

發明專利說明書 200422136

(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：93/08988

※ 申請日期：93.3.31

※IPC 分類：B23Q 5/10
F16C 25/08
B23Q 1/00

壹、發明名稱：(中文/日文)

主軸裝置及具備主軸裝置之工具機

主軸裝置及び主軸裝置を備えた工作機械

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商日本精工股份有限公司

NSK LTD.

代表人：(中文/英文)

朝香 聖一

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都品川區大崎一丁目6番3號

6-3, OHSAKI 1-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

參、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1.杉田 澄雄

SUGITA, SUMIO

2.青木 滿穗

AOKI, MITSUHO

3.稻垣 好史

INAGAKI, YOSHIFUMI

4.森田 康司

MORITA, YASUSHI

住居所地址：(中文/英文)

1.-4.均日本國神奈川縣藤澤市鵜沼神明一丁目5番50號日本精工股份有限公司

C/O NSK LTD., 5-50, KUGENUMASHINMEI 1-CHOME,
FUJISAWA-SHI, KANAGAWA, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

1.-4.均日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家(地區)申請專利：

1. 日本；2003年03月31日；特願2003-096503
2. 日本；2003年04月07日；特願2003-103219
3. 日本；2003年11月14日；特願2003-384703
4. 日本；2003年12月17日；特願2003-419854
5. 日本；2004年01月05日；特願2004-000261

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本；2003年03月31日；特願2003-096503
2. 日本；2003年04月07日；特願2003-103219
3. 日本；2003年11月14日；特願2003-384703
4. 日本；2003年12月17日；特願2003-419854
5. 日本；2004年01月05日；特願2004-000261

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關例如：銑床或切削中心機等工具機所具備之主軸裝置及具備主軸裝置之工具機。

【先前技術】

作為工具機等之主軸裝置，例如：特開平7-112303號公報(以下記為『專利文獻1』)、特開2003-159622號公報(以下記為『專利文獻2』)所記載，於前殼與主軸本體間介裝前側軸承，於主軸本體部之後部外周介裝後側軸承之內置式馬達主軸裝置自以往即為人所知。

如圖31所示，專利文獻1、專利文獻2所揭示之內置式馬達主軸裝置500具備由單元支持構件501所保持之馬達外殼502，及結合於此馬達外殼502前方之前殼503。又，具備內裝於此馬達外殼502及前殼503內之主軸本體505，及固著於馬達外殼502之中間部內周之定子506，轉子507固著於主軸本體505之中間部外周。

又，主軸本體505為中空筒狀，筒內設置以圓盤彈簧508加載、自由摺動於筒內之牽引桿509，同時於此先端設置卡盤部510。於前殼503與主軸本體505間，介裝4個前側軸承511。而且，於主軸本體505後部外周，外嵌作為圓筒滾柱軸承之後側軸承512及軸承護套513，後蓋514以螺帽旋緊於馬達外殼502後部。

然而，在工具機，主軸故障的原因主要多因在軸承產生損傷，軸承壽命或加工程式誤差所造成之主軸衝突等為其

原因。縮短主軸由故障至回復之時間(停機時間)，在直接與汽車零件加工等生產線關聯之零件加工現場特別重要。又，工具機主軸之高速化進展，相對於主軸軸承之壽命在低速機(dmN60萬未滿)(dm：滾動軸承之間距圓直徑(mm)、N：旋轉速度(min^{-1}))為10萬小時以上，實質上為無限，高速機則為1~2萬小時，被視為消耗品，亦需要抑制維修成本。

於上述專利文獻1所揭示之主軸裝置500，為了提昇維修性，主軸本體505係可拔出而構成。然而，於此構成，主軸本體505雖可拔出，但並無有關作為圓筒滾珠軸承之後側軸承512之交換之記載，若後側軸承512損傷，則維修所需人工與以往相同。又，由於未設置潤滑噴嘴之突出部，故為了拔出主軸本體505，裝配後後側軸承512之試轉必然需要2~10小時，故具有停機時間變長的問題。

又，於上述專利文獻2所揭示之主軸裝置500，取下主軸時，需要繞行至後部取下導管之作業，或者組裝時，進一步需要將軸承箱及導管之相位對準之作業，具有作業性不佳的問題。

作為工具機等之主軸裝置之其他例，例如：特開平11-138305號公報(以下記為『專利文獻3』)所記載，於護套外殼與軸承護套間疊層複數個圓盤彈簧而配置之主軸裝置，自以往即為人所知。

於主軸裝置，由於高速旋轉時之發熱等，旋轉軸朝軸向伸縮時，一方之軸承(後側軸承)係固定於嵌合在護套外殼並

可朝軸向移動之軸承護套，以便可吸收該軸向變位。關於護套外殼與軸承護套之嵌合，單純嵌合之滑動面方式或採用可朝軸向移動之滾珠襯套(Ball Bush)之滾珠滑動方式係為人所知。於支持旋轉軸之自由端側之軸承護套，要求滑動性、徑向剛性及軸向之振動衰減性。

護套外殼及軸承護套之嵌合為滑動面方式時，嵌合間隙伴隨發熱而減少，因此必須設定較大之初始嵌合間隙。此係成為主軸裝置旋轉時，旋轉軸振動增大的原因之一。又，採用滾珠襯套之嵌合之滾珠滑動方式時，過盈量由於發熱而增大，可能阻礙軸承套流暢的軸向移動，或者軸向剛性變低，產生稱為旋轉軸振動之自激振動。

因此，於專利文獻3所揭示之主軸裝置，為了衰減旋轉軸之自激振動，於護套外殼及軸承護套間疊層配置複數個圓盤彈簧，提昇軸向剛性，同時藉由圓盤彈簧的摩擦，防止自激振動。

然而，在上述專利文獻3所揭示之主軸裝置，藉由圓盤彈簧之摩擦，以求衰減自激振動，衰減能力係由圓盤彈簧之彈簧常數、個數、設置方向等決定。此等事項在裝配主軸裝置時設定，只要不將主軸裝置分解等，重組圓盤彈簧的話，均為一定不變。換言之，難以例如：將衰減率等再設定成運轉條件等之最適值等，按照旋轉條件變更特性。

近年來，主軸裝置明顯高速化，產生熱量亦伴隨高速化而變多，因此追求可對抗此之更高速旋轉軸之支持方法。

又，作為具備主軸裝置之工具機之一例，例如：特開

2003-159622號公報(前述專利文獻2)所記載，將主軸頭之外殼分割成前殼及後殼，將兩者以螺帽連結之工具機自以往係為人所知。

於此類工具機，不是將筒全體，而是將內置式馬達之定子及外筒留在主軸頭，將軸、前側軸承、前殼、內置式馬達之轉子、後側軸承、後殼作為主軸子筒而拆卸。

然而，於工具機，由於故障或到達使用壽命而交換主軸裝置時，在個別將軸承或定子裝配於主軸頭之構成，交換作業花費時間，機械之停機時間增大。因此，藉由使主軸裝置成為筒對於主軸頭可一體分割、裝配之構造，可縮短交換時間。

主軸及軸承交換之際，亦有主軸筒全體可拔出之構造，但在此構造，於內置式馬達方式之情況，必須遠離油、空壓管或電線，作業上花費時間。

相對於此，於上述專利文獻2，不是將筒全體，而是將內置式馬達之定子及外筒留在主軸裝置，將軸、前側軸承、前殼、內置式馬達之轉子、後側軸承、後殼作為主軸子筒而一體取出。然而，分解主軸筒時，必須將進入主軸頭內部之主軸筒部分由主軸頭完全拔出，但由於主軸筒為重物，無法以人力拔出。

