 圖表示本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之只有突起部分時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係、和只有切削部分時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係。結果是可以減小因極數和突起部數而產生之齒槽效應轉矩。

依照上述方式之實施形態 3 時，藉由復設置分別與突起部 1a、突起部 1b 對應之切削部 2a、切削部 2b，除了具有與前述之實施形態 1、2 同樣之效果外，還可以減小因極數和突起部數所產生之齒槽效應轉矩。亦即，藉由設置此種切削部分可以更獲得使由於突起部而發生之齒槽效應轉矩減小之效果。

(實施形態 4)

在本實施形態 4 中所說明之情況是將前述之實施形態 1 至 3 所說明之齒槽效應轉矩減小對策，應用在具備有極異向性環狀磁鐵之永久磁鐵式同步馬達之情況。

第 17 圖是徑向環狀磁鐵 21 之定向圖。相對於此，第

18 圖是本發明實施形態 4 之永久磁鐵式同步馬達之極異向性環狀磁鐵 22 之定向圖。極異向性環狀磁鐵 22 理論上沒有從其定向起通過轉子芯子背部部分之磁通。因此，使用在轉子芯子 30 之直徑較小，且無法取得較大轉子芯子背部部分之馬達等。

另外，極異向性環狀磁鐵 22，與徑向環狀磁鐵 21 不同，從成形之定向時即決定可磁化之方向。因此，當與徑向環狀磁鐵 21 比較時，各極之極距之偏移容易變大。結果，在小直徑之馬達中，當使用極異向性環狀磁鐵 22，設置有用以安裝定子芯子之突起部 1a 之情況時，會大幅產生由於磁鐵之差異所導致之齒槽效應轉矩。因此，如在前述之實施形態 1 至 3 所示，因磁鐵差異所導致之齒槽效應轉矩之對策成為有效。

如上所述，依照實施形態 4，在使用極異向性環狀磁鐵之情況時，藉由運用前述之實施形態 1 至 3 之構造，可以採行齒槽效應轉矩之對策。亦即，當與徑向環狀磁鐵比較時，極異向性環狀磁鐵其磁鐵差異等較大。但是，特別是在小直徑之馬達，由於轉子芯子背部之影響等，所以大多使用極異向性環狀磁鐵。因此，以在小直徑之馬達使用極異向性環狀磁鐵之情況時之齒槽效應轉矩對策而言，前述實施形態 1 至 3 之構造有效。

另外，在小直徑之馬達，當設置多個槽(線圈)時，所製作之線圈之尺寸亦變小。另外，當將小尺寸之線圈設在定子時，在製作時變為困難。因此，可以考慮選擇槽數變

小之極槽之組合。在進行前述之實施形態 1 至 4 之齒槽效應轉矩之對策時，藉由選擇 2 極 3 槽、4 極 3 槽、4 極 6 槽、8 極 6 槽之組合，可以使槽數變小，即使小直徑之馬達亦可以製作。

在定量性時，具有 Z 個 (Z 為自然數) 之定子突起部，在具有 $2P$ 極 (P 為自然數) 之永久磁鐵之情況時， $Z/(3(\text{相}) \times 2P)$ 成為 0.5 或 0.25 之極槽之組合，在小直徑之馬達成為有效。

換言之，在小直徑之馬達要求製作線圈之精確度，亦要求施加線圈之精確度。因此，當槽 (亦即線圈數) 變多時線圈之製作變為困難，且施行線圈之作業變為困難。因此，以具有上述關係之方式規定 Z 和 P 之組合，選擇使槽數變小之組合，可以使製作變為容易。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是用來表示本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之垂直於軸方向之剖面的剖視圖。

第 2 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之突起部分之放大圖。

第 3 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖。

第 4 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖。

第 5 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖。

第 6 圖是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖。

第 7 圖(a)至(c)是本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達之俯視展開圖。

第 8 圖是表示本發明實施形態 1 之永久磁鐵式同步馬達只有突起部 1a 時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係、和只有突起部 1b 時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係的圖示。

第 9 圖是用來表示本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之垂直於軸方向之剖面的剖視圖。

第 10 圖是本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖。

第 11 圖是本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達之俯視展開圖。

第 12 圖表示本發明實施形態 2 之永久磁鐵式同步馬達只有突起部 1a 時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係、和只有突起部 1b 時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係的圖示。

第 13 圖是用來表示本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之垂直於軸方向之剖面的剖視圖。

第 14 圖是本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之立體圖。

第 15 圖是本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達之俯視展開圖。

第 16 圖表示本發明實施形態 3 之永久磁鐵式同步馬達只有突起部時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係、和只有切削部分時之齒槽效應轉矩波形對旋轉角度之關係的圖示。

第 17 圖是徑向環狀磁鐵之定向圖。

第 18 圖是本發明實施形態 4 之永久磁鐵式同步馬達之極性異向性環狀磁鐵之定向圖。

【主要元件符號說明】

1a、1b	突起部
2a、2b	切削部
10	空心線圈
20	磁鐵
21	徑向環狀磁鐵
22	極異向性環狀磁鐵
30	轉子芯子
d1、d2	厚度
L	磁鐵之軸方向長度
L1 至 L3	突起部之長度
W1、W2	寬度

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99122445

※申請日：99.7.8

※IPC 分類：H02K 1/16 (2006.01)

H02K 1/17 (2006.01)

H02K 21/16 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

永久磁鐵式同步馬達

PERMANENT MAGNET TYPE SYNCHRONOUS MOTOR

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種永久磁鐵式同步馬達，係在設有定子突起部之無槽馬達中，可以使因磁鐵差異所產生之齒槽效應轉矩非常接近零之值。在永久磁鐵式同步馬達中，具有定子突起部 1a；繞組 10，形成圓環狀，並裝設在定子突起部；和永久磁鐵；其中，在定子突起部間之繞組之線圈端部，復具有突起部 1b，其係設置用來減小齒槽效應轉矩。藉由在線圈端部設置與定子突起部 1a 同數之突起部 1b，可以用來作出與因為磁鐵差異之影響和由於定子突起部而產生之齒槽效應轉矩成為相反相位之成分，用來抵銷齒槽效應轉矩。

三、英文發明摘要：

A permanent magnet type synchronous motor is obtainable from a slotless motor provided with stator projections wherein a cogging torque generated due to magnet variation can be set to a value close to zero without limit. The permanent magnet synchronous motor comprises a stator projection 1a, a wiring 10 formed in circular ring shape and attached to the stator projection, a permanent magnet, and a projection 1b provided at the coil end of the wiring between stator projections so as to eliminate the cogging torque. By providing the coil end with the projections 1b of which the number being the same as the stator projections, a component having a phase reverse to the cogging torque generated due to the effect of magnet variation and the stator projections, may be formed so as to offset the cogging torque.

