



(21)申請案號：109104227 (22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 11 日

(51)Int. Cl. : **H02K7/09 (2006.01)** **H02K21/22 (2006.01)**
F16C32/02 (2006.01)

(30)優先權：2019/03/14 日本 2019-046982
2019/08/22 日本 2019-151775

(71)申請人：日商岩城股份有限公司 (日本) IWAKI CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：鬼塚敏樹 ONIDUKA, TOSHIKI (JP)；是枝進一郎 KOREEDA, SHINICHIROU (JP)；
龜井利晃 KAMEI, TOSHIAKI (JP)；關拓哉 SEKI, TAKUYA (JP)

(74)代理人：廖鈺達

(56)參考文獻：

TW	201722035A	JP	59-43220A
JP	4557245B2	US	6268674B1

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：20 共 42 頁

(54)名稱
磁性軸承、具備該磁性軸承的驅動裝置以及泵

(57)摘要

一種磁性軸承，具備：設置在轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；配置在軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，軸承定子部件具有磁芯和線圈，磁芯的縱剖面形狀包括：第 1 部分，其在與面對軸承轉子部件的方向正交的第 1 方向上延伸，且線圈捲繞在第 1 部分上；一對第 2 部分，其從第 1 部分的第 1 方向上的兩個端部開始朝向軸承轉子部件一側延伸，之後沿第 1 方向朝向彼此接近的方向延伸；一對第 3 部分，其從一對第 2 部分的各個頂端部開始朝向軸承轉子部件一側延伸；軸承轉子部件包括給軸承轉子部件以及磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵。

指定代表圖：



Φ : 方向

圖 1



I834809

【發明摘要】

【中文發明名稱】 磁性軸承、具備該磁性軸承的驅動裝置以及泵

【中文】

一種磁性軸承，具備：設置在轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；配置在軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，軸承定子部件具有磁芯和線圈，磁芯的縱剖面形狀包括：第1部分，其在與面對軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，且線圈捲繞在第1部分上；一對第2部分，其從第1部分的第1方向上的兩個端部開始朝向軸承轉子部件一側延伸，之後沿第1方向朝向彼此接近的方向延伸；一對第3部分，其從一對第2部分的各個頂端部開始朝向軸承轉子部件一側延伸；軸承轉子部件包括給軸承轉子部件以及磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

100: 泵
10: 磁性軸承
11: 軸承轉子部件
12: 軸承定子部件
13: 永磁鐵
14: 磁軛
15: 磁軛
17: 磁芯
18: 線圈
20: 轉子
21: 軸承/驅動部
22: 泵輪
30: 驅動機構
31: 從動磁體
32: 馬達定子
33: 馬達定子磁芯
34: 馬達線圈
41: 前蓋
42: 後蓋
43: 磁軛支座
44: 殼體
51: 吸入口

A:密閉空間

A1:泵室

A2:環狀空間

X:軸

Y:軸

Z:軸

Ψ :方向

Θ :方向

Φ :方向

【發明說明書】

【中文發明名稱】 磁性軸承、具備該磁性軸承的驅動裝置以及泵

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種磁性軸承、具備該磁性軸承的驅動裝置以及泵。

【先前技術】

【0002】 已知通過磁性力非接觸地對泵裝置的泵輪的重量等進行支承的磁性軸承（例如，參照專利文獻1）。如圖20所示，這樣的磁性軸承300，例如由設置在具備泵輪300a的轉子301上的軸承轉子部件306，和固定於殼體309的軸承定子部件302構成。

【0003】 現有技術文獻

【0004】 專利文獻1：日本特開2005－121157號公報

【0005】 在這類磁性軸承300中，通過穿過由構成軸承定子部件302的コ字型的磁芯304與軸承轉子部件306形成的磁性回路的磁通 ϕ ，對轉子301施加朝規定位置復原的復原力。已知，例如軸承定子部件302的磁芯304的長度，與軸承轉子部件306在推力方向上的厚度L越大致相等且盡可能越薄，則復原力越大。

【0006】 另一方面，磁通 ϕ 被軸承定子部件302的線圈305控制。為了提高響應性，需要使得線圈305的電感盡可能地小。線圈的電感，與線圈的剖面面積S成正比，且與線圈長度l成反比。因此，為了提高線圈305的響應性，需要以減小線圈305的剖面面積S，並且增大線圈305的長度l的方式，在磁芯304上捲繞線圈305。

【0007】 但是，若線圈長度 L 增長，則轉子301在軸承轉子部件306的推力方向上的厚度 L 也增大。因此，轉子301的復原力會降低。特別地，轉子301傾斜時的復原力矩降低，並且推力方向上的磁性軸承300的尺寸（大小）會變大。

【發明內容】

【0008】 本發明鑒於上述情況而提出，其目的在於提供一種能夠增強轉子的復原力，並且能夠提高響應性的磁性軸承，具備該磁性軸承的驅動裝置以及泵。

【0009】 解決技術問題的方法

【0010】 本發明的磁性軸承，是通過磁性力非接觸地支承轉子的磁性軸承，具備：設置在所述轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件，和配置在所述軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，所述軸承定子部件，具有由磁性材料形成的磁芯，和捲繞在所述磁芯上的線圈，所述磁芯的縱剖面形狀，具有：第1部分，其在與面對所述軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，並且所述線圈捲繞在所述第1部分上；一對第2部分，其從所述第1部分的所述第1方向上的兩個端部開始，朝向所述軸承轉子部件一側延伸，之後沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸；一對第3部分，其從所述一對第2部分的各個頂端部開始朝向所述軸承轉子部件一側延伸，所述軸承轉子部件，包括：給所述軸承轉子部件以及所述磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵。

【0011】 在本發明的一實施方式中，所述線圈在所述第1方向上的長度，比所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面之間的距離更大。

【0012】 在本發明的另一實施例中，所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面的相反一側的面之間的距離，比所述第1部分在所述第1方向上的長度更小。

【0013】 在本發明的再一實施例中，所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面的相反一側的面之間的距離，大致等於與所述第3部分相對的所述軸承轉子部件在所述第1方向上的長度。

【0014】 另外，在本發明的又一實施例中，所述軸承轉子部件，具有：圓環狀的所述永磁鐵；以在所述第1方向上夾持所述永磁鐵的方式進行配置的圓環狀的一對磁軛，所述一對磁軛的縱剖面形狀，包括：一對第4部分，其覆蓋所述永磁鐵的所述第1方向上的兩個端面並且向與所述軸承定子部件相反的一側延伸；一對第5部分，其從所述一對第4部分的與所述軸承定子部件相反的一側的端部開始沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸，在所述第5部分與所述永磁鐵之間形成有第1間隙，在所述一對第5部分的彼此相對的各個頂端部之間，設有第2間隙。

【0015】 在本發明的又一實施例中，所述軸承定子部件，在所述軸承轉子部件的徑方向上的外側配置有多個，並且分別與所述軸承轉子部件在徑方向上相對。

【0016】 在本發明的又一實施例中，所述軸承定子部件，在所述軸承轉子部件的軸方向上的至少一側配置有多個，並且分別與所述軸承轉子部件在軸方向上相對。

【0017】 本發明的驅動裝置，具備：轉子；通過磁性力支承所述轉子的磁性軸承；對所述轉子進行旋轉驅動的驅動機構，所述磁性軸承，具備：設置在所述轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；配置在所述軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，所述軸承定子部件，具有：由

磁性材料形成的磁芯；和捲繞在所述磁芯上的線圈，所述磁芯的縱剖面形狀，包括：第1部分，其在與面對所述軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，並且所述線圈捲繞在所述第1部分上；一對第2部分，其從所述第1部分的所述第1方向上的兩個端部開始，朝向所述軸承轉子部件一側延伸，之後沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸；一對第3部分，其從所述一對第2部分的各個頂端部開始朝向所述軸承轉子部件一側延伸，所述軸承轉子部件，包括：給所述軸承轉子部件以及所述磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵。

【0018】 在本發明的一實施例中，所述軸承轉子部件，具有：圓環狀的所述永磁鐵；以在所述第1方向上夾持所述永磁鐵的方式進行配置的圓環狀的一對磁軛，所述一對磁軛的縱剖面形狀，包括：一對第4部分，其覆蓋所述永磁鐵的所述第1方向上的兩個端面並且向與所述軸承定子部件相反的一側延伸；一對第5部分，其從所述一對第4部分的與所述軸承定子部件相反的一側的端部開始沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸，在所述第5部分與所述永磁鐵之間形成有第1間隙，在所述一對第5部分的彼此相對的各個頂端部之間，設有第2間隙。

【0019】 另外，在本發明的另一實施例中，所述驅動機構，具備：從動部件，其配置在所述轉子的在所述軸承轉子部件的徑方向上的內側；驅動部，其配置在所述從動部件的內側，並且與所述從動部件進行磁性接合以驅動所述轉子。

【0020】 本發明的泵，具備：轉子；通過磁性力支承所述轉子的磁性軸承；對所述轉子進行旋轉驅動的驅動機構；包括安裝在所述轉子上的泵輪的泵機構，所述磁性軸承，具備：設置在所述轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；配置在所述軸承轉子部件的周圍的軸承定子部

件，所述軸承定子部件，具有：由磁性材料形成的磁芯；和捲繞在所述磁芯上的線圈，所述磁芯的縱剖面形狀，包括：第1部分，其在與面對所述軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，並且所述線圈捲繞在所述第1部分上；一對第2部分，其從所述第1部分的所述第1方向上的兩個端部開始，朝向所述軸承轉子部件一側延伸，之後沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸；一對第3部分，其從所述一對第2部分的各個頂端部開始朝向所述軸承轉子部件一側延伸，所述軸承轉子部件，包括：給所述軸承轉子部件以及所述磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵。

【0021】 在本發明的一實施例中，所述軸承轉子部件，具有：圓環狀的所述永磁鐵；以在所述第1方向上夾持所述永磁鐵的方式進行配置的圓環狀的一對磁軛，所述一對磁軛的縱剖面形狀，包括：一對第4部分，其覆蓋所述永磁鐵的所述第1方向上的兩個端面，並且向與所述軸承定子部件相反的一側延伸；一對第5部分，其從所述一對第4部分的與所述軸承定子部件相反的一側的端部開始沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸，在所述第5部分與所述永磁鐵之間形成有第1間隙，在所述一對第5部分的彼此相對的各個頂端部之間，設有第2間隙。

【0022】 發明的效果

【0023】 根據本發明，能夠增強轉子的復原力，並提高響應性。

【圖式簡單說明】

【0024】

圖1是示意性示出本發明的第1實施例的磁性軸承以及使用了具備該磁性軸承的驅動裝置的泵的整體結構的剖切立體圖。

圖2是示意性地示出該泵的縱剖面圖。

第5頁，共25頁(發明說明書)

