



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I655828 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：106141096

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 27 日

(51)Int. Cl. : H02K1/16 (2006.01)

H02K1/26 (2006.01)

H02K21/14 (2006.01)

(30)優先權：2016/11/28 日本

2016-230314

(71)申請人：日商日立江森自控空調有限公司(日本) HITACHI-JOHNSON CONTROLS AIR
CONDITIONING, INC. (JP)

日本

(72)發明人：高畑良一 TAKAHATA, RYOUICHI (JP)；足立隆雅 ADACHI, TAKAMASA (JP)；
中野泰典 NAKANO, YASUNORI (JP)；中村聡 NAKAMURA, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW I477034

CN 104333153A

CN 104882978A

JP 2002-142390A

JP 2014217189A

審查人員：張正中

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：6 共 39 頁

(54)名稱

永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機

(57)摘要

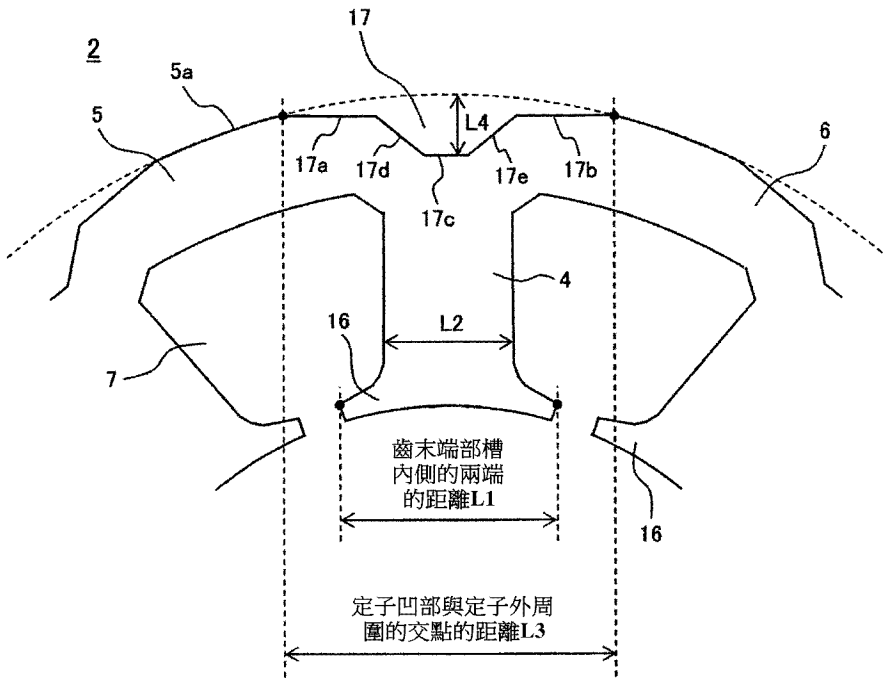
得到小型、高效率且為低噪音的永磁式旋轉電機。永磁式旋轉電機，具備：具有複數個齒與槽之定子鐵心、和電樞繞線之定子、以及具有轉子鐵心、和埋設到該轉子鐵心之複數個永久磁體之轉子。定子，具備：被固定到框架之圓弧部、以及形成在外周圍側之定子凹部；該定子凹部，具有：與圓弧部相連接並且與齒的寬度方向平行的第 1、第 2 直線部、設在徑方向內側並且與齒的寬度方向平行的第 3 直線部、以及連接該第 3 直線部第 1、第 2 直線部之第 4、第 5 直線部，而形成略梯形形狀；在把齒末端部的槽內側的兩端的距離作為(L1)、把齒的幅寬作為(L2)、把包挾定子凹部並且設在兩側之前述圓弧部與前述定子凹部相交的點彼此連結的直線距離作為(L3)時，構成「 $L2 < L1 < L3$ 」的關係。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 2 . . . 定子
- 4 . . . 齒
- 5 . . . 芯背
- 5a . . . 圓弧部
- 6 . . . 定子鐵心
- 7 . . . 槽
- 16 . . . 齒末端部
- 17 . . . 定子凹部
- 17a . . . 第 1 直線部
- 17b . . . 第 2 直線部
- 17c . . . 第 3 直線部
- 17d . . . 第 4 直線部
- 17e . . . 第 5 直線部
- L2 . . . 幅寬
- L4 . . . 深度

圖 3



的旋轉軸方向，所謂「徑方向」係表示轉子的徑方向，所謂「圓周方向」係表示轉子的圓周方向。

圖1表示的本實施例的永磁式旋轉電機的剖視圖，係表示與旋轉軸垂直的方向的剖面(後述的圖2~4、6也同樣)。尚且，本實施例1，係作為永磁式同步電動機而動作。

【0021】如圖1表示，永磁式旋轉電機1係利用以下所構成：定子2、以及透過特定的間隙(空隙)配置到該定子2的內側，而且與軸(未圖示)一起旋轉的轉子3。

前述定子2係利用以下來構成：利用圓環形狀的芯背(core back)5、以及從該芯背5朝向徑方向內側突出並沿圓周方向以略等間隔做配列之9個齒4所構成的定子鐵心6、及捲繞裝設成在鄰接在圓周方向的前述齒4之間的槽7內中包圍前述齒4之集中繞組的電樞繞線8等；該定子2利用熱套配合或者是壓入等固定到框架(例如，壓縮機的密閉容器等)。

【0022】亦即，電樞繞線8捲繞裝設在配置在徑方向成放射狀之前述齒4的軸心周圍，於圓周方向，三相繞線的U相繞線8a、V相繞線8b、W相繞線8c相互隔著空隙做配置。

尚且，前述定子2，係構成前述定子鐵心6(電磁鋼板)層疊在軸方向，而且前述槽7係形成9個(9槽)在相鄰的前述齒4之間。

【0023】前述轉子3，係利用轉子鐵心12、以及埋設

在該轉子鐵心12的外周圍部側之略等間隔配設在圓周方向的6個永久磁體14等所構成，成為極數為6極的轉子。在該轉子3的旋轉中心部形成軸孔15，在該軸孔15固定圓柱狀的軸(未圖示)成一體，轉子3係隔著空隙配置在前述定子2的內周圍面側成自由旋轉。

【0024】本實施例的永磁式旋轉電機1，係前述轉子3的極數為6極，前述定子2的槽數為9槽(6極9槽)，所以槽7的間距 θ_s 係電角度為120度(機械角為40度)。

【0025】本實施例的永磁式旋轉電機1中，在利用三相的前述繞線8a~8c所構成的電樞繞線8流動三相交流電流的話，產生旋轉磁場。藉由該旋轉磁場，利用作用在埋設在前述轉子3的前述永久磁體14及前述轉子鐵心12之電磁力，旋轉轉子3。

【0026】尚且，為了減低在永磁式旋轉電機1動作時，產生在定子鐵心6及轉子鐵心12的渦電流損失等的鐵損，前述定子鐵心6及前述轉子鐵心12，係理想上，藉由層疊了複數片利用矽鋼板等的磁性鋼板所製成的薄板之層積體來構成。

【0027】圖2為本發明的實施例1所致之永磁式旋轉電機的轉子的剖視圖。

圖2中，轉子3具有在其旋轉中心部形成了軸孔15之前述轉子鐵心12。在該轉子鐵心12內的外周圍側表面的附近、剖面為細長的長方形狀的永久磁體插入孔13形成有複數(在本實施例1，極數分為6個)個。在這些複數個永久磁

體插入孔 13，分別插入有，利用磁體材料例如稀土類的釹所製成，為平板狀之一字形狀的前述永久磁體 14。

【0028】在此，圖 2 的轉子剖面中，把前述永久磁體 14 的磁極所造出的磁通的方向，亦即連結永久磁體 14 的較長方向中心(剖面中央)與旋轉中心之假想軸，定義成 d 軸(磁通軸)，把與 d 軸電性上，亦即與電角度正交的軸(永久磁體間的軸)定義成 q 軸。

【0029】如圖 2 表示，在本實施例，於前述轉子 3，每一磁極設有一片永久磁體 14。前述永久磁體 14 的剖面形狀，係與前述永久磁體插入孔 13 同樣，為細長的長方形狀；前述永久磁體 14 的較長方向係延伸在相對於 d 軸為幾何上的直角方向。

【0030】在轉子 3 的轉子鐵心 12，於鄰接的永久磁體 14 的極間的 q 軸上，設有凹陷在內周圍側的轉子凹部 11。該轉子凹部 11，係如後述，抑制 q 軸磁通。

【0031】而且，轉子 3，亦即轉子鐵心 12，係比起前述轉子凹部 11 更位置在外周圍側，具有定子 2 的齒 4 之間隔長度(空隙)為最短的 g1 的圓弧狀的最外周圍部，亦即構成前述轉子鐵心 12 中的磁極面之圓弧狀部 12a。

