



(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 I857101 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：109123902

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 15 日

(51)Int. Cl. : F04D7/04 (2006.01)

F04D29/047 (2006.01)

F16C32/04 (2006.01)

F16C17/02 (2006.01)

(30)優先權：2019/07/19 日本

2019-133914

(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) ; 亀井利晃 KAMEI, TOSHIAKI (JP) ; 関拓哉 SEKI, TAKUYA (JP)

(74)代理人：廖鈺達

(56)參考文獻：

CN 105121860B

JP 2005-121157A

WO 2015/137126A1

審查人員：施文彬

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：15 共 52 頁

(54)名稱

泵

(57)摘要

一種泵，具備：轉子；磁性軸承，通過磁性力支承轉子；驅動機構，對轉子進行旋轉驅動；泵機構，包括安裝於轉子的泵輪；控制部，對磁性軸承進行控制，磁性軸承具備：軸承轉子部件，設置在轉子上且由磁性材料形成；軸承定子部件，面對軸承轉子部件配置，其中，該軸承定子部件包括：由磁性材料形成的磁芯和捲繞在磁芯上的線圈，驅動機構具備：從動部件，在轉子的軸承轉子部件的徑方向上相鄰設置；驅動部，在徑方向上與從動部件相對配置，且與從動部件進行磁性結合以驅動轉子，並且控制部，基於來自設置成能夠檢測所述轉子的位移的第1感測器部的檢測信號，進行轉子的旋轉位置校正。

指定代表圖：

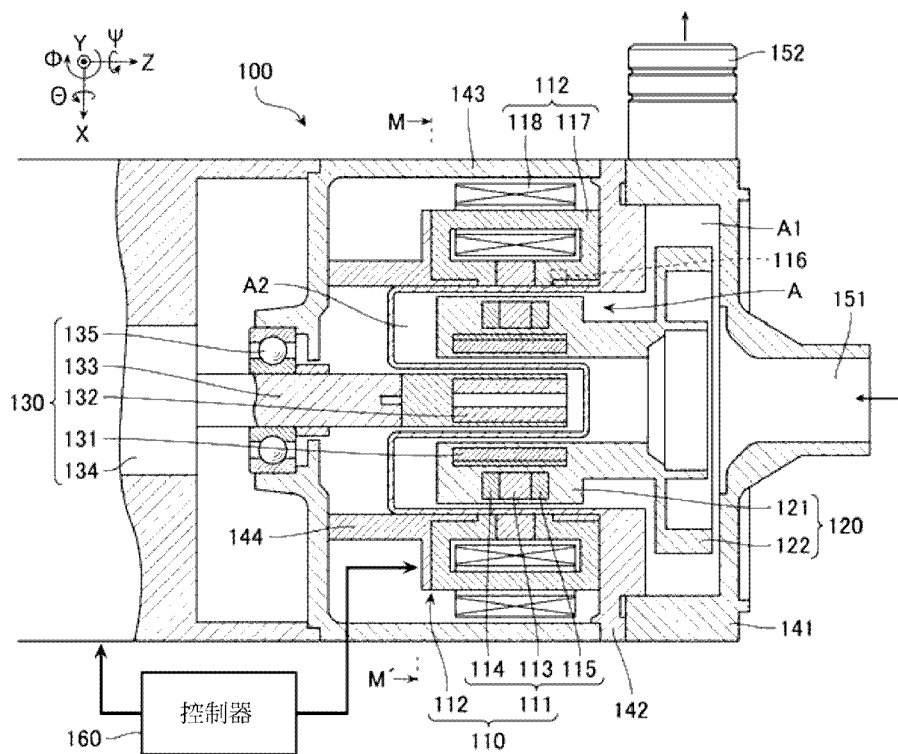


圖1

符號簡單說明：

- 100: 泵
- 110: 磁性軸承
- 111: 軸承轉子部件
- 112: 軸承定子部件
- 113: 永磁鐵
- 114, 115: 磁軛
- 116: 位移感測器
- 117: 磁芯
- 118: 線圈
- 120: 轉子
- 121: 軸承/從動部
- 122: 泵輪
- 130: 驅動機構
- 131: 從動磁鐵
- 132: 驅動磁鐵
- 133: 馬達軸
- 134: 驅動馬達
- 135: 軸承
- 141: 前殼
- 142: 後殼
- 143: 托架
- 144: 磁軛支座
- 151: 吸入口
- 152: 排出口
- 160: 控制器
- M-M': 線
- X, Y, Z: 軸
- θ, Φ, Ψ : 方向



I857101

【發明摘要】

【中文發明名稱】 泵

【中文】

一種泵，具備：轉子；磁性軸承，通過磁性力支承轉子；驅動機構，對轉子進行旋轉驅動；泵機構，包括安裝於轉子的泵輪；控制部，對磁性軸承進行控制，磁性軸承具備：軸承轉子部件，設置在轉子上且由磁性材料形成；軸承定子部件，面對軸承轉子部件配置，其中，該軸承定子部件包括：由磁性材料形成的磁芯和捲繞在磁芯上的線圈，驅動機構具備：從動部件，在轉子的軸承轉子部件的徑方向上相鄰設置；驅動部，在徑方向上與從動部件相對配置，且與從動部件進行磁性結合以驅動轉子，並且控制部，基於來自設置成能夠檢測所述轉子的位移的第1感測器部的檢測信號，進行轉子的旋轉位置校正。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100: 泵
- 110: 磁性軸承
- 111: 軸承轉子部件
- 112: 軸承定子部件
- 113: 永磁鐵
- 114, 115: 磁軛
- 116: 位移感測器
- 117: 磁芯
- 118: 線圈
- 120: 轉子
- 121: 軸承/從動部
- 122: 泵輪
- 130: 驅動機構
- 131: 從動磁鐵
- 132: 驅動磁鐵
- 133: 馬達軸
- 134: 驅動馬達
- 135: 軸承
- 141: 前殼
- 142: 後殼
- 143: 托架
- 144: 磁軛支座

151:吸入口

152:排出口

160:控制器

$M-M'$:線

X,Y,Z:軸

Θ, Φ, Ψ :方向

【發明說明書】

【中文發明名稱】 泵

【技術領域】

【0001】 本發明係與一種泵有關。

【先前技術】

【0002】 已知一種具備磁性軸承和驅動部的泵，該磁性軸承通過磁性力非接觸地支承泵裝置的泵輪的負荷等，該驅動部通過磁性耦合對設置於泵輪的從動部件進行驅動（例如，參照專利文獻1）。該泵，通過在泵輪的轉子的外周設置作為轉子部件的軸承磁鐵，並且在殼體的內周的與軸承磁鐵相對的位置配置作為定子部件的磁性磁芯以構成磁性軸承，進一步在磁性磁芯之間配置偏置磁鐵，從而非對稱地將軸承磁鐵與偏置磁鐵的相互作用力沿一定的半徑方向施加於泵輪，將轉子固定在一定的位置，以限制轉子的環周運動。

【0003】 现有技术文献

专利文献

专利文献1：日本特开2006-226390号公报

【發明內容】

【0004】 〔發明要解決的技術問題〕

【0005】 然而，上述專利文獻1中公開的現有技術的泵，磁性軸承的定子部件僅僅由永磁鐵和磁性材料構成，因此取決於泵的負荷、移送流體的種類，軸承機構恐怕會出現破裂，另外，與能夠通過在旋轉線圈

中流動的勵磁電流等控制磁性力的電磁鐵所構成的泵相比，存在難以與泵的負荷等運轉狀況相應地，高精度地進行包括轉子的位置、姿勢控制等的旋轉控制的問題。

【0006】 本發明，鑒於上述情況而完成，其目的在於提供一種能夠與泵的運轉狀況相應地以高精度進行轉子的旋轉控制的泵。

【0007】 〔解決技術問題的方法〕

【0008】 本發明的泵，特徵在於，包括：轉子；磁性軸承，通過磁性力支承所述轉子；驅動機構，對所述轉子進行旋轉驅動；泵機構，包括安裝於所述轉子的泵輪，控制部，控制所述磁性軸承，所述磁性軸承，包括：軸承轉子部件，設置在所述轉子上且由磁性材料形成；軸承定子部件，面對所述軸承轉子部件配置，所述軸承定子部件，包括：磁芯，由磁性材料形成；線圈，捲繞在所述磁芯上，所述驅動機構，包括：從動部件，在所述轉子的所述軸承轉子部件的徑方向上相鄰設置；驅動部，在所述徑方向上與所述從動部件相對配置，且與所述從動部件進行磁性結合以驅動所述轉子，其中，所述控制部，根據來自設置成能夠檢測所述轉子的位移的第1感測器部的檢測信號，進行所述轉子的旋轉位置校正。

【0009】 在本發明的一實施方式中，所述軸承定子部件的所述磁芯的縱剖面形狀，包括：第1部分，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，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，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。

【0010】 在本發明的另一實施方式中，所述驅動部，配置在所述從動部件的所述徑方向上的內側，所述軸承定子部件，在所述軸承轉子部件的所述徑方向上的外側配置有複數個，並且分別與所述軸承轉子部件在所述徑方向上相對。

【0011】 本發明的又一實施方式中，所述驅動部，配置在所述從動部件的所述徑方向上的外側，所述軸承定子部件，在所述軸承轉子部件的所述徑方向上的內側配置有複數個，並且分別與所述軸承轉子部件在所述徑方向上相對。

【0012】 本發明的再一實施方式中，包括：第2感測器部，檢測使得所述驅動部進行旋轉動作的驅動馬達的轉速；第3感測器部，檢測所述轉子的轉速，其中，所述控制部，根據來自所述第2以及第3感測器部的檢測信號，進行所述驅動馬達與所述轉子的旋轉同步校正。

【0013】 本發明的再一實施方式中，所述泵機構，包括：殼體，形成收納所述轉子的收納空間；輔助部件，設置於所述殼體的與所述收納空間在軸方向上相反一側的部位，通過規定的磁性力吸引所述轉子。

【0014】 本發明的再一實施方式中，所述轉子，包括：軸承/從動總成，是將所述軸承轉子部件以及所述從動部件一體地固定而成；收納部，將所述軸承/從動總成以旋轉方向上的移動受到限制的狀態收納在內部，所述軸承/從動總成，包括：所述軸承轉子部件；所述從動部件，配置在所述軸承轉子部件的徑方向上的內側或外側；旋轉限制部件，將所述軸承轉子部件與所述從動部件以旋轉方向上的移動被互相限制的狀態進行結合。

【0015】 本發明的再一實施方式中，所述軸承轉子部件，包括：圓環狀的永磁鐵；圓環狀的一對的磁軛，配置成在所述第1方向上夾持所述

永磁鐵，所述從動部件，包括：複數個永磁鐵，在徑方向上磁化成N極以及S極在所述轉子的周方向上交錯配置，所述旋轉限制部件，包括：圓筒部，插在所述軸承轉子部件以及所述從動部件之間；法蘭部，抵接於所述軸承轉子部件的所述第1方向上的端面，並且軸向視的形狀包括除了正圓形以外的外形，其中，在所述圓筒部的內周面或外周面上，形成有卡在所述從動部件的所述複數個永磁鐵的周方向上的邊界處的緣部上的爪部，在所述法蘭部的與所述軸承轉子部件的所述端面抵接的面上，形成有與設置於所述端面的凹部相嵌合的凸部，所述收納部包括：形成為與所述法蘭部的外形相匹配的形狀的嵌合部。

【0016】 本發明的再一實施方式中，所述控制部，根據包含所述檢測信號的表示所述磁性軸承的狀態的資訊，判斷出所述磁性軸承的異常，並且根據判斷結果停止所述驅動機構的動作。

【0017】 本發明的再一實施方式中，還包括：安裝在所述驅動馬達的旋轉軸上並且與所述旋轉軸一起旋轉的旋轉葉片，基板，配置在與所述旋轉葉片在所述旋轉軸的軸方向上相對的位置，並且給所述磁性軸承的所述軸承定子部件的所述線圈提供勵磁電流。

【0018】 〔發明的效果〕

【0019】 根據本發明，能夠與泵的運轉狀況相應地高精度地進行轉子的旋轉控制。

【圖式簡單說明】

【0020】

圖1是省略一部分且示意性地示出本發明的第1實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖2是圖1的M—M'線剖面圖。

圖3是示意性地示出該泵的磁性軸承的放大縱剖面圖。

圖4是省略一部分且示意性地示出本發明的第2實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖5是省略一部分且示意性地示出本發明的第3實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖6是省略一部分且示意性地示出本發明的第4實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖7是示意性地示出該泵的磁性軸承的縱剖面圖。

圖8是省略一部分且示意性地示出本發明的第5實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖9是省略一部分且示意性地示出本發明的第6實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖10是示意性地示出本發明的第7實施方式的泵的整體結構的立體圖。