七、申請專利範圍：

1. 一種永久磁鐵式同步馬達，具有：

定子突起部；

繞組，形成圓環狀，安裝在上述定子突起部；及

永久磁鐵；

其特徵在：上述定子突起部間之上述繞組之線圈端部具有突起部。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之永久磁鐵式同步馬達，其中，上述突起部之形狀為徑方向之寬度與上述定子突起部相同，且軸方向之長度形成為與上述定子突起部相同。

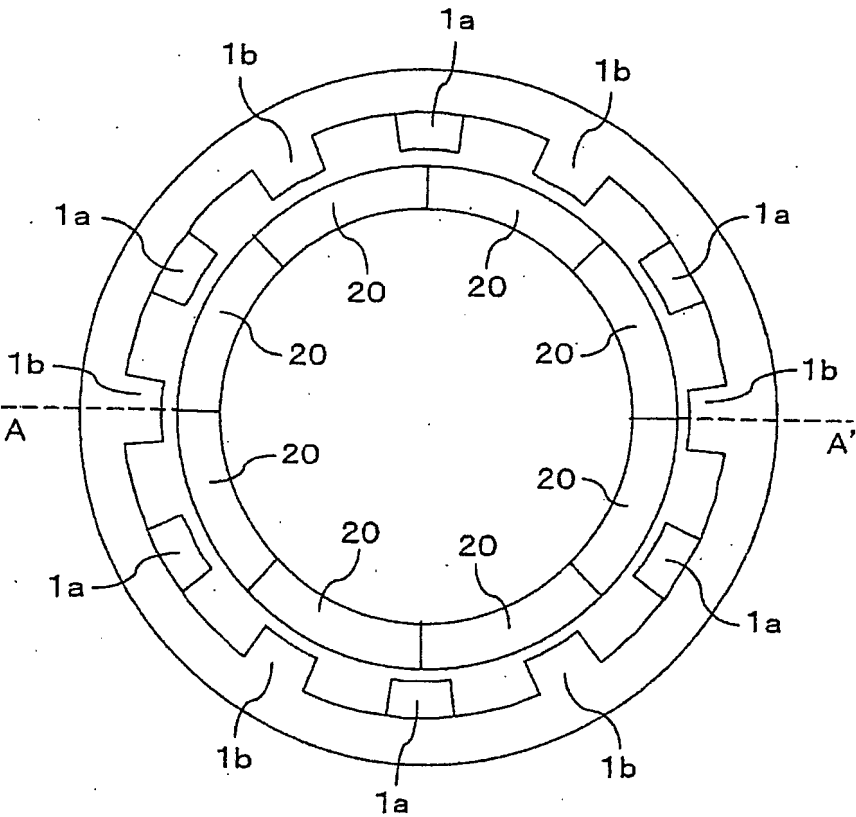
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之永久磁鐵式同步馬達，其中，上述突起部具有配合上述繞組之上述線圈端部之線圈形狀之形狀。

4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之永久磁鐵式同步馬達，其中，在周方向之上述定子突起部間、和上述突起部間之各處，復具有切削部分。

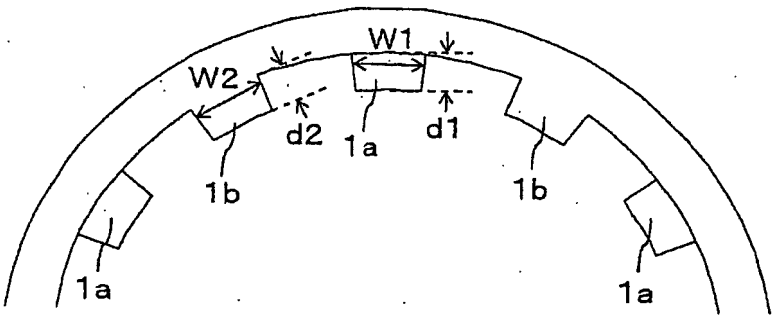
5. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項所述之永久磁鐵式同步馬達，其中，上述永久磁鐵為極異向性環狀磁鐵。

6. 如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項所述之永久磁鐵式同步馬達，其中，當將上述定子突起部之個數設為 Z 個(Z 為自然數)，上述永久磁鐵之極數設為 $2P$ 極(P 為自然數)時，係構成具有 $Z/(3(\text{相}) \times 2P)$ 成為 0.5 或 0.25 之關係。