而且，若將主軸筒固定於工具機之工作桌，利用與主軸軸向平行之進給軸之Z軸進給而拔出，可安全且在短時間拔出。然而，Z軸移動量比將主軸筒由主軸頭完全拔出所需之長度短，不可能利用Z軸進給而拔取。

又，分解主軸筒時，必須切離多數之油、空壓管或電線，交換時間長。相對於此，主軸子筒無須將多數油、空壓管或電線切離之作業，但同樣地，Z軸移動量比將主軸子筒由主軸頭完全拔出所需之長度短，不可能利用Z軸進給而拔取。

另一方面，若是在主軸筒側面設置平坦之安裝面，由側面對於主軸頭固定之構造的話，可與Z軸移動量無關，將主軸筒由主軸頭分解。然而，此方法僅於主軸筒側面承受荷重，因此固定剛性變低，從剛性方面來看不適當。

又，於上述專利文獻2，無須切離油、空壓管或電線，但無法將可作為子筒取出之零件除外而一體取出。因此，定子或放開汽缸等之故障時，不能有效發揮機能，缺乏分解之機能性。

本發明之主軸裝置及具備主軸裝置之工具機係有鑑於此類事由而發明者，本發明之第一目的在於提供一種維修時之裝配及拆卸作業容易且低成本之主軸裝置，本發明之第二目的在於提供一種具有高剛性，並且衰減特性良好，滑動性優異之主軸裝置，本發明之第三目的在於提供一種可在短時間內分解、裝配主軸筒或主軸子筒，並且機械高度抑制在最小限度之剛性高之工具機，本發明之第四目的在於提供一種可使內部所有構成零件之交換作業容易，並達成維修性提昇之主軸裝置。

【發明內容】

與前述以往構造相同，本發明作為對象之主軸裝置具備

外筒、旋轉筒、前側軸承、後側軸承，安裝於工具機，旋轉軸以高速旋轉。

特別是關於申請專利範圍第1項之主軸裝置，其係具備：外筒，其係具有定子者；旋轉軸，其係具有轉子之旋轉自如者；前側軸承，其係外環固定於前殼，同時內環外嵌於前述旋轉軸之一端者；軸承護套，其係配設於前述旋轉軸之另一端側，嵌合於前述外筒，並可朝前述旋轉軸之軸向移動者；及後側軸承，其係內環外嵌於前述旋轉軸之另一端，同時外環固定於前述軸承護套，與前述前側軸承共同作用，並旋轉自如地支持前述旋轉軸者；且直徑以前述外筒之內周徑、前述定子之內徑、前述軸承護套之外徑之順序而變小，由前述前殼、前述旋轉軸及前述軸承護套所組成之半組合體可由前述外筒拔出，並且由前述軸承護套至後方任意剖面之旋轉體半徑比由前述軸承護套後端至前述剖面間之非旋轉體之最小半徑小。

又，關於申請專利範圍第2項之主軸裝置，其係具備：外筒，其係具有定子者；旋轉軸，其係具有轉子之旋轉自如者；前側軸承，其係外環固定於前殼，同時內環外嵌於前述旋轉軸之一端者；軸承護套，其係配設於前述旋轉軸之另一端側，嵌合於前述外筒，並可朝前述旋轉軸之軸向移動者；及後側軸承，其係內環外嵌於前述旋轉軸之另一端，同時外環固定於前述軸承護套，與前述前側軸承共同作用，並旋轉自如地支持前述旋轉軸者；且由前述前殼、前述旋轉軸及前述軸承護套所組成之半組合體可由前述外筒

拔出，工具交換自如之內徑零件裝配於前述旋轉軸，同時具有為了工具交換之活塞機構。

又，於申請專利範圍第3項之主軸裝置，前述半組合體之安裝基準面與前述內徑零件之活塞推壓面之距離係對於基準尺寸，調整在 $\pm 1\text{mm}$ 以內。

又，於申請專利範圍第4項之主軸裝置，前述內徑零件係可壓縮地裝配有彈簧，同時調整零件固定於前述內徑零件，於該調整零件形成對於前述活塞機構之活塞推壓面。

又，於申請專利範圍第5項之主軸裝置，前述前殼係對於前述外筒，以過盈配合而嵌合。

又，於申請專利範圍第6項之主軸裝置，前述軸承護套內嵌於護套外殼，該軸承護套外徑對於該護套外殼內徑，以間隙配合而嵌合。

又，於申請專利範圍第7項之主軸裝置，前述軸承護套外徑與前述護套外殼內徑之間，介在複數對O型環。

又，於申請專利範圍第8項之主軸裝置，前述軸承護套及前述護套外殼之嵌合長度，與該軸承護套之外徑之比設定在嵌合長度/外徑 $= 0.45 \sim 0.8$ 之範圍內。

又，於申請專利範圍第9項之主軸裝置，具有：潤滑劑排出孔，其係複數設置於前述軸承護套之圓周上者；圓周槽，其係設置於該軸承護套外周之嵌合面者；及半徑方向之潤滑劑供給路徑，其係連通連接於該圓周槽者。

又，於申請專利範圍第10項之主軸裝置，前述後側軸承為定位預壓且背面組合之斜角滾珠軸承。

又，於申請專利範圍第11項之主軸裝置，其係滑脂潤滑。

又，於申請專利範圍第12項之主軸裝置，具備滑脂補給裝置。

又，於申請專利範圍第13項之主軸裝置，具有在補給滑脂後，排出多餘滑脂之機構。

又，於申請專利範圍第14項之主軸裝置，採用油氣、油霧及直嘴潤滑之任一者之微量潤滑。

又，關於申請專利範圍第15項之主軸裝置，其係：具備：旋轉自如之旋轉軸；前側軸承，其係外環固定於前殼，同時內環外嵌於前述旋轉軸之一端者；軸承護套，其係配設於前述旋轉軸之另一端側，嵌合於護套外殼，並可朝前述旋轉軸之軸向移動者；及後側軸承，其係內環外嵌於前述旋轉軸之另一端，同時外環固定於前述軸承護套，與前述前側軸承共同作用，並旋轉自如地支持前述旋轉軸者；並使前述旋轉軸之另一端可於軸向變位；且於前述護套外殼與前述軸承護套之嵌合面，具備密封前述護套外殼與前述軸承護套之間之彈性體，同時供給將壓力負載於前述彈性體之流體。

又，於申請專利範圍第16項之主軸裝置，前述彈性體為O型環，前述流體為壓縮空氣，於配設複數個之前述O型環之間，供給前述壓縮空氣，將壓力負載於前述O型環。

又，於申請專利範圍第17項之主軸裝置，將壓力負載於前述彈性體之前述流體之壓力為可變。

又，於申請專利範圍第18項之主軸裝置，前述O型環係由

丁腈橡膠或氟橡膠所形成，並且前述O型環安裝於前述護套外殼與前述軸承護套之間時之過盈量在前述O型環之使用標準值之10%以上，並且在該使用標準值以下。

又，於申請專利範圍第19項之主軸裝置，前述彈性體係複數個彈性體組成1組之彈性體組配置複數組，同時配置於兩端之前述彈性體組之一方之前述彈性體組配設於前述軸承護套，另一方之前述彈性體組配設於前述護套外殼。