圖11是示出該泵的電路結構的框圖。

圖12是省略一部分且示意性地示出本發明的第8實施方式的泵的整體結構的縱剖面圖。

圖13是切除一部分且示意性地示出本發明的第9實施方式的泵的轉子的整體結構的立體圖。

圖14是切除一部分且示意性地示出該轉子中包含的軸承/從動總成的整體結構的分解立體圖。

圖15是切除一部分且示意性地示出該軸承/從動總成的整體結構的分解立體圖。

【實施方式】

【0021】 以下，參照附圖，詳細說明本發明的實施方式的泵。但是，以下的實施方式，不對各個權利要求所涉及的發明進行限定，另外，並非實施方式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，在以下的實施方式中，相同或相當的構成要素，賦予相同的附圖標記並省略重複的說明。另外，在實施方式中，各個構成要素的比例、尺寸有時與實際情況不一致，且有時會省略一部分的構成要素。

【0022】 〔第1實施方式〕

【0023】 〔泵的機構〕

【0024】 圖1是省略一部分且示意性地示出第1實施方式的泵100的整體結構的縱剖面圖。圖2是圖1的M-M'線剖面圖，圖3是示意性地示出泵100的磁性軸承110的放大縱剖面圖。

【0025】 如圖1所示，第1實施方式的泵100，是流體移送用的磁鐵泵，其包括泵機構和控制器160，該泵機構包括：轉子120，通過磁性力非接觸地支承該轉子120的磁性軸承110，對轉子120進行旋轉驅動的磁性耦合型的驅動機構130，安裝於轉子120的泵輪122，該控制器160作為控制部且至少能夠控制磁性軸承110。

【0026】 需要說明的是，在下文的說明中，將轉子120的旋轉軸（Z軸）方向稱作Z軸方向（也稱作軸向方向、Z方向），將轉子120的徑方向稱作X軸方向以及Y軸方向（也稱作徑向方向、X方向以及Y方向），將繞Z軸（旋轉軸）的旋轉方向稱作 Ψ 方向，繞X軸的旋轉方向稱作 Θ 方向，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。另外，面向紙面將右側稱作泵100的前方側，將左側稱作後方側。

【0027】 泵100，整體形成為圓筒狀，在Z軸方向上的一側包括前殼141。前殼141，其內部形成有泵室A1，其前方中央部包括與泵室A1連通的圓筒狀的吸入口151，側面包括同樣與泵室A1連通的排出口152。前殼141的後端連接有後殼142。後殼142與前殼141一起形成包含泵室A1的密閉空間A。另外，在後殼142，形成有朝向後方突出的環狀空間（收納空間）A2。以覆蓋該後殼142的外周的方式設置有圓筒狀的托架143。

【0028】 在密閉空間A中，收納有轉子120。轉子120，例如，整體由樹脂等非磁性體形成，且一體地形成在作為軸方向的一端的前方側設置的泵輪122和在作為軸方向的另一端的後方側設置的環狀的軸承/從動部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/從動部121，被收納在環狀空間A2中。

【0029】 在轉子120的軸承/從動部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/從動部121的內周側，設置有對轉子120進行驅動的驅動機構130。

【0030】 磁性軸承110，包括：安裝於轉子120的軸承/從動部121的外周側且由環狀的磁性材料形成的軸承轉子部件111，與軸承轉子部件111隔著規定的間隔配置於該軸承轉子部件111的徑向方向上的外側的軸承定子部件112。軸承定子部件112，安裝在後殼142與圓筒狀的托架143之間。

【0031】 軸承轉子部件111，例如包括：成形為圓環狀且由釹磁鐵形成的永磁鐵113，與該永磁鐵113同心，且在軸向方向（Z軸方向）上以夾著永磁鐵113的方式配置的由圓環狀的電磁軟鐵形成的磁軛114、

115。永磁鐵113，例如磁化成，在軸向方向上N極以及S極相對，並且在整個周方向上為同極。

【0032】 另一方面，軸承定子部件112，在該實施方式中，如圖2所示，間隔90°的角度配置在軸承轉子部件111的周方向上的4個位置處。其中，例如，在X軸方向上相對的一對軸承定子部件112，控制轉子120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112，控制轉子120（未圖示）在Y軸方向上的位置以及在 Θ 方向上的角度。另外，這些軸承定子部件112，控制在Z軸方向上的高度。

【0033】 需要說明的是，能夠檢測軸承轉子部件111在徑向方向以及各個旋轉方向上的位移的位移感測器（第1感測器部）116，以與軸承定子部件112分別成45°的角度（即，與X軸方向以及Y軸方向分別以45°的角度交叉）的方式，在磁軛支座144上配置有複數個（這裡，為4個）。這些位移感測器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。另外，軸承定子部件112的個數，不限於此，能夠採用6個、10個、12個、16個等各種方式。此外，位移感測器還包括，與上述位移感測器116一起例如設置在磁軛支座144等上的感測器（未圖示），該感測器設置成在軸向方向上與軸承/從動部121相對，以能夠檢測軸承轉子部件111等在軸向方向上以及旋轉方向上的位移。需要說明的是，位移感測器116等的配置方式、個數，不限於此，能夠採用各種方式。在本實施方式的泵100的情況下，由於泵輪122配置在轉子120的一側，因此在轉子120相對於Z軸傾斜的情況下，轉子120會以Z軸上的靠近泵輪122的位置為旋轉中心進行傾斜。因此，雖然省略了圖示，但是如果將位移感測器116配置在例如遠離泵輪122的位置，優選地，配置在軸

承/從動部121的Z軸方向上的中央的位置，那麼通過位移感測器116，能夠檢測轉子120的X軸方向上的位置以及 Φ 方向的角度，Y軸方向上的位置以及 Θ 方向上的角度，還能夠通過二軸控制充分地對旋轉軸的傾斜進行控制。

【0034】 軸承定子部件112，例如包括，由層疊電磁鋼板等磁性材料形成的磁芯117，和捲繞在磁芯117上的線圈118。磁芯117的縱剖面形狀形成為，偏向軸承轉子部件111的那一側為開放端的大致C字形。具體地，如圖3所示，磁芯117的縱剖面形狀，包括：第1部分117a，其沿著與面對軸承轉子部件111方向（徑方向）相正交的第1方向（在該示例中為Z軸方向）延伸，並且線圈118捲繞在第1部分117a上；一對第2部分117b，其從該第1部分117a的Z軸方向上的兩個端部開始，朝向軸承轉子部件111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117c，其從該一對第2部分117b的各個頂端部開始，朝向軸承轉子部件111側延伸。換言之，在磁芯117的縱剖面形狀中，使得從捲繞有線圈118的第1部分117a的Z軸方向上的兩端開始，朝向軸承轉子部件111本來應當直線狀地延伸的C字形狀的開放端部分，包括一對鑰匙型形狀部分，並且包括開放端側的部分彼此接近的形狀。

【0035】 若是這樣的形狀，則如圖所示，能夠使得與磁芯117的開放端側的一對第3部分117c的Z軸方向上的相對的面之間的距離L1相比，線圈118在Z軸方向上的長度l更長。即，能夠使得與線圈118的捲繞部分在Z軸方向的長度相比，開放端的頂端之間的距離更小。另外，磁芯117的開放端側的寬度，即一對第3部分117c的與Z軸方向上的相對的面的相反一側的面之間的距離L2，比磁芯117本來在Z軸方向上的長度L4更小，並且與軸承轉子部件111在Z軸方向上的長度L3大致相等。

【0036】 驅動機構130，包括：作為環狀的從動部件的從動磁鐵131，其安裝在轉子120的軸承/從動部121的內周側；作為驅動部的驅動磁鐵132，其與從動磁鐵131隔著規定的間隔配置於該從動磁鐵131的徑向方向上的內側。另外，驅動機構130，包括：將該驅動磁鐵132安裝於其頂端部且能夠旋轉地被軸承135支承的馬達軸133，和對該馬達軸133進行旋轉驅動的驅動馬達134。在該示例中，從動磁鐵131以及驅動磁鐵132，例如由磁化成徑向方向上為2極或4極的釹磁鐵構成。另外，雖然在該示例中，驅動磁鐵132與馬達軸133的直徑大致相同，但是兩者的直徑並非必須相同。

【0037】 控制器160，根據來自上文所述包含位移感測器116的位移感測器的檢測信號，檢測出轉子120的各個方向以及各個旋轉方向上的位移，與之相應地精密地控制在磁性軸承110的軸承定子部件112的線圈118中流動的電流。由此，能夠即時地控制轉子120的X軸方向上的位置以及 Φ 方向上的角度，Y軸方向上的位置以及 Θ 方向上的角度，以及Z軸方向上的高度，以進行旋轉位置校正。需要說明的是，控制器160能夠構成為根據來自下文說明的其他感測器的檢測信號，控制驅動機構130。

【0038】 〔 泵的動作 〕

【0039】 接著，說明如上構成的泵100的動作。

【0040】 在如此構成的泵100中，構成磁性軸承110的軸承轉子部件111以及軸承定子部件112的磁芯117由磁性材料形成，因此形成了磁路。軸承轉子部件111的永磁鐵113，在該磁路中提供偏置磁通。

【0041】 控制器160，為了校正使用位移感測器116等檢測出的轉子120在XYZ軸的各方向上的位移以及在 Φ 和 Θ 方向上的傾斜，如上文

所述控制線圈118中流動的電流，調節線圈118所產生的控制磁通。由此，轉子120被磁性軸承110維持在規定位置以及規定姿勢，且以非接觸狀態被支援。

【0042】 在該狀態下，驅動馬達134使得馬達軸133旋轉從而驅動磁鐵132也旋轉，在該驅動磁鐵132的磁性力的作用下，從動磁鐵131從動並且轉子120即泵輪122在密閉空間A內以非接觸的方式旋轉。由此，輸送流體通過吸入口151被導入泵室A1，並且通過排出口152將移送流體從泵室A1內排出到外部。

【0043】 〔實施方式的效果〕

【0044】 本實施方式中，在泵所採用的通常的磁性軸承中，通過在構成軸承定子部件的コ字型的磁芯和軸承轉子部件所形成的磁路中穿過的磁通F，對轉子施加朝向規定位置的復原力。例如已知，軸承定子部件的磁芯的軸向方向上的長度與軸承轉子部件的軸向方向上的厚度大致相等，並且盡可能地越薄，則該復原力越大。

【0045】 另一方面，由於通過線圈控制磁通F，因此為了提高回應性優選電感盡可能地小。已知，該線圈的電感，與線圈的截面面積成正比，與線圈長度成反比，因此為了提高回應性，需要以截面面積減小並且長度變長的方式捲繞在磁芯上。

【0046】 然而，根據上述的點，若線圈長度變長，則轉子的軸承轉子部件在軸向方向上的厚度也會變厚，因此轉子的復原力會降低，特別地當轉子傾斜時復原力矩會降低，並且軸向方向上的磁性軸承的尺寸會變大。

【0047】 即，將這一點置換到本實施方式的泵100的磁性軸承110上，可知，作為軸承定子部件112的開放端的第3部分117c在Z軸方向上

的長度L2與軸承轉子部件111在Z軸方向上的長度L3越大致相等，且軸承轉子部件111在Z軸方向上的長度L3越短，則如上所述的轉子120的磁性軸承110產生的對位置以及傾斜的復原力越大。

【0048】 根據該觀點，根據本實施方式的泵100的磁性軸承110，與上述的通常的コ字型的磁芯相比，能夠使得開放端的與軸承轉子部件111相對的部分即第3部分117c在Z軸方向上的長度L2變短，因此能夠在維持所需的線圈118圈數的同時，使得軸承轉子部件111在Z軸方向上的長度L3比通常的長度更短。由此，能夠確保充分的復原力。

【0049】 需要說明的是，為了使得永磁鐵113的吸引力最大化，優選磁芯117的第3部分117c之間的距離與永磁鐵113在Z軸方向上的高度大致相等，並且優選磁芯117的各第3部分117c在Z軸方向上的寬度與磁軛114、115在Z軸方向上的厚度大致相等。

【0050】 並且，為了提高磁性軸承110的回應性，需要盡可能地減小線圈118的電感，關於這一點，根據泵100的磁性軸承110，由於採用能夠充分確保磁芯117的捲繞有線圈118的第1部分117a的長度L4的結構，因此，能夠增長線圈118在Z軸方向上的長度l，並且能夠減小線圈118的截面面積，能夠抑制線圈118的電感並提高回應性。

【0051】 需要說明的是，如圖2所示，雖然軸承轉子部件111的外周面構成為曲面，但是磁芯117的磁極面117d（參照圖3）形成為平面。具體地，磁極面117d，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。通常，在磁芯117的磁極面117d以沿著軸承轉子部件111的外周面的曲面構成的情況下，磁場的磁通F會集中於磁極面117d的周方向上的端部，但是，如果形成為平面，則能夠防止這樣的磁通F的集中。

【0052】 如此，本實施方式的泵100，通過磁性軸承110以及控制器160，如上所述能夠控制徑向方向、軸向方向以及2個徑向旋轉軸方向的5個自由度，因此能夠提高轉子120的復原力以及回應性，能夠與泵100的運行狀況對應地以高精度對轉子120乃至泵輪122進行旋轉控制。另外，能夠縮小磁性軸承110的線圈118的截面，因此包括驅動馬達134、泵機構在內，能夠整體地形成小徑的圓筒狀。因此，結構緊湊，可方便地與其他泵進行更換。