圖3是示意性地示出該磁性軸承的放大縱剖面圖。

圖4是示意性地示出該驅動裝置的整體結構的俯視圖。

圖5是示意性地示出本發明的第2實施例的驅動裝置的整體結構的俯視圖。

圖6是示意性地示出本發明的第3實施例的磁性軸承的立體圖。

圖7是圖6的A－A'線剖面圖。

圖8是示意性地示出本發明的第4實施例的磁性軸承的立體圖。

圖9是圖8的B－B'線剖面圖。

圖10是示意性地示出該磁性軸承的軸承轉子部件的立體圖。

圖11是示意性地示出本發明的第5實施例的軸承轉子部件的立體圖。

圖12是示意性地示出本發明的第6實施例的軸承轉子部件的縱剖面圖。

圖13是示意性地示出圖12的磁性材料部的立體圖。

圖14是示意性地示出本發明的第7實施例的磁性軸承的俯視圖。

圖15是示意性地示出本發明的第8實施例的磁性軸承的縱剖面圖。

圖16是示意性地示出本發明的第9實施例的磁性軸承的俯視圖。

圖17是省略一部分且示意性地示出本發明的第10實施例的磁性軸承以及具備該軸承的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖18是圖17的C－C'線剖面圖。

圖19是示意性地示出本發明的第11實施例的磁性軸承的縱剖面圖。

圖20是示意性地示出現有的磁性軸承的整體結構的縱剖面圖。

【實施方式】

【0025】 以下，參照附圖，詳細說明本發明的實施例的磁性軸承、具備該磁性軸承的驅動裝置以及泵。但是，以下的實施例，不對各個請求項所涉及的發明進行限定，另外，並非實施例中所說明的特徵的組合全部都是本發明的解決方法所必須的。另外，在以下的實施例中，相同或相當的構成要素，附以相同的附圖標記並省略重複的說明。另外，在實施例中，有時會放大各個構成要素的比例、尺寸，有時會省略一部分的構成要素。

【0026】 〔第1實施例〕

【0027】 〔磁性軸承、驅動裝置以及泵的結構〕

【0028】 圖1是以剖開一部分的方式示意性示出第1實施例的磁性軸承10、以及使用了具備該磁性軸承10的驅動裝置90的泵100的整體結構的立體圖。圖2是示意性地示出泵100的縱剖面圖，圖3是示意性地示出磁性軸承10的放大縱剖面圖，圖4是示意性地示出驅動裝置90的整體結構的俯視圖。

【0029】 如圖1～圖4所示，第1實施例的泵100，例如用於人工心臟用的泵等，具備：轉子20；通過磁性力非接觸地支承該轉子20的磁性軸承10；旋轉驅動轉子20的驅動機構30。需要說明的是，雖然在該示例中示出了泵100，但是這些轉子20、磁性軸承10以及驅動機構30，若僅僅關注具有旋轉驅動轉子20的功能，則如圖4所示，能夠將它們理解為驅動裝置（驅動器：Actuator）90。

【0030】 另外，在下文的說明中，分別將轉子20的旋轉軸方向稱作Z方向（也稱作推力方向。），將轉子20的徑方向稱作X方向以及Y方向（也稱作徑向方向。），將圍繞Z軸（旋轉軸）的旋轉方向稱作 Ψ 方向，

將圍繞X軸的旋轉方向稱作 Θ 方向，將圍繞Y軸的旋轉方向稱作 Φ 方向。
另外，X軸、Y軸以及Z軸彼此正交。

【0031】 轉子20，整體以樹脂等非磁性體形成，並且設置於Z軸方向上的一端的環狀的軸承/驅動部21和設置於另一端的泵輪（Impeller）22一體地形成。轉子20，收納在由前蓋41和後蓋42形成的密閉空間A中。密閉空間A包括收納泵輪22的泵室A1，和收納軸承/驅動部21的環狀空間A2。泵輪22與泵室A1一起構成泵機構。在前蓋41的前面中央部設置有與泵室A1連通的吸入口51，在前蓋41的側面設置有與泵室A1連通的吐出口（未圖示）。

【0032】 磁性軸承10，具有：安裝在轉子20的軸承/驅動部21的外周側的、環狀的由磁性材料構成的軸承轉子部件11；與該軸承轉子部件11隔著規定的間隔地配置在該軸承轉子部件11的徑向方向上的外側的軸承定子部件12。軸承定子部件12，安裝在環狀的磁軛支座43與後蓋42的外周部之間。

【0033】 驅動機構30，具有：作為環狀的從動部件的從動磁體31，其安裝在轉子20的軸承/驅動部21的內周側；作為驅動部的馬達定子32，其與從動磁體31隔著規定的間隔地配置在該從動磁體31的徑向方向上的內側。在該示例中，從動磁體31例如是在徑向方向上磁化成4極的釹磁鐵，馬達定子32以三相無刷馬達的方式構成，包括具有6個突極的磁性體的馬達定子磁芯33和捲繞在該馬達定子磁芯33的各個突極上的馬達線圈34。馬達定子32安裝在固定於磁軛支座43的內側的殼體44與後蓋42的中央部之間。

【0034】 接著，說明磁性軸承10的詳情。

【0035】 磁性軸承10的軸承轉子部件11，具有：永磁鐵13，其例如成形為圓環狀且由釹磁鐵形成；磁軛14、15，其與該永磁鐵13同心，並且配置成在推力方向（Z軸方向）上以夾持該永磁鐵13，並且由圓環狀的電磁軟鐵形成。永磁鐵13，例如磁化成N極以及S極沿推力方向相對，並且在周方向整周上為同極。

【0036】 另一方面，磁性軸承10的軸承定子部件12，在該實施例中，如圖4所示，間隔90°的角度配置在軸承轉子部件11的周方向的4個位置處。其中，在X軸方向上相對的一對軸承定子部件12x，控制轉子20在X軸方向上的位置以及在Φ方向上的角度；在Y軸方向上相對的一對軸承定子部件12y，控制轉子20在Y軸方向上的位置以及在Θ方向上的角度。另外，軸承定子部件12x、12y，控制在Z軸方向上的高度。需要說明的是，檢測軸承轉子部件11在徑向方向、推力方向以及各個旋轉方向上的位移的位移感測器16，以與X方向以及Y方向分別交叉45°的角度的方式，在磁軛支座43上配置有多個（這裡，為4個）。位移感測器16，例如可列舉渦電流式的感測器，但不限於此，能夠採用各種各樣的感測器。

【0037】 軸承定子部件12，具有例如是層疊電磁鋼板等由磁性材料形成的磁芯17，和捲繞在該磁芯17上的線圈18。磁芯17的縱剖面形狀為，偏向軸承轉子部件11的那一側為開放端的大致C字形。更具體地，磁芯17的縱剖面形狀，如圖3所示，包括：第1部分17a，在與面對軸承轉子部件11的方向正交的第1方向（在本示例中為Z軸方向）上延伸，並且線圈18捲繞在第1部分17a上；一對第2部分17b，從該第1部分17a的Z軸方向上的兩個端部開始朝向軸承轉子部件11側延伸，之後沿Z軸方向朝向彼此接近的方向延伸；一對第3部分17c，從該一對第2部分的各個頂端部朝向軸承轉子部件11側延伸。換言之，在磁芯17的縱剖面形狀中，

使得從捲繞有線圈18的第1部分17a的Z軸方向上的兩端開始朝向軸承轉子部件11本來應當延伸成C字形狀的開放端部分（參照圖20），具有一對鑰匙型形狀的部分，並且具有開放端彼此接近的形狀。

【0038】 若是這樣的形狀，則能夠使得與磁芯17的開放端側的一對第3部分17c的沿Z軸方向相對的面之間的距離L1相比，線圈18在Z軸方向上的長度1更長。另外，磁芯17的開放端側的寬度，即一對第3部分17c的沿Z軸方向相對的面的相反一側的面之間的距離L2，比磁芯17本來在Z軸方向上的長度L4更小，並且與軸承轉子部件11在Z軸方向上的長度L3大致相等。

【0039】 〔磁性軸承、驅動裝置以及泵的動作〕

【0040】 接著，對如上構成的磁性軸承10以及使用了具備該軸承的驅動裝置90的泵100的動作進行說明。

【0041】 構成磁性軸承10的軸承轉子部件11以及軸承定子部件12的磁芯17，由磁性材料構成，並形成磁性回路。軸承轉子部件11的永磁鐵13，在該磁性回路中提供偏置磁通。未圖示的控制電路，為了校正位移感測器16檢測出的轉子20在XYZ軸方向上的位移以及在 Φ 和 Θ 方向上的傾斜，對線圈18中流動的電流進行控制並且調節由線圈18產生的控制磁通。由此，轉子20被磁性軸承10維持在規定位置以及規定姿勢，並且以非接觸的狀態被支承。

【0042】 若在該狀態下，給馬達定子32的馬達線圈34供應三相交流電，則三相無刷馬達動作，轉子20旋轉。若轉子20旋轉，則泵輪22也旋轉，因此輸送流體通過吸入口51被導入泵室A1，並通過吐出口吐出輸送流體。

【0043】 〔實施例的效果〕

【0044】 這裡，如上文所述，軸承定子部件12的開放端（第3部分17c）在Z軸方向上的距離L2與軸承轉子部件11在Z軸方向上的長度L3越大致相等，並且軸承轉子部件11在Z軸方向上的長度L3越短，則轉子20的磁性軸承10產生的位置以及傾斜的復原力越大。這一點，根據本實施例的磁性軸承10，與圖19所示的現有的C字形的磁芯304相比，開放端的與軸承轉子部件11相對的部分（第3部分17c）在Z軸方向上的距離L2能夠更短，因此能夠將線圈18的圈數維持為N，並且軸承轉子部件11在Z軸方向上的長度L3比以往的更短。由此，能夠確保充足的復原力。需要說明的是，為了使得永磁鐵13的吸引力最大，優選磁芯17的第3部分17c之間的距離L1與永磁鐵13在Z軸方向上的高度大致相等，並且磁芯17的各個第3部分17c（突極）在Z軸方向上的寬度與磁軛14、15在Z軸方向上的厚度大致相等。

【0045】 另外，如上文所述，為了提高磁性軸承10的響應性，需要使得線圈18的電感非常小。關於這一點，根據本實施例的磁性軸承10，能夠充分地確保磁芯17的捲繞有線圈18的第1部分17a的長度L4，因此能夠增長線圈18在Z軸方向上的長度l，並且減小線圈18的剖面面積S。由此，能夠減小線圈18的電感並提高響應性。