【0032】在本實施例，前述轉子鐵心 12 中的磁極面，係具有連接到前述圓弧狀部 12a 的端部之裁減部 12b；前述圓弧狀部 12a 係透過前述裁減部 12b 連接到前述轉子凹部 11。前述裁減部 12b 與定子 2 的齒 4 之間隔長度 g2，係構成為，比前述圓弧狀部 12a 與定子 2 的齒 4 之間隔長度

g1，還要寬。尚且，在本實施例中，是把前述裁減部 12b 形成為直線狀，但是，也未必限制在直線狀，也可以是曲面狀。

【0033】而且，在本實施例，轉子 3 的旋轉中心 O 的周圍中的前述圓弧狀部 12a 的角度 θ_{p3} ，亦即連結前述圓弧狀部 12a 的兩端與旋轉中心 O 之 2 個直線相交的角度 θ_{p3} ，係構成電角度為 $90^\circ \sim 120^\circ$ 。

【0034】前述轉子凹部 11 具有：與前述永久磁體 14 的徑方向厚度方向形成為略平行之二個直線部 11b、11c、以及滑順地連接這二個直線部 11b、11c 中的轉子內周圍側端部之曲線部 11a；該曲線部 11a，係比起連結與位置在 q 軸的兩側而相鄰的二個永久磁體的內周圍側磁極面中的 q 軸對向之各端部之間亦即最接近部之間的假想直線 9，更位置在轉子內周圍側。而且，在本實施例中，前述曲線部 11a 的開始位置，係構成大致位置在前述假想直線 9 的部分；但是，也可以作為位置在前述假想直線 9 的轉子內周圍側之構成。尚且，若為前述曲線部 11a 的至少一部分比起前述假想直線 9 更位置在內周圍側之構成的話，也可以作為前述曲線部 11a 的開始位置係位置在前述假想直線 9 的外周圍側之構成。

【0035】如上述，在本實施例中，構成前述轉子凹部 11 的徑方向的底部，比起永久磁體 14 的內周圍側磁極面，還要深。如此在轉子凹部 11 設有曲線部 11a，經此，可以緩和在高速域中伴隨著轉子離心力的應力的影響。亦即，

緩和伴隨著轉子凹部 11 內中的轉子離心力之應力的集中，所以提升對離心力的轉子 3 的強度。

【0036】而且，在相對於前述 q 軸為幾何的直角方向中，構成前述二個直線部 11b、11c 的間隔，從轉子內周圍側朝向轉子外周圍側逐漸擴開。更進一步，前述轉子凹部 11 的剖面積，係構成比起前述裁減部 12b 的剖面積還要大。

【0037】而且，前述轉子 3 的旋轉中心 O 的周圍中，把構成轉子 3 的一個磁極之永久磁體 14 的外周圍側磁極面的端部間的角度作為 θ_{p1} ，把轉子凹部 11 的二個直線部 11b、11c 的轉子外周圍側的各端部間的角度作為 θ_{p2} 時，在本實施例中，前述角度 θ_{p1} 及 θ_{p2} 係設定成滿足：

$$0.18 \leq \theta_{p2} / \theta_{p1} \leq 0.5$$

這樣的關係。

【0038】在本實施例中，如上述，具有集中繞組的繞線之定子 2 中的前述槽 7 的間距係電角度為 120° 。而且，每 1 磁極為 1.5 槽 (=9 槽 / 6 極)，所以 q 軸間的角度係電角度為 180° 。為此，電角度為「 $120^\circ \leq \theta_{p1} < 180^\circ$ 」、「 $0^\circ < \theta_{p2} \leq 60^\circ$ 」。從而，「 $0 < \theta_{p2} / \theta_{p1} \leq 0.5 (=60^\circ / 120^\circ)$ 」。

【0039】更進一步，根據本案發明者的檢討，如本實施例，在設置具有曲線部 11a 的轉子凹部 11 之轉子 3 的情況下，決定「 $0.18 \leq \theta_{p2} / \theta_{p1}$ 」，經此，抑制 q 軸磁通而抑制電樞反作用，瞭解到得到高速域中的力矩提升效果。

【0040】而且，本實施例中，在前述轉子 3，於永久

磁體插入孔 13(或是永久磁體 14)的外周圍側(轉子鐵心 12中的前述圓弧狀部 12a與前述永久磁體 14的外周圍側磁極面之間)，在從 d 軸起算僅離特定的距離之左右兩側，複數個狹縫 10a～10d 被設置成包夾著 d 軸成對稱。而且，在 d 軸上及 d 軸附近不設置狹縫，構成磁通容易通過 d 軸附近。

【0041】在此，前述狹縫 10a 與 10b 係配置成相對於 d 軸成對稱，前述狹縫 10c 與 10d，係配置在前述狹縫 10a、10b 之間，相對於前述 d 軸成對稱。在本實施例中，在前述狹縫 10a～10d 內，配置在最靠近 d 軸的前述狹縫 10c 與 10d 的距離，係大致設定成齒 4 的最小幅寬。

【0042】具體方面，本實施例中，在狹縫 10a～10d 內，言平板狀的永久磁體 14 的磁極平面之方向，亦即在相對於 d 軸為幾何上的直角方向，最靠近 d 軸的狹縫 10c 與 10d 的端部之間的距離，係大致設定成齒 4 的最小幅寬。

【0043】而且，為了讓前述永久磁體 14 的磁通集中到齒 4，傾斜配置前述狹縫 10a～10d。亦即，前述狹縫 10a～10d 朝向外周圍側的方向，係從相對於 d 軸為平行的方向傾斜到內側，與 d 軸成為銳角。利用這樣的狹縫 10a～10d，可以正弦波化感應電動勢波形的緣故，伴隨於此也可以正弦波化電樞電流，可以減低因感應電動勢與電樞電流的相互作用所產生的高諧波磁通。亦即，利用前述狹縫 10a～10d，抑制電樞反作用，可以減低旋轉電機內的磁通的高諧波成分。

【0044】順便一說，在本實施例作為對象的壓縮機用

的永磁式旋轉電機1中，振動、噪音成為問題的時候居多。特別是，集中繞組的電樞繞線8乃是以電角度為120度的間隔做配置的繞線的緣故，機內磁通的5次或7次等的高諧波成分為大，成為振動、噪音的原因之脈動轉矩或徑方向電磁激振力也變大。

【0045】在此，把類似前述的專利文獻1之參考例表示在圖4。在該圖4表示的參考例中，把定子2中的齒4的末端部(齒末端部)16，做成其中央部與轉子鐵心12為同心圓，把前述齒末端部16的兩端側做成直線狀，亦即從轉子鐵心12遠離。

【0046】做成這樣的構造的話，正弦波化感應電動勢波形而可以正弦波化電樞電流的緣故，可以縮小藉由感應電動勢與電樞電流的相互作用所產生的高諧波磁通，其結果，可以減低脈動轉矩或徑方向電磁激振力。

【0047】但是，前述齒末端部16的兩端側從轉子3遠離的話，槽7的剖面面積變小的緣故，是會產生一定要縮小設在該槽7的電樞繞線8的線材的直徑，或者是減少電樞繞線8的匝數(捲繞數)等的問題。從而，為了防止效率下降方面，不可以把齒末端部16的兩端側從轉子鐵心12充分遠離，為此，是有無法充分減低振動、噪音之課題。

【0048】為了解決上述課題，在本實施例1中，把定子2的形狀，做成圖3表示的構成。亦即，在本實施例中，如圖3表示，在定子鐵心6的齒4的外周圍側設有定子凹部17。前述定子2係利用熱套配合或者是壓入等，被固定到

壓縮機的框架(密閉容器)等(參閱後述的圖5)，在該情況下，框架與定子2的抵接部，係成為定子鐵心6的芯背5外周圍的圓弧部5a，以該圓弧部5a，前述定子2被固定到前述框架。

【0049】更進一步詳細說明，在前述定子鐵心6的前述芯背5外周圍，設有被固定到前述框架的前述圓弧部5a、以及形成在前述齒4的外周圍側的前述定子凹部17。

【0050】前述定子凹部17，係以沿前述齒4的寬度方向(平行的)之3個直線部(17a、17b、17c)、以及分別連結該3個直線部的各端部之2個直線部(17d、17e)來形成。亦即，前述定子凹部17，具有：與1個前述圓弧部5a相連接並且與前述齒4的寬度方向平行的第1直線部17a、與前述圓弧部一起包挾前述齒並且與設在另一方側的圓弧部相連接並且與前述齒的寬度方向平行的第2直線部17b、在前述第1、第2直線部之間而且設在徑方向內側並且與前述齒的寬度方向平行的第3直線部17c、與該第3直線部17c的其中一端和前述第1直線部17a相連接的第4直線部17d、以及與前述第3直線部17c的另一端和前述第2直線部17b相連接的第5直線部17e；而形成略梯形形狀。