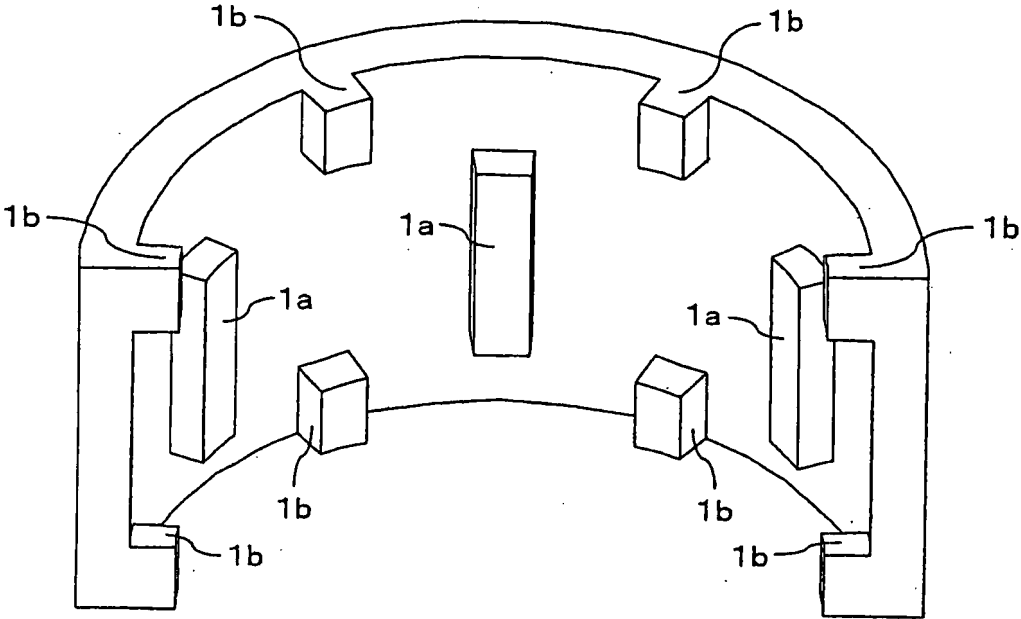
八、圖式：



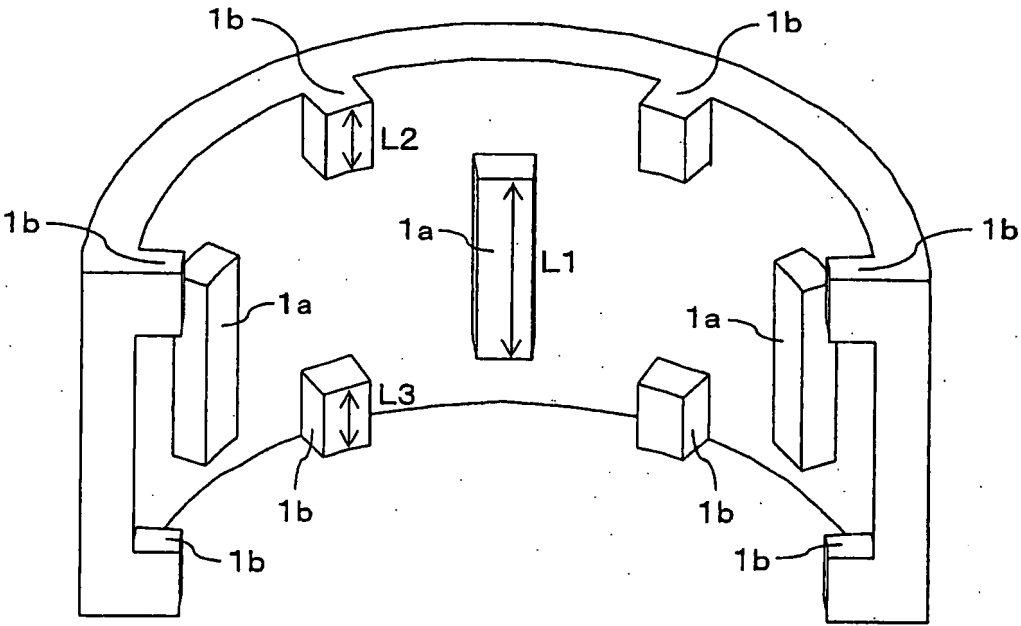
第 1 圖



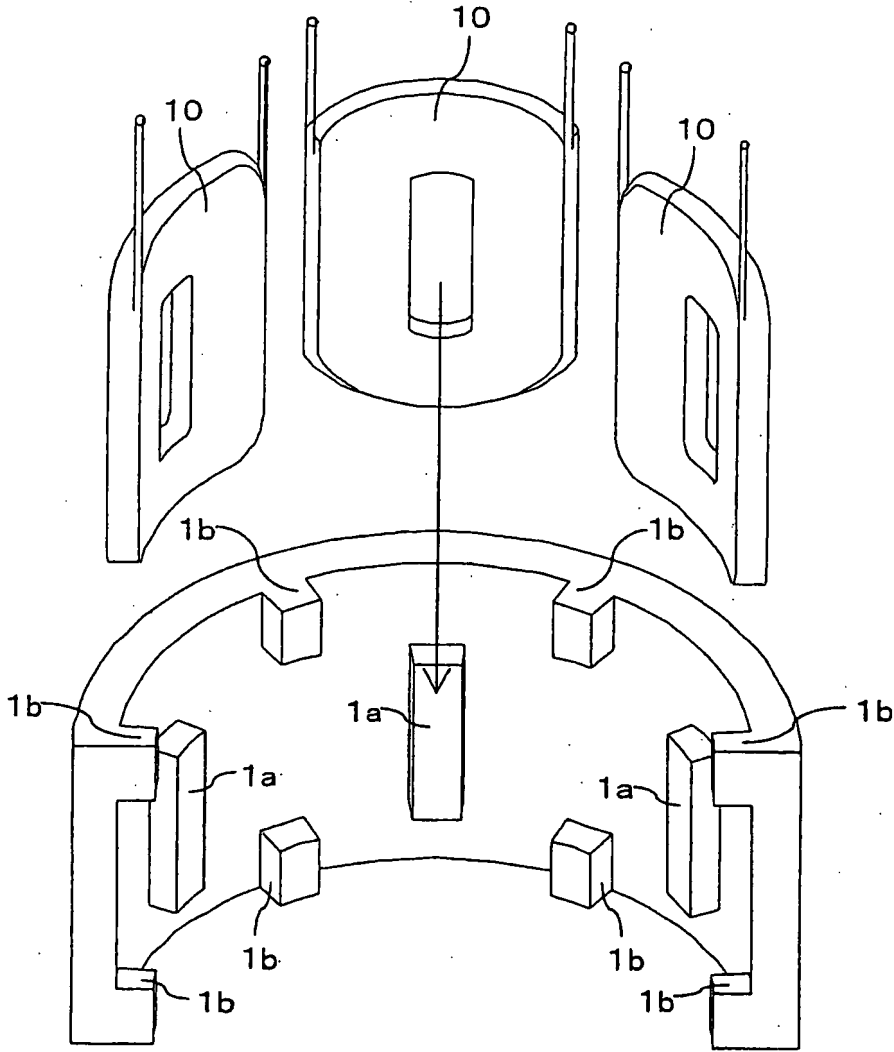
第 2 圖