【0046】 需要說明的是，如圖4所示，雖然軸承轉子部件11的外周面構成為曲面，但是磁芯17的磁極面17d形成為平面。具體地，磁極面17d，在沿X軸方向或Y軸方向以及Z軸方向延伸的同一平面上形成。

【0047】 通常，在磁芯17的磁極面17d以沿著軸承轉子部件11的外周面的曲面構成的情況下，磁場的磁通 ϕ 會集中於磁極面17d在周方向上的端部。與此相反，如果磁極面17d形成為平面，則能夠防止上述那樣的磁通 ϕ 的集中。

【0048】〔第2實施例〕

【0049】〔驅動裝置的另一結構〕

【0050】圖5是示意性地示出第2實施例的驅動裝置90A的整體結構的俯視圖。這裡，在包括圖5的下文的說明中，與第1實施例相同的構成要素附以相同的附圖標記，並在下文中省略重複的說明。

【0051】即，如圖5所示，第2實施例的驅動裝置90A與第1實施例的驅動裝置90不同的點在於，磁性軸承10具備，與軸承轉子部件11相對，並且在X軸方向、Y軸方向以及斜45°方向的各個方向上相對的8個軸承定子部件12x、12y、12xy、12yx。

【0052】根據該第2實施例，能夠以更高的精度進行徑向方向上的控制。

【0053】需要說明的是，軸承定子部件12的個數，不限於此，能夠採用6個、10個、12個、16個等各種形態。

【0054】〔第3實施例〕

【0055】〔磁性軸承的另一結構〕

【0056】圖6是示意性地示出第3實施例的磁性軸承10A的立體圖，圖7是圖6的A-A'線剖面圖。

【0057】如圖6以及圖7所示，第3實施例的磁性軸承10A，在轉子20的軸承轉子部件11a僅僅由例如圓環狀的電磁軟鐵構成這一點上，不同於具有由永磁鐵13以及電磁軟鐵的磁軛14、15構成的軸承轉子部件11的磁性軸承10。

【0058】〔第4實施例〕

【0059】〔磁性軸承的再一結構〕

【0060】 圖8是示意性地示出本發明的第4實施例的磁性軸承10B的立體圖，圖9是圖8的B－B'線剖面圖，圖10是示意性地示出磁性軸承10B的軸承轉子部件11b的立體圖。

【0061】 如圖8以及圖9所示，第4實施例的磁性軸承10B，在軸承轉子部件11b僅僅由例如圓環狀的永磁鐵13a構成這一點上，不同於具有僅僅由電磁軟鐵構成的軸承轉子部件11a的磁性軸承10A。

【0062】 需要說明的是，永磁鐵13a，如圖10所示，構成為以N極以及S極在周方向以及軸方向上交錯地配置的方式在徑向方向上被磁化，而形成所謂的4極磁鐵。通過這樣的結構，能夠形成磁性軸承10的軸承定子部件12的線圈18，兼做驅動機構30的馬達定子32的馬達線圈34的結構，因此能夠省略驅動機構30。

【0063】 〔第5實施例〕

【0064】 〔軸承轉子部件的另一結構〕

【0065】 圖11是示意性地示出本發明的第5實施例的軸承轉子部件11c的立體圖。

【0066】 如圖11所示，第5實施例的軸承轉子部件11c，與上文所述的軸承轉子部件11b同樣地僅僅由永磁鐵13b構成，但是在沿周方向每隔45°在軸方向上交替配置N極以及S極的磁極，而形成所謂的8極磁鐵這一點上，不同于形成所謂的4極磁鐵的第4實施例。如此，能夠起到與上述第4實施例相同的作用效果。

【0067】 〔第6實施例〕

【0068】 〔軸承轉子部件的另一結構〕

【0069】 圖12是示出本發明的第6實施例的具備軸承轉子部件11c的磁性軸承10C的縱剖面圖，圖13是示意性地示出圖12的軸承轉子部件11d的立體圖。

【0070】 如圖12所示，第6實施例的磁性軸承10C的軸承轉子部件11d，在第4實施例的4極的永磁鐵13a的軸方向上的兩側配置由電磁軟鐵構成的磁軛14、15。如此，能夠使得永磁鐵13a的磁通 ϕ 集中於磁軛14、15，因此與沒有磁軛14、15的情況相比，能夠提高磁性軸承10C自身的磁性保持力，並且與上述第4以及第5實施例同樣地，能夠省略驅動機構30。

【0071】 需要說明的是，雖然在上述的實施例中，使用4極磁鐵，但是磁極的個數不限於示例的個數。

【0072】 〔第7實施例〕

【0073】 〔磁性軸承的又一結構〕

【0074】 圖14是示意性地示出本發明的第7實施例的磁性軸承10D的俯視圖。

【0075】 雖然上文所述的第1～第6實施例的磁性軸承10、10A～10C，將軸承定子部件12配置在軸承轉子部件11、11a～11d的徑向方向的外側，但是第7實施例，將軸承定子部件12配置在軸承轉子部件11e的推力方向上的一側。

【0076】 如圖14所示，在第7實施例的磁性軸承10D中，軸承轉子部件11e由環狀的永磁鐵13c和磁軛14a、15a構成，磁軛14a、15a分別配置在該永磁鐵13c的外周側和內周側，並且由在徑向方向上夾持永磁鐵13c的電磁軟鐵形成。永磁鐵13c在徑向方向上被磁化。該永磁鐵13c產生的偏置磁通，並且在外側的磁軛14a的軸方向端面上，與內側的磁

軛15a的軸方向端面上，分別出現磁極。以這些磁軛14a、15a的磁極面，與位於軸承定子部件12的磁芯17的開放端的磁極面17d相對的方式，將軸承定子部件12配置在軸承轉子部件11e的推力方向上的一側上。在該示例中，沿著軸承轉子部件11e的軸方向上的一側的端面，以在周方向上的4處間隔90°的方式，配置4個軸承定子部件12x、12y。在該實施例中，與面對軸承轉子部件11e的方向正交的第1方向，對於控制X軸方向上的位移的軸承定子部件12x來說是X軸方向，對於控制Y軸方向上的位移的軸承定子部件12y來說是Y軸方向。而且，捲繞有線圈18的第1部分17a，沿著X軸方向或Y軸方向延伸。

【0077】 根據如此構成的磁性軸承10D，軸承轉子部件11e與軸承定子部件12，通過來自永磁鐵13c的磁通 ϕ 的環而在推力方向上被磁性耦合。軸承定子部件12，在捲繞次數與C字形的磁芯相同的條件下，如上文所述，磁芯17能夠採用線圈18的剖面面積S減小且線圈18的長度l增長的結構，因此轉子20的復原力增強，能夠提高響應性。

【0078】 〔第8實施例〕

【0079】 〔磁性軸承的又一結構〕

【0080】 圖15是示意性地示出本發明的第8實施例的磁性軸承10E的縱剖面圖。

【0081】 如圖15所示，第8實施例的磁性軸承10E，示出了在軸承轉子部件11e的推力方向上的兩側配置軸承定子部件12的示例。

【0082】 根據如此構成的磁性軸承10E，軸承轉子部件11e與軸承定子部件12，通過來自永磁鐵13c的磁通 ϕ 的環，從推力方向上的兩側被磁性耦合。因此，與磁性軸承10D相比較，轉子20的復原力更強，能夠進一步提高磁性保持力。

【0083】〔第9實施例〕

【0084】〔磁性軸承的又一結構〕

【0085】圖16是示意性地示出本發明的第9實施例的磁性軸承10F的俯視圖。

【0086】如上文所述的第7實施例的磁性軸承10D，其軸承定子部件12，在X軸方向上有2個，在Y軸方向上有2個，共計為4個。與此相反，如圖16所示，本實施例的磁性軸承10F，這些軸承定子部件12，沿軸承轉子部件11e的Z軸方向端面並沿周方向配置有8個。根據如此構成的磁性軸承10F，與磁性軸承10D相比，能夠更強力且更高精度地實現通過磁性力支承轉子20。

【0087】需要說明的是，軸承定子部件12的個數，不限於此，能夠採用6個、10個、12個、16個等各種形態。

【0088】〔第10實施例〕

【0089】〔磁性軸承以及驅動裝置的另一結構〕

【0090】圖17是省略一部分且示意性地示出本發明的第10實施例的磁性軸承110以及具備該軸承的磁體泵100A的整體結構的縱剖面圖。圖18是圖17的C－C'線剖面圖。

【0091】如圖17以及圖18所示，第10實施例的磁體泵100A，具有與第1實施例的泵100相同的結構，例如是流體輸送用的磁體泵100A。該磁體泵100A，除了磁性軸承110以外，具備磁性耦合型的驅動機構130。

【0092】該磁體泵100A，整體形成為圓筒狀，在軸方向的一側具有前蓋141。前蓋141的內部形成有泵室A1，並且在前方中央具有圓筒狀的吸入口151，在側面具有吐出口152。在前蓋141的後端連接有後蓋

142。後蓋142與前蓋141一起形成包括泵室A1的密閉空間A。另外，後蓋142中，形成向後方突出的環狀空間A2。設置有圓筒狀的托架143以覆蓋該後蓋142的外周。

【0093】 密閉空間A中收納有轉子120。轉子120，在軸方向上的前方具有泵輪122，在後方具有環狀的軸承/驅動部121。泵輪122，被收納在泵室A1中，與泵室A1一起構成泵機構。軸承/驅動部121被收納在環狀空間A2內。在轉子120的軸承/驅動部121的外周側，設置有通過磁性力支承轉子120的磁性軸承110。另外，在轉子120的軸承/驅動部121的內周側，設置有驅動轉子120的驅動機構130。

【0094】 磁性軸承110，具有：安裝在轉子120的軸承/驅動部121的外周側的、由環狀的磁性材料構成的軸承轉子部件111；與軸承轉子部件111隔著規定的間隔地配置在該軸承轉子部件111的徑向方向的外側的軸承定子部件112。軸承定子部件112，安裝在後蓋142與磁軛支座144之間。

【0095】 軸承轉子部件111，具有：永磁鐵113，其例如成形為圓環狀且由釹磁鐵形成；磁軛114、115，其與該永磁鐵113同心地在推力方向（Z軸方向）上以夾持該永磁鐵113的方式進行配置，且由圓環狀的電磁軟鐵形成。永磁鐵113磁化成，例如在推力方向上N極以及S極相對，並且在周方向整周上為同極。

【0096】 軸承定子部件112，在該實施例中，如圖18所示，間隔90°的角度地配置於軸承轉子部件111的周方向的4個位置。檢測軸承轉子部件111在徑向方向、推力方向以及各個旋轉方向上的位移的位移感測器116，以與軸承定子部件112分別間隔45°的角度的方式，在磁軛支座144