【0051】而且，前述定子凹部17沒有接到前述框架。經由做成這樣的構成，可以抑制旋轉電機內的脈動轉矩或徑方向電磁激振力傳遞到壓縮機的框架。

【0052】而且，把齒末端部16的槽7內側的左右兩端的距離定義為L1，把齒4的幅寬定義為L2，把包挾前述定

8：電樞繞線

8a：U相繞線

8b：V相繞線

8c：W相繞線

9：假想直線

10a、10b、10c、10d：狹縫

11：轉子凹部

11a：曲線部

11b、11c：直線部

12：轉子鐵心

12a：圓弧狀部

12b：裁減部

13、13A：永久磁體插入孔

14、14A：永久磁體

15：軸孔

16：齒末端部

17：定子凹部

17a：第1直線部

17b：第2直線部

17c：第3直線部

17d：第4直線部

17e：第5直線部

20：壓縮機

21：壓縮機構部

- 22：電動機部
- 23：密閉容器
- 24：固定渦輪
- 24a：端板
- 24b：固定渦輪搭接部
- 24c：吐出口
- 25：迴旋渦輪
- 25a：端板
- 25b：迴旋渦輪搭接部
- 25c：凸起部
- 26：框
- 27：曲柄軸
- 27a：曲柄部
- 28：滑動軸承(主軸承)
- 29：下框架
- 30：滾珠軸承
- 31：吸入管
- 32：壓縮室
- 33：氣體通路
- 34：吐出管
- 35：儲油部
- 36：油孔
- 37：配重
- 38：電源端子