又，關於申請專利範圍第20項之工具機，其係具備主軸筒，該主軸筒係由：旋轉自如之旋轉軸；前側軸承，其係前述旋轉軸之前端內嵌於內環者；前殼，其係前述前側軸承之外環所內嵌者；內置式馬達之轉子；前述內置式馬達之定子；後側軸承，其係前述旋轉軸之後端內嵌於內環者；及外筒，其係內嵌於主軸頭者；所構成；且前述主軸筒插入設置在前述主軸頭之軸向之主軸筒把持部，同時藉由設定朝向與前述旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量，比前述主軸筒插入前述主軸頭所需之長度長，前述主軸筒可對於前述主軸頭一體地分解並且裝配。

又，關於申請專利範圍第21項之工具機，其係具備主軸子筒，該主軸子筒係由：旋轉自如之旋轉軸；前側軸承，其係前述旋轉軸之前端內嵌於內環者；前殼，其係前述前側軸承之外環所內嵌者；內置式馬達之轉子；後側軸承，其係前述旋轉軸之後端內嵌於內環者；及軸承護套，其係前述後側軸承之外環所內嵌者；所構成；且藉由設定朝向與前述旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量，比前述主

軸子筒插入前述主軸頭所需之長度長，前述主軸子筒可對於主軸頭一體地分解並且裝配。

又，於申請專利範圍第22項之工具機，前述主軸頭之前述主軸筒把持部可在至少分割成一半之位置分割而分解。

又，關於申請專利範圍第23項之主軸裝置，其係具備：外筒，其係具有定子者；主軸頭，其係前述外筒所內嵌者；旋轉軸，其係具有配置於前述定子內側之轉子之旋轉自如者；前側軸承，其係前述旋轉軸之一端內嵌於內環者；後側軸承，其係前述旋轉軸之另一端內嵌於內環者；前殼，其係前述前側軸承之外環所內嵌，安裝於前述外筒之一端者；護套外殼，其係前述後側軸承之外環所內嵌，並內嵌於前述外筒之另一端者；及工具鬆開用汽缸，其係固定於前述外筒之一端者；且具有前述轉子之前述旋轉軸、前述前側軸承、前述後側軸承、前述前殼、及前述軸承護套一體地裝配而形成主軸子筒，該主軸子筒、前述外筒、及前述工具鬆開用汽缸以三分割而構成，前述主軸子筒可由前述外筒拔取。

又，於申請專利範圍第24項之主軸裝置，前述工具鬆開用汽缸可由前述外筒拔取。

又，於申請專利範圍第25項之主軸裝置，由前述主軸子筒拔取之前述外筒及前述工具鬆開用汽缸之組合體可由前述主軸頭拔取。

又，於申請專利範圍第26項之主軸裝置，前述主軸子筒、前述外筒、及前述工具鬆開用汽缸之組合體可由前述主軸

頭拔取。

又，於申請專利範圍第27項之主軸裝置，具有各種流體配管、電源耦合器之耦合器係可裝卸自如地安裝於前述工具鬆開用汽缸或前述外筒。

又，於申請專利範圍第28項之主軸裝置，於前述旋轉軸與前述外筒之間，配置檢測前述旋轉軸之旋轉之感測器。

根據上述構成之本發明之主軸裝置，前殼、旋轉軸及軸承護套所組成之半組合體可由外筒拔取。因此，可提昇裝配性，同時在破損時可迅速交換。又，軸承護套處於後側軸承已組合之狀態，因此滑脂狀態不會因為半組合體之插拔而變化。

故，於此主軸裝置，採用其他外筒進行試轉之後，半組合體才成為庫存，因此可在旋轉軸破損時，交換半組合體，立即進行正常運轉，可大幅縮短停機時間。又，相較於交換主軸裝置全體，可減低成本，亦可減低庫存成本。藉此，可解決如同以往之成為無法減少維修人工之滑脂潤滑，由於裝配後需要軸承之試轉，停機時間變長之問題。

又，直徑係以外筒之內周徑、定子之內徑、軸承護套之外徑之順序而變小，在軸承護套之更後方，為了在拔取半組合體時，非旋轉體不成為障礙，使任意剖面之旋轉體半徑比軸承護套後端至前述剖面間之非旋轉體之最小半徑小，非旋轉體不成為障礙。故，欲拔取半組合體時，保持、鬆開工具之非旋轉體之汽缸機構不會成為障礙。

在此，作為前側軸承，可例示複數行之組合斜角滾珠軸

承。又，作為後側軸承，可例示1對斜角滾珠軸承。

又，由前殼、旋轉軸及軸承護套所組成之半組合體若可由外筒拔取，可提昇裝配性，同時在破損時可迅速交換。又，軸承護套處於後側軸承已組合之狀態，因此滑脂狀態不會因為半組合體之插拔而變化。

故，於此主軸裝置，採用其他外筒進行試轉之後，半組合體才成為庫存，因此可在旋轉軸破損時交換半組合體，立即進行正常運轉，可大幅縮短停機時間。又，相較於交換主軸裝置全體，可減低成本，亦可減低庫存成本。

又，經由汽缸機構，藉由裝配於旋轉軸之內徑零件而進行工具交換，相較於露出於外部之物件，可具有高度潤滑性而進行工具交換。

又，若半組合體之安裝基準面與前述內徑零件之活塞推壓面之距離係對於基準尺寸，調整在 $\pm 1\text{mm}$ 以內的話，可適當進行鬆開(Unclamp)，因此在交換半組合體之際，無須調整汽缸，可提昇維修性。

又，若內徑零件係可壓縮地裝配有彈簧，同時調整零件固定於內徑零件之後部，於調整零件形成對於活塞機構之活塞推壓面的話，藉由調整零件，可將工具支持器推出量設定在預定值，因此藉由調整其容許差，可適當進行鬆開，其結果，在交換內部零件之際，無須調整汽缸，可提昇維修性。

又，若前殼係對於外筒，以過盈配合而嵌合的話，於半組合體之分解、裝配、或交換之情況等，前殼與外筒之軸

心不會產生偏差，可維持高精度。

又，若軸承護套內嵌於護套外殼，軸承護套外徑對於該護套外殼內徑，以間隙配合而嵌合的話，後側軸承及前側軸承之主要作用為支援旋轉軸，得以簡單的構造吸收轉子發熱所造成之熱膨脹等之軸向變位。

又，若軸承護套外徑與前述護套外殼內徑之間，介在複數對O型環的話，藉由軸承護套外徑與護套外殼內徑間之複數對O型環，可防止潤滑劑漏洩，由於O型環之過盈量所造成之衰減效果，可衰減軸承護套之振動。

又，若軸承護套及護套外殼之嵌合長度，與軸承護套之外徑之比設定在嵌合長度/外徑 = $0.45 \sim 0.8$ 之範圍內的話，軸承護套外徑與護套外殼之嵌合部之長度設定在適當關係，因此可獲得維修性及作為工具機之性能優異之半組合體構造。

又，若具有：潤滑劑排出孔，其係複數設置於軸承護套之圓周上者；圓周槽，其係設置於軸承護套外周之嵌合面者；及半徑方向之潤滑劑供給路徑，其係連通連接於圓周槽者的話，軸承護套在任何相位均可順利地排出潤滑劑。例如：水平安裝之汽缸在下側需要排出孔，但任一孔均面向下側，故可進行排出。並且，軸承護套在任何位置均可供給潤滑劑，因此無須對準軸承護套之相位，維修之作業性良好。