上配置有多個（這裡，為4個）。位移感測器116，例如可列舉渦電流式的感測器，但不限於此，能夠採用各種各樣的感測器。

【0097】 軸承定子部件112，具有例如由層疊電磁鋼板等磁性材料形成的磁芯117，和捲繞在該磁芯117上的線圈118。磁芯117的縱剖面形狀是，偏向軸承轉子部件111的那一側為開放端的大致C字形，並且與捲繞線圈118的部分的軸方向長度相比，開放端的頂端之間的距離更小。關於磁芯117的縱剖面形狀的詳情，與第1實施例相同，故省略說明。

【0098】 驅動機構130，具有：安裝在轉子120的軸承/驅動部121的內周側的、環狀的作為從動部件的從動磁體131；與從動磁體131隔著規定的間隔地配置在該從動磁體131的內側的、作為驅動部的驅動磁體132；其頂端部安裝有該驅動磁體132並且以能夠旋轉的方式被軸承135支承的馬達軸133；對該馬達軸133進行旋轉驅動的馬達134。在該示例中，從動磁體131以及驅動磁體132，例如由磁化成徑向方向上為2極或4極的釹磁鐵構成。雖然在該示例中，示出了驅動磁體132與馬達軸133的直徑大致相同，但是兩者的直徑也可以不同。

【0099】 在如此構成的磁體泵100A中，馬達134使得馬達軸133旋轉從而使得驅動磁體132旋轉，在該驅動磁體132的磁性力的作用下，從動磁體131從動，並且使得轉子120、即泵輪122以非接觸的方式旋轉。磁性軸承110，與第1實施例的磁性軸承10同樣地，控制徑向方向、推力方向以及2個徑向旋轉軸方向的5個自由度。因此，根據該實施例，也能夠提高轉子120的復原力以及響應性。

【0100】 〔第11實施例〕

【0101】 〔磁性軸承的又一結構〕

【0102】 圖19是示意性地示出第11實施例的磁性軸承110A的縱剖面圖。如圖19所示，第11實施例的磁性軸承110A的軸承轉子部件171的結構，不同於第10實施例的磁性軸承110的軸承轉子部件111。

【0103】 即，軸承轉子部件171，具有：圓環狀的永磁鐵113；圓環狀的一對磁軛174、175，其與該永磁鐵113同心並且以從推力方向（Z軸方向）的兩側夾持該永磁鐵113的方式進行配置。在本實施方式中，一對磁軛174、175的縱剖面形狀是，偏向軸承定子部件112的那一側為開放端並且Z軸方向上的正中央被截斷的大致コ字型。

【0104】 具體地，如圖19所示，一對磁軛174、175的縱剖面形狀，具有：以覆蓋永磁鐵113的第1方向（這裡為Z軸方向）上的兩個端面的方式，在與Z軸方向正交的第2方向（這裡為徑向方向（X軸方向））上延伸的第4部分174a、175a；從該第4部分174a、175a的與軸承定子部件112相反的那一側的端部開始沿Z軸方向朝向彼此接近的方向延伸的一對第5部分174b、175b。與永磁鐵113的內周部相比，第4部分174a、175a的內周部更加朝向內側突出。第5部分174b、175b與永磁鐵113之間，形成有第1間隙g1。另外，在該一對第5部分174b、175b的相對的頂端部之間，設有第2間隙g2。

【0105】 如果是這樣的形狀，則通過第1間隙g1能夠防止永磁鐵113的兩個磁極過於接近第5部分174b、175b，因此能夠將永磁鐵113產生的偏置磁通 ϕ_b 穩定地提供給軸承定子部件112。另外，由於與磁阻較大的永磁鐵113並聯地形成了磁阻較小的第5部分174b、175b產生的磁性回路，因此能夠使得線圈118產生的控制磁通 ϕ_c 沒有盡可能無損地穿過軸承轉子部件171。但是，如果沒有第2間隙g2，則永磁鐵113的兩個磁極通過第5部分174b、175b會發生短路，因此，優選兼顧偏置磁通 ϕ_b

向軸承定子部件112側的穩定供應，與控制磁通 ϕ_c 要穿過的磁性回路的磁阻，適當地設置第2間隙g2的寬度。

【0106】 本實施例的磁性軸承110A，也能夠適用如圖15所示的第8實施例。另外，磁性軸承110A，雖然也能夠與如圖20所示的通常的具有コ字型的磁芯的軸承定子部件組合，但是特別地，通過與具有第1部分17a～第3部分17c的上文所述的軸承定子部件112(軸承定子部件12)組合，例如，在適用於上述磁體泵100A的情況下，能夠根據其運行狀況以高精度控制轉子120的旋轉。需要說明的是，在適用於磁體泵100A情況等下，在軸承轉子部件171的內周側，從動於未圖示的驅動磁體的從動磁體131以沿徑向方向被非磁性體131A夾持的狀態進行配置。

【0107】 以上，雖然說明了本發明的若干實施例，但是這些實施例，僅僅作為示例被提出，不意在限定本發明的範圍。這些新穎的實施例，能夠以其他各種各樣的方式進行實施，在不脫離發明的要旨的範圍內，能夠進行各種省略、替換、變更。這些實施例及其變形，也包含在發明的範圍、要旨內，並且包含與發明請求的範圍中記載的發明等同的範圍內。

【符號說明】**【0108】**

〔 本發明 〕

100: 泵

10: 磁性軸承

10A: 磁性軸承

10B: 磁性軸承

10C: 磁性軸承

10D: 磁性軸承

10E: 磁性軸承

10F: 磁性軸承

11: 軸承轉子部件

11a: 軸承轉子部件

11b: 軸承轉子部件

11c: 軸承轉子部件

11d: 軸承轉子部件

11e: 軸承轉子部件

12: 軸承定子部件

12x: 軸承定子部件

12xy: 軸承定子部件

12y: 軸承定子部件

12yx: 軸承定子部件

13: 永磁鐵

13a: 永磁鐵

13b:永磁鐵

13c:永磁鐵

14:磁軛

14a:磁軛

15:磁軛

15a:磁軛

16:位移感測器

17:磁芯

17a:第 1 部分

17b:第 2 部分

17c:第 3 部分

17d:磁極面

18:線圈

20:轉子

21:軸承/驅動部

22:泵輪

30:驅動機構

31:從動磁體

32:馬達定子

33:馬達定子磁芯

34:馬達線圈

41:前蓋

42:後蓋

43:磁軛支座

44:殼體
51:吸入口
90:驅動裝置
90A:驅動裝置
100A:磁體泵
110:磁性軸承
110A:磁性軸承
111:軸承轉子部件
112:軸承定子部件
113:永磁鐵
114:磁軛
115:磁軛
116:位移感測器
117:磁芯
118:線圈
120:轉子
121:軸承/驅動部
122:泵輪
130:驅動機構
131:從動磁體
131A:非磁性體
132:驅動磁體
133:馬達軸
134:馬達

135:軸承
141:前蓋
142:後蓋
143:托架
144:磁軛支座
151:吸入口
152:吐出口
171:軸承轉子部件
174:磁軛
174a:第 4 部分
174b:第 5 部分
175:磁軛
175a:第 4 部分
175b:第 5 部分
300:磁性軸承
300a:泵輪
301:轉子
302:軸承定子部件
304:磁芯
305:線圈
306:軸承轉子部件
309:殼體
A:密閉空間
A1:泵室

A2:環狀空間

l:長度

L:厚度

L1:距離

L2:距離

L3:長度

L4:長度

g1:第 1 間隙

g2:第 2 間隙

S:剖面面積

X:軸

Y:軸

Z:軸

Ψ :方向

Θ :方向

Φ :方向

φ :磁通

φ b:磁通

φ c:磁通

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種磁性軸承，是通過磁性力非接觸地支承轉子的磁性軸承，具備：設置在所述轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；

配置在所述軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，

所述軸承定子部件，具有由磁性材料形成的磁芯，和捲繞在所述磁芯上的線圈，

所述磁芯的縱剖面形狀，包括：

第1部分，其在與面對所述軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，並且所述線圈捲繞在所述第1部分上；

一對第2部分，其從所述第1部分的所述第1方向上的兩個端部開始，朝向所述軸承轉子部件一側延伸，之後沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸；

一對第3部分，其從所述一對第2部分的各個頂端部開始朝向所述軸承轉子部件一側延伸，

所述軸承轉子部件，包括：給所述軸承轉子部件以及所述磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵；

其中，所述線圈在所述第1方向上的長度，比所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面之間的距離更大。

【請求項2】如請求項1所述的磁性軸承，其中，所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面的相反一側的面之間的距離，比所述第1部分在所述第1方向上的長度更小。

【請求項3】如請求項1～2中任一項所述的磁性軸承，其中，所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面的相反一側的面之間的距離，大致等於與所述第3部分相對的所述軸承轉子部件在所述第1方向上的長度。

【請求項4】如請求項1～2中任一項所述的磁性軸承，其中，所述軸承轉子部件，具有：

圓環狀的所述永磁鐵；

以在所述第1方向上夾持所述永磁鐵的方式進行配置的圓環狀的一對磁軛，

所述一對磁軛的縱剖面形狀，包括：

一對第4部分，其覆蓋所述永磁鐵的所述第1方向上的兩個端面並且向與所述軸承定子部件相反的一側延伸；

一對第5部分，其從所述一對第4部分的與所述軸承定子部件相反的一側的端部開始沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸，

在所述第5部分與所述永磁鐵之間形成有第1間隙，

在所述一對第5部分的彼此相對的各個頂端部之間，設有第2間隙。

【請求項5】如請求項1～2中任一項所述的磁性軸承，其中，所述軸承定子部件，在所述軸承轉子部件的徑方向上的外側配置有多個，並且分別與所述軸承轉子部件在徑方向上相對。

【請求項6】如請求項1～2中任一項所述的磁性軸承，其中，所述軸承定子部件，在所述軸承轉子部件的軸方向上的至少一側配置有多個，並且分別與所述軸承轉子部件在軸方向上相對。

【請求項7】一種驅動裝置，具備：

轉子；

通過磁性力支承所述轉子的磁性軸承；

對所述轉子進行旋轉驅動的驅動機構，

所述磁性軸承，具備：

設置在所述轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；

第2頁，共5頁(發明申請專利範圍)

配置在所述軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，

所述軸承定子部件，具有：由磁性材料形成的磁芯；和捲繞在所述磁芯上的線圈，

所述磁芯的縱剖面形狀，包括：

第1部分，其在與面對所述軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，並且所述線圈捲繞在所述第1部分上；

一對第2部分，其從所述第1部分的所述第1方向上的兩個端部開始，朝向所述軸承轉子部件一側延伸，之後沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸；