【發明圖式】

圖 1

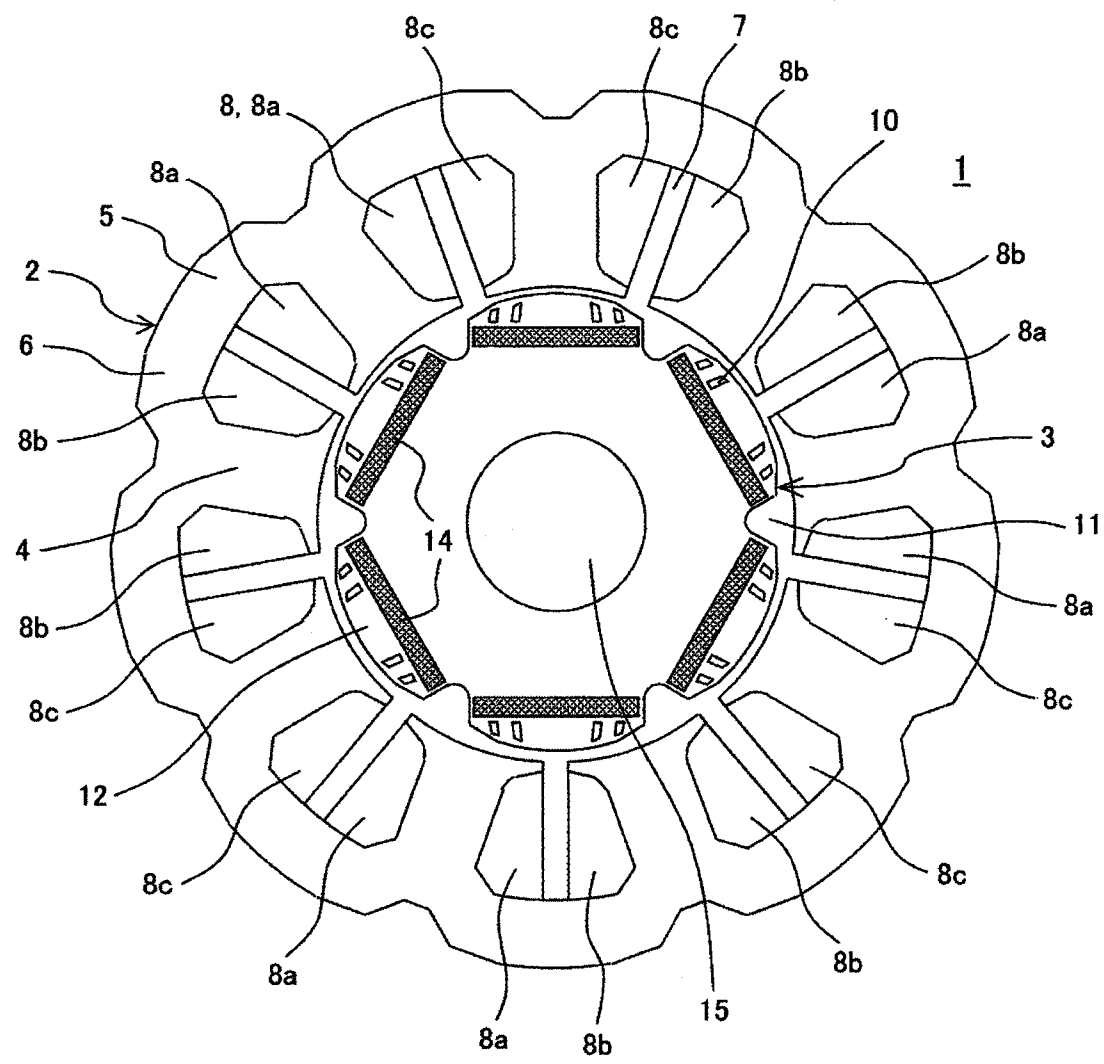


圖 2

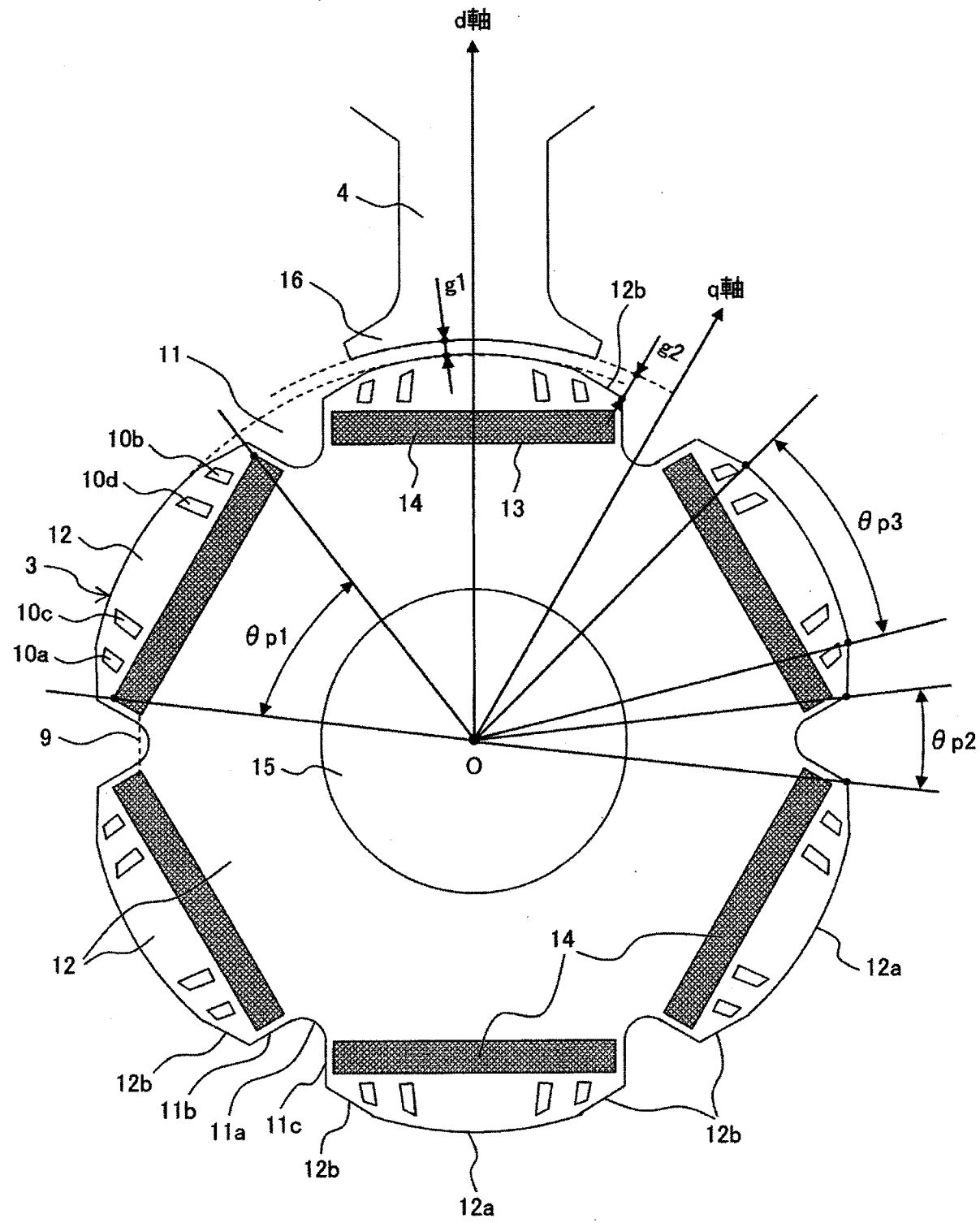


圖 3

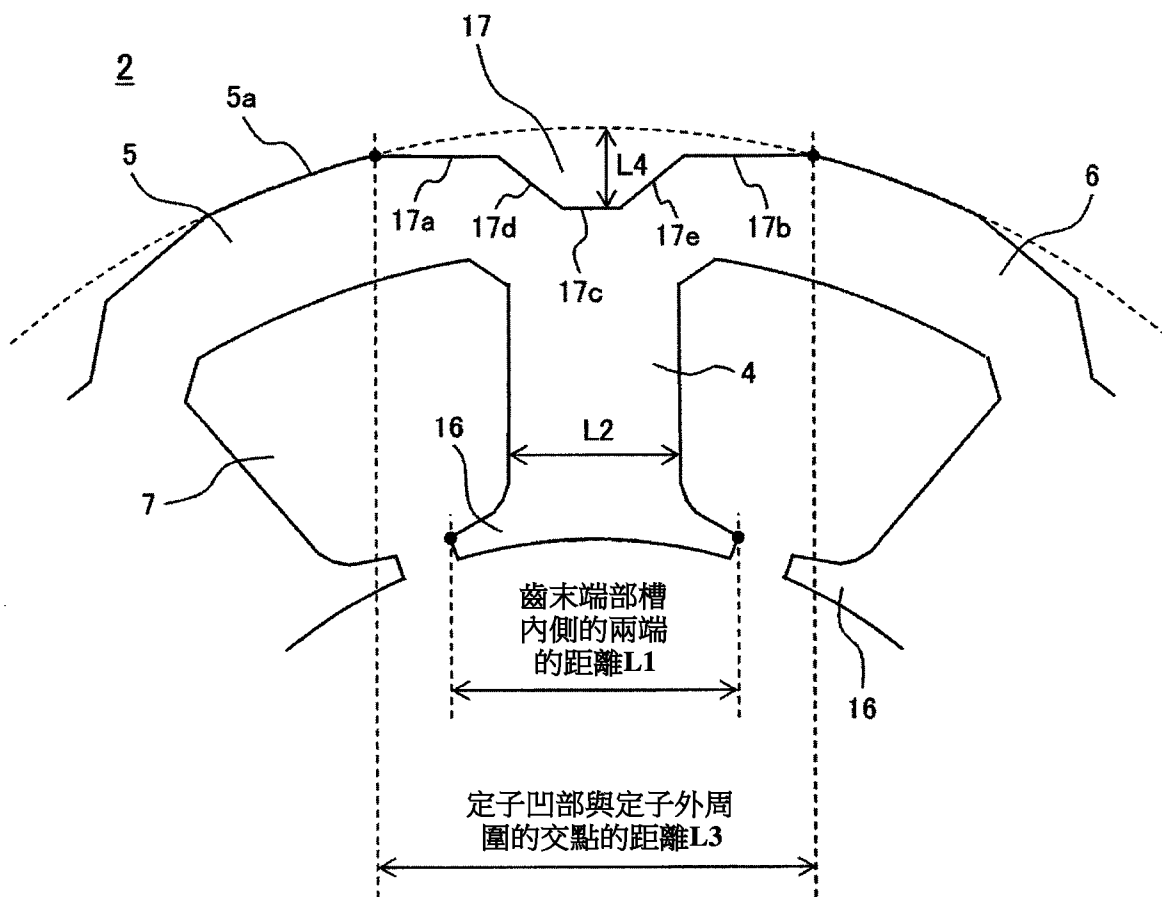


圖 4

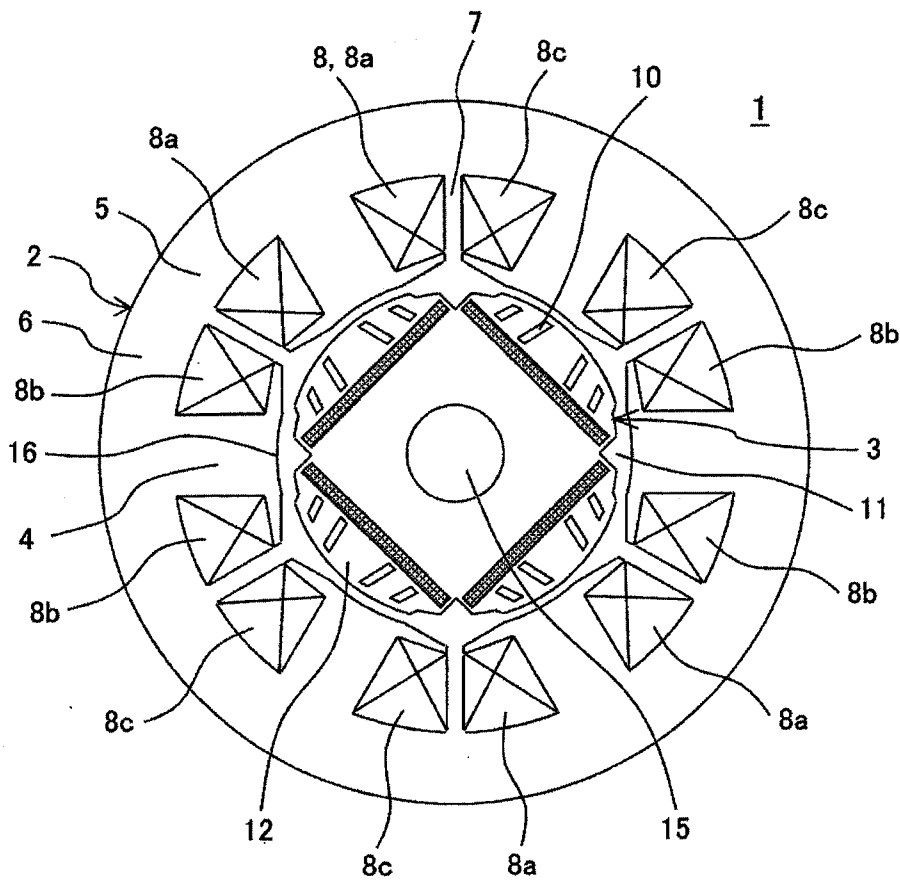
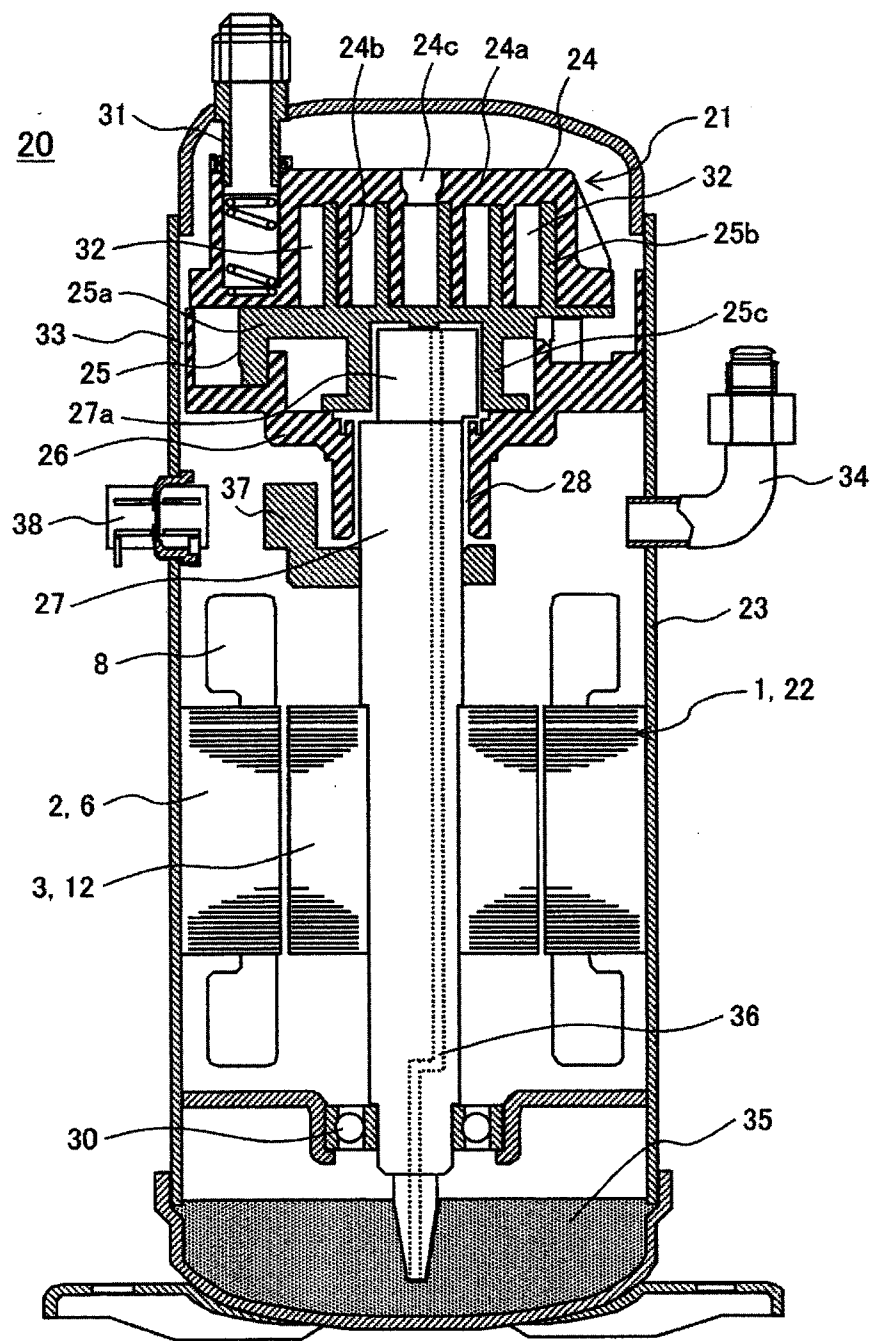
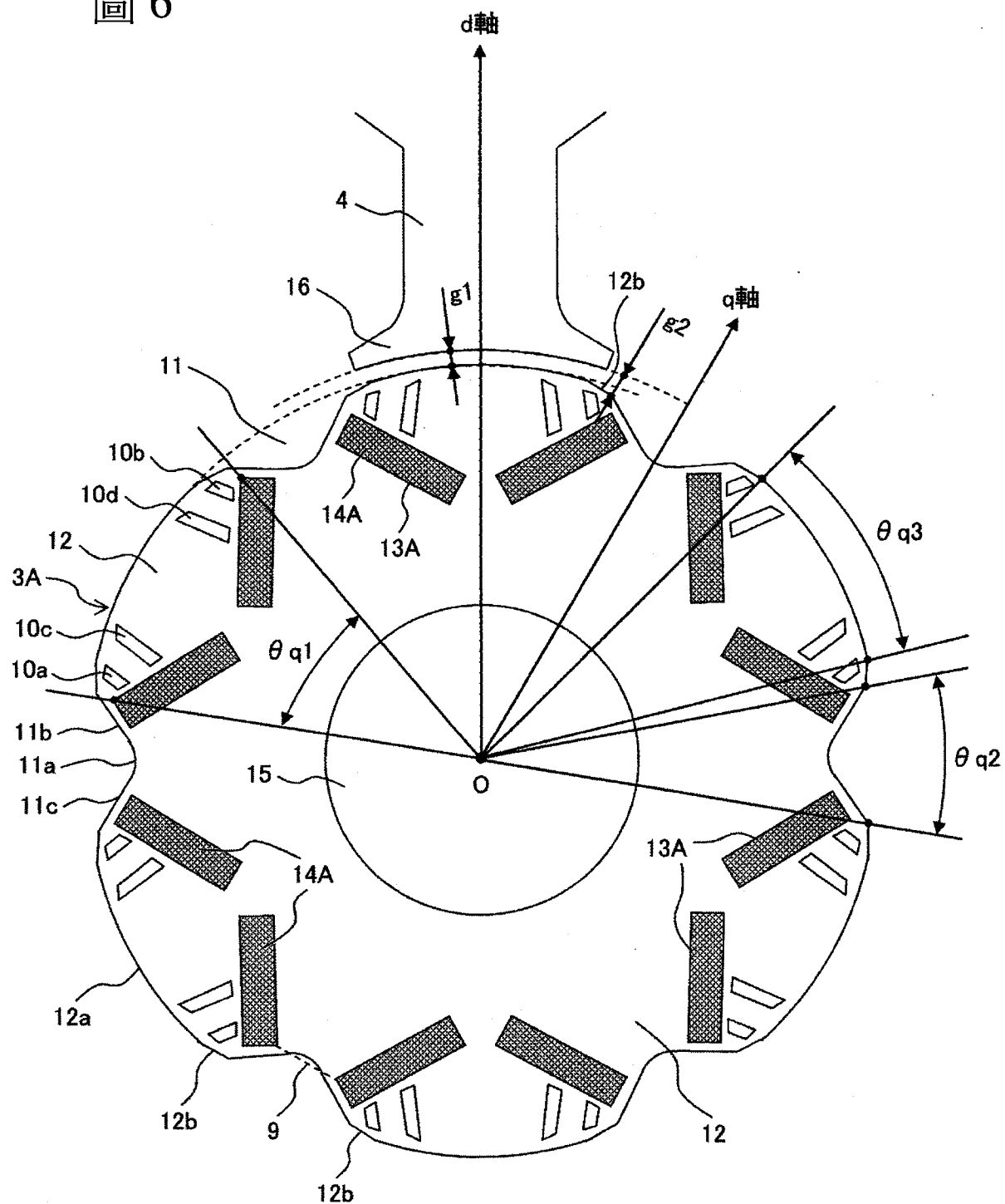


圖 5





【發明說明書】

【中文發明名稱】

永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機

【技術領域】

【0001】本發明有關把場磁用的永久磁體具備到轉子之永磁式旋轉電機，特別是，使用在空調、冷藏庫、冷凍庫、或者是食品展示櫃等中的壓縮機之適合的永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機。

【先前技術】

【0002】以往，在這種的永磁式旋轉電機中，在成為電樞繞線的定子繞線方面採用集中繞組，並且，場磁體方面採用稀土類的釹的永久磁體，追求小型、高效率化。但是，隨著小型、高效率化所致之輸出密度的增加，鐵心的非軌道線形磁特性(磁滯)的影響變得顯著，與採用集中繞組相互作用，空間諧波磁通增大。

【0003】相對於此，在日本實開平3-106869號專利公報(專利文獻1)記載的先前技術中，記載有：以中央部與轉子鐵心的外周圍面形成為同心圓，圓周方向兩端部形成為直線狀(平坦面)的方式，把定子鐵心中的齒末端部(轉子鐵心的對向面)的形狀，做成從轉子鐵心外周圍面遠離者。經此，減低間隙面中的高諧波磁通。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】