又，若後側軸承為定位預壓且背面組合之斜角滾珠軸承的話，得以簡單的構造，吸收轉子發熱所造成之熱膨脹等

之軸向變位。

又，若為滑脂潤滑的話，容易處理，利用相對廉價之滑脂潤滑，得以較少費用進行維修。

又，若具備滑脂補給裝置的話，藉由滑脂補給裝置，可補充滑脂不足，因此可避免燒焦等。

又，若具有在補給滑脂後，排出多餘滑脂之機構的話，供給至軸承內部並已不需要之潤滑劑將附著於配置在軸承附近之外環隔片等之旋轉構件，附著於旋轉構件之潤滑劑會藉由旋轉力而彈開到軸承外側。藉此，可強制將不需要之潤滑劑排出至軸承外部。

又，若採用油氣、油霧及直嘴潤滑之任一者之微量潤滑的話，藉由油氣、油霧及直嘴潤滑之任一者之微量潤滑，可進行有效的良好潤滑，因此可進一步提昇耐焦性。

又，若於護套外殼與嵌合於護套外殼並可移動於旋轉軸之軸向之軸承護套之嵌合面，配置彈性體的話，藉由彈性體可提昇徑向剛性，同時提昇軸向之衰減率，防止旋轉軸之自激振動。又，由於提供將壓力負載於彈性體之流體，故使彈性體變形，進一步提昇徑向剛性，同時提昇軸向之衰減率，提高旋轉軸之自激振動抑制效果。

又，由於彈性體為O型環，流體為壓縮空氣，於配設複數個之O型環之間供給壓縮空氣，將壓力負載於O型環，因此可維持高滑動性而提昇徑向剛性，有效防止旋轉軸之自激振動。又，O型環富於加工性或泛用性，因此無須複雜的製造工序，即可製造高性能之主軸裝置。

又，若將壓力負載於彈性體之流體之壓力為可變的話，可按照主軸裝置之使用條件改變壓力，利用流體壓力改變彈性體之變形量。又，將彈性體之徑向剛性或衰減率設定在使用條件之最適值，可有效防止旋轉軸之自激振動。又，僅改變供給之流體之壓力，即可變更彈性體之徑向剛性或衰減率，可極為容易進行變更。

又，由於O型環係由丁腈橡膠或氟橡膠所形成，並且O型環之過盈量在O型環之使用標準值之10%以上，並且在該使用標準值以下，因此O型環具有密封效果及彈性支持效果，同時具有對於軸向移動之耐磨耗性或對於發熱之耐熱性，使用壽命長。又，適當提昇O型環之剛性，並維持滑動性，可提昇徑向剛性及軸向衰減性。

又，若將複數個彈性體所構成之彈性體組配置複數組，配置於兩端之彈性體組之一方之彈性體組配設於軸承護套，另一方之前述彈性體組配設於護套外殼的話，可容易組合，無虞O型環損傷。再者，各種負載作用於主軸裝置時，使軸承護套的移動均一旦安定進行之效果，在彈性體僅配置於軸承護套之情況及僅配置於護套外殼之情況均相同。並且，亦可將配置於主軸裝置之2個彈性體，一方配置於軸承護套，另一方配置於護套外殼，於該彈性體間供給流體。

又，若藉由主軸筒插入設置於主軸頭之軸向之主軸筒把持部，同時設定朝向與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸筒插入主軸頭所需之長度長，主軸筒可對於主軸頭一體地分解並且裝配的話，作為與旋轉軸之軸向平

行之進給軸向之Z軸移動量，比主軸筒插入主軸頭所需之長度長，因此可容易進行利用Z軸進給之拔取。

又，若藉由設定朝向與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸子筒插入主軸頭所需之長度長，主軸子筒可對於主軸頭一體地分解並且裝配的話，作為與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之Z軸移動量，比主軸子筒插入主軸頭所需之長度長，因此可容易進行利用Z軸進給之拔取。

又，若主軸頭之主軸筒把持部可在至少分割成一半之位置分割而分解的話，即使例如：較短設定Z軸移動量，仍可藉由分割、展開主軸頭之主軸筒把持部，進行拆卸、裝配，並且可提昇主軸筒與主軸頭之固定剛性，提高工具機全體之剛性。

又，具有轉子之旋轉軸、前側軸承、後側軸承、前殼、及軸承護套一體地裝配而形成主軸子筒，主軸子筒、外筒、及工具鬆開用汽缸以三分割而構成，主軸子筒可由外筒拔取。

因此，構成主軸子筒之具有轉子之旋轉軸、前側軸承、後側軸承、前殼、及護套外殼可由外筒一體拔取，因此無須分解，即可簡單地僅拆卸需要檢查、修理、交換之旋轉軸、前側軸承、後側軸承。藉此，無須拆卸配線或配管，即可管理構成主軸筒之任一零件。

在此，作為主軸裝置，可例示將多種工具可交換地把持之高速旋轉裝置。在此主軸裝置，於工作加工中受到甚大之切削阻力，主軸之工具安裝孔磨耗，或夾住工具之筒夾

或圓盤彈簧破損，或軸承磨耗、損傷。因此，在使用現場進行此類故障或障礙之修理時，一般係拆卸用以潤滑、冷卻、清掃之油、空壓之配管、內置式馬達或限動開關之電性配線，分解主軸裝置全體，交換主軸、主軸內之零件、或者軸承後，進行再組合。此修理作業甚為龐大，需要高度的專門技術及技能，而且需要許多時間。

又，若工具鬆開用汽缸可由外筒拔取的話，無須分解主軸裝置全體，可簡單地僅拆卸工具鬆開用汽缸，因此可簡單檢查、修理、交換構成工具鬆開用汽缸之任一零件。

又，若主軸子筒已拔取之外筒及工具鬆開用汽缸之組合體可由主軸頭拔取，可無須分解主軸裝置全體，除了主軸子筒，還可由主軸頭簡單拆卸外筒及工具鬆開用汽缸之組合體，因此可簡單檢查、修理、交換外筒或構成工具鬆開用汽缸之任一零件。

又，若主軸子筒、外筒、及工具鬆開用汽缸之組合體可由主軸頭拔取的話，可無須分解主軸裝置全體，可由主軸頭簡單拆卸主軸子筒、外筒、及工具鬆開用汽缸之組合體，因此可簡單檢查、修理、交換構成主軸裝置全體之任一零件。

又，若具有各種流體配管、電源耦合器之耦合器係可裝卸自如地安裝於工具鬆開用汽缸或外筒的話，藉由在耦合器配置各種流體配管之開關閥或電源耦合器，若於檢查、修理、交換時，將各種流體配管閉塞，拆卸電源耦合器之後進行作業，可防止流體漏洩或電源配線交纏等而進行作

業。

又，若於旋轉軸與外筒之間，配置檢測旋轉軸之旋轉之感測器的話，僅需拆卸工具鬆開用汽缸，即可進行感測器之檢查、修理、交換。

【實施方式】

圖1～圖3係表示對應於申請專利範圍第1、2、5、6、10、11、12、13、14項之本發明實施型態之第一例。再者，本例之特徵為，直徑係以外筒3之內周徑 ϕA 、定子4之內徑 $\phi B'$ 、軸承護套11之外徑 ϕC 的順序變小，前殼8、旋轉軸6及軸承護套11所組成之半組合體2可由外筒3拔取，並且由軸承護套11至後方任意剖面之旋轉體半徑比由軸承護套11後端至該剖面間之非旋轉體之最小半徑小，或者由軸承護套11至後方任意剖面之旋轉體直徑比由軸承護套11後端至該剖面間之非旋轉體之最小直徑小。