一對第3部分，其從所述一對第2部分的各個頂端部開始朝向所述軸承轉子部件一側延伸，

所述軸承轉子部件，包括：給所述軸承轉子部件以及所述磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵；

其中，所述線圈在所述第1方向上的長度，比所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面之間的距離更大。

【請求項8】如請求項7所述的驅動裝置，其中，所述軸承轉子部件，具有：

圓環狀的所述永磁鐵；

以在所述第1方向上夾持所述永磁鐵的方式進行配置的圓環狀的一對磁軛，

所述一對磁軛的縱剖面形狀，包括：

一對第4部分，其覆蓋所述永磁鐵的所述第1方向上的兩個端面並且向與所述軸承定子部件相反的一側延伸；

一對第5部分，其從所述一對第4部分的與所述軸承定子部件相反的一側的端部開始沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸，

在所述第5部分與所述永磁鐵之間形成有第1間隙，

在所述一對第5部分的彼此相對的各個頂端部之間，設有第2間隙。

【請求項9】如請求項7或8所述的驅動裝置，其中，所述驅動機構，具備：

從動部件，其配置在所述轉子的在所述軸承轉子部件的徑方向上的內側；

驅動部，其配置在所述從動部件的內側，並且與所述從動部件進行磁性接合以驅動所述轉子。

【請求項10】一種泵，具備：

轉子；

通過磁性力支承所述轉子的磁性軸承；

對所述轉子進行旋轉驅動的驅動機構；

包括安裝在所述轉子上的泵輪的泵機構，

所述磁性軸承，具備：

設置在所述轉子上且由磁性材料形成的軸承轉子部件；

配置在所述軸承轉子部件的周圍的軸承定子部件，

所述軸承定子部件，具有：由磁性材料形成的磁芯；和捲繞在所述磁芯上的線圈，

所述磁芯的縱剖面形狀，包括：

第1部分，其在與面對所述軸承轉子部件的方向正交的第1方向上延伸，並且所述線圈捲繞在所述第1部分上；

一對第2部分，其從所述第1部分的所述第1方向上的兩個端部開始，朝向所述軸承轉子部件一側延伸，之後沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸；