[專利文獻1] 日本實開平3-106869號專利公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0005】在定子繞線方面採用集中繞組，而且，在場磁體方面採用高磁通密度的永久磁體，經此，永磁式旋轉電機的效率飛躍性地提升。但是其相反面，相對於把定子繞線做成分布繞組而做成集中繞組之下，原理上除了增加高諧波磁通，還有高磁通密度的永久磁體助長其高諧波磁通之結果。亦即，有這樣的課題：隨著小型、高效率化所致之輸出密度的增加，鐵心的非軌道線形磁特性增加，更進一步，高磁通密度的永久磁體係磁力變大的緣故，永磁式旋轉電機本身的振動或噪音也容易增加，特別是，在裝入到壓縮機的情況下，最刺耳的中音域的頻率帶會顯著化。

【0006】在上述專利文獻1中，把定子鐵心中的齒末端部的形狀，做成中央部與轉子鐵心為同心圓，圓周方向兩端部為直線狀，而從轉子鐵心外周圍面遠離，藉此，使間隙面中的高諧波磁通減低。經此，正弦波化感應電動勢波形而可以正弦波化電樞電流，減低藉由感應電動勢與電樞電流的相互作用而產生的高諧波磁通。該結果，可以減低產生在永磁式旋轉電機的脈動轉矩或徑方向電磁激振力

的緣故，可以減低振動或噪音。

【0007】但是，在上述專利文獻1中，可以減低比較低音域的頻率帶與比較高音域的頻率帶的噪音，但對最刺耳的中音域的頻率帶的噪音無法充分減低。

【0008】該理由係因為，在專利文獻1的情況下，齒末端部的兩端部從轉子鐵心外周圍面遠離的話，定子的槽剖面積減少，可惜插入到槽的電樞繞線變少，所以雖不會使永磁式旋轉電機的效率等的性能下降，但減低電動機內的磁通的高諧波成分是有其界限。

【0009】而且，為了低噪音化壓縮機，是有必要減少電動機本身產生的振動，或是不讓電動機的振動傳遞到壓縮機的框架(例如密閉容器)。為了減少電動機的振動，如上述，減低產生在永磁式旋轉電機(電動機)內的磁通的高諧波成分，減少脈動轉矩或徑方向電磁激振力等是有效的。