如圖1所示，第一例之主軸裝置1具備：外筒3，其係具有定子4及護套外殼5者；旋轉軸6，其係具有轉子7之旋轉自如者；前側軸承12，其係外環固定於前殼8，同時內環外嵌於旋轉軸6之一端之組合斜角滾珠軸承。而且具備：軸承護套11，其係配設於旋轉軸6之另一端側，嵌合於護套外殼5並可朝旋轉軸6之軸向移動者；及後側軸承13，其係內環外嵌於旋轉軸6之另一端，同時外環固定於軸承護套11，與前側軸承12共同作用，並旋轉自如地支持旋轉軸6之1對斜角滾珠軸承。符號14係為了交換工具之活塞機構。再者，護套外殼5與外筒3亦可為一體構造。

如圖2所示，由前殼8、旋轉軸6、及軸承護套11所組成之半組合體2係可由外筒3拔取而構成。亦即，本實施型態之主軸裝置1係直徑以外筒3之內周徑 ϕA 、轉子7之外徑 ϕB 、軸承護套11之外徑 ϕC 的順序變小($\phi A > \phi B > \phi C$)。又，除了轉子外徑 ϕB 以外，亦可相對於定子內徑 $\phi B'$ (參考圖1)， $\phi A > \phi B' > \phi C$ 。又，在比軸承護套11更後方之範圍L，半組合體2外徑設定小於軸承護套11之外徑。亦即，以箭頭M方向拔出主軸時，為了使非旋轉體不成為障礙，以將範圍L之任意剖面之主軸旋轉體之外徑，設定小於由該剖面至軸承護套後端間之非旋轉體之最小內周徑，非旋轉體不成為障礙的方式，規定旋轉體外徑。因此，將半組合體2朝圖中M方向拔出時，保持/鬆開安裝於圖中左側端部之工具W之非旋轉體之活塞機構14等不會成為障礙(參考圖1)。

又，主軸裝置1係軸承護套11之外徑對於護套外殼5內徑，為5~30 μm 之間隙配合。並且，主軸裝置1係後側軸承13為定位預壓且背面組合之斜角組合滾珠軸承。藉此，後側軸承13及軸承護套11主要作用是支援旋轉軸6，得以簡單的構造吸收轉子發熱所造成之熱膨脹等之軸向變位。

又，主軸裝置1係前殼8與外筒3內周面之低觸部15為0~20 μm 之過盈配合。藉此，前殼8與外筒3之軸心不會偏差。又，接合面16係前殼8及外筒3對於軸心，以2~5 μm 以下之直角度而高精度地完成加工。藉此，即使低觸部15之長度LR短，兩者之軸心仍然一致。若低觸部15的長度長，裝配

性不佳，於本發明，低觸部長度LR短至低觸部直徑 ϕA 之 $1/10 \sim 1/30$ 程度。又，由於低觸部15的長度LR短，因此可藉由裝配螺帽17，容易旋入而組裝。藉此，無須進行對中作業。

又，半組合體2與外界空氣之間形成曲折軸封(Labyrinth Seal)L1~L4。主軸使用時，藉由強固的曲折軸封L1、L4，防止切削水、切粉等異物入侵。又，庫存只有半組合體2之情況等，藉由曲折軸封L1~L4，遮斷微塵等異物。曲折軸封L2、L3在維修之半組合體交換時，亦擔任防止異物入侵的角色。維修時，無法期待無塵室等異物少的環境，因此曲折軸封L2、L3有用。曲折軸封L3、L4之構造可藉由採用軸承護套11而實現。

如圖3所示，後蓋9後部係7處配線(馬達動力線25、馬達溫度感測器線26、旋轉編碼器線27等(一部分不圖示))、14處配管(軸承潤滑油配管21、冷卻油配管22、工具放開油壓配管23、工具錐度吹氣配管24、氣密配管28)連接於外部，因此維修時，無須處理此等即可，故停機時間極短，維修性良好。

根據上述主軸裝置10，由前殼8、旋轉軸6及軸承護套11所組成之半組合體2可由外筒3拔取，因此，裝配性提昇，同時在破損時亦可迅速交換。又，軸承護套11處於後側軸承13已組合之狀態，因此滑脂狀態不會因為半組合體2之插拔而變化。故，半組合體2係在採用其他外筒預先進行試轉後才成為庫存，主軸裝置損傷時，可交換半組合體，立即

進行正常運轉，大幅縮短停機時間。又，相較於交換主軸裝置1全體，可減低成本，亦可減低庫存成本。

圖4～圖7係表示對應於申請專利範圍第1、2、3、4、5、10、11、12、13、14項之本發明實施型態之第2例。本例特徵為，內徑零件31係可壓縮地裝配有彈簧32，同時調整零件33固定於內徑零件31後部，於調整零件33形成對於汽缸機構14之汽缸推壓面34。其他構成與第1例相同，故同一構件標示同一符號，並省略詳細說明。

如圖4所示，第二例之主軸裝置30係於藉由在外筒3之定子4通電而與轉子7一同旋轉之旋轉軸6內，裝配有使2個彈簧32可壓縮並且工具交換自如之內徑零件(亦稱牽引桿)31，同時在內徑零件31後端部，安裝內徑零件側調整零件33。於內徑零件側調整零件33之端部，形成對於汽缸機構14之汽缸推壓面34。於汽缸機構14之汽缸35端部，安裝推壓內徑零件側調整零件33之汽缸側調整零件36。

汽缸機構14藉由在往動側壓力導入部37導入油、水、空氣等壓力媒體，汽缸35進行往動，汽缸35之汽缸側調整零件36推壓內徑零件側調整零件33之汽缸推壓面34，使內徑零件31往軸向推壓移動，將工具W推出，成為工具鬆開狀態。相反地，藉由抽出往動側壓力導入部37之壓力，壓力媒體導入復動側壓力導入部38，汽缸35進行復動，使內徑零件31往軸向返回移動，成為工具夾住狀態。

如圖5所示，內徑零件側調整零件33將半組合體2之安裝基準面39與內徑零件31之汽缸推壓面34之軸向尺寸(距

離)Z，對於基準尺寸調整在 ± 0.1 mm。總言之，半組合體2在由安裝基準面39至內徑零件31之汽缸推壓面34為止之軸向尺寸Z內，產生由於多數零件堆疊之尺寸差。因此，若沒有預先調整，於維修時，必須在現場進行汽缸行程之調整作業。例如：若由於汽缸行程不足，內徑零件31之移動量(推出量)變少，無法鬆開工具支持器。相反地，內徑零件31之移動量過多時，內徑零件31會將工具支持器朝前方推出過多，因此自動工具交換裝置(ATC)40(參考圖7)無法把持工具支持器。相對於此，內徑零件側調整零件33藉由設定工具支持器推出量(當汽缸35推到最前端時，由於內徑零件31，工具支持器由把持位置被推出之量)為0.4 mm~0.6 mm，其容許差調整在0.1 mm~0.2 mm程度之 ± 0.1 mm以內，以便適當進行鬆開，其結果，於交換半組合體之際，不需要汽缸調整，可提昇維修性。