【0053】 〔第2實施方式〕

【0054】 〔泵的其他結構〕

【0055】 圖4是省略一部分且示意性地示出本發明的第2實施方式的泵100A的整體結構的縱剖面圖。這裡，在包括圖4的下文的說明中，與第1實施方式相同的構成要素賦予相同的附圖標記，並在下文中省略重複的說明。另外，省略了驅動機構130的驅動馬達134與控制器160的圖示。

【0056】 即，如圖4所示，第2實施方式的泵100A與第1實施方式的泵100不同的點在於：將轉速檢測用的磁鐵133a安裝於馬達軸133；在托架143的底部（軸承135側的部分）包括檢測該磁鐵133a的檢測元件（第2感測器部）161和檢測從動磁鐵131的檢測元件（第3感測器部）162。

【0057】 根據該第2實施方式，能夠包括所謂的失調檢測功能。即，在磁性軸承110上且處於懸浮狀態的軸承轉子部件111，與泵輪122的軸承/從動部121中的從動磁鐵131一起旋轉。並且，該從動磁鐵131在驅動磁鐵132的磁性吸引力的作用下同步地進行旋轉。

【0058】 在這樣的動作中，在泵輪122上施加有過剩的負荷的情況下，雖然馬達軸133持續旋轉，但是由於從動磁鐵131設置在與泵輪122

一體的軸承/從動部121上，因此在該從動磁鐵131上有使得旋轉停止的作用力。

【0059】 然後，在磁性吸引力的作用下進行同步動作的從動磁鐵131與驅動磁鐵132，無法承受施加於泵輪122的負荷而形成無法同步的狀態，變成所謂的失調。在該失調的情況下，無法使得泵輪122旋轉。

【0060】 因此，通過控制器160，根據來自檢測元件161的檢測信號計算出馬達軸133的轉速，根據來自檢測元件162的檢測信號計算出從動磁鐵131的轉速（即，泵輪122的轉速），通過比較這兩個轉速，進行失調判定。

【0061】 根據失調判定的結果，在判斷為失調的情況下，控制器160，例如，暫時停止驅動馬達134的旋轉，並再次進行旋轉，能夠使得從動磁鐵131與驅動磁鐵132通過磁性吸引力結合，並且使得馬達軸133與泵輪122同步旋轉（旋轉同步校正）。

【0062】 〔第3實施方式〕

【0063】 〔泵的另一結構〕

【0064】 圖5是省略一部分且示意性地示出本發明的第3實施方式的泵100B的整體結構的縱剖面圖。

【0065】 如圖5所示，第3實施方式的泵100B與第1實施方式的泵100不同的點在於：在後殼142的在Z軸方向上與環狀空間A2相反一側的面上，包括輔助磁鐵163作為通過磁性吸引力吸引軸承轉子部件111的輔助部件。

【0066】 當泵輪122開始旋轉並輸送液體時，在輸送流體的流體力的作用下，在泵輪122上施加有沿軸向方向移動的推力。由此，雖然泵輪

122向泵100B的前方側移動，但是通過磁性軸承110的支承，泵輪122可維持懸浮狀態。

【0067】 但是，若施加有可打破磁性軸承110的支承的推力，則泵輪122會接觸前殼141並損壞。輔助磁鐵163，為了防止這樣的故障，向Z軸方向上的後方側吸引軸承轉子部件111，以防止泵輪122沿軸向方向的移動。需要說明的是，輔助磁鐵163的磁性力設置為，不會破壞磁性軸承110的支承的程度，並且泵輪122不會沿軸向方向移動的程度。另外，輔助磁鐵163，與軸承轉子部件111的永磁鐵113同樣地，磁化成在軸向方向上N極以及S極相對，並且在整個周方向上為同極。

【0068】 〔第4實施方式〕

【0069】 〔泵的又一結構〕

【0070】 圖6是省略一部分且示意性地示出本發明的第4實施方式的泵100C的整體結構的縱剖面圖。圖7是示意性地示出泵100C的磁性軸承110的縱剖面圖。

【0071】 如圖6所示，第4實施方式的泵100C，在包括磁性軸承110這一點上與第1實施方式的泵100相同，但是在該磁性軸承110的軸承轉子部件171的結構與軸承轉子部件111的結構不同這一點上，不同於第1實施方式的泵100。

【0072】 即，軸承轉子部件171，例如包括：圓環狀的永磁鐵113，與該永磁鐵113同心，且配置成在軸向方向（Z軸方向）上夾持永磁鐵113的圓環狀的一對磁軛174、175。一對磁軛174、175，是在軸承定子部件112側為開放端且Z軸方向上的正中央斷開的大致コ字型。

【0073】 具體地，如圖7所示，一對磁軛174、175的縱剖面形狀，包括：第4部分174a、175a，其以覆蓋永磁鐵113的第1方向（這裡為Z

軸方向)側的端面的方式,在與Z軸方向正交的第2方向(這裡為徑向方向)上延伸;一對第5部分174b、175b,其從第4部分174a、175a的在徑向方向上遠離軸承定子部件112一側的端部開始,沿Z軸方向朝向彼此接近的方向延伸的,並且在該一對第5部分174b、175b與永磁鐵113的在徑向方向上遠離軸承定子部件112一側的端面之間形成有第1間隙176,並且一對第5部分174b、175b的各個頂端部,包括彼此遠離以形成與第1間隙176連通的第2間隙177的形狀。

【0074】 如果是這樣的形狀,那麼永磁鐵113產生的偏置磁通Fb的磁路穩定,並且能夠使得線圈118產生的控制磁通Fc盡可能無損地穿過軸承轉子部件171。因此,雖然也可以與包括通常的コ字型的磁芯的軸承定子部件進行組合,但是特別地與包括第1部分117a~第3部分117c的本實施方式的軸承定子部件112進行組合構成磁性軸承110,能夠與泵100C的運行狀況對應地以高精度對轉子120進行旋轉控制。

【0075】 〔第5實施方式〕

【0076】 〔泵的又一結構〕

【0077】 圖8是省略一部分且示意性地示出本發明的第5實施方式的泵200的整體結構的縱剖面圖。

【0078】 如圖8所示,第5實施方式的泵200,在磁性軸承110的配置方式與驅動機構130的驅動構造不同的這一點上,不同於第1實施方式的泵100。即,第1實施方式的泵100,從馬達軸133的軸中心朝向徑向方向的外側,依次配置有驅動磁鐵132、從動磁鐵131、軸承轉子部件111以及軸承定子部件112,與之相反,第5實施方式的泵200從馬達軸133的軸中心朝向外側這些結構的配置順序完全相反。

【0079】 換言之，配置成，在環狀空間A2的內側使用磁性軸承110支承轉子120的軸承/從動部121，在該環狀空間A2的外側使用在馬達軸133的頂端設置的驅動筒部136的頂端側的驅動磁鐵132對軸承/從動部121進行驅動並使得泵輪122旋轉，即，從軸中心朝向外側，依次配置磁性軸承110、從動磁鐵131以及驅動磁鐵132。這樣，通過從環狀空間A2的外側驅動泵輪122，與第1實施方式的泵100那樣的從環狀空間A2的內側進行驅動的結構相比，能夠以更大的力矩使得泵輪122旋轉。

【0080】 〔第6實施方式〕

【0081】 〔泵的又一結構〕

【0082】 圖9是省略一部分且示意性地示出本發明的第6實施方式的泵201的整體結構的縱剖面圖。

【0083】 如圖9所示，第6實施方式的泵201，與第4實施方式的泵100C的結構相比，在與第5實施方式的泵200同樣地從馬達軸133的軸中心朝向徑向方向的外側配置有磁性軸承110、從動磁鐵131以及驅動磁鐵132，並從環狀空間A2的外側驅動泵輪122這一點上，不同於第4實施方式的泵100C。通過這樣的結構，能夠用比從環狀空間A2的內側進行驅動時更大的力矩使得泵輪122旋轉，能夠與泵201的運轉狀況相應地以高精度對轉子120進行旋轉控制。

【0084】 〔第7實施方式〕

【0085】 〔泵的其他結構〕

【0086】 圖10是示意性地示出本發明的第7實施方式的泵100的整體結構的立體圖，圖11是示出泵100的電路結構的框圖。需要說明的而是，雖然省略了圖示以及說明，但是自不用說，本實施方式的結構也能夠適用於第1～第6實施方式的泵100、100A～100C、200、201。

【0087】 如圖10所示，例如與電源線100c連接的驅動馬達停止裝置164，通過信號線100a以及電力供應線100b，連接於第7實施方式的泵100。驅動馬達停止裝置164，與控制器210一起構成控制部，包括例如在泵100的磁性軸承110發生異常的情況下，停止驅動馬達134的動作的功能（停止功能）。

【0088】 即，在這種泵100中，在磁性軸承110和驅動馬達134被分別控制的情況下，萬一磁性軸承110對轉子120的非接觸的支承（磁懸浮）出現故障，驅動馬達134也會持續進行動作。並且，在這種情況下，會發生轉子120與後殼142等剮蹭、轉子120的泵輪122與前殼141等剮蹭而產生損傷。

【0089】 因此，在本實施方式中，根據包括來自磁性軸承110側的位移感測器116等的檢測信號的表示磁性軸承110的資訊，使用控制器210判斷磁性軸承110的異常，並且根據判斷結果啟動驅動馬達停止裝置164，從而例如切斷電力供應線100b給驅動馬達134的電力供應，使其動作停止。由此，能夠有效地防止當磁性軸承110發生異常時會發生的泵輪122、轉子120或後殼142等的破壞。

【0090】 驅動馬達停止裝置164中，如圖11所示，例如包括電晶體165、手動開關166以及中繼部168。電晶體165，根據來自控制器210的控制，驅動中繼部168。另外，手動開關166的開關按鈕166a，露出到殼體的外部（參照圖10）。中繼部168，可以由固態繼電器（SSR）或者機械式繼電器構成。

【0091】 驅動馬達停止裝置164，通過信號線100a，與設置於泵100內的控制器210連接。控制器210包括：對磁性軸承110的線圈118進行

驅動的驅動電路202，以及根據位移感測器116的輸出對驅動電路202進行控制的CPU204。

【0092】 如此構成的本實施方式的泵100，例如如下進行動作。具體地，在輸入至CPU204的來自包括位移感測器116等的位移感測器的檢測信號示出異常值的情況下，CPU204判斷為磁懸浮發生異常，並將信號線100a從L電平升高到H電平（異常信號）。其結果是，驅動馬達停止裝置164內的電晶體165成為開啟狀態，中繼部168切斷電源線100c與電力供應線100b，從而切斷通過電力供應線100b對驅動馬達134的電力供應。由此，使得驅動馬達134的動作停止。

【0093】 同樣地，CPU204，例如在來自對檢測線圈118的溫度進行檢測的溫度感測器（未圖示）的檢測信號表示線圈溫度為異常值的情況下，或者在線圈118中流動的線圈電流值示出異常值的情況下，或者在驅動電路202的溫度示出異常值的情況下等，判斷為磁懸浮出現異常，將異常信號發送給驅動馬達停止裝置164。由此，驅動馬達停止裝置164，通過中繼部168進行切斷，停止驅動馬達134的動作。

【0094】 另外，CPU204，例如在來自上述的檢測元件161、162（參照圖4）的檢測信號那樣的、表示從動磁鐵131與驅動磁鐵132的轉速的檢測信號示出異常值（轉速為不同的值）的情況下，可判斷為發生了上文所述的失調，可同樣地停止驅動馬達134。需要說明的是，例如也可以通過操作手動開關166的開關按鈕166a，停止驅動馬達134的動作。在這種情況下，可以通過將手動開關166的操作信號發送到泵100的CPU204，從而通過CPU204使得電晶體165成為開啟狀態。由此，CPU204也能夠掌握驅動馬達134的停止狀態，不會影響其他的控制。通過這樣的結構，能夠起到與上文的第1～第6實施方式的作用效果同樣的

作用效果，並且能夠起到在磁性軸承110發生異常時，防止泵輪122、轉子120、後殼142或者下文所述的轉子120的收納部230的外殼233等破損的效果。

【0095】〔第8實施方式〕

【0096】〔泵的其他結構〕

【0097】圖12是省略一部分且示意性地示出本發明的第8實施方式的泵203的整體結構的縱剖面圖。需要說明的是，該泵203，也能夠適用於圖10以及圖11所示的泵100。

【0098】如圖12所示，第8實施方式的泵203，例如在磁軛支座144的後方側，配置對泵機構進行控制的控制器210這一點，在該控制器210的後方側的驅動馬達134的馬達軸133上安裝作為旋轉葉片的冷卻風扇169這一點，以及在控制器210以及冷卻風扇169配置在托架143的內部這一點上，不同於第1實施方式的泵100。