【0010】另一方面，為了不讓電動機的振動傳遞到壓縮機的框架，具有使電動機的振動衰減的功能之電動機構造或固定方法是有效的。

【0011】從而，為了壓縮機的高效率、低噪音化，作為充分減低產生在電動機內的磁通的高諧波成分而減少脈動轉矩及徑方向電磁激振力，而且電動機的振動難以傳遞到壓縮機的框架之構造是重要的。

【0012】本發明的目的，係得到一種小型、高效率且低噪音的永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機。

[解決課題之手段]

【0013】為了達成上述目的，本發明係一種永磁式旋轉電機，具備：定子，其係具有：圓環形狀的芯背、從該芯背朝向徑方向內側突出並配列在圓周方向之複數個齒、具有形成在該齒之間的複數個槽之定子鐵心、以及被捲繞裝設在配設在前述槽內之前述齒之電樞繞線，且被固定到框架；以及轉子，其係具有：轉子鐵心、以及埋設在該轉子鐵心並配設複數個在圓周方向之永久磁體，隔著空隙與前述定子配置成自由旋轉；其特徵為：前述定子，具備：形成在前述芯背中的前述槽的外周圍側並被固定到前述框架之圓弧部、以及形成在前述芯背中的前述齒的外周圍側之定子凹部；前述定子凹部，具有：與1個前述圓弧部相連接並且與前述齒的寬度方向平行的第1直線部、與前述圓弧部一起包夾前述齒並且與設在另一方側的圓弧部相連接並且與前述齒的寬度方向平行的第2直線部、在前述第1、第2直線部之間而且設在比起前述第1、第2直線部更位於徑方向內側並且與前述齒的寬度方向平行的第3直線部、與該第3直線部的其中一端和前述第1直線部相連接的第4直線部、以及與前述第3直線部的另一端和前述第2直線部相連接的第5直線部，而形成略梯形形狀；在把前述齒中的齒末端部的槽內側的兩端的距離作為L1、把前述齒的幅寬作為L2、把包夾前述定子凹部而設在兩側的前述圓弧部與前述定子凹部相交的點彼此連結的直線距離作為L3的情況下，構成

$$L2 < L1 < L3$$

的關係。

【0014】本發明之其他的特徵，係一種壓縮機，具備：壓縮作動流體也就是氣體的容積之壓縮機構部、以及驅動該壓縮機構部之永磁式旋轉電機；其特徵為：前述永磁式旋轉電機，係搭載有上述永磁式旋轉電機。

[發明效果]

【0015】根據本發明，是有可以得到一種小型、高效率且低噪音的永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機的效果。

【圖式簡單說明】

【0016】

[圖1] 為表示本發明的永磁式旋轉電機的實施例1之剖視圖。

[圖2] 為表示於圖1所示的永磁式旋轉電機的轉子的形狀之剖視圖。

[圖3] 為表示於圖1所示的永磁式旋轉電機的定子的定子鐵心形狀之重要部分剖視圖。

[圖4] 為表示永磁式旋轉電機的參考例之剖視圖。

[圖5] 為表示本發明的實施例2的圖，乃是使用了永磁式旋轉電機的壓縮機的縱剖視圖。

[圖6] 為表示本發明的實施例3的圖，乃是表示永磁式旋轉電機的轉子的形狀之剖視圖，為相當於圖2的圖。

【實施方式】

【0017】 以下，使用圖面說明，本發明的永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機的具體的實施例。各圖中，賦予相同元件符號的部分係表示相同或者是相當的部分。

[實施例 1]

【0018】 使用圖 1～圖 4 說明本發明的永磁式旋轉電機的實施例 1。圖 1 為表示本發明的永磁式旋轉電機的實施例 1 之剖視圖；圖 2 為表示圖 1 所示的永磁式旋轉電機的轉子的形狀之剖視圖；圖 3 為表示圖 1 所示的永磁式旋轉電機的定子的定子鐵心形狀之重要部分剖視圖；圖 4 為表示永磁式旋轉電機的參考例之剖視圖。

【0019】 在本實施例 1 的說明中，說明有關把本發明適用到利用 6 極的轉子與 9 槽的定子 (6 極 9 槽) 所構成的永磁式旋轉電機之情況。尚且，轉子的極數與定子的槽數的比為 2：3，但是，對其他的極數或槽數、其他的轉子的極數與定子的槽數的比也可以同樣適用，可以達到大致同樣的效果。例如，轉子的極數也可以是 4 極或 8 極等。尚且，圖 4 表示的永磁式旋轉電機，係利用 4 極的轉子與 6 槽的定子所構成者。而且，本實施例中的永磁式旋轉電機，乃是永久磁體埋設到轉子鐵心之所謂的埋入磁體型的旋轉電機者。

【0020】 以下的說明中，所謂「軸方向」係表示轉子

子凹部 17 而設在兩側的前述圓弧部 5a 與前述定子凹部 17 相交的點彼此連結的直線距離 (不與齒 4 背側的框架相接的部分的距離) 定義為 L3。更具體說明前述距離 L3，乃是包挾定子鐵心 5 外周圍的前述定子凹部 17 而設在兩側的圓弧部 5a 的其中一方與前述定子凹部 17 的前述第 1 直線部 17a 相交的點、以及圓弧部 5a 的另一方與前述第 2 直線部 17b 相交的點之距離。如此，在定義了前述 L1、L2、L3 時，在本實施例中，構成滿足：

$$L2 < L1 < L3$$

這樣的關係。

而且，前述定子凹部 17 的深度 L4，係構成比起齒 4 的長度或芯背 5 的厚度還要短，做成盡可能不損失旋轉電機內的有效磁通的流動。

【0053】如以上說明，本實施例 1，係做成組合了圖 2 說明的轉子 3 構造、以及圖 3 說明的定子 2 的構造之永磁式旋轉電機，經此，可以充分減低電樞反作用的影響所致之旋轉電機內磁通的高諧波成分，所以，抑制脈動轉矩或徑方向電磁激振力的產生而可以追求小型、高效率、低噪音化。而且，也可以抑制在旋轉電機內產生的脈動轉矩或徑方向電磁激振力傳遞到框架。

【0054】其結果，可以得到在小型、高效率下為低噪音之優異的永磁式旋轉電機，把該永磁式旋轉電機 1，採用到構成冷凍循環的壓縮機的話，可以得到在小型、高效率下為低噪音的壓縮機。

【0055】亦即，根據本實施例，得到以下效果：可以得到不會使定子的槽剖面積減少，可以減低磁通的高諧波成分，在小型、高效率下為低噪音的永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機。

[實施例2]

【0056】利用圖5說明本發明的實施例2。圖5為表示本實施例2之圖，乃是使用永磁式旋轉電機之壓縮機的縱剖視圖。

圖5表示的壓縮機20，具備：縮小冷媒等的作動流體也就是氣體的容積之壓縮機構部21、以及驅動前述壓縮機構部21之電動機部22；前述電動機部22，係搭載著上述的實施例1的永磁式旋轉電機1。本實施例2中的前述壓縮機20，係使用在空調機等的冷凍循環裝置的緣故，所以前述壓縮機構部21與前述電動機部22被收容到圓桶狀的密閉容器(框架)23內。而且，在前述密閉容器23內，作為作動流體，封入R32冷媒。

【0057】詳細說明圖5表示的壓縮機20的構成。

在前述密閉容器23內，收容著前述壓縮機構部21與前述電動機部22。

前述壓縮機構部21，係在本實施例中，利用具備固定渦輪24與迴旋渦輪25之渦卷式壓縮機構來構成，前述固定渦輪24係用螺栓等的緊固手段緊固到被固定在前述密閉容器23的內部面之框架26。

【0058】前述固定渦輪 24，係利用端板 24a、形成直立在該端板 24a 之渦卷狀的固定渦輪搭接部 24b、形成在前述端板 24a 的略中央部的吐出口 24c 等來構成。前述迴旋渦輪 25，係利用端板 25a、形成直立在該端板 25a 之渦卷狀的迴旋渦輪搭接部 25b、形成在前述端板 25a 的背面中央之凸起部 25c 等來構成。

【0059】前述迴旋渦輪 25 嚙合到前述固定渦輪 24，經由旋轉前述電動機部(永磁式旋轉電機)22，透過曲柄軸 27 讓前述迴旋渦輪 25 迴旋運動而進行壓縮動作。

【0060】亦即，前述曲柄軸 27，係插入到形成在前述電動機部 22 的轉子 3 的軸孔 15(參閱圖 1、圖 2)而與前述轉子 3 構成為一體，在該曲柄軸 27 上端部形成曲柄部(偏心銷部)27a。而且，曲柄軸 27 的前述曲柄部 27a，係插入到前述迴旋渦輪 25 的前述凸起部 25c 而卡合。前述曲柄軸 27，係利用設在前述框架 26 的滑動軸承(主軸承)28、以及設在前述密閉容器 23 內的下部的下框架 29 之滾珠軸承 30，而被旋轉支撐著。