在此，利用內徑零件側調整零件33之調整可舉例：於尺寸測定後，預先設定削取量而進行削取(旋削、研削)加工之方法；於間隙S夾入厚度不同之墊片之方法；選擇預先準備之數種尺寸之調整板而安裝之方法；利用調整螺絲，將調整板配置於期望之位置，藉由嫌氣性之接著劑等固定之方法等。而且，為了直接測定軸向尺寸Z，需要大型治具，必須將重物之半組合體安裝於治具，因此為了簡化調整作業，可能在各零件進行某種程度之尺寸管理。例如可舉例：預先管理尺寸A、尺寸B(內環隔片、外環隔片雙方)、前側軸承12之最後側之內外環差幅C、尺寸D，在內徑零件31安

裝於旋轉軸6之狀態下，僅測定調整尺寸ZZ之方法。此方法無須管理最難以管理之軸內徑部(筒夾部各種尺寸或工具錐度之出入、內徑零件31之孔深等)之軸向尺寸，因此可減低尺寸管理成本，調整作業之負擔亦少。再者，為了簡化差幅C之管理，於前側軸承12之4行，使用正面及背面差幅均已個別調整之萬能組合軸承。

如圖4～圖6所示，採用軸向尺寸Z被管理之半組合體2，調整工具支持器推出量(參考圖6)E。

工具支持器推出量 $E = (\text{汽缸行程 } F) - (\text{空間 } G) - (\text{空間 } H)$ ，分別測定右邊之量，或者實際上鬆開，測定推出量E(工具支持器之前進量)。而且，在此，將汽缸側調整零件36調整加工，以使 $E = 0.5 \pm 0.1 \text{ mm}$ 。藉此，決定夾住、鬆開行程之軸向位置。其結果，之後只要是交換互相已調整過之半組合體2的話，汽缸35與內徑零件31之位置關係不變，因此無須調整汽缸部。

如此，關於安裝基準面39至內徑零件31之汽缸推壓面34為止之軸向尺寸Z之容許差，半組合體2被管理在小於工具支持器推出量E之容許差 $0.1 \text{ mm} \sim 0.2 \text{ mm}$ 之值。組合工具交換用之汽缸機構14時，按照此被管理之半組合體2而調整汽缸行程F。藉此，維修時，只要是交換軸向尺寸Z已管理之半組合體2之單元彼此的話，由於內徑零件31之汽缸推壓面34之軸向相位關係不變化，因此無須再調整汽缸行程。又，軸向尺寸Z係藉由多數零件之堆疊而決定，因此亦可分別設定此等零件之軸向尺寸容許差，將其等堆疊值管理在期望

值以下。然而，此類方法，具體而言，以10以上之尺寸容許公差之累積滿足容許差0.1~0.2 mm，多導致成本變高，故障率上昇。因此，在裝配內徑零件31後，調整內徑零件側調整零件33之後再裝配於內徑零件31後部，能以非常低之成本管理軸向尺寸Z。

如圖6所示，汽缸機構14係藉由將壓力媒體導入往動側壓力導入部37，汽缸35進行往動，汽缸側調整零件36推壓內徑零件側調整零件33之汽缸推壓面34，對抗彈簧32而使內徑零件31往軸向推壓移動，將工具W推出，成為工具鬆開狀態。

如圖7所示，於主軸裝置30之自動工具交換時，為了提昇效率，自動工具交換裝置40之動作非常快速，交換時間通常在0.2~1.5秒程度，因此，必須維持各部高度之強度或剛性。自動工具交換裝置40之動作係臂41把持旋轉軸6及工具盒42之工具支持器43之後，將旋轉軸6之工具W鬆開，臂41進行上下及旋轉動作，進行工具交換。把持工具W，鬆開旋轉軸6之際，若工具支持器43之推出量過大，如前述，工具支持器43剛性高，並由臂41所把持，因此過量的負擔將施加於臂41，導致自動工具交換裝置40故障。因此，工具支持器43之推出量必須在0.5~0.6 mm以下。於主軸裝置30，即使進行維修，交換半組合體2，由於工具支持器43之推出量不變化，因此不花費調整人工，可在短時間內交換。

圖8~圖10係表示對應於申請專利範圍第1、2、4、5、8、

10、11、12、13、14項之本發明實施型態之第三例。本例特徵為，軸承護套11與護套外殼5之嵌合長度J，與軸承護套11之外徑I之比設定在嵌合長度J/外徑I=0.45~0.8之範圍內。其他構成與第1例相同，同一構件標示同一符號，並省略詳細說明。

參考圖8，說明本發明之主軸裝置之第三實施型態。再者，於圖8，圖中上半側表示工具鬆開狀態，圖中下半側表示工具夾住狀態。

如圖8所示，第三例之主軸裝置50係於半組合體2使用錐度角不同之內徑零件51。此時，BT支持器(JIS B6339)用之內徑零件、HSK支持器(ISO-12164)應藉由工具錐度之規格管理，目標值Z1相對於軸向尺寸Z有變動，但進行調整，以使與圖1、圖4所示物件具有互換性。亦即，調整鬆開時之軸向尺寸 Z_{UC2} ，成為與圖6所示之鬆開狀態 Z_{UC1} 相同。再者，為了使圖4之空間G對於此類軸向尺寸Z不同之內徑零件亦適用，設定大於鬆開BT支持器之最低需要量之值。由於用途，可能使用各種工具錐度規格，但即使如本例，在不同之工具規格，仍使其可鬆開而具有互換性，以求容易變更樣式，容易進行用於維修之內部筒之庫存管理，達成降低成本。

又，如圖9所示，在主軸裝置50，軸承護套11之外徑I與其嵌合部長度J之比為 $J/I \cong 0.5$ 。此時，外徑I與長度J之關係宜在0.45~0.8。將半組合體2插入外筒3時，首先軸承護套11嵌合於護套外殼5之內徑。通常，半組合體2之交換係於

工具機使用者之作業現場進行，因此交換作業時，多半不能使用特殊治具。當時，半組合體2若受到例如：自重等箭頭K方向之施力，於後側軸承13將施加力矩荷重。當時，長度J較小時，後側軸承13之2行跨距M變短，接觸面壓變大，恐將損傷後側軸承13。

如圖10所示，於主軸裝置50，調查前述J/I及軸承跨距之關係，以及荷重K作用時之產生於後側軸承13之接觸面壓之關係。荷重K係半組合體2之自重，在無法使用治具之現場交換作業，由於裝配時之處理所產生之荷重。後側軸承13為內徑 $\phi 55$ mm之斜角滾珠軸承。於硬度Hv=700之軸承鋼，軸承接觸面壓在3.5GPa以上會產生壓痕。藉由此等，可知J/I必須 ≥ 0.45 。又，即使後側軸承13之跨距過長，仍無法提昇作為工具機之性能，產生軸之慣性力矩增大(加減速時間增大)或共振點下降等問題，因此J/I宜 ≤ 0.8 。並且，藉由設定上述之J/I關係，不會發生滑動故障，亦可具備後述之振動衰減作用之O型環(O-ring)。如後述，藉由適當設計後側軸承11之外徑I及其嵌合部長度J之關係，可獲得維修性及作為工具機之性能優異之半組合體2之構造。