【0099】控制器210，例如包括：對磁性軸承110的線圈118進行驅動的驅動基板211，對驅動機構130的驅動動作進行控制的CPU基板212，以及對沒有圖示的磁性編碼器等進行控制的編碼器基板213。需要說明的是，在與托架143連接的馬達殼體134a的後方側，安裝有後蓋154，並且與托架143一起設置於泵基座153上。

【0100】在上述的結構中，控制器210包括容易發熱的特性。特別地，驅動基板211的作為驅動電路202（參照圖11）使用的MOS－FET等的發熱量大。

【0101】在這一點上，根據本實施方式的泵203，由於在馬達軸133上安裝有冷卻風扇169，因此冷卻風扇169與馬達軸133一起旋轉。因此，在泵203動作時，能夠時常地持續冷卻控制器210，能夠有效地防止與發

熱相伴的各基板211～213的熱失控等故障。特別地，發熱量最大的驅動基板211，配置在離冷卻風扇169最近的位置，因此冷卻效果最好。另外，根據本實施方式，由於無需另外設置使得冷卻風扇169旋轉的風扇馬達等，因此能夠減少用於冷卻的空間和成本，同時將構成泵203的部件個數控制在最小限度。

【0102】 需要說明的是，如果在托架143上形成有未圖示的通風孔，那麼可進一步提高冷卻效果。根據這樣的結構構成的泵203，能夠起到與第1實施方式等的作用效果相同的作用效果，並且即使將控制器210之類的發熱源、發熱體配置在泵203的內部，也能夠有效地防止控制器210的發熱引起的故障。

【0103】 〔第9實施方式〕

【0104】 〔泵的轉子的其他結構〕

【0105】 圖13是切除一部分且示意性地示出本發明的第9實施方式的泵的轉子120的整體結構的立體圖，圖14以及圖15是切除一部分且示意性地示出轉子120中包含的軸承/從動總成220的整體結構的分解立體圖。需要說明的是，圖14(a)是從上方觀察的分解立體圖，另外，圖14(b)是從下方觀察的分解立體圖。

【0106】 如圖13～圖15所示，第9實施方式的泵中的轉子120，例如為了防止構成轉子120的永磁鐵113以及從動磁鐵131的空轉，代替通過粘接進行固定，而不使用粘接劑將這些磁鐵固定在轉子120上。

【0107】 具體地，轉子120包括：泵輪122，與軸承/從動部相當的圓環狀的軸承/從動總成220，在泵輪122的後方側的、能夠將軸承/從動總成220收納在其內部的由樹脂成形部件構成的收納部230。收納部230包括：覆蓋軸承/從動總成220的外周面的外殼233，覆蓋軸承/從動總成

220的內周面的內殼234。外殼233和內殼234，同軸配置，在兩者之間形成有對圓環狀的軸承/從動總成220進行收納的主收納室231。在該主收納室231的泵輪122側的上壁面231a上，形成有凹狀的嵌合部232。

【0108】 另一方面，軸承/從動總成220包括：包括如上文所述的永磁鐵113以及一對磁軛114、115的軸承轉子部件111；配置在該軸承轉子部件111的徑向方向上的內側的從動磁鐵131；以及由樹脂成形部件構成的中央環221，該中央環221系作為使得這些軸承轉子部件111以及從動磁鐵131以無法空轉的方式進行結合的旋轉限制部件。

【0109】 需要說明的是，從動磁鐵131，在本實施方式中，例如由以N極以及S極在轉子120的周方向上交互配置的方式沿轉子120的徑方向被磁化的複數個（例如4極的）永磁鐵構成。中央環221包括：插入在軸承轉子部件111與從動磁鐵131之間的圓筒部222；抵接軸承轉子部件111的第1方向上的端面（例如，磁軛115的端面），並且從軸方向（Z軸方向）觀察的形狀包括除了正圓形以外的外形（例如，缺角矩形形狀的外形）的法蘭部223。

【0110】 需要說明的是，如圖14（a）以及圖14（b）所示，在磁軛114、115的Z軸方向上的外側的端面上，形成有凹部114a、115a。另外，在這些端面中的與法蘭部223抵接的一側相反的一側的端面（這裡為磁軛114側的端面）上，例如安裝有由絕熱材料等形成的樹脂製成的端板220a。可以在該端板220a的、例如與磁軛114相對一側的端面上，形成可嵌入凹部114a中的凸部（省略圖示）。

【0111】 從動磁鐵131，至少各自的接合部的沿旋轉軸方向延伸的稜線的角部被倒角，並且在磁鐵的周方向上的接合部上，通過倒角形成有沿旋轉軸方向延伸的V字狀的槽226。中央環221的圓筒部222的內周

面上形成有V字狀的爪部224，該爪部224卡在形成於從動磁鐵131的周方向上的接合部上的槽226中。另外，在中央環221的法蘭部223的與軸承轉子部件111的端面抵接的面上，形成有例如與磁軛115的端面上設置的凹部嵌合的凸部225。並且，在主收納室231的上壁面231a上形成的凹狀的嵌合部232，形成為與中央環221的法蘭部223的外形相匹配的形狀。另外，在端板220a的與中央環221相對的面上，形成有環狀的槽227供中央環221的圓筒部222的與法蘭部223相反一側的端部嵌入。

【0112】 在如此構成的軸承/從動總成220中，中央環221的圓筒部222上的爪部224卡在槽226中，並且中央環221的法蘭部223的凸部225嵌入磁軛115的凹部115a，從而可防止從動磁鐵131相對於軸承轉子部件111在周方向上的空轉。

【0113】 這樣，通過中央環221，可以固定軸承轉子部件111以及從動磁鐵131使其彼此無法空轉。需要說明的是，中央環221的與法蘭部223相反一側的圓筒部222的端部，通過壓入等被牢固地嵌入形成於端板220a的槽227中。從而，可組裝軸承/從動總成220。

【0114】 需要說明的是，在上述的實施方式中，代替端板220a通過壓入與中央環221結合，或者在通過壓入進行的結合的基礎上，例如，還可以將端板220a通過超聲波焊接、熱板焊接等結合於中央環221、外殼233以及內殼234。由此，端板220a被更牢固地固定於轉子120。另外，端板220a也可包括可嵌入磁軛114的凹部114a的凸部。在這種情況下，不僅限制了磁軛115在周方向上的移動，還限制了磁軛114在周方向上的移動。

【0115】 並且，通過將該狀態的軸承/從動總成220插入收納部230中，並通過壓入等將中央環221的法蘭部223牢固地嵌入收納部230的嵌

合部232中，能夠以防止軸承/從動總成220相對於轉子120在周方向上的空轉的狀態形成轉子120。由此，還能夠防止磁軛115相對於轉子120在周方向上的旋轉，因此能夠防止被磁性力牢固地固定在轉子120上的永磁鐵113在周方向上的旋轉。

【0116】 如此，根據第9實施方式，能夠起到與第1實施方式等的作用效果相同的作用效果，並且不通過粘接，也能夠將永磁鐵113以及從動磁鐵131固定於轉子120。因此，能夠可靠地防止例如腐蝕性氣體導致粘接材料融化等與粘接相關的故障所引起的軸承轉子部件111、從動磁鐵131的空轉，能夠減少轉子120的旋轉故障發生的要因。

【0117】 需要說明的是，防止軸承轉子部件111以及從動磁鐵131相對於中央環221在周方向上的空轉的結構，不限於上述的示例。例如，也可以在從動磁鐵131的接合部上形成縫隙，並在中央環221上形成可嵌入該縫隙的突條。另外，也可以對從動磁鐵131的接合部的沿徑方向延伸的稜線進行倒角，由此形成沿徑方向延伸的V槽，並且在中央環221上形成可嵌入該V槽的突條。進一步，在中央環221上形成的爪部224或者突條，在如圖8所示的第5實施方式中，也可以設置在圓筒部222的外周面側上。簡言之，在中央環221中，只要通過示例的旋轉限制部件將軸承轉子部件111與從動部件（從動磁鐵131）結合，並且實現了彼此的旋轉方向的限制，以及，實現了兩者相對於轉子120在旋轉方向上的限制，那麼就沒有必要使用粘接材料。

【0118】 另外，作為本實施方式的變形例，雖然省略了圖示，但是例如也可以先製作轉子120的軸承/從動部121，然後在該軸承/從動部121上，通過二次成形制作泵輪122。在這種情況下，轉子120，例如如下進行製作。首先，製作軸承/從動總成220。在製作軸承/從動總成220

時，首先，例如通過模具成形形成中央環221，趁著成形後的中央環221還熱的時候（為規定的溫度以上時），將從動磁鐵131插入中央環221的圓筒部222的內側（內周面側）。然後，利用中央環221的冷卻引起的收縮，將從動磁鐵131固定在中央環221內。

【0119】 接著，例如以磁軛115的凹部115a可嵌入法蘭部223的凸部225的方式進行定位並將軸承轉子部件111嵌合於中央環221的圓筒部222的外側（外周面側）上，形成軸承/從動總成220。之後，同樣地通過模具成形，形成包括外殼233以及內殼234，並且在主收納室231的Z軸方向上的一側蓋上蓋子的有蓋圓筒狀的收納部（轉子外殼）230。

【0120】 然後，趁著成形後的收納部230還熱的時候（為規定的溫度以上時），將軸承/從動總成220插入主收納室231，以使得中央環221的法蘭部223嵌入收納部230的嵌合部232，並利用冷卻產生的收納部230的收縮，將軸承/從動總成220固定在主收納室231內。

【0121】 之後，從收納部230的主收納室231的開口端一側插入端板220a以使得例如未圖示的凸部嵌入凹部114a，進一步，在主收納室231的開口端一側施加樹脂成形以形成未圖示的蓋部，密封主收納室231製作收納部230。此時，插入由絕熱材料形成的端板220a，是為了防止成形時的熱傳遞到永磁鐵113以及從動磁鐵131，而削弱這些磁鐵的磁性。最後，通過二次成形形成泵輪122與收納部230接合，完成轉子120。通過這樣的結構，能夠更簡單地增加轉子120中的泵輪122與收納部230的組合的變化。

【0122】 需要說明的是，雖然在第9實施方式中，在中央環221的法蘭部223上形成凸部225，並嵌入磁軛115的凹部115a，但是代替該凸部225，也可以在中央環221的成形時在法蘭部223上設置的孔部（省略圖

示) 中，插入另行製造的嵌入在凹部115a中的銷部件(省略圖示)，通過冷卻產生的收縮將銷部件固定在法蘭部223上來使用。

【0123】 以上，雖然說明了本發明的若干實施方式，但是這些實施方式，僅僅作為示例被提出，不意在限定本發明的範圍。這些新穎的實施方式，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。這些實施方式及其變形，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】

【0124】

〔 本發明 〕

100,100A,100B,100C,200,201,203: 泵

100a: 信號線

100b: 電力供應線

110: 磁性軸承

111,171: 軸承轉子部件

112: 軸承定子部件

113: 永磁鐵

114,115,174,175: 磁軛

114a,115a: 凹部

116: 位移感測器

117: 磁芯

117a: 第 1 部分

117b: 第 2 部分

117c: 第 3 部分

117d: 磁極面

118: 線圈

120: 轉子

121: 軸承/從動部

122: 泵輪

130: 驅動機構

131: 從動磁鐵

132:驅動磁鐵

133:馬達軸

133a:磁鐵

134:驅動馬達

134a:馬達殼體

135:軸承

136:驅動筒部

141:前殼

142:後殼

143:托架

144:磁軛支座

151:吸入口

152:排出口

153:泵基座

154:後蓋

160,210:控制器

161:檢測元件（第 2 感測器部）

162:檢測元件（第 3 感測器部）

163:輔助磁鐵

164:驅動馬達停止裝置

165:電晶體

166:手動開關

166a:開關按鈕

168:中繼部

169:冷卻風扇

174a,175a:第 4 部分

174b,175b:第 5 部分

176:第 1 間隙

177:第 2 間隙

202:驅動電路

204:CPU

211:驅動基板

212:CPU 基板

213:編碼器基板

220:軸承/從動總成

220a:端板

221:中央環

222:圓筒部

223:法蘭部

224:爪部

225:凸部

226,227:槽

230:收納部

231:主收納室

231a:上壁面

232:嵌合部

233:外殼

234:內殼

A:密閉空間

A1:泵室

A2:環狀空間（收納空間）

F,Fb,Fc:磁通

H,L:電平

L1,L2:距離

L3,L4:長度

M－M´:線

X,Y,Z:軸

Θ, Φ, Ψ :方向

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種泵，包括：

一轉子，

一磁性軸承，通過磁性力支承該轉子；

一驅動機構，對該轉子進行旋轉驅動；

一泵機構，包括安裝在該轉子上的泵輪；

一控制部，對該磁性軸承進行控制，

其中，該磁性軸承包括：

一軸承轉子部件，設置在該轉子上且由磁性材料形成；

一軸承定子部件，面對該軸承轉子部件配置，該軸承定子部件包括：

一磁芯，由磁性材料形成；

一線圈，捲繞在該磁芯上，

該驅動機構包括：

一從動部件，在該轉子的該軸承轉子部件的徑方向上相鄰設置；

一驅動部，在該徑方向上與該從動部件相對配置，且與該從動部件進行磁性結合以驅動該轉子，

其中，該控制部根據來自設置成能夠檢測該轉子的位移的一第1感測器部的檢測信號，進行該轉子的旋轉位置校正；其中該軸承定子部件的該磁芯的縱剖面形狀，包括：

一第1部分，在與面對該軸承轉子部件的方向正交的一第1方向上延伸，並且該線圈捲繞在該第1部分上；

一對第2部分，從該第1部分的該第1方向上的兩個端部開始，朝向該軸承轉子部件一側延伸，之後沿該第1方向朝向彼此接近的方向延伸；

一對第3部分，從該一對第2部分的各個頂端部開始朝向該軸承轉子部件一側延伸。

【請求項2】如請求項1所述之泵，其中該驅動部配置在該從動部件的徑方向上的內側，該軸承定子部件在該軸承轉子部件的該徑方向上的外側的數量為複數個，並且分別與該軸承轉子部件在該徑方向上相對。