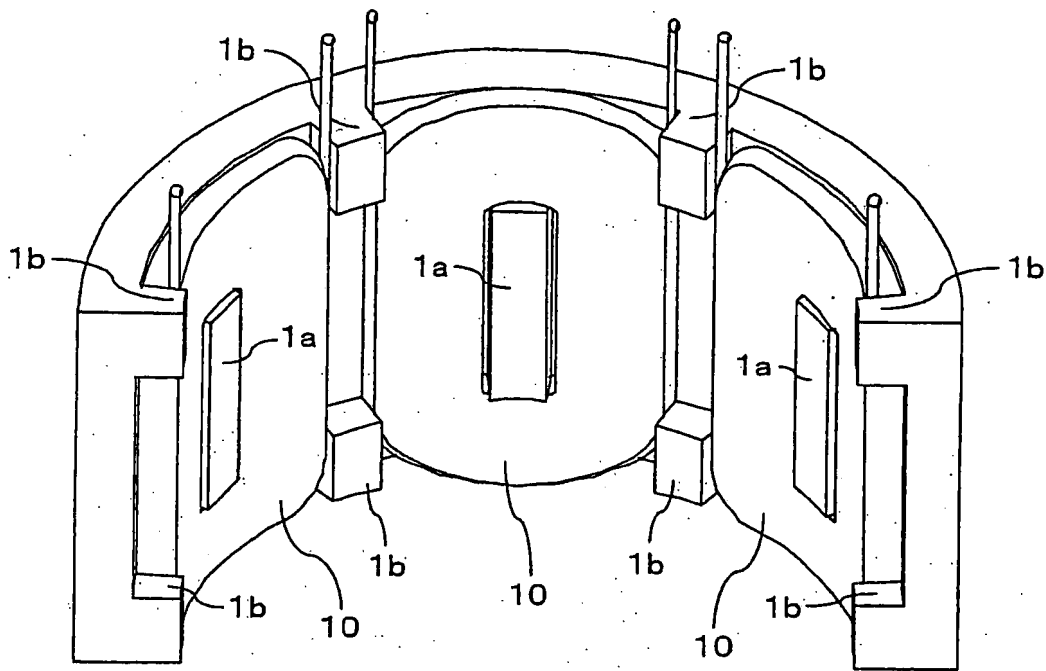
第 3 圖



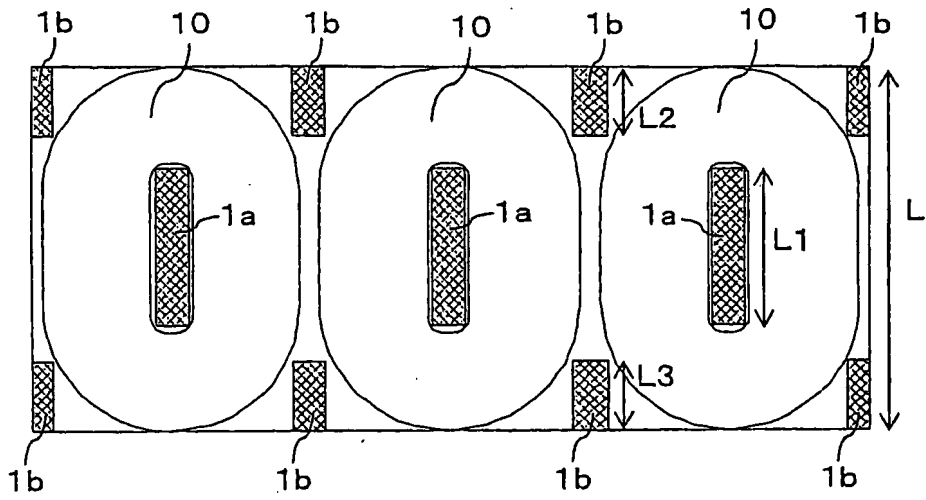
第 4 圖



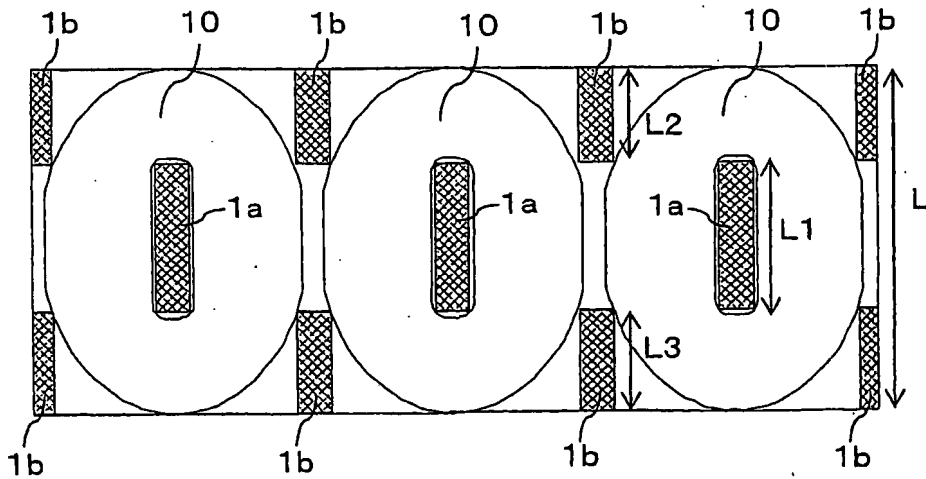
第 5 圖