圖11(a)、(b)、圖12係表示對應於申請專利範圍第1、2、4、5、6、7、9、10、11、12、13、14項之本發明實施型態之第四例。本例特徵在於具有：潤滑劑排出孔71，其係複數設置於軸承護套11之圓周上者；圓周槽64，其係設置於軸承護套11外周之嵌合面者；及半徑方向之潤滑劑供給路徑62、65，其係連通連接於圓周槽64者。其他構成與第1

例相同，故同一構件標示同一符號，並省略詳細說明。

如圖 11(a)、(b)所示，第四例之主軸裝置 60 係於後側軸承 13 配置潤滑供給及排出構造，為了可容易拆卸及裝配半組合體 2，因此具有無須決定相位之構造。

又，軸承護套 11 對於護套外殼 5 之內徑為間隙配合(參考圖 6)。藉此，軸承護套 11 係在內徑零件 31 已裝配之狀態下，可對於旋轉軸 6 容易旋轉。因此，以往將潤滑劑供給後側軸承 13 時，為了決定其供給相位及潤滑劑排出孔相位，設置噴嘴或鍵等突起物。因此，具有若不進行相位對準或插拔突起零件，無法裝配或分離半組合體 2，難以維修之問題。相對於此，於半組合體 2，由其外周側並未設置潤滑噴嘴等突起物，因此僅取下裝配螺帽 17，即可拆卸半組合體 2。

潤滑供給構造係經由形成於護套外殼 61 之徑向，連通連接於潤滑供給機(未圖示)之潤滑劑供給入口(潤滑劑供給路徑)62，設置於軸承護套 63 之外周嵌合面之圓周槽 64，以及在軸承護套 63 之徑向，連通於圓周槽 64 而形成之徑向孔(潤滑劑供給路徑)65，經過後側軸承 13 之外環，將潤滑劑供給至軸承空間內。而且，護套外殼 61 及軸承護套 63 係前方側端部以前側 O 型環(O-ring)66、66 密封，後方側端部以後側 O 型環 67、67 密封。此時，即使護套外殼 61 及軸承護套 63 之半徑方向之潤滑劑供給路徑成為相同相位，或者兩者轉成 180°相反相位，仍藉由圓周槽 64，圓滑地將潤滑油供給後側軸承 13。再者，圓周槽 64 亦可設置於護套外殼 61 之內周。

排出構造之組成包含：徑向排出孔69、69、69，其係形成於配置於各後側軸承13間之外環隔片68、68、外環壓塊68A及軸承護套63之徑向者；軸向排出孔70，其係於軸承護套63之軸向，連通於徑向排出孔69、69、69而形成者；及潤滑劑排出孔71、71、71、71、71、71，其係連通於軸向排出孔70，於軸承護套63之圓周方向等間隔設置複數之6個者。由於6個潤滑劑排出孔71係等間隔配置，因此無論任何相位，在正下方 $\pm 15^\circ$ 以內，最少確保1處潤滑劑排出孔71，以便在水平安裝時可進行排出。

潤滑供給及排出構造具有在滑脂補充後，排出多餘滑脂之機能。藉此，供給至軸承內部且變成不需要之潤滑劑，藉由配置於軸承附近之圖12之甩油部68B之旋轉力，彈開至軸承外側。藉此，在任何相位均可順利排出潤滑劑，例如：水平安裝之主軸在下側需要排出孔，但任一孔均面向下側，故可進行排出。並且，由於是滑脂潤滑，容易處理，利用相對廉價之滑脂潤滑，得以較少費用進行維修。又，由於具備滑脂補給機(滑脂補給裝置)，可補充滑脂不足，因此可避免燒焦等。又，亦可採用油氣、油霧及直嘴潤滑之任一者之微量潤滑。如此的話，可進行有效率之潤滑，因此可更提昇耐焦性。

而且，於護套外殼61及軸承護套63，為了防止插拔軸承護套63之際之O型環斷裂，於軸承護套63之前方側外周配置前側O型環66、66，於護套外殼61之後方側內周配置前側O型環67、67。藉此，藉由半組合體2之插入或拔取，軸承護

套63滑動於護套外殼61內周時，各O型環66、66、67、67之滑動距離最短化，並且各O型環66、66、67、67不通過O型環斷裂之要因之階差或孔，因此可大幅提高各O型環66、66、67、67之可靠度。

又，各O型環66、66、67、67使用前側端2個、後側端2個之多數O型環。此目的在於藉由O型環66、66、67、67之過盈量所造成之衰減效果，使軸承護套63之振動衰減。由於軸承護套63係對於護套外殼61間隙配合，因此若無O型環等類之衰減要素，軸承護套63會在間隙中振動，該振動越大，除了使作為工具機之切削性能或精度劣化，並唯恐護套外殼61之內徑或軸承護套63之外徑微動磨耗(Fretting Wear)。若產生微動磨耗，振動進一步增大，除了導致滑動故障，並且其修理時必須交換主軸裝置全體。又，使用複數O型環以增加拘束力，因此軸承護套63無法自由轉動於旋轉方向，亦可防止淺變(Creep)，防止嵌合面潛變磨耗。如此，藉由使用複數O型環，可更發揮效果。

如圖12所示，於第四例之變形例，僅軸承護套63之後部側為單一小徑之O型環72。藉此，可減少O型環之數目，袖珍地配置O型環。然而，圖11(a)、(b)之優異點在於，藉由潤滑劑之壓力，軸承護套63不受到徑向力。

再者，第一例、第二例、第三例、第四例之主軸裝置不限定於前述各實施型態，可適當變形、改良等。

例如：除了適用於切削中心機，亦可適用於NC工具機，或以手動進行進給動作之泛用工具機等。

又，前側、後側軸承不限於斜角滾珠軸承，深槽滾珠軸承或各種滾柱軸承等滾動軸承亦可。

圖13～圖16係表示對應於申請專利範圍第15、16、17、18、19項之本發明實施型態之第五例。本例特徵在於在護套外殼88與軸承護套84之嵌合面，具備密封護套外殼88及軸承護套84之間之彈性體94，同時供給將壓力負載於彈性體94之流體而構成。

如圖13、圖14所示，第五例之主軸裝置80具備：旋轉軸81；作為前側軸承之1對滾動軸承82、83；軸承護套84；作為後側軸承之1對滾動軸承85、86；前側軸承87；及護套外殼88。護套外殼88固定於前側軸承87，實質上作為前殼87之一部分而作用。

1對滾動軸承82、83係外環89、90固定於前殼87，同時內環91、92嵌合、固定於旋轉軸81之一端，成為與前殼87之相對位置固定之前側軸承，並旋轉自如地支持旋轉軸81。

軸承護套84嵌合於配設在旋轉軸81之另一端側之護套外殼88之孔93，可移動於軸向而配設。軸承護套84與護套外殼88之內徑面93之間隙C係考慮護套尺寸、所要求之剛性、伴隨旋轉軸81之旋轉之發熱所造成之熱膨脹等而決定，在1～200 μm 之範圍內適當選擇而設計。若間隙C太小，由於熱膨脹，軸承護套84與護套外殼88之內徑面93可能接觸。又，若過大，軸承護套84之中心位置傾向不安定。