【請求項3】如請求項1所述之泵，其中該驅動部，配置在該從動部件的徑方向上的外側，該軸承定子部件在該軸承轉子部件的該徑方向上的內側的數量為複數個，並且分別與該軸承轉子部件在該徑方向上相對。

【請求項4】如請求項1至3中之任一項所述之泵，包括：

一第2感測器部，檢測使得該驅動部進行旋轉動作的一驅動馬達的轉速；

一第3感測器部，檢測該轉子的轉速，

其中，該控制部根據來自該第2感測器部以及第3感測器部的檢測信號，進行該驅動馬達與該轉子的旋轉同步校正。

【請求項5】如請求項1至3中之任一項所述之泵，其中該泵機構包括：

一殼體，形成收納該轉子的一收納空間；

一輔助部件，設置於該殼體中與該收納空間在軸方向上相反一側的部位，通過規定的磁性力吸引該轉子。

【請求項6】如請求項1至3中之任一項所述之泵，其中該轉子包括：

一軸承/從動總成，是將該軸承轉子部件以及該從動部件一體地固定而成；

一收納部，將該軸承/從動總成以旋轉方向上的移動受到限制的狀態收納在內部；

其中，該軸承/從動總成，包括：

第 2 頁，共 4 頁(發明申請專利範圍)

該軸承轉子部件；該從動部件，配置在該軸承轉子部件的徑方向上的內側或外側；一旋轉限制部件，將該軸承轉子部件與該從動部件以旋轉方向上的移動被互相限制的狀態進行結合。

【請求項7】如請求項6所述之泵，其中該軸承轉子部件包括：

一圓環狀的永磁鐵；

一圓環狀的一對的磁軛，配置成在該第1方向上夾持該永磁鐵；

其中，該從動部件包括：

複數個永磁鐵，在徑方向上磁化成N極以及S極在該轉子的周方向上交錯配置；

該旋轉限制部件包括：

一圓筒部，插在該軸承轉子部件以及該從動部件之間；一法蘭部，抵接於該軸承轉子部件的該第1方向上的端面，並且軸向視的形狀包括除了正圓形以外的外形；

其中，在該圓筒部的內周面或外周面上，形成有卡在該從動部件的該些永磁鐵的周方向上的邊界處的緣部上的爪部；

在該法蘭部的與該軸承轉子部件的該端面抵接的面上，形成有與設置於該端面的凹部相嵌合的凸部；

該收納部包括：形成為與該法蘭部的外形相匹配的形狀的嵌合部。

【請求項8】如請求項1至3中之任一項所述之泵，其中該控制部根據包含該檢測信號的表示該磁性軸承的狀態的資訊，判斷出該磁性軸承的異常，並且根據判斷結果停止該驅動機構的動作。