一對第3部分，其從所述一對第2部分的各個頂端部開始朝向所述軸承轉子部件一側延伸，

所述軸承轉子部件，包括：給所述軸承轉子部件以及所述磁芯形成的磁性回路提供偏置磁通的永磁鐵；

其中，所述線圈在所述第1方向上的長度，比所述一對第3部分的沿所述第1方向相對的面之間的距離更大。

【請求項11】如請求項10所述的泵，其中，所述軸承轉子部件，具有：圓環狀的所述永磁鐵；

以在所述第1方向上夾持所述永磁鐵的方式進行配置的圓環狀的一對磁軛，

所述一對磁軛的縱剖面形狀，包括：

一對第4部分，其覆蓋所述永磁鐵的所述第1方向上的兩個端面，並且向與所述軸承定子部件相反的一側延伸；

一對第5部分，其從所述一對第4部分的與所述軸承定子部件相反的一側的端部開始沿所述第1方向朝向彼此接近的方向延伸，

在所述第5部分與所述永磁鐵之間形成有第1間隙，

在所述一對第5部分的彼此相對的各個頂端部之間，設有第2間隙。

【發明圖式】

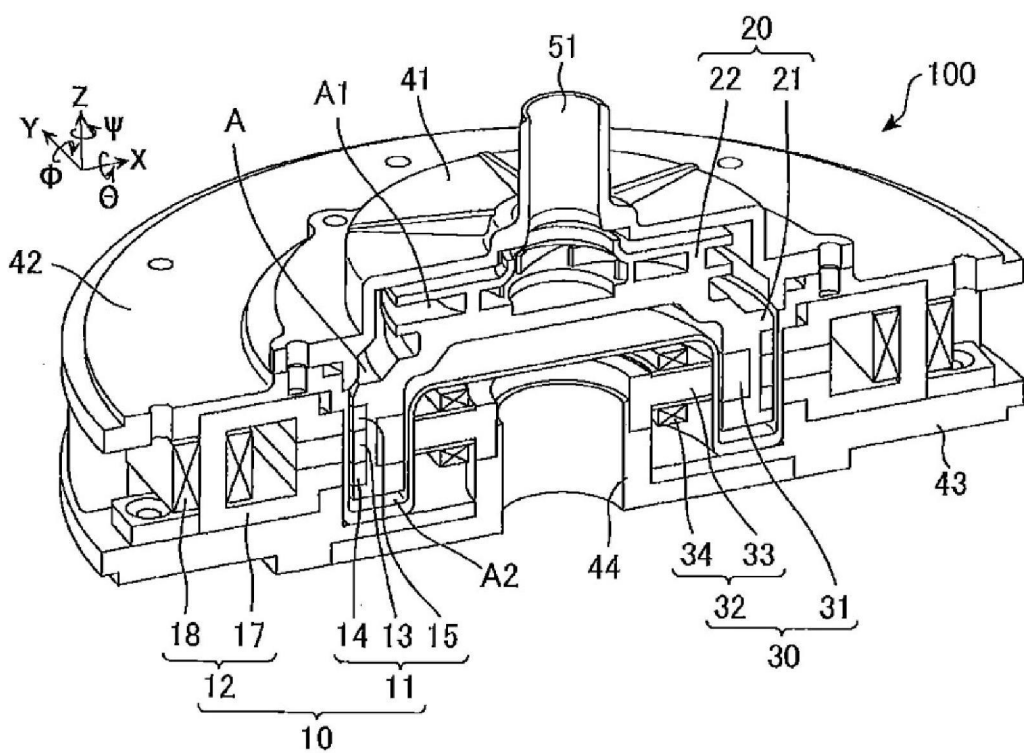


圖 1