【0061】從而，驅動前述電動機部 22，前述轉子 3 旋轉的話，前述曲柄軸 27 也旋轉，透過前述曲柄部 27a 使前述迴旋渦輪 25 迴旋運動。迴旋渦輪 25 開始迴旋運動的話，冷凍循環的冷媒氣體係從吸入管 31 被吸入到形成在前述固定渦輪 24 的外周圍側之吸入室，從這裡被關閉到用固定渦輪 24 與迴旋渦輪 25 所形成的壓縮室 32 後，與迴旋渦輪 25 的迴旋運動一起被壓縮而移動到中央側，從前述吐出口 24c

吐出到前述密閉容器23上部的吐出室。

【0062】亦即，利用固定渦輪24及迴旋渦輪25所形成之壓縮室32中位置在最外徑側的壓縮室，係隨著迴旋運動朝向兩渦輪構件24、25的中心移動，逐漸縮小容積。前述壓縮室32到達兩渦輪構件24、25的中心附近的話，壓縮室32係與吐出口24c連通，壓縮氣體係從壓縮室32透過吐出口24c吐出到前述吐出室。

【0063】該被吐出的壓縮冷媒氣體，係從前述吐出室，通過設在前述固定渦輪24及前述框架26的外周圍側之氣體通路33，流動到前述框架26下部的電動機室側而分離出冷媒氣體中的油後，從設在前述密閉容器23的側壁的吐出管34供給到冷凍循環。分離出的油係儲留到形成在前述密閉容器23的下部之儲油部35。儲留在該儲油部35的油，係透過在前述曲柄軸27的內部形成在軸方向的油孔36，利用前述曲柄軸27的旋轉所致之離心力、或吐出壓力與低壓側的差壓，供給到前述滑動軸承28、前述滾珠軸承30、及前述壓縮機構部21的各滑動部。

【0064】尚且，元件符號8為定子2的電樞繞線，元件符號37為配重，元件符號38為電源端子。以永磁式旋轉電機1所構成的前述電動機部22，係藉由另外設置的逆變器(Inverter，未圖示)而被控制，旋轉在適合壓縮動作的旋轉速度。

【0065】用表1說明搭載了上述的實施例1的永磁式旋轉電機之本實施例2的壓縮機的效果。表1為表示了兩個實

測結果的表；一個是進行了上述的本實施例2的壓縮機20所致之噪音的聽覺試驗之實測結果；另一個是壓縮機的基本構成與實施例2的壓縮機20相同，但是僅是把實施例2的永磁式旋轉電機的部份，裝入到圖4所示的參考例之搭載了旋轉電機的壓縮機、或者是習知一般的永磁式旋轉電機之壓縮機所致之噪音的聽覺試驗之實測結果。

【0066】

[表 1]

工作表 1		
搭載了各種旋轉電機之壓縮機的聽覺試驗結果		
噪音的頻率帶域	搭載了圖4的參考例的 旋轉電機之壓縮機	搭載了實施例1的 旋轉電機之壓縮機
低音域	○	○
中音域	△	○
高音域	○	○
噪音 (dB)	67.4	64.3

【0067】表1中，作為刺耳的噪音的頻率帶域，係大致區分為低音域、中音域、高音域之3個。低音域乃是頻率帶域未達1kHz者，中音域乃是頻率帶域為1kHz以上、未達4kHz者，高音域乃是頻率帶域為4kHz以上、10kHz以下者。

【0068】根據實驗，了解到在搭載了以往一般的永磁式旋轉電機之壓縮機(以下也稱為習知的壓縮機)中，在聽覺，特別是成為問題的中音域的噪音成分表現出更為顯著。而且，在搭載了圖4表示的參考例的旋轉電機之壓縮

機(以下也稱為參考例的壓縮機)中，相對於習知的壓縮機，對低音域及高音域的噪音成分而言是有減低效果，但是，對中音域的噪音成分而言，聽覺上是有若干程度的變化，卻無法充分減低。

【0069】另一方面，在搭載了上述的實施例1的旋轉電機之本實施例2的壓縮機，亦即，搭載了組合了圖2表示的轉子形狀與圖3表示的定子形狀的旋轉電機之壓縮機的情況下，對低音域及高音域的噪音成分而言，與參考例的壓縮機相比較，確認了除了具有同樣的噪音減低效果，還加上可以大幅減低中音域的噪音成分。

【0070】分析了噪音的產生要因之處，在參考例的壓縮機中，作為旋轉電機內磁通的高諧波成分，觀測到大幅減低5次、7次之低次的高諧波成分、與25次或27次成分之比較高次的高諧波成分。但是，了解到作為旋轉電機內磁通的高諧波成分，有關11次或13次成分、15次或17次成分之比較中音域的高諧波成分，幾乎沒有減低。

【0071】另一方面，了解到在搭載了實施例1的旋轉電機之本實施例2的壓縮機的情況下，與參考例的壓縮機同樣，可以減低旋轉電機內磁通的低次及高次的高諧波成分，並且，也就有關比較中音域的高諧波成分，與參考例的壓縮機相比，可以大幅減低。該理由係在本實施例2的壓縮機的情況下，在可以充分減低旋轉電機內磁通的高諧波成分之下，也可以抑制旋轉電機內的脈動轉矩及徑方向電磁激振力傳遞到壓縮機20的密閉容器(框架)23，並因此

所得之。

【0072】尚且，如表1表示，在參考例的壓縮機中，整體的噪音值為67.4dB，相對於此，在本實施例2的壓縮機中，前述噪音值減低到64.3dB。如此，根據本實施例2的壓縮機，除了可以大幅減低在聽覺特別是成為問題的中音域的噪音成分，還可以減低整體的噪音值。

【0073】而且，在本實施例2中，如上述，使用前述的實施例1的永磁式旋轉電機1到壓縮室20的緣故，可以得到在小型、高效率下為低噪音的壓縮機20。亦即，前述永磁式旋轉電機1具有在圖2說明的構造的轉子3的緣故，永磁式旋轉電機1的力矩可以比習知的更大，特別是可以在高速域中為大。而且，也可以抑制電樞反作用的影響所致之電力因數下降的緣故，可以抑制再高速域下的力矩下降。為此，可以追求永磁式旋轉電機的高效率化或小型化。

【0074】經由作為搭載了這樣的小型、高效率的永磁式旋轉電機之壓縮機，可以追求壓縮機的效率提升，也可以節能化。而且，壓縮機的高速運轉遂為可能等，可以擴展運轉範圍。

【0075】而且，在現在的空調機中，在密閉容器23內封入有R410A冷媒者為多，永磁式旋轉電機的周圍溫度為80℃以上者為多。在本實施例中，採用地球暖化係數更小的R32冷媒的緣故，周圍溫度更進一步上升。永久磁體14，特別是釹磁鐵，係高溫的話殘留磁通密度下降，為了

確保相同輸出，電樞電流增加，但是，以搭載了上述實施例1之高效率的永磁式旋轉電機1之壓縮機的方式，可以抑制效率下降。

【0076】而且，在本實施例2，採用R32作為冷媒，但是，R32或He等的冷媒，係與R22、R407C、R410A等的冷媒相比，來自壓縮機中的間隙的洩漏為大，特別是在低速運轉時，相對於循環量的洩漏的比例變大，為此效率下降。在為了低循環量(低速運轉)時的效率提升方面，小型化前述壓縮機構部，為了得到相同循環量而提升轉速的話，可以減低洩漏損失。更進一步，理想上為了確保最大循環量，也提升最大轉速。

【0077】相對於此，經由決定搭載了上述實施例1的永磁式旋轉電機1之壓縮機，可以增大最大力矩及最大轉速，也可以減低在高速域下的損失。如此，本實施例2的壓縮機，係在作為冷媒採用R32或He等容易洩漏的冷媒的情況下是特別有效，可以追求效率提升。

【0078】而且，根據本實施例，如圖3表示，在永磁式旋轉電機1中的定子2的外周圍設有大面積的前述定子凹部17的緣故，沿密閉容器(框架)23內周圍面到達沿著定子2的上表面之潤滑油，係容易通過前述定子凹部17。經此，也可以減低在高速運轉時，壓縮機內部的潤滑油量不足的斷油。

【0079】尚且，本實施例2中使用R32作為冷媒，但是，本發明並不限制冷媒的種類。而且，壓縮機在圖5的

表示例中是渦輪式壓縮機，但是，旋轉式壓縮機等，具有其他的壓縮機構之壓縮機，也同樣可以適用本發明。

[實施例 3]