【請求項9】如請求項4所述之泵，包含：

一旋轉葉片，安裝在該驅動馬達的一旋轉軸上並且與該旋轉軸一起旋轉；

一基板，配置在與該旋轉葉片在該旋轉軸的軸方向上相對的位置，並且給該磁性軸承的該軸承定子部件的該線圈提供勵磁電流。

【發明圖式】

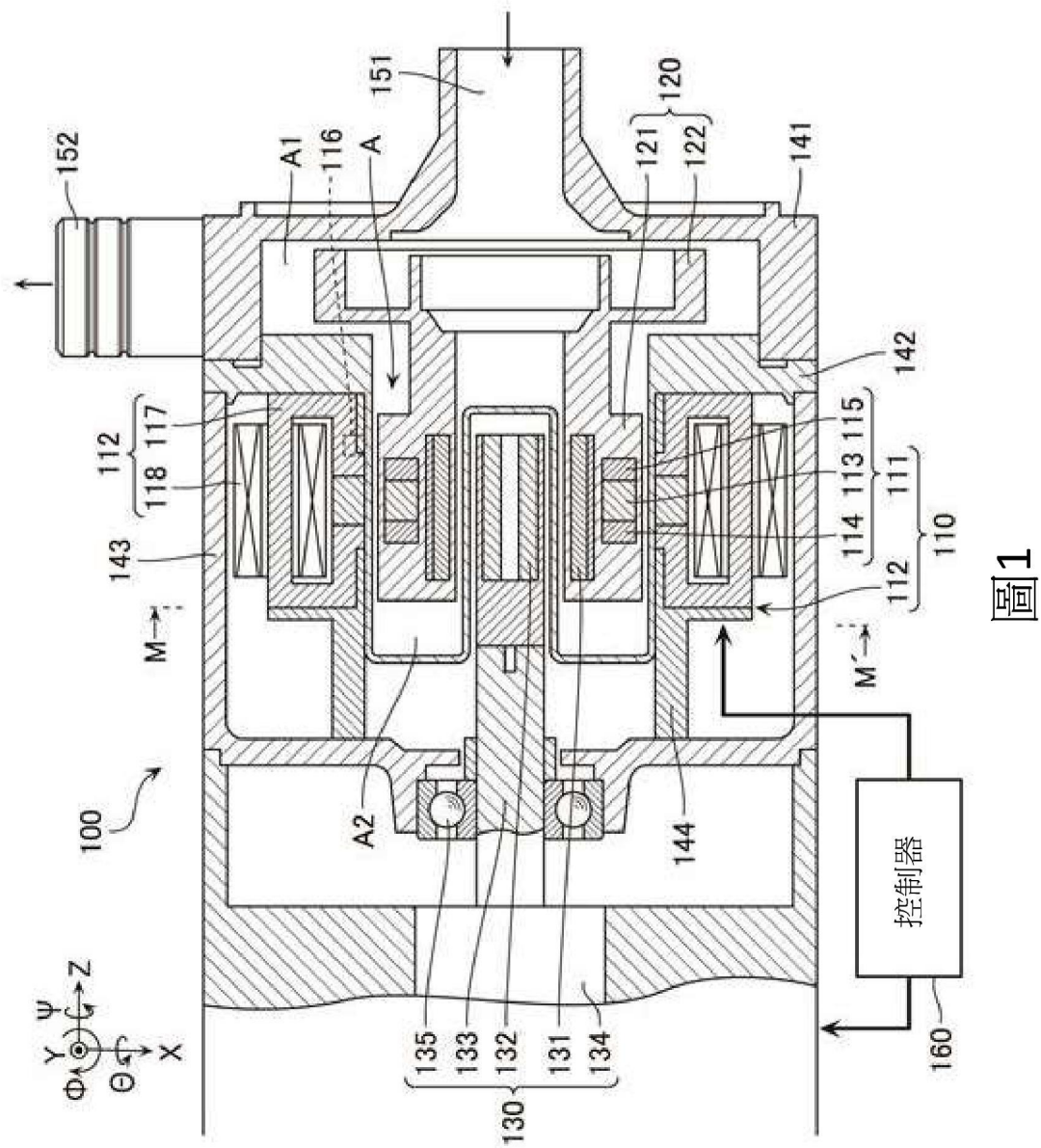


圖1

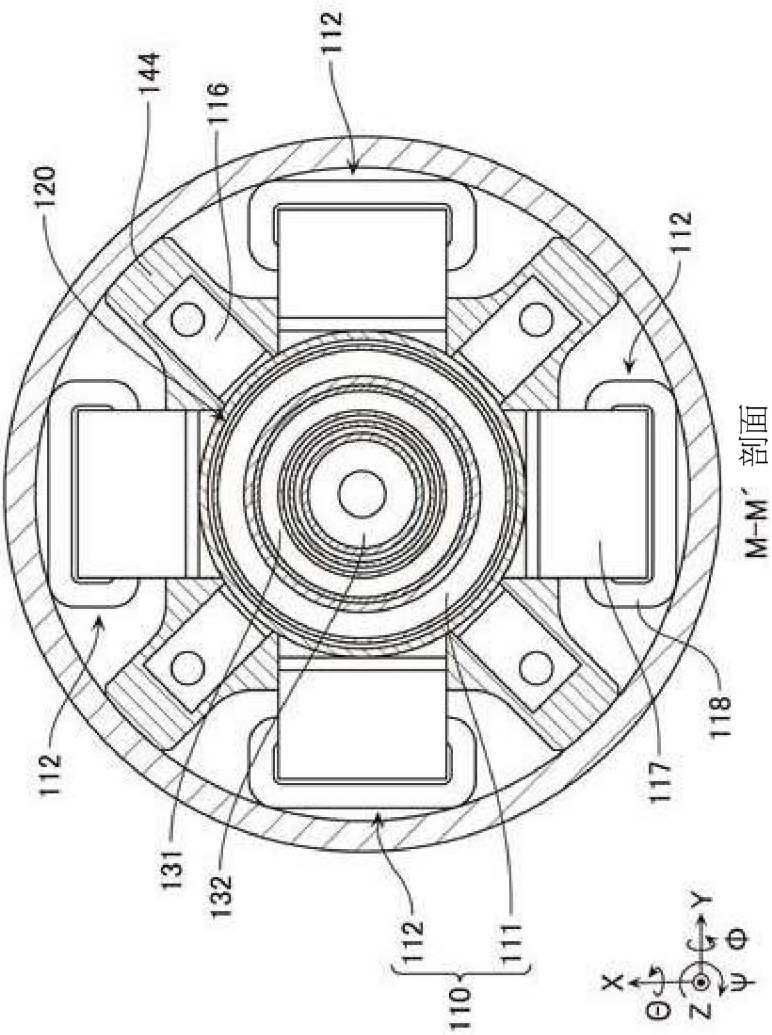


圖2

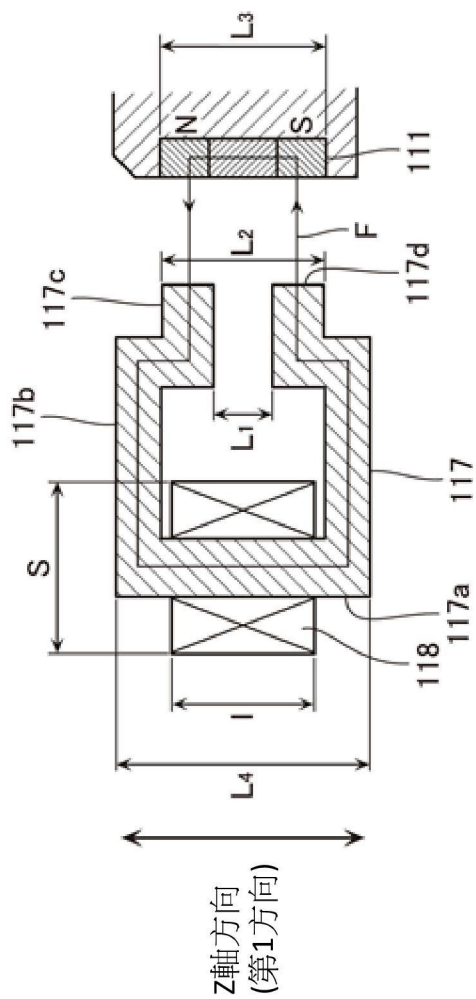


圖3