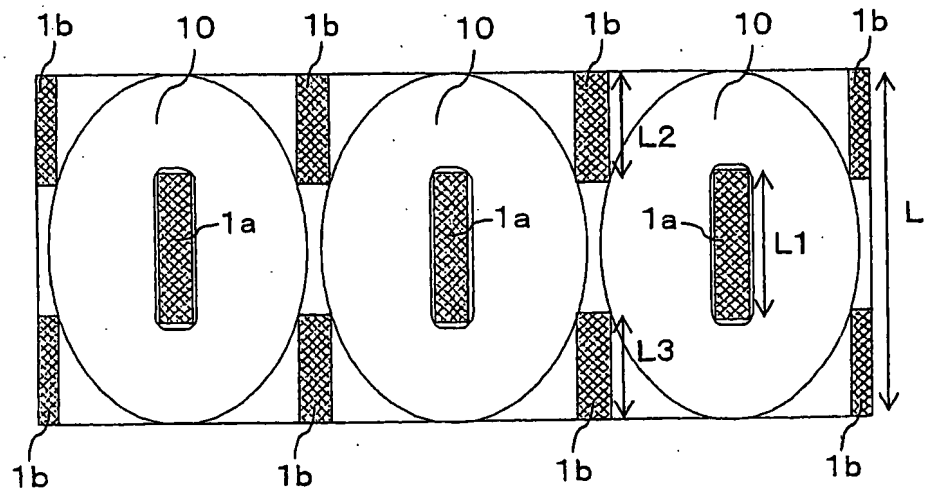
第 6 圖



(a)

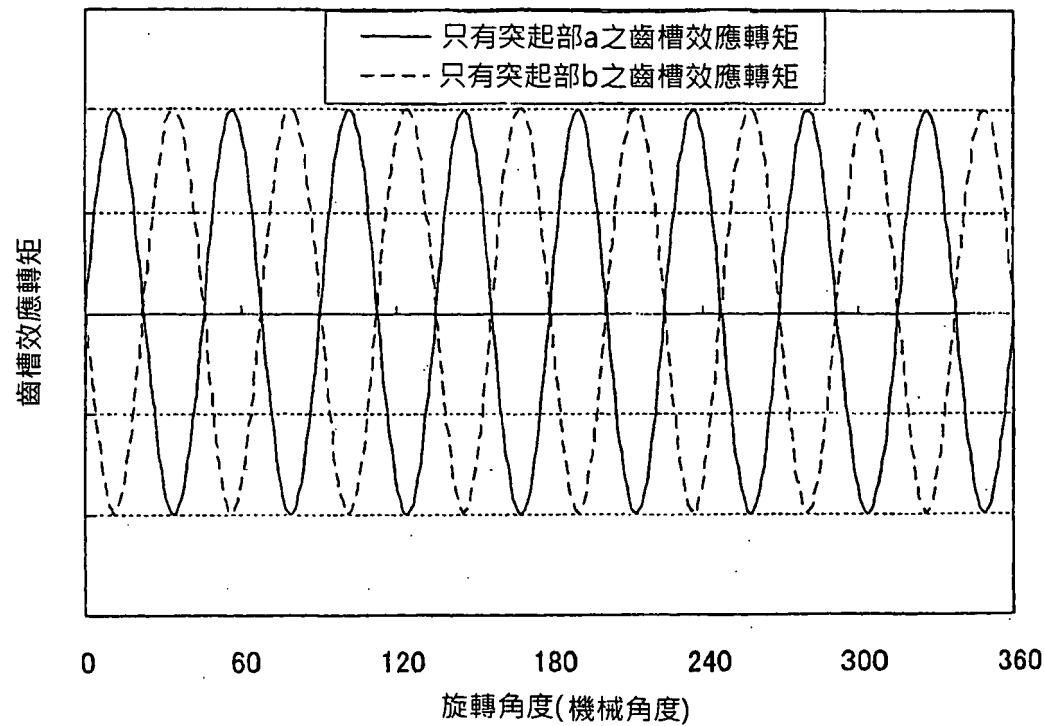


(b)

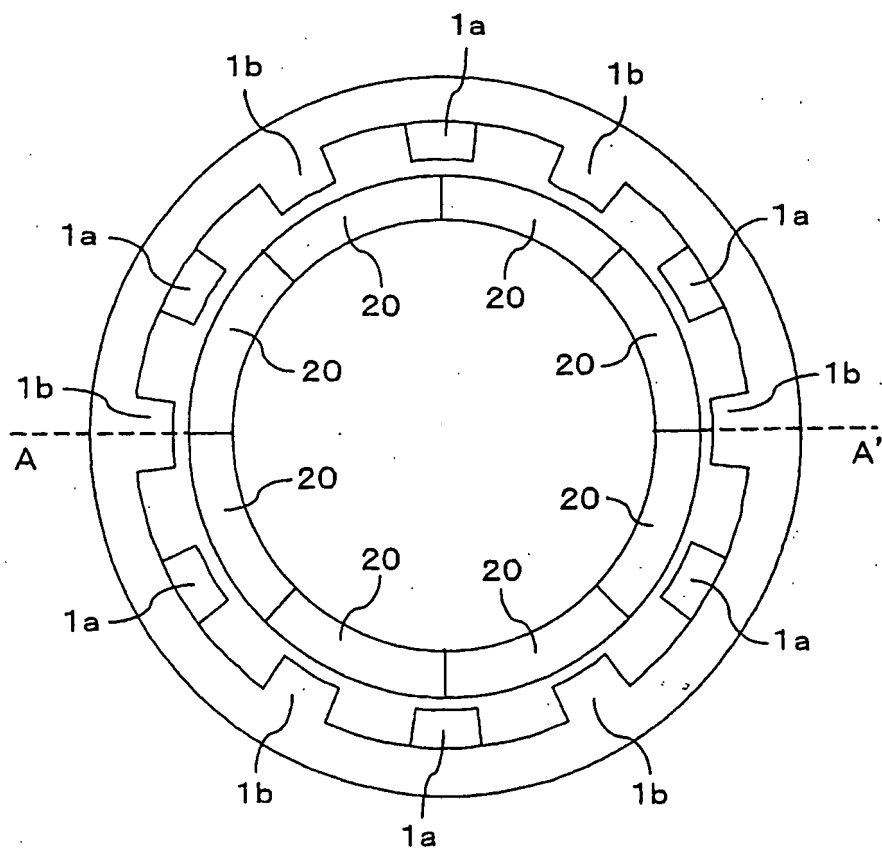


(c)