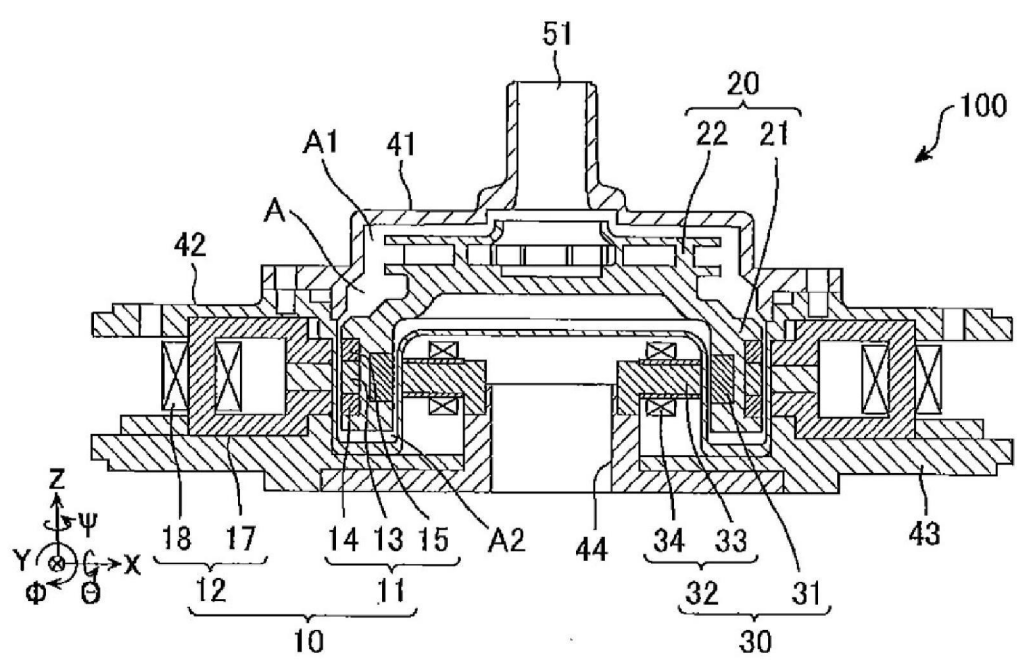


圖 2

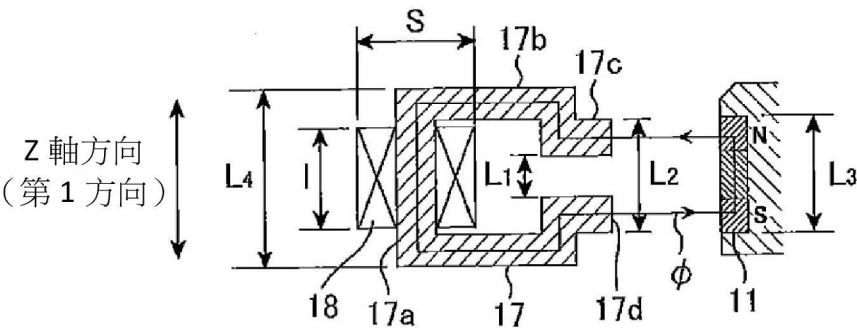


圖 3

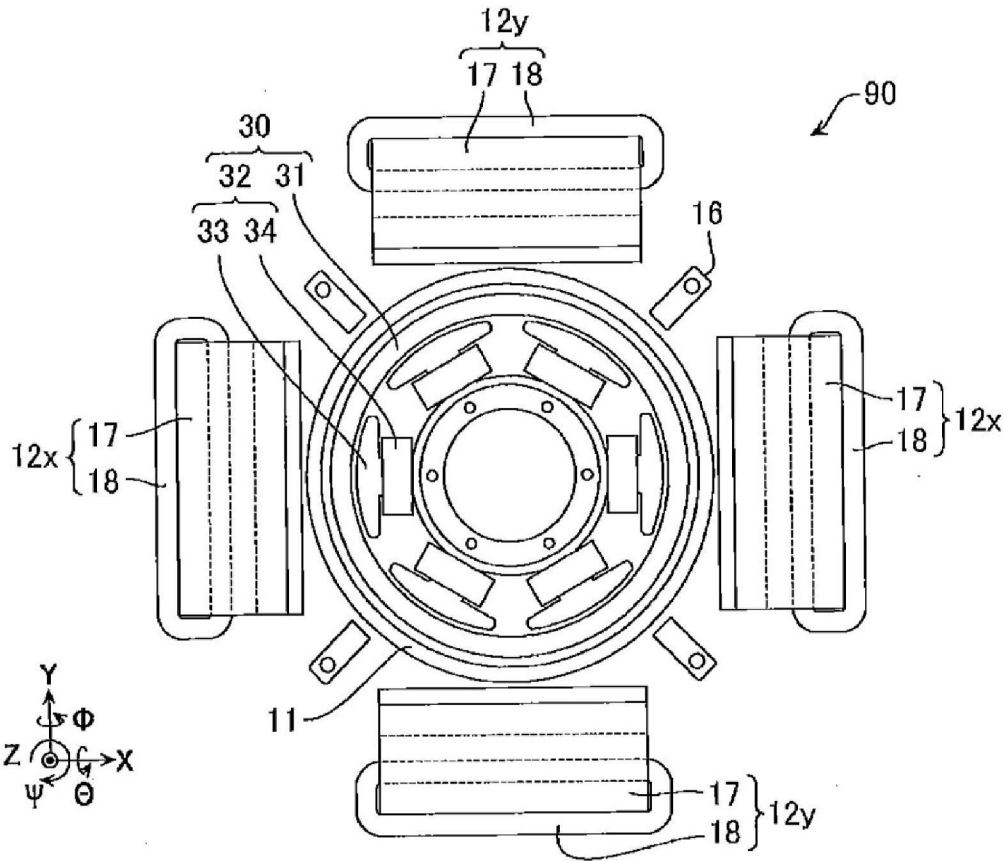


圖 4

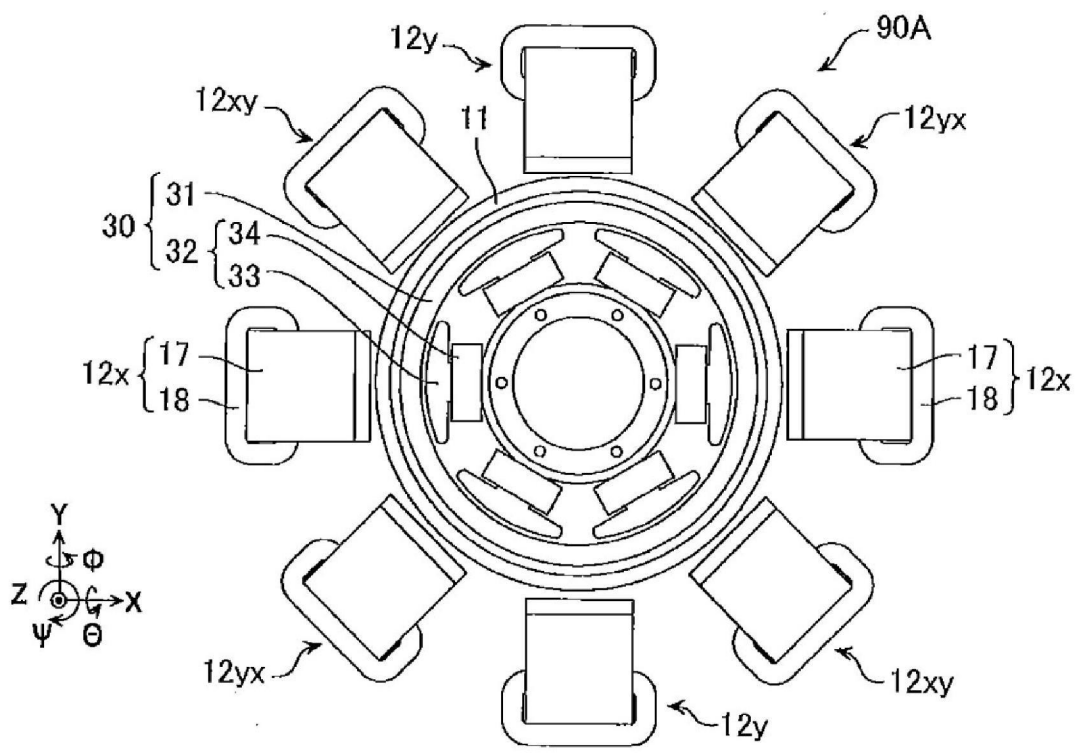


圖 5

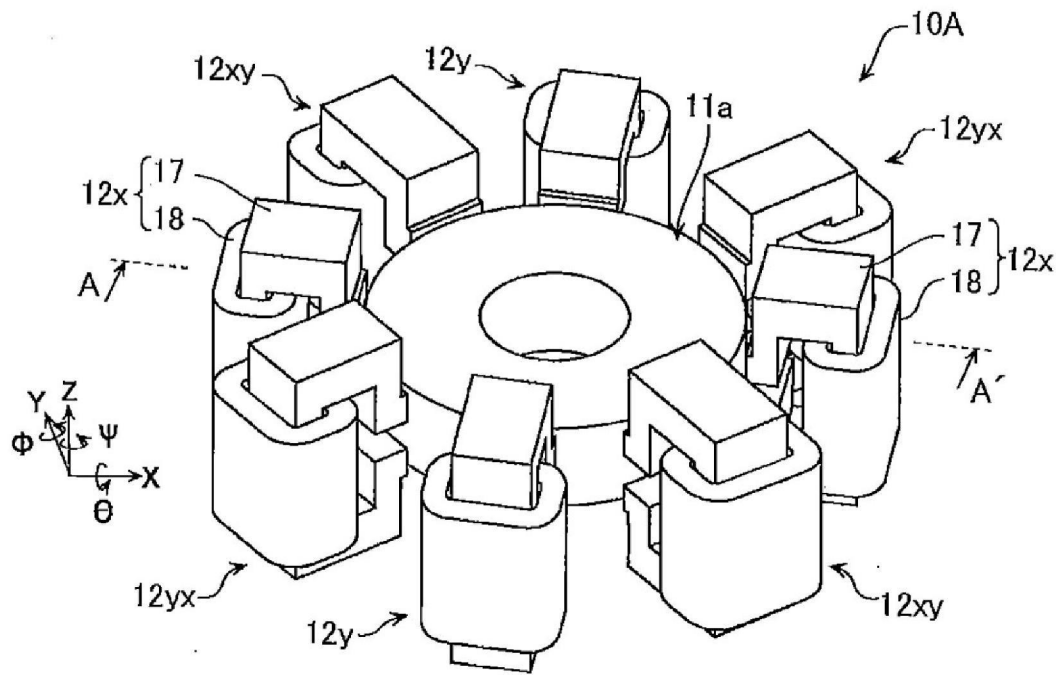


圖 6

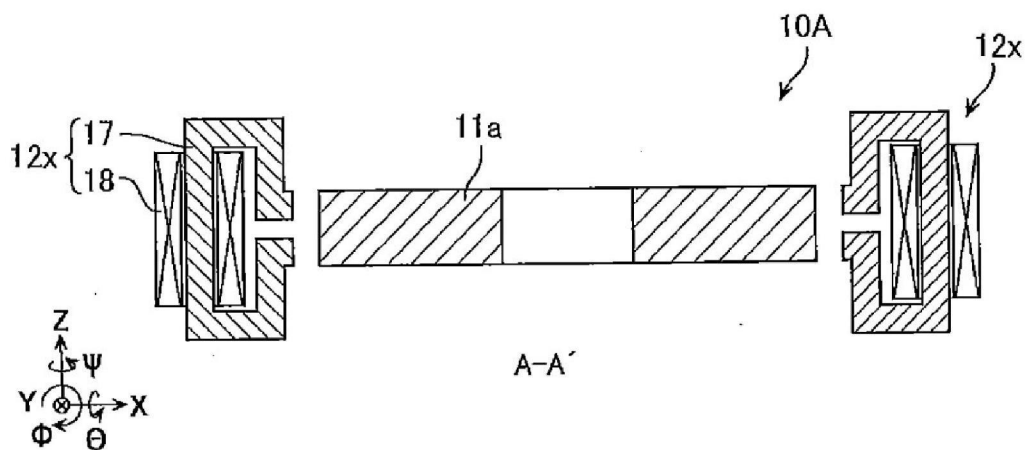


圖 7

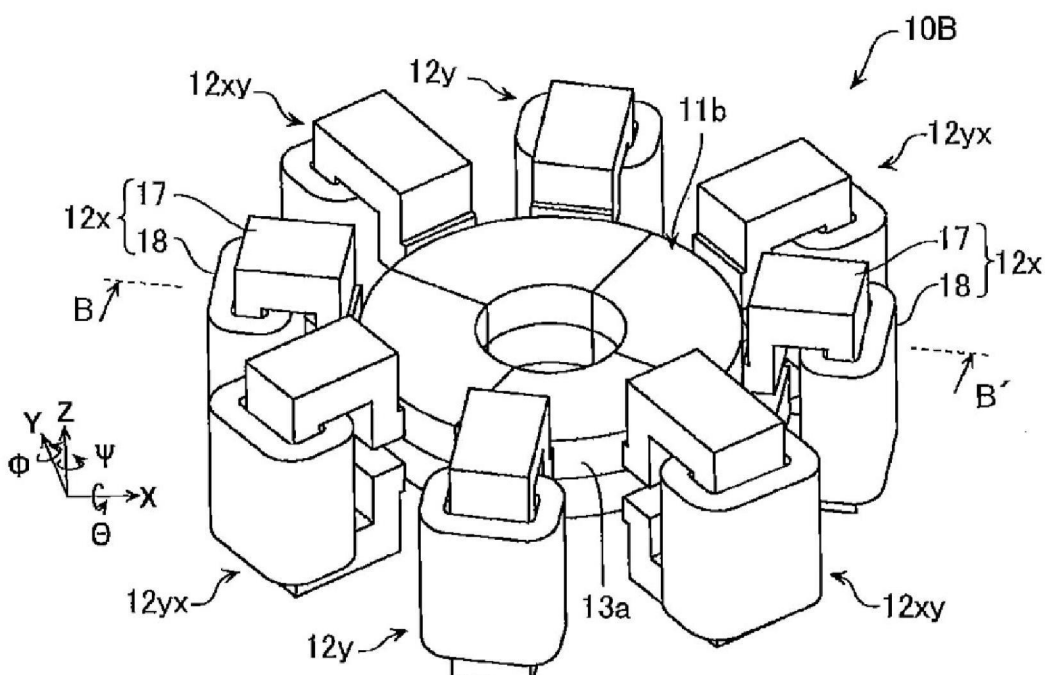


圖 8

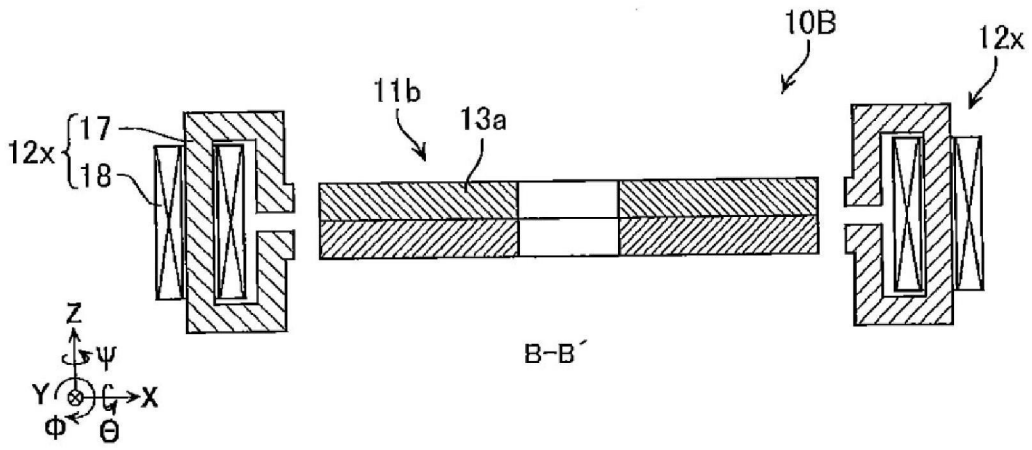


圖 9

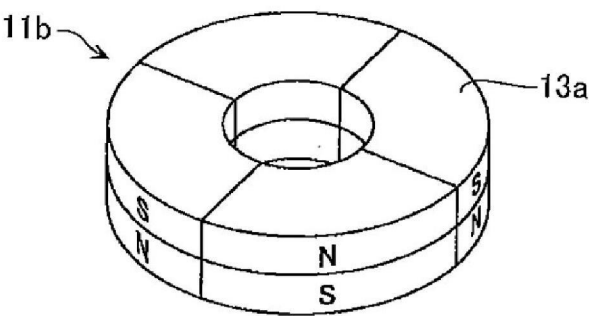


圖 10

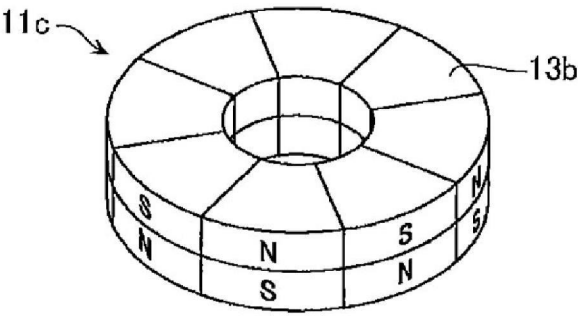