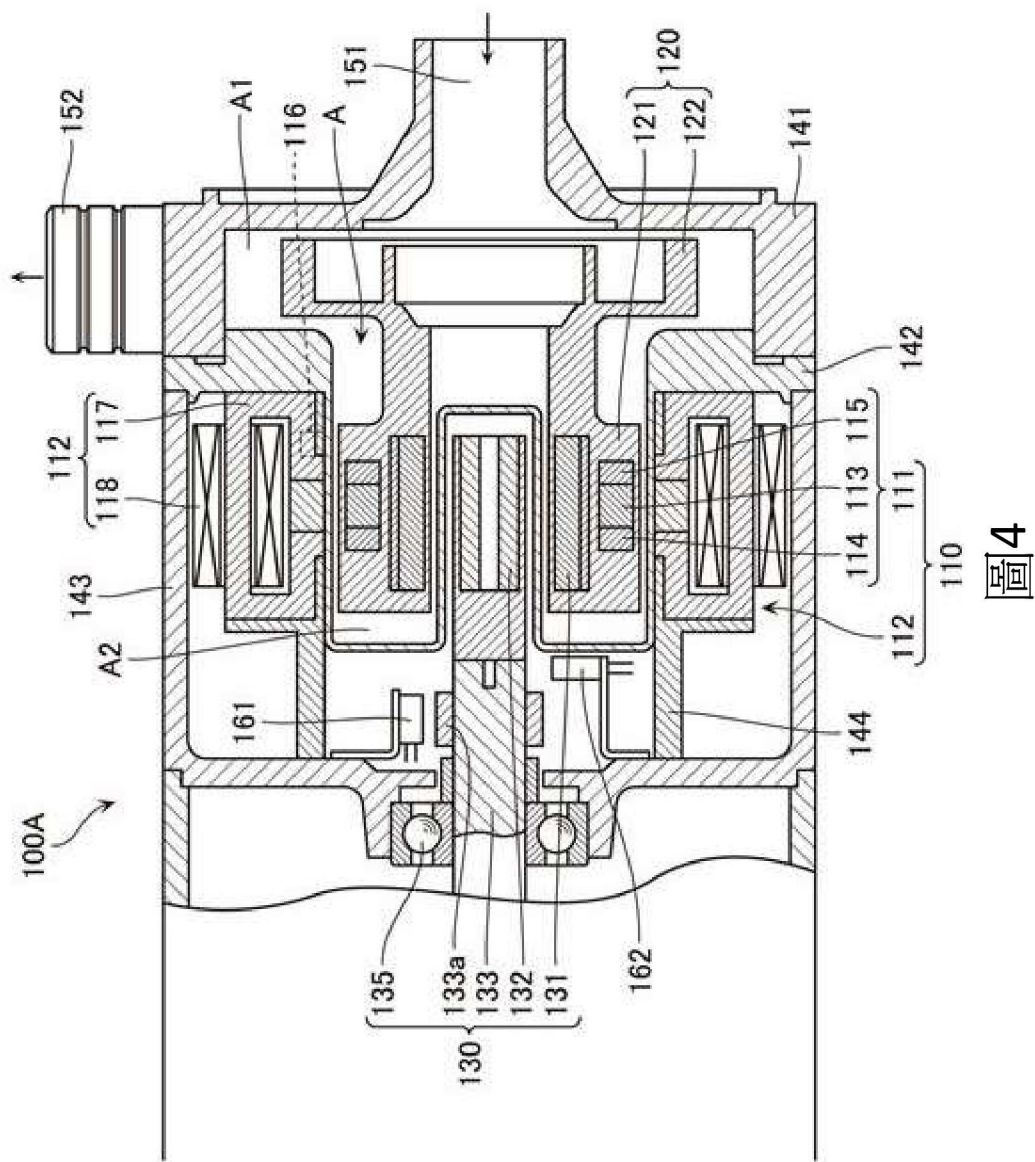


圖4

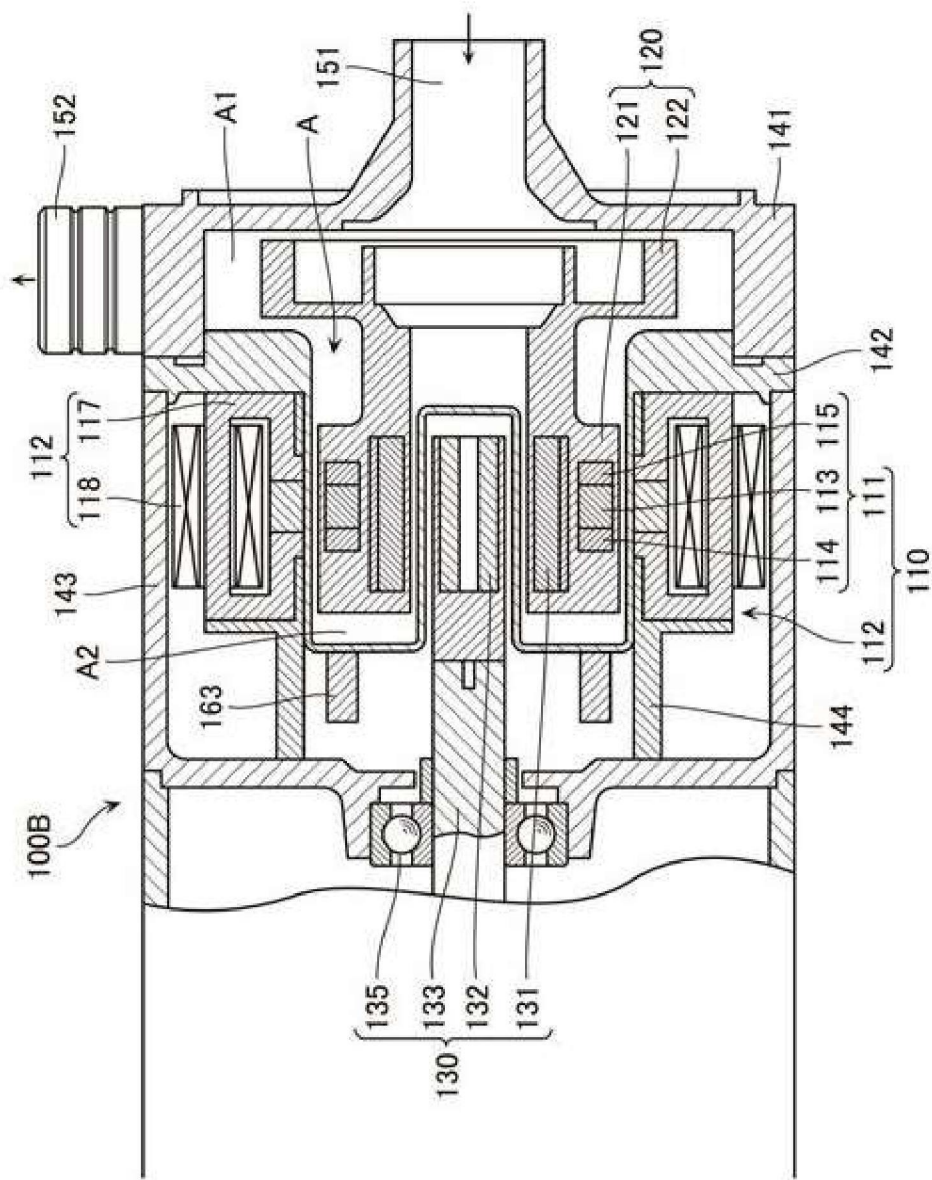


圖5

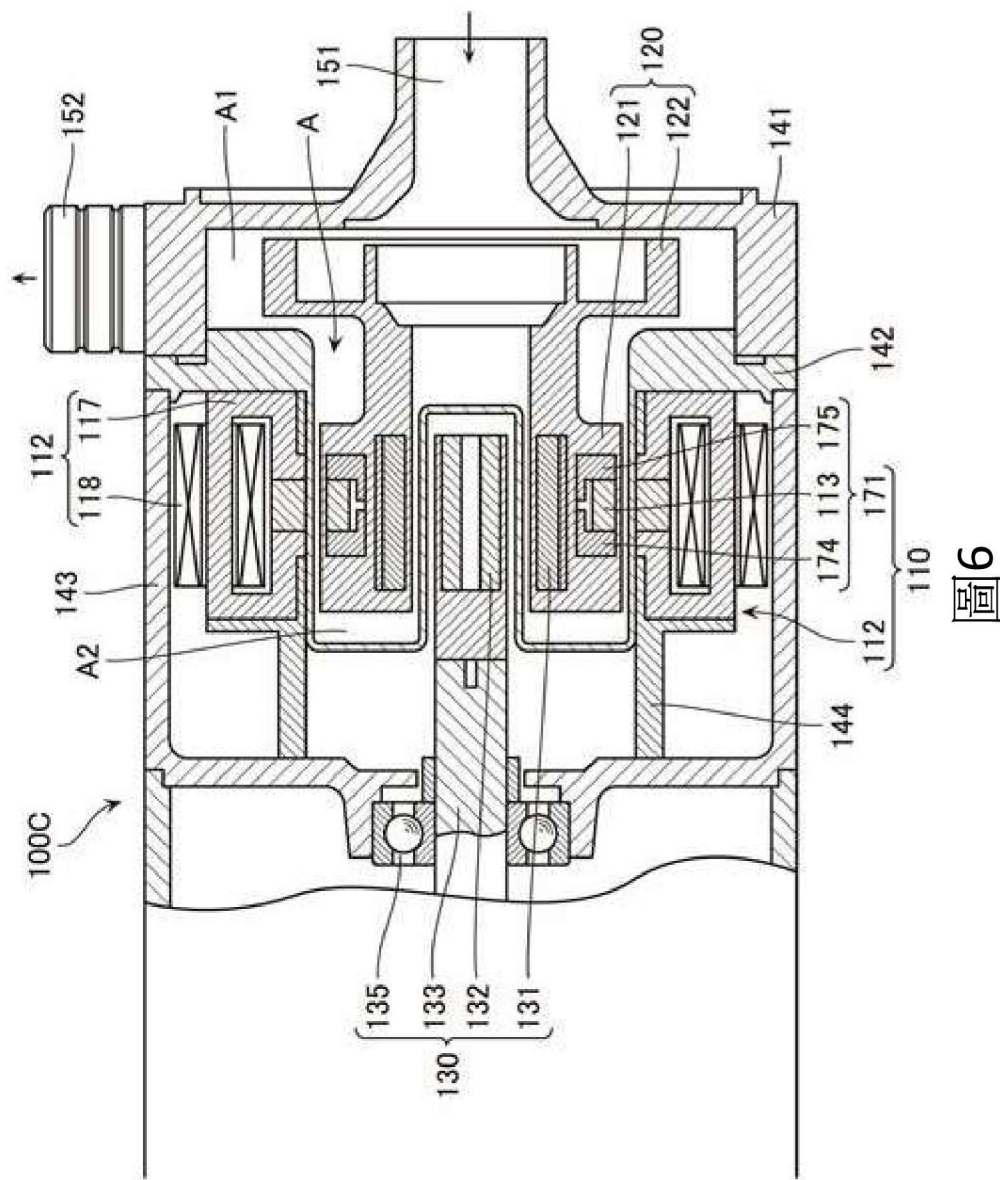


圖6

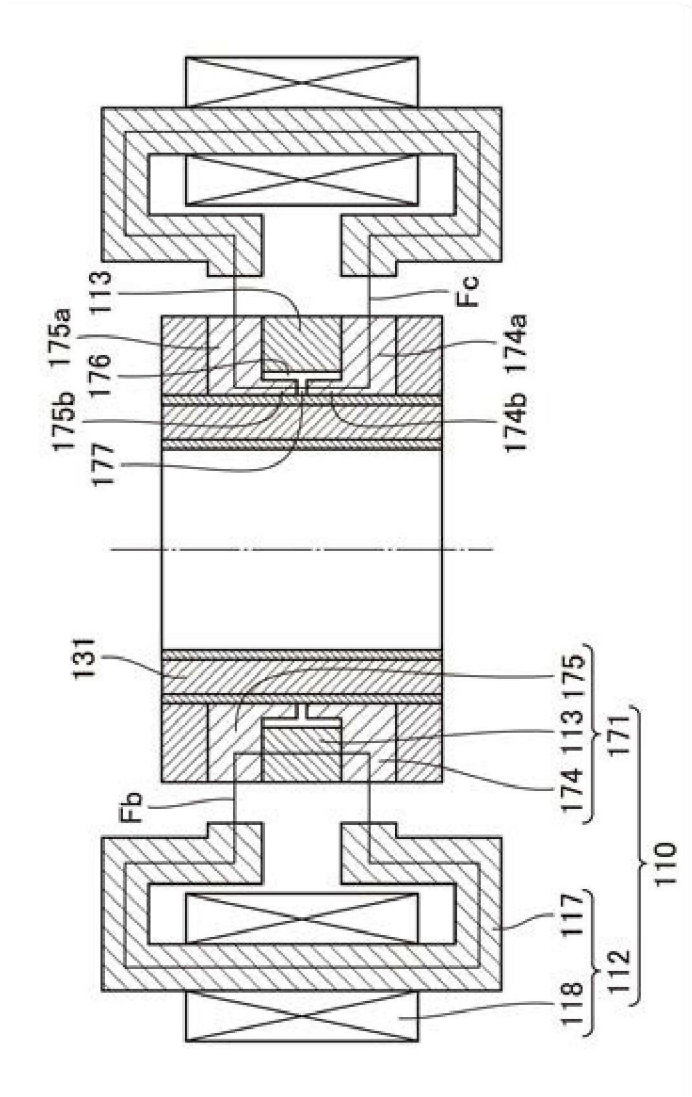


圖7

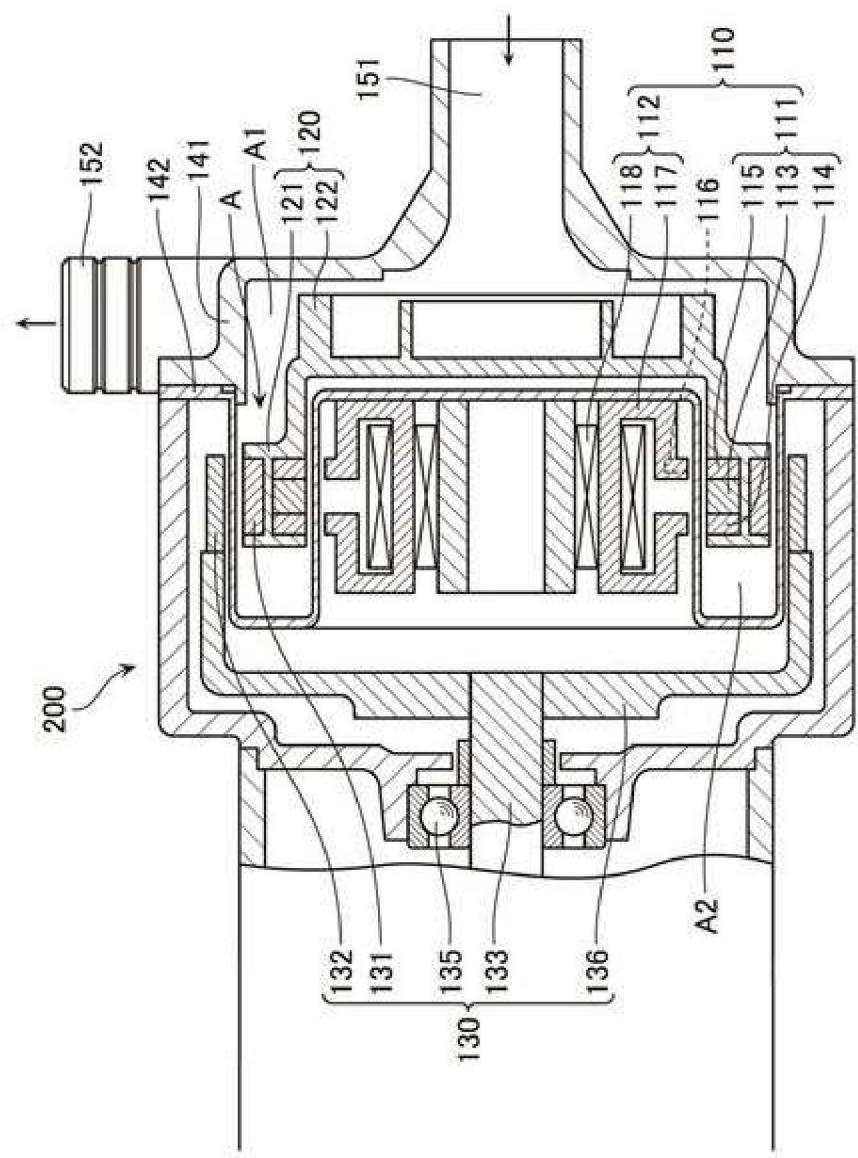


圖 8

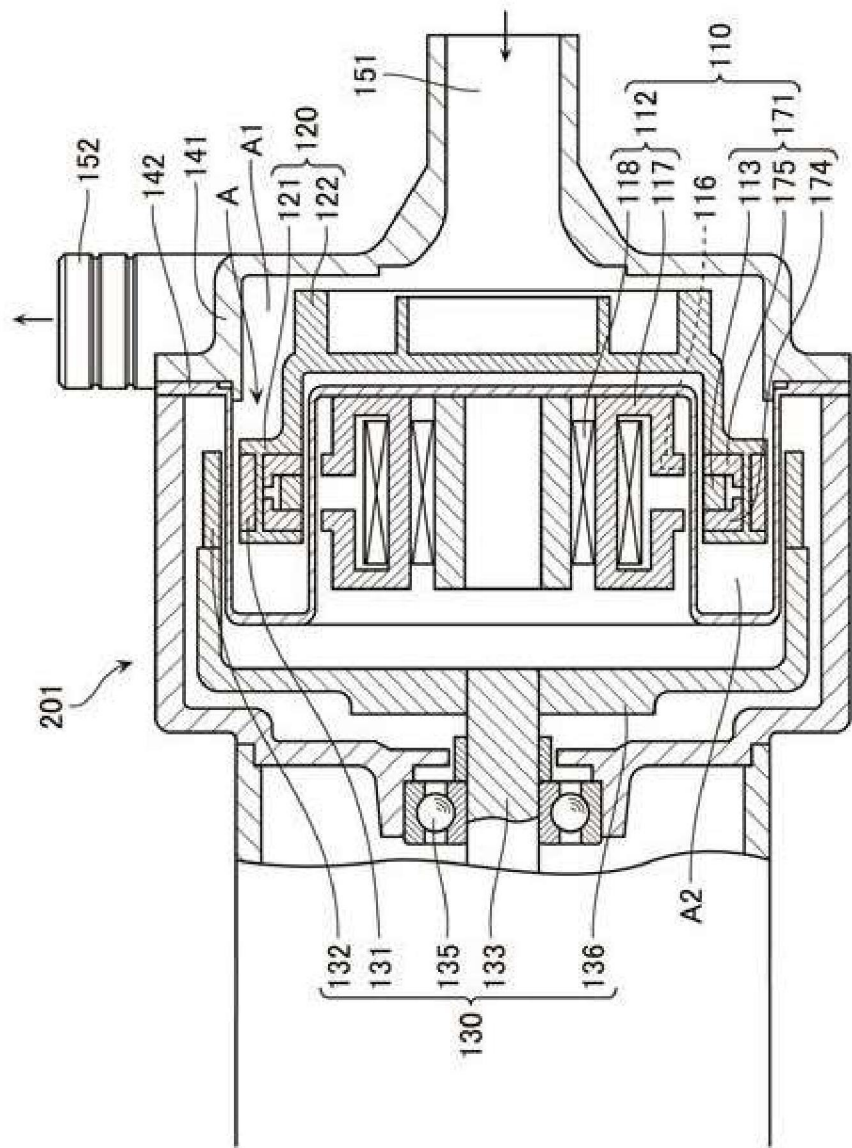


圖9