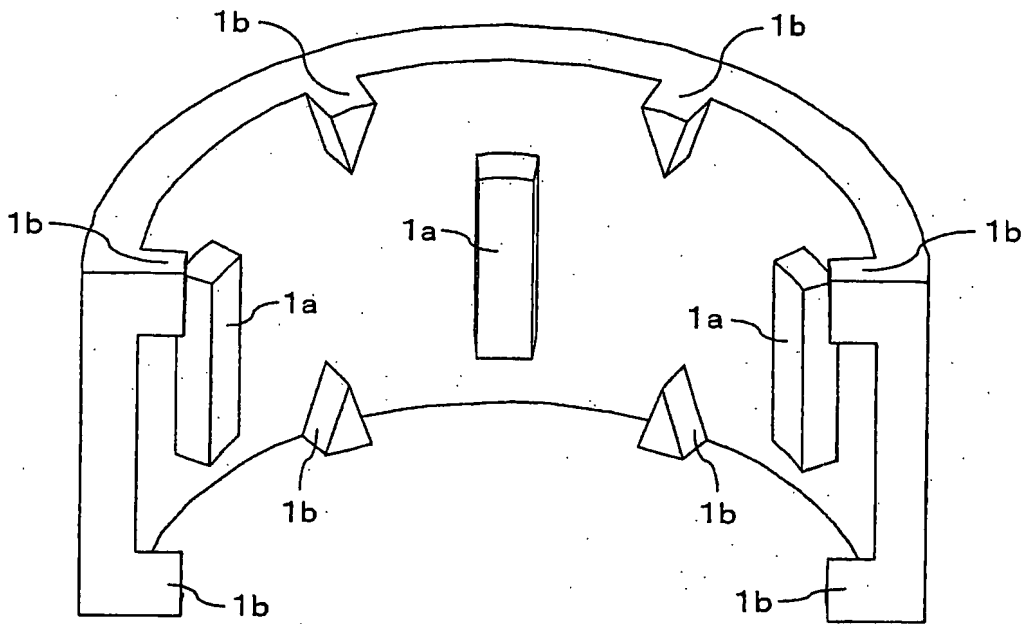
第 7 圖



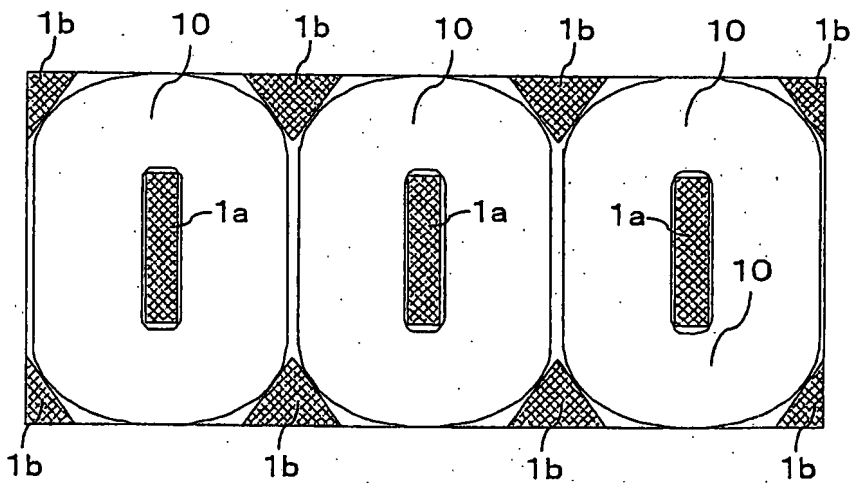
第 8 圖



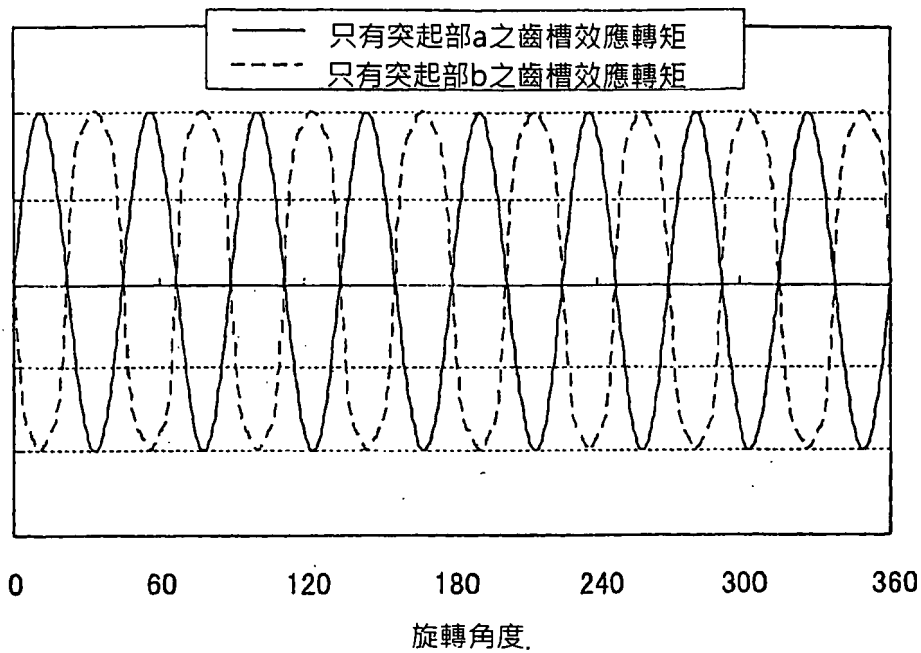
第 9 圖



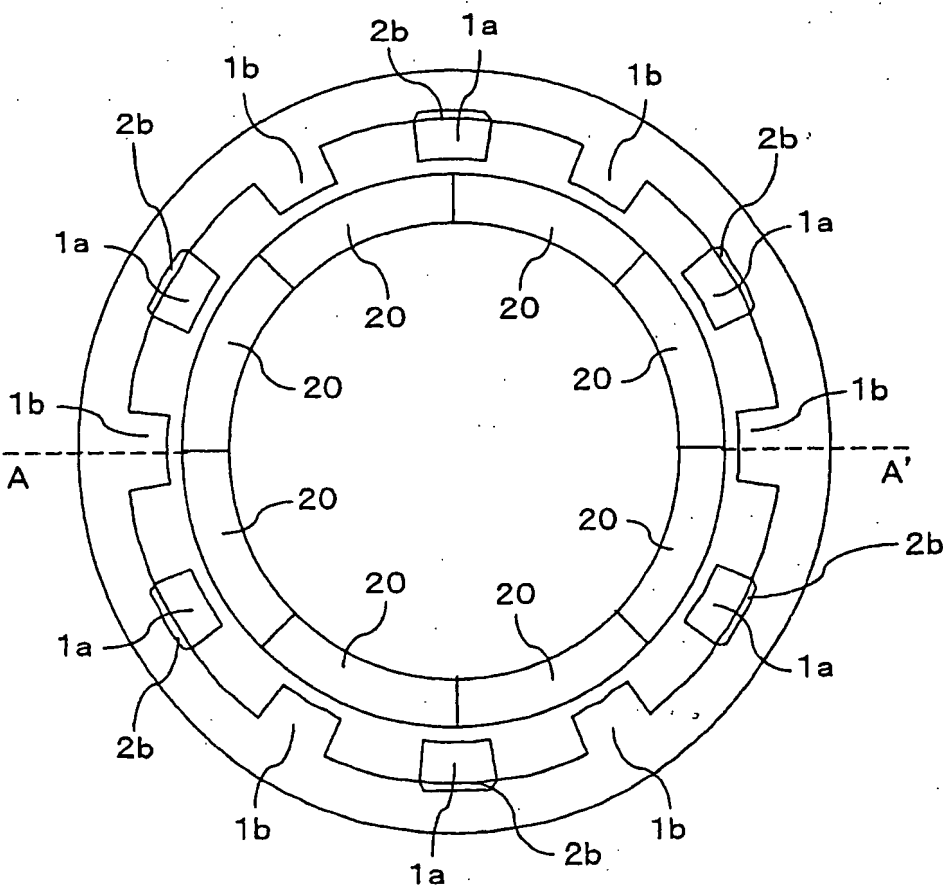
第 10 圖