圖 11

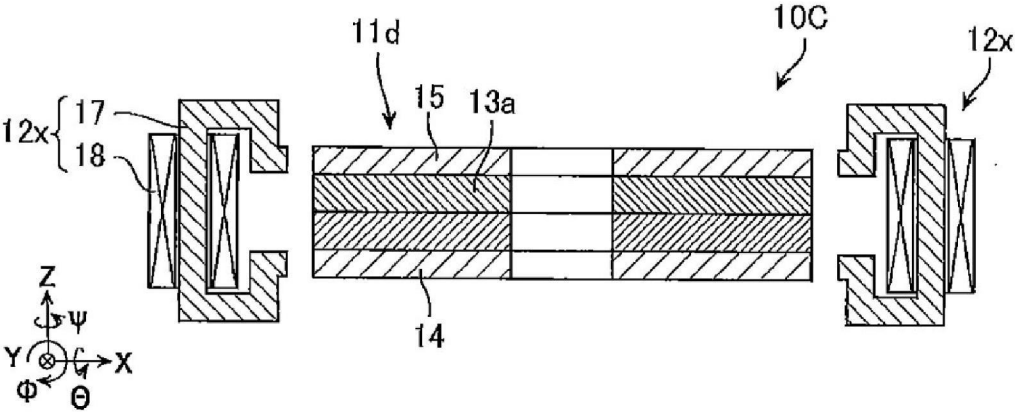


圖 12

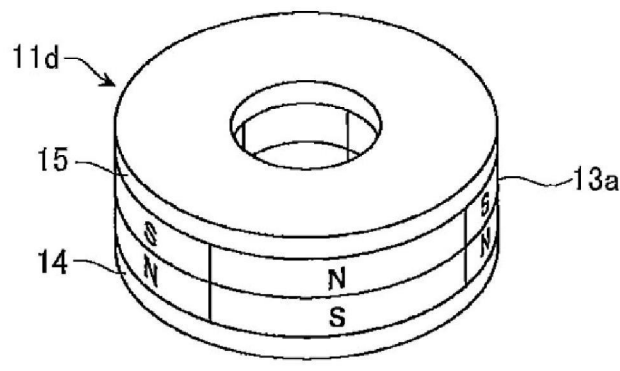


圖 13

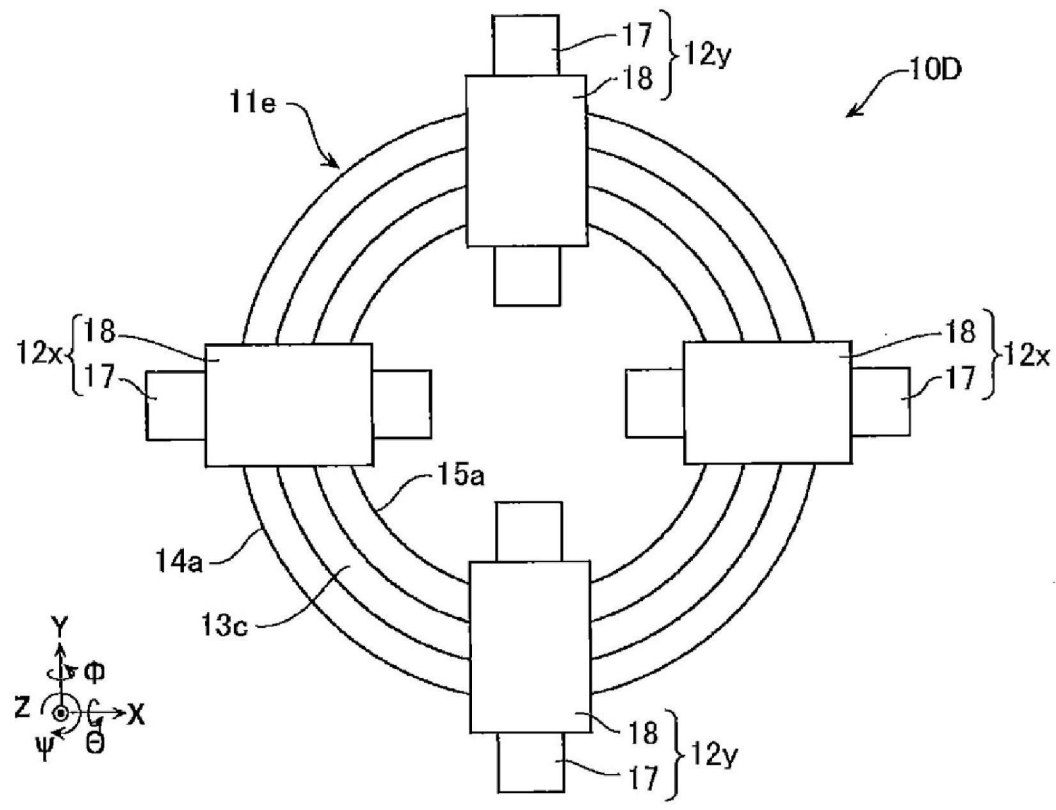


圖 14

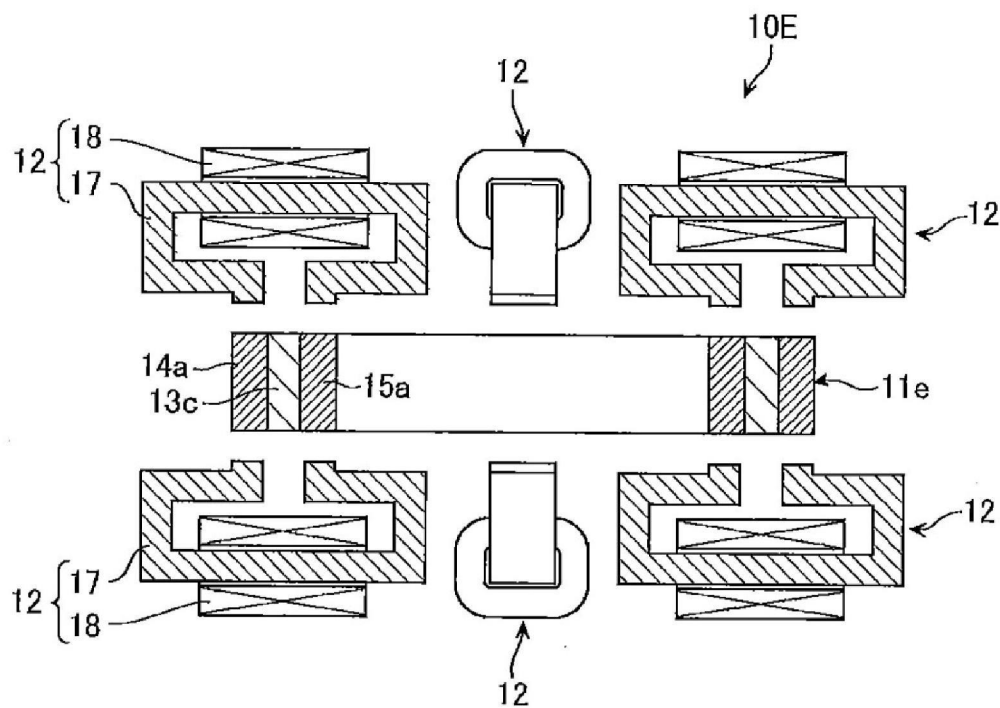


圖 15

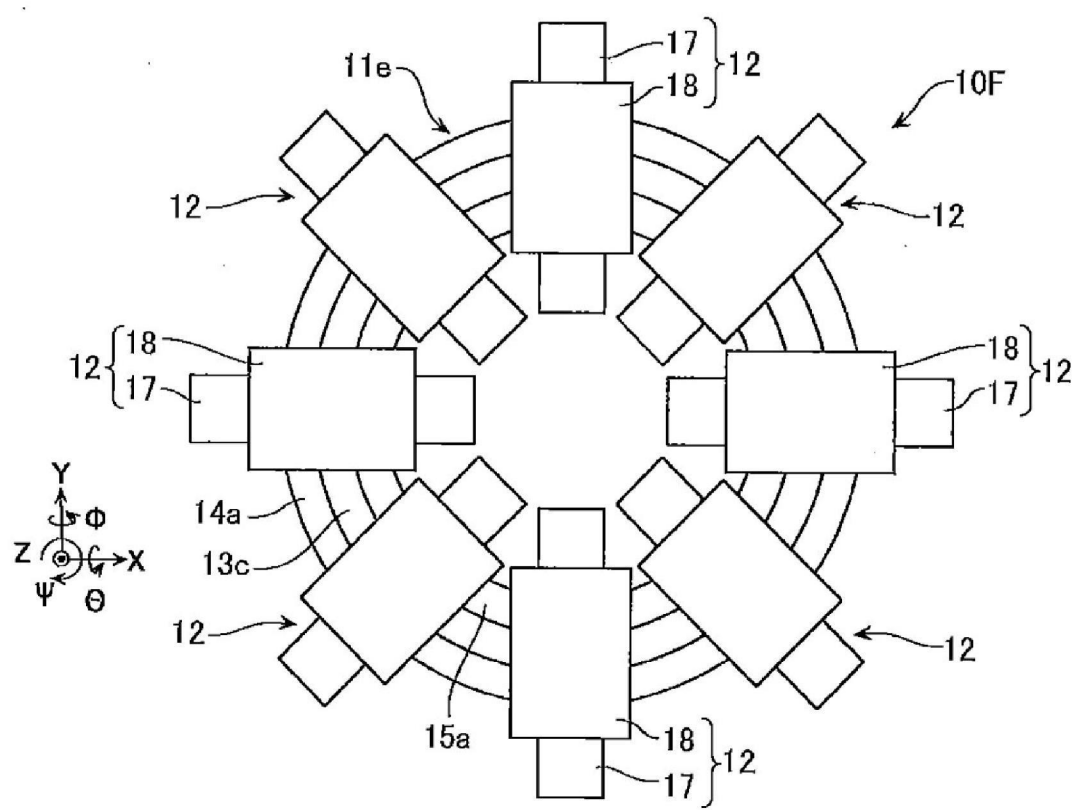


圖 16

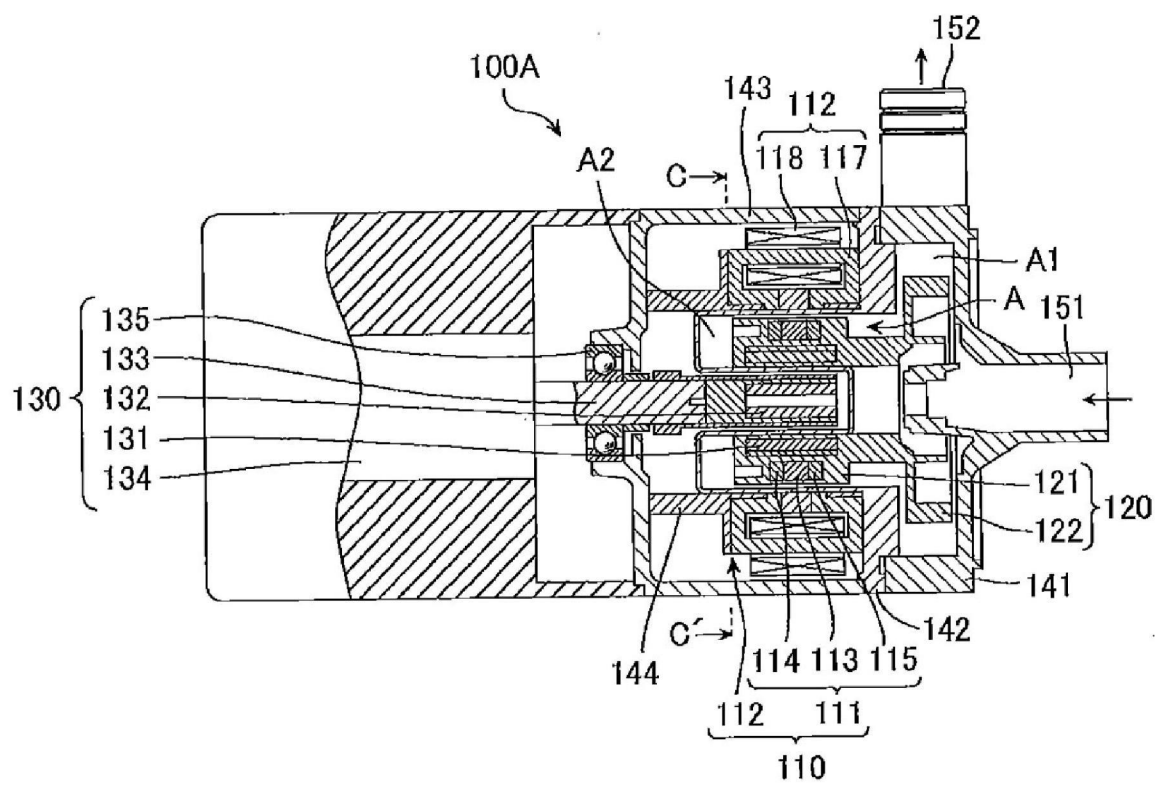
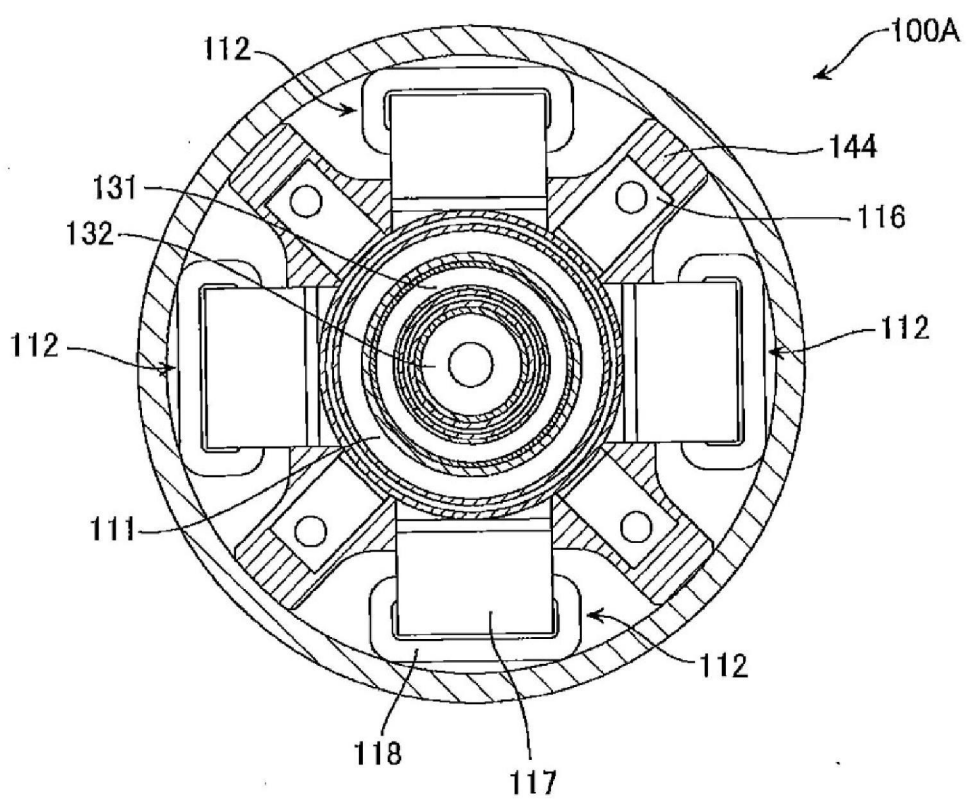


圖 17



C-C'

圖 18

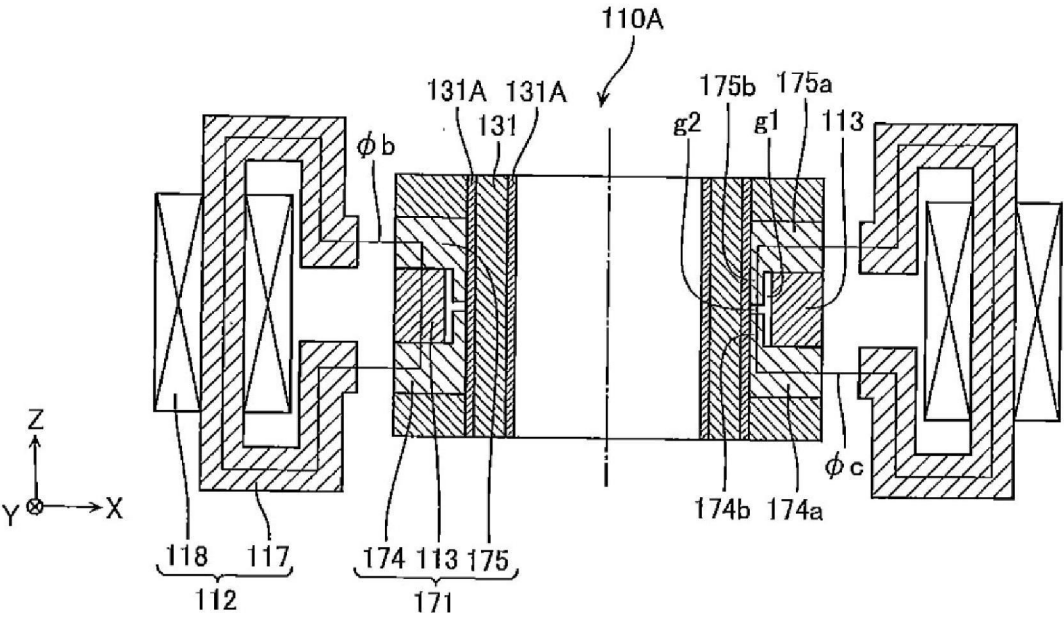


圖 19

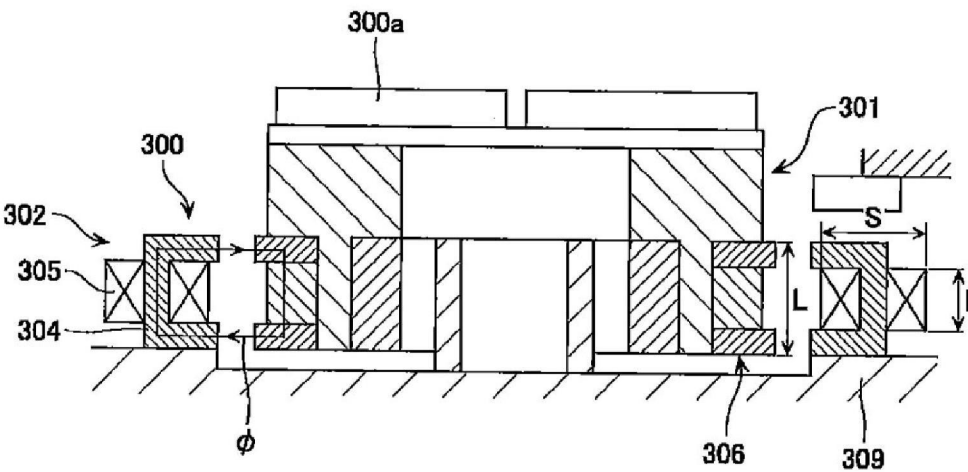


圖 20