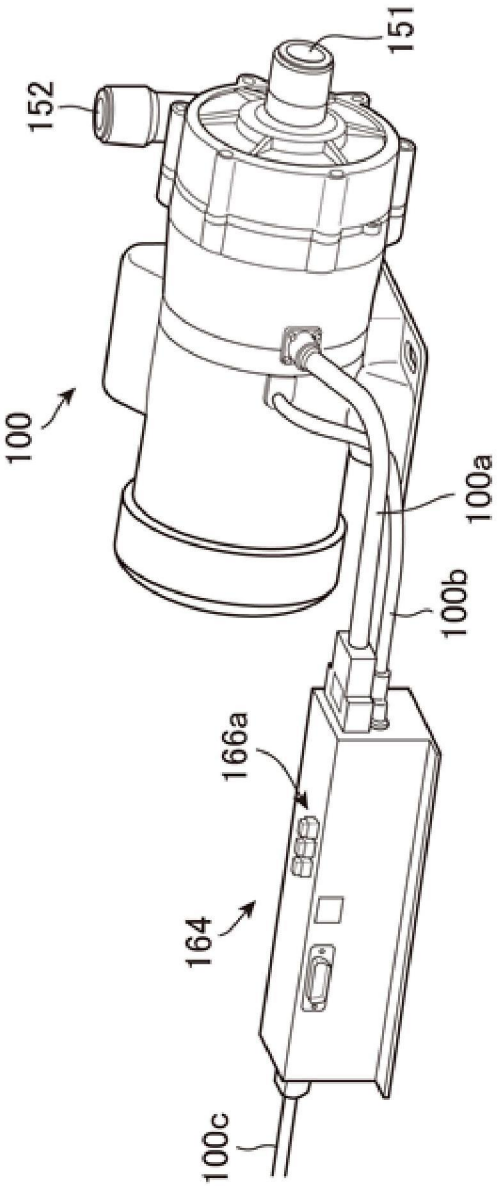


圖10

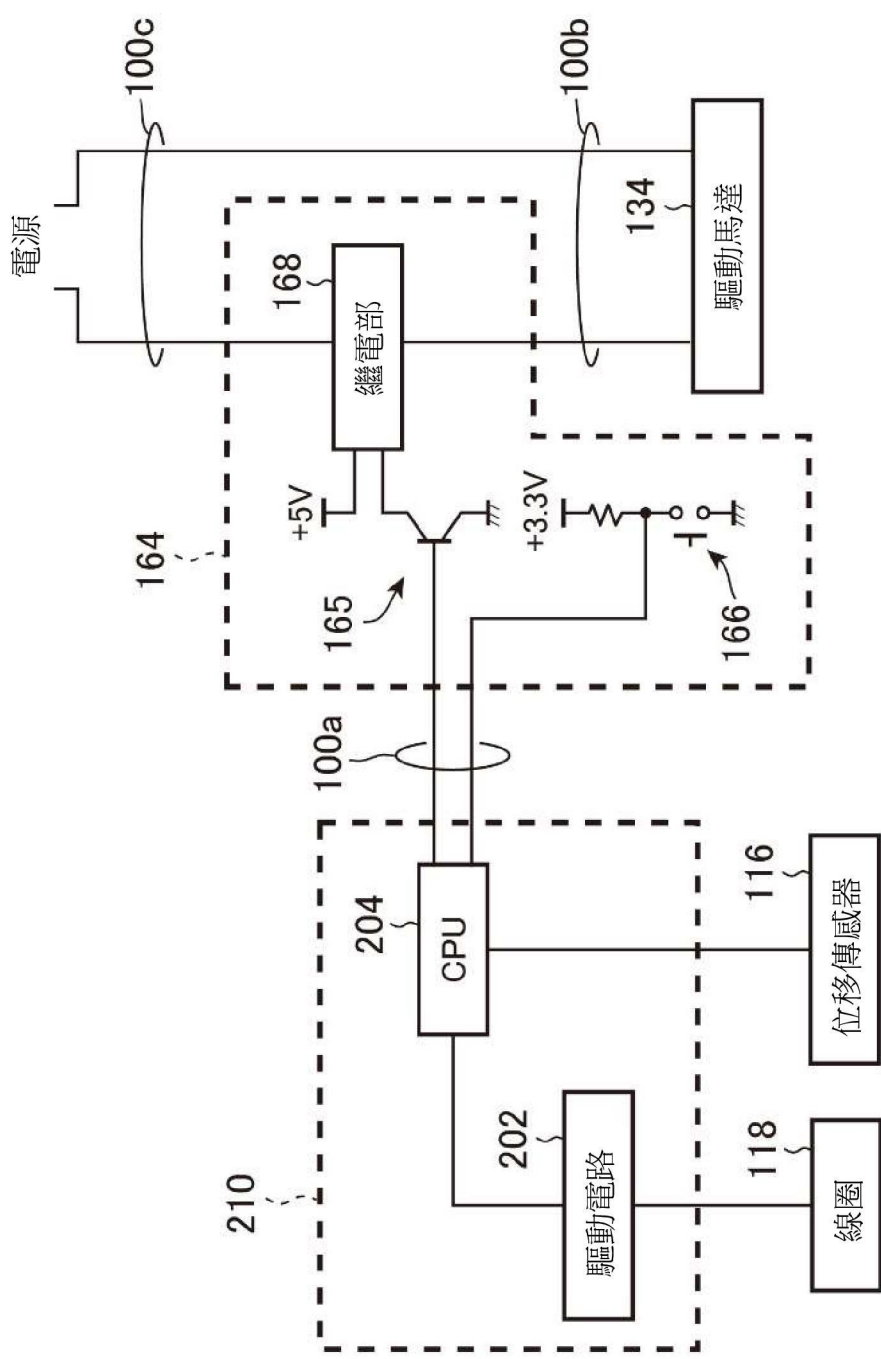


圖11

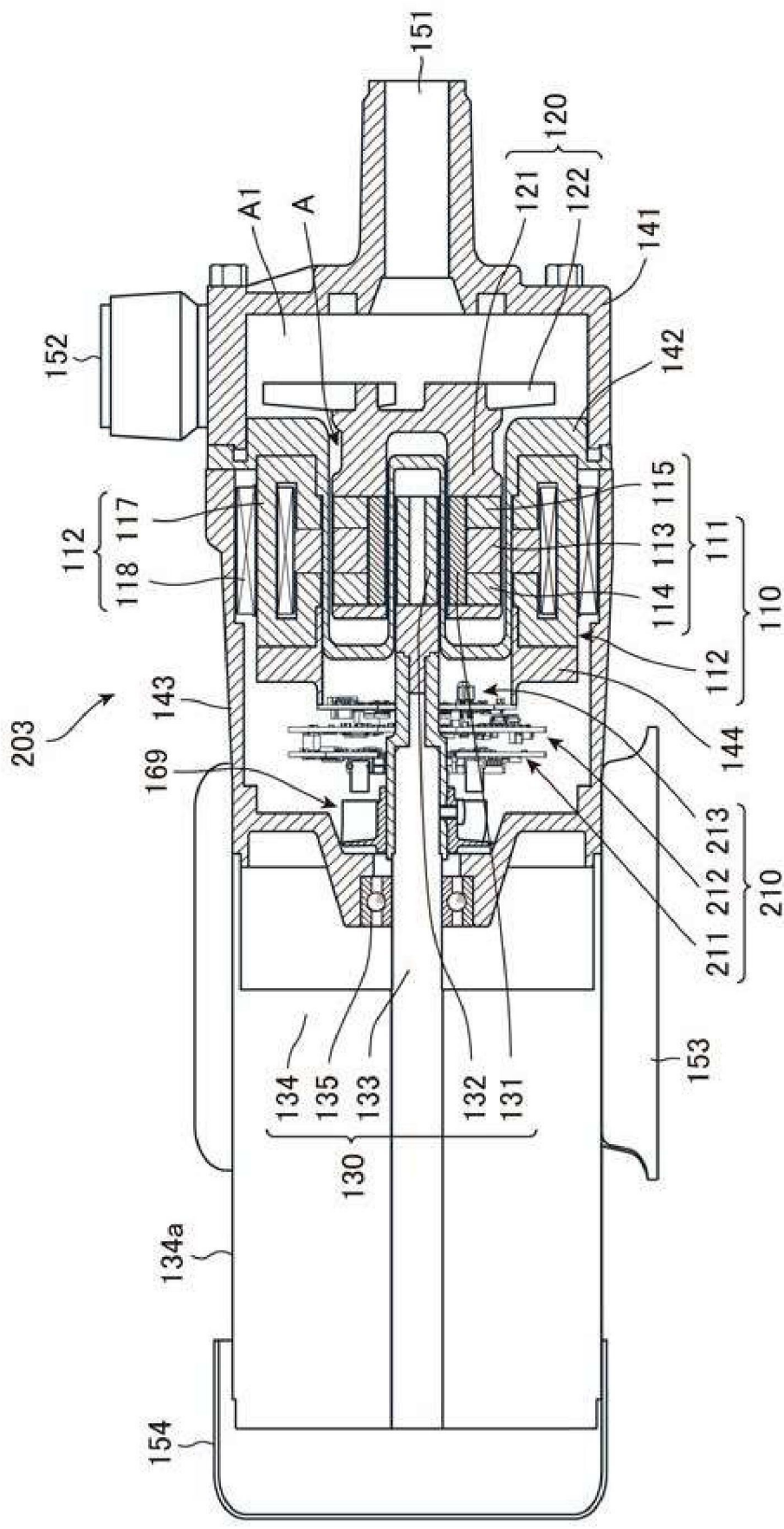


圖12

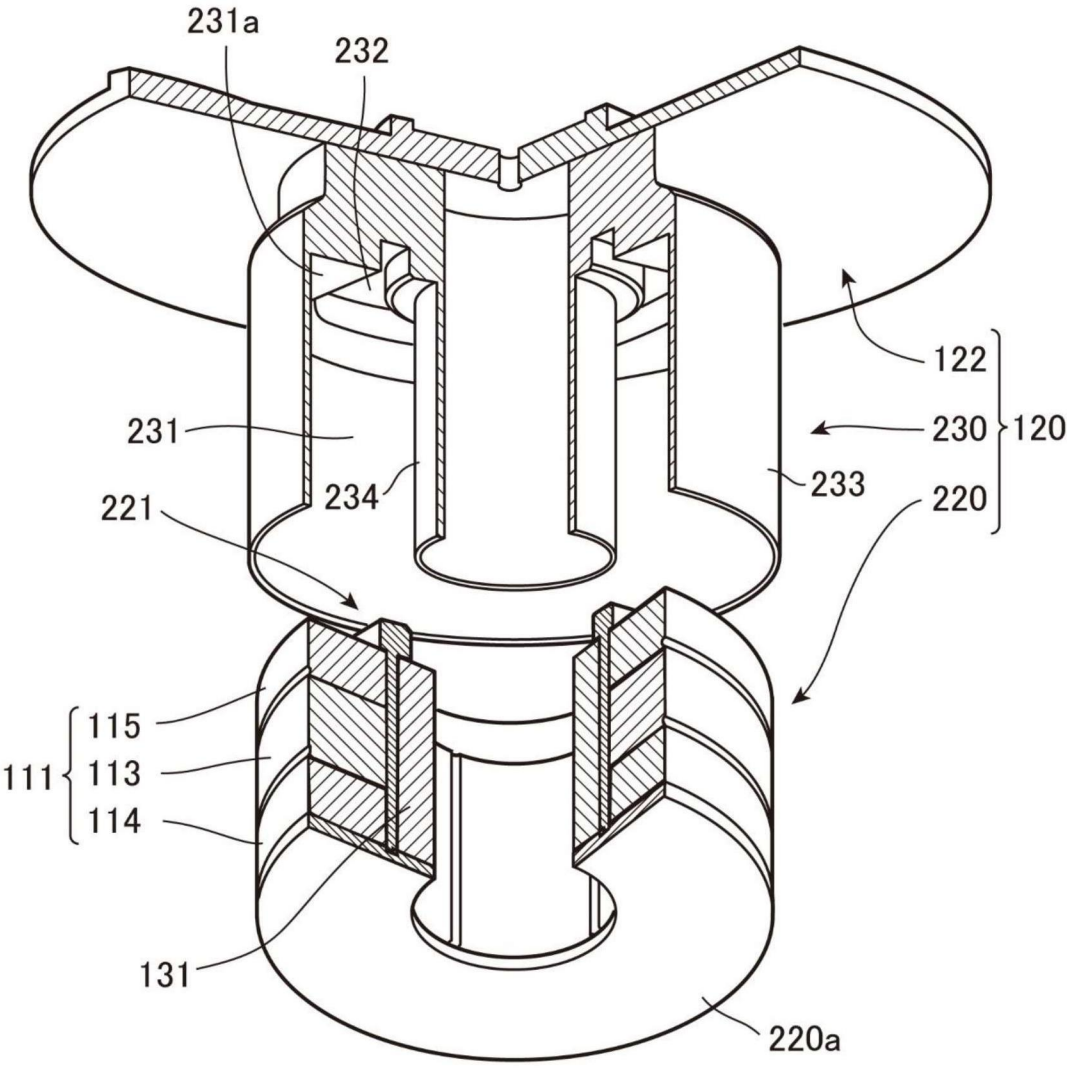


圖13

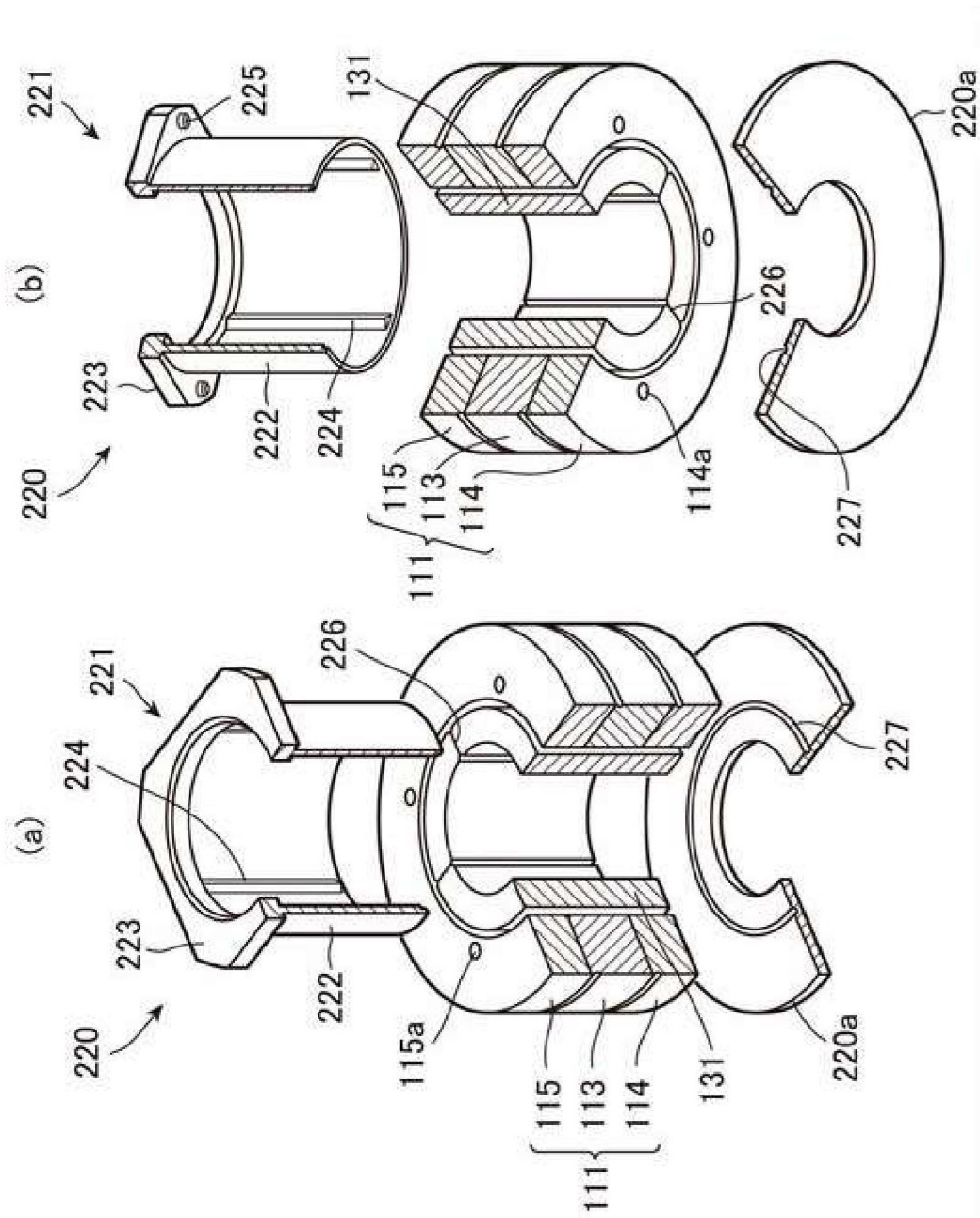


圖14

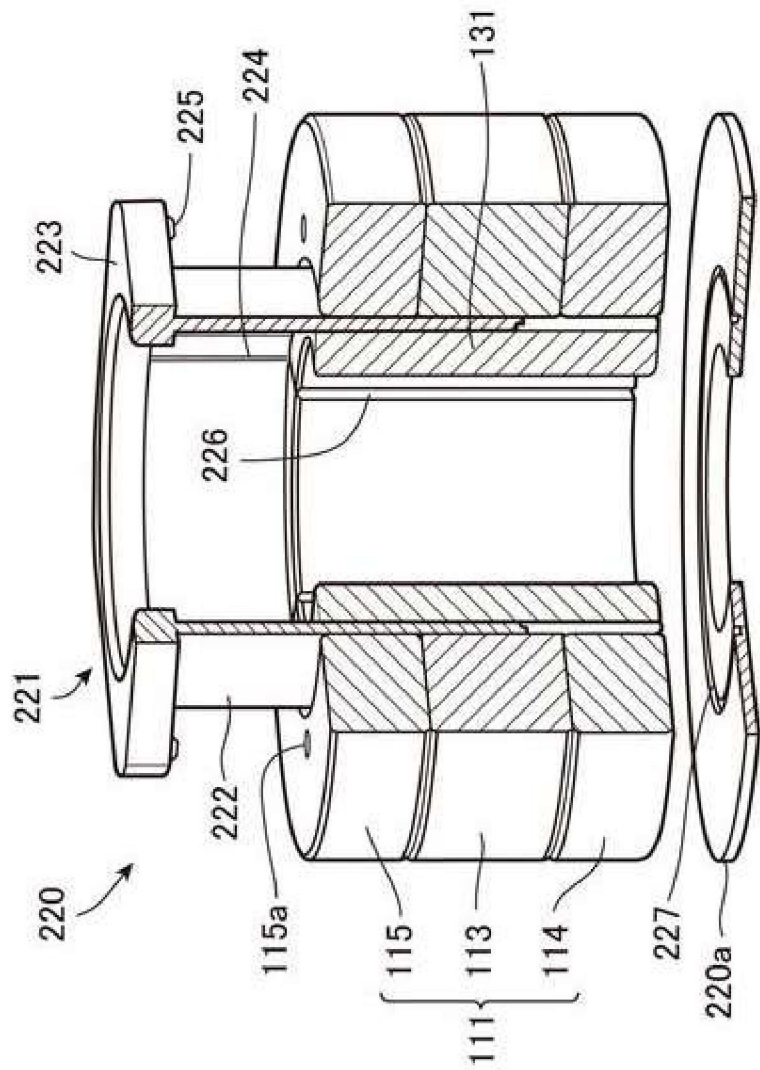


圖15