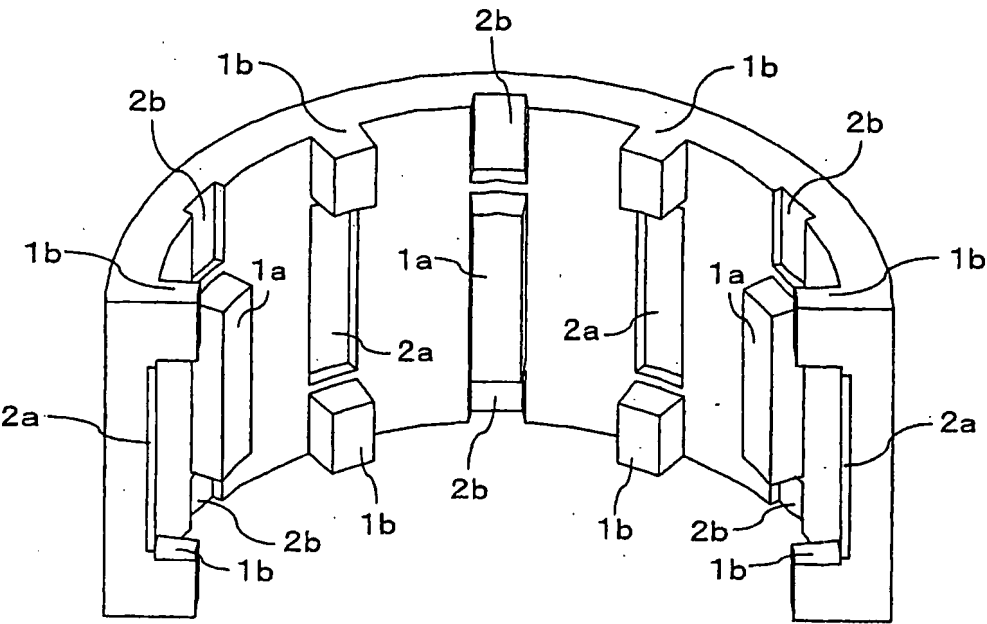
第 11 圖



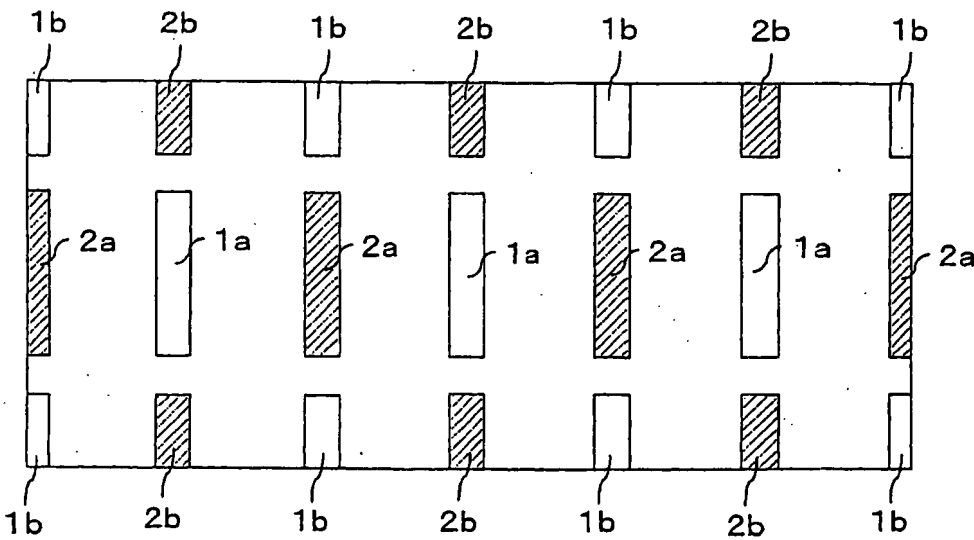
第 12 圖



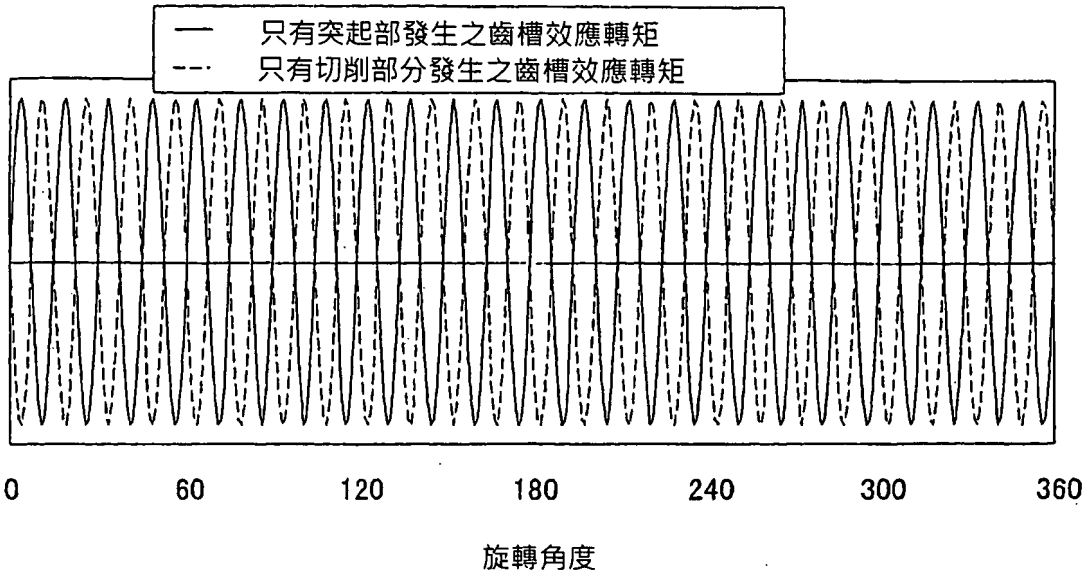
第 13 圖



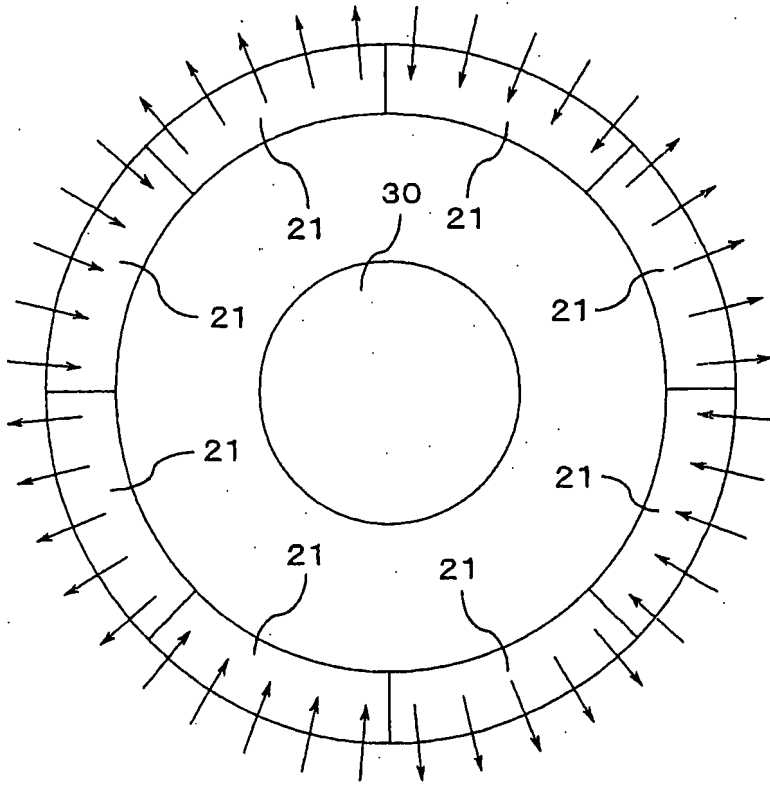
第 14 圖