【0080】使用圖 6 說明本發明的實施例 3。圖 6 為表示本實施例 3 之圖，乃是表示永磁式旋轉電機的轉子的形狀之剖視圖，為相當於上述圖 2 之圖。

圖 6 中，關於與圖 2 相同的部分，賦予相同元件符號而省略說明，說明有關不同的部分。

【0081】本實施例 3，係與實施例 1 的圖 2 表示的轉子 3 不同，轉子 3A 的磁極之每一極具備 2 片永久磁體 14A。而且，圖 6 表示的剖面中，前述 2 片永久磁體 14A，係相對於軸孔 15 配置成凸的 V 字形狀。亦即，二個永久磁體 14A 的剖面，係分別與實施例 1 為同樣的形狀，但是，把 d 軸作為對稱軸，朝向轉子 3 的旋轉中心 O 配置成凸的 V 字形。經此，追求高扭力化。

【0082】而且，於本實施例 3，轉子 3A 中其他的構成，係構成與上述實施例 1 的轉子 3 同樣。亦即，具備轉子凹部 11，轉子 3A 中的各角度 θ_{p1} 、 θ_{p2} 、 θ_{p3} 等的值也構成同樣。

【0083】做成組合了該實施例 3 的轉子 3A、以及在實施例 1 的圖 3 所說明的構造的定子 2 之永磁式旋轉電機，經此，可以充分減低電樞反作用的影響所致之旋轉電機內磁通的高諧波成分，所以，抑制脈動轉矩或徑方向電磁激振

力的產生而可以追求小型、高效率、低噪音化。而且，也可以抑制在旋轉電機內產生的脈動轉矩或徑方向電磁激振力傳遞到框架。

更進一步，也在本實施例3中，與實施例1同樣，可以抑制在高速域下的力矩下降，也從這點，永磁式旋轉電機的高效率化或小型化遂為可能，可以得到與上述實施例1同樣的效果。

【0084】尚且，本發明並不限定於上述的實施例，包含有各式各樣的變形例。而且，上述的實施例係為了容易理解地說明本發明而詳細說明，未必會限定在具備已說明之全部的構成。

【符號說明】

【0085】

- 1：永磁式旋轉電機(驅動用電動機)
- 2：定子
- 3、3A：轉子
- 4：齒
- 5：芯背
- 5a：圓弧部
- 5b：定子凹部
- 6：定子鐵心
- 7：槽

I655828

【發明摘要】

【中文發明名稱】

永磁式旋轉電機及使用其之壓縮機

【中文】

[課題] 得到小型、高效率且為低噪音的永磁式旋轉電機。

[解決手段] 永磁式旋轉電機，具備：具有複數個齒與槽之定子鐵心、和電樞繞線之定子、以及具有轉子鐵心、和埋設到該轉子鐵心之複數個永久磁體之轉子。定子，具備：被固定到框架之圓弧部、以及形成在外周圍側之定子凹部；該定子凹部，具有：與圓弧部相連接並且與齒的寬度方向平行的第1、第2直線部、設在徑方向內側並且與齒的寬度方向平行的第3直線部、以及連接該第3直線部第1、第2直線部之第4、第5直線部，而形成略梯形形狀；在把齒末端部的槽內側的兩端的距離作為(L1)、把齒的幅寬作為(L2)、把包挾定子凹部並且設在兩側之前述圓弧部與前述定子凹部相交的點彼此連結的直線距離作為(L3)時，構成「 $L2 < L1 < L3$ 」的關係。

【指定代表圖】第(3)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2：定子

4：齒

5：芯背

5a：圓弧部

6：定子鐵心

7：槽

16：齒末端部

17：定子凹部

17a：第1直線部

17b：第2直線部

17c：第3直線部

17d：第4直線部

17e：第5直線部

L2：幅寬

L4：深度

【特徵化學式】無

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種永磁式旋轉電機，具備：

定子，其係具有：圓環形狀的芯背、從該芯背朝向徑方向內側突出並配列在圓周方向之複數個齒、具有形成在該齒之間的複數個槽之定子鐵心、以及被捲繞裝設在配設在前述槽內之前述齒之電樞繞線，且被固定到框架；以及

轉子，其係具有：轉子鐵心、以及埋設在該轉子鐵心並配設複數個在圓周方向之永久磁體，隔著空隙與前述定子配置成自由旋轉；

其特徵為：

前述定子，具備：形成在前述芯背中的前述槽的外周圍側並被固定到前述框架之圓弧部、以及形成在前述芯背中的前述齒的外周圍側之定子凹部；

前述定子凹部，具有：與1個前述圓弧部相連接並且與前述齒的寬度方向平行的第1直線部、與前述圓弧部一起包挾前述齒並且與設在另一方側的圓弧部相連接並且與前述齒的寬度方向平行的第2直線部、在前述第1、第2直線部之間而且設在比起前述第1、第2直線部更位於徑方向內側並且與前述齒的寬度方向平行的第3直線部、與該第3直線部的其中一端和前述第1直線部相連接的第4直線部、以及與前述第3直線部的另一端和前述第2直線部相連接的第5直線部，而形成略梯形形狀；

在把前述齒中的齒末端部的槽內側的兩端的距離作為

L1、把前述齒的幅寬作為L2、把包挾前述定子凹部而設在兩側的前述圓弧部與前述定子凹部相交的點彼此連結的直線距離作為L3的情況下，構成

$$L2 < L1 < L3$$

的關係。

【第2項】

如請求項1的永磁式旋轉電機，其中，

在把前述永久磁體的磁通軸作為d軸，把與前述d軸電角度正交的軸作為q軸的情況下，

前述轉子鐵心，具有：在前述q軸上凹陷到內周圍側的轉子凹部；

前述轉子凹部，係利用沿前述永久磁體的厚度方向之二個直線部、以及連接到前述二個直線部的轉子內周圍側的各端部之曲線部所構成；

在前述轉子的旋轉中心O的周圍中，前述永久磁體的外周圍側的磁極面的端部間的角度為 θ_{p1} ，前述二個直線部的轉子外周圍側的各端部間的角度為 θ_{p2} 的情況下，前述角度 θ_{p1} 與前述角度 θ_{p2} 的關係，為

$$0.18 \leq \theta_{p2} / \theta_{p1} \leq 0.5$$

這樣的構成。

【第3項】

如請求項2的永磁式旋轉電機，其中，

前述曲線部，係比起連結位置在前述q軸的兩側之二個永久磁體的內周圍側磁極面之與前述q軸對向的各端部

之間的假想直線，更位置在轉子內周圍側。

【第4項】

如請求項2的永磁式旋轉電機，其中，

相對於前述 q 軸為幾何上的直角方向中，前述二個直線部的間隔，係從轉子內周圍側朝向轉子外周圍側擴開。

【第5項】

如請求項2的永磁式旋轉電機，其中，

前述轉子鐵心中的磁極面具有圓弧狀部。

【第6項】

如請求項5的永磁式旋轉電機，其中，

在前述圓弧狀部與前述永久磁體的外周圍側磁極面之間，複數的狹縫係相對於前述 d 軸對稱設置。

【第7項】

如請求項5的永磁式旋轉電機，其中，

前述轉子鐵心中的磁極面，係具有連接到前述圓弧狀部的端部之裁減部，前述圓弧狀部係透過前述裁減部連接到前述轉子凹部，而且，前述裁減部與前述定子之間的空隙，係構成比起前述圓弧狀部與前述定子的空隙，還要寬。

【第8項】

如請求項7的永磁式旋轉電機，其中，

前述裁減部，係形成在前述圓弧狀部的兩側，這些裁減部，係分別連接到分別形成前述轉子凹部之二個直線部中近的這一方的直線部的轉子外周圍側端部，而且，形成

直線狀。

【第9項】

如請求項7的永磁式旋轉電機，其中，

前述轉子凹部的剖面積，係比起前述裁減部的剖面積，還要大。

【第10項】

如請求項5的永磁式旋轉電機，其中，

前述轉子的旋轉中心O的周圍中，前述圓弧狀部的角度 $\theta p3$ 係電角度為 90° 以上 120° 以下者。

【第11項】

如請求項2的永磁式旋轉電機，其中，

前述轉子的極數與前述定子的槽數的比為2：3。

【第12項】

如請求項2的永磁式旋轉電機，其中，

埋設在前述轉子鐵心之永久磁體，係以前述轉子的磁極每一極2片的永久磁體來構成；前述2片的永久磁體，係把前述d軸作為對稱軸，朝向轉子的旋轉中心O配置成凸的V字形。

【第13項】

一種壓縮機，具備：壓縮作動流體也就是氣體的容積之壓縮機構部、以及驅動該壓縮機構部之永磁式旋轉電機；其特徵為：

前述永磁式旋轉電機，係搭載有如請求項1～12中任一項的永磁式旋轉電機。

【 第 14 項 】

如請求項 13 的壓縮機，其中，
在前述壓縮機封入有 R32 冷媒。