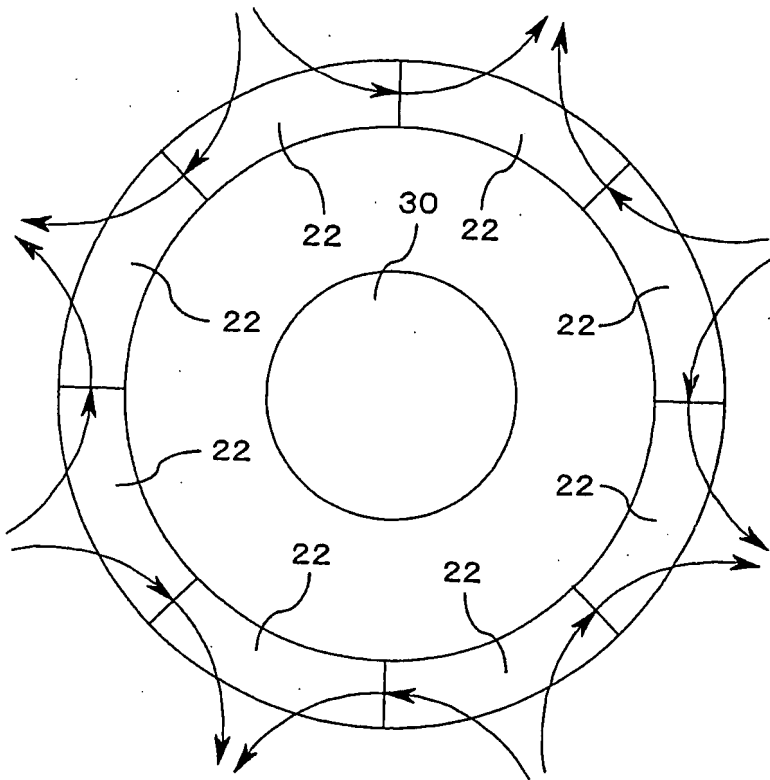
第 15 圖



第 16 圖



第 17 圖



第 18 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1a、1b	突起部
10	空心線圈

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。