於軸承護套84與護套外殼88之內徑面93之嵌合面，彈性體之一例之O型環94於兩端部各配設2個，合計配設4個O型

環94。O型環94係集中複數個而構成1組。於本例，2組O型環94配置於軸承護套84之外周面95之兩端。

亦即，配置於接近前側軸承82、83之2個O型環94係安裝於設置在護套外殼88內徑面93之O型槽96。又，配置於遠離前側軸承82、83側之2個O型環94則安裝於設置在軸承護套84外周面95之O型槽97。再者，與本例相反，亦可於接近前側軸承82、83之護套外周面設置O型環，於遠離前側軸承側之護套外殼設置O型槽而構成。又，亦可為僅於護套外周設置O型槽之構成，或僅於護套外殼設置O型槽之構成。

O型環94之過盈量宜在O型環94之使用標準值下，並且在使用標準值之10%以上，例如：內徑84.5 mm、寬度2 mm之O型環94之情況，過盈量宜在0.05 mm以上、0.5 mm以下(使用標準值通常由O型環製造商作為建議值而提供，前述O型環94為0.3~0.6 mm)。再者，使用標準值為O型環等彈性體之平均直徑之15~20%。0.2 mm~0.45 mm尤佳。又，彈性體不限於O型環94，具有密封性之橡膠襯墊或金屬製襯墊等亦可。

在此，使O型環94之過盈量之上限值在使用標準值以下，其理由在於若大於此，軸承護套84之滑動性變差，或者O型環94之變形量變大，O型環94之壽命可能變短。又，使過盈量之下限值在使用標準之10%以上，其理由在於若小於此，O型環94之密封性變差。

1對滾動軸承85、86成為內環97、98外嵌於旋轉軸81之另一端，同時外環99、100嵌合於軸承護套84，藉由外環壓塊

101而固定於軸承護套84，與軸承護套84一同可往旋轉軸81之軸向移動之後側軸承。而且，與前側軸承82、83共同作用，旋轉自在地支持旋轉軸81。預壓彈簧102安裝於護套外殼88與外環壓塊101之間，經由外環壓塊101，將軸承護套84朝後方拉去，對於滾動軸承85、86及滾動軸承82、83施加預壓。再者，定壓預壓時，亦可能為定位預壓之沒有預壓彈簧之情況。

於護套外殼88，在1對O型環94之間，分別設置流體供給口103開口之流體供給路徑104，該流體供給路徑104連接於設置在主軸裝置80外部之壓縮流體供給裝置(未圖示)，壓縮流體由該壓縮流體供給裝置供給，並於1對O型環94之間供給壓縮流體。壓縮流體供給裝置為例如：壓縮機，流體為例如：空氣。

其次，說明本例之作用。如圖13及圖14所示，主軸裝置80係旋轉軸81若高速旋轉，由於產生之摩擦熱等，溫度上昇。藉此，旋轉軸81朝軸向伸長，後側軸承之1對滾動軸承85、86則與軸承護套84，一同往軸向(圖1之右方)移動，吸收熱所造成之旋轉軸81伸長。同時，軸承護套84熱膨脹，外徑變大，與護套外殼88之間隙C變小，因此預先預測熱膨脹，將間隙C設定在例如：10 μm 程度。若間隙C大，徑向剛性下降，但由於實際上在軸承護套84與護套外殼88之間，複數個O型環94以過盈量擠壓之狀態配設，因此藉由O型環94而提昇徑向剛性，抑制旋轉軸81之振動。

如圖15所示，經由流體供給路徑104，由壓縮流體供給裝

置之壓縮機，將空氣朝箭頭A方向壓送，供給至1對O型環94之間，嵌合於O型槽97而安裝之1對O型環94係朝互相分離之方向推壓而擠壓(壓縮量c)。藉此，1對O型環94之剛性進一步提昇，軸承護套84之徑向剛性及軸向衰減性變高。藉由調整壓縮空氣之壓力，調整O型環94之擠壓量，1對O型環94之剛性可獲得任意剛性。又，作用於雙方O型環94之壓力，對於雙方之O型環94都均一作用，因此其擠壓量亦均一，可在維持雙方O型環94之剛性平衡下提昇。

〔實施例〕

其次，說明採用實驗裝置110(作為一例，於圖16表示主要部分)所進行之剛性測定結果。

試驗裝置110係於與實際機器之主軸裝置80相同尺寸，外徑為85 mm之虛設軸承護套111，使內徑85 mm之虛設護套外殼112具有150 μm 嵌合間隙而嵌合配置。於虛設護套外殼112之前側軸承側(圖16之左側)，設置2個O型槽96，於虛設軸承護套111之後側軸承側(圖16之右側)，同樣平行設置2個O型槽97，於各O型槽97、96，安裝內徑84.5 mm、寬度2 mm之O型環94。又，於虛設護套外殼112之外周面113，安裝電性測微器之拾取頭，利用電性測微器114，可檢測虛設護套外殼112之外周面113之半徑方向變位量(虛設護套外殼112之中心變位量)。

於如此構成之試驗裝置110，藉由空氣汽缸(未圖示)，以箭頭B方向推壓虛設護套外殼112之外周面，賦予荷重。

上述以外之各實驗條件如下。

O型環材料：A)丁腈橡膠

：B)氟橡膠

O型環過盈量：A)0.300mm

：B)0.275mm

：C)0.250 mm

壓縮空氣壓力：A)0 MPa

：B)0.49 MPa

空氣汽缸所造成之2個O型環之負載荷重：A)50 N

：B)100 N

試驗方法：隨機變更O型環材料、O型環過盈量、壓縮空氣壓力、空氣汽缸造成之荷重等各條件而試驗，以電性測微器114，測定當時虛設護套外殼112之外周面113之變位量(中心變位量)。各測定分別進行5次，其平均值為測定結果。(試驗結果)

將壓縮空氣之壓力為0 MPa時(亦即未供給壓縮空氣時)之O型環剛性之測定結果，作為利用空氣汽缸負載於虛設護套外殼112之荷重與中心變位量之比，表示於表1。再者，單位為N/ μ m，數質越大表示徑向剛性越大。

[表1]

壓縮空氣壓0 MPa

單位：N/ μ m

O型環材質	丁腈橡膠			氟橡膠		
過盈量 mm 荷重 N(*)	0.3	0.275	0.25	0.3	0.275	0.25
100	2.35	1.79	1.47	1.75	1.53	1.33
50	1.93	1.44	1.27	1.56	1.25	1.10

(*)荷重為施加於2個O型環之荷重

將壓縮空氣之壓力為0.49 MPa時之O型環剛性之測定結果，作為利用空氣汽缸負載於虛設護套外殼112之荷重與中心變位量之比，表示於表2。再者，單位為N/ μ m，數值越大表示徑向剛性越大。

[表 2]

壓縮空氣壓0.49 MPa

單位：N/ μ m

O型環材質	丁腈橡膠			氟橡膠		
過盈量 mm 荷重 N(*)	0.3	0.275	0.25	0.3	0.275	0.25
100	2.70	2.67	2.30	2.25	2.11	1.94
50	2.27	2.15	1.85	2.05	1.74	1.51

(*)荷重為施加於2個O型環之荷重

又，將過盈量設定在0.250 mm之氟橡膠製O型環94，以隨機之安裝順序安裝，5次測定虛設護套外殼112之中心位置之偏差。其變動(最大值－最小值)表示於表3。

[表 3]

壓縮空氣壓 Mpa	0	0.49
中心變位量變動 μ m	56	22

由表1可知，不供給壓縮空氣給O型環94時，O型環94之過盈量越大，徑向剛性越高。又，相對於過盈量變化量之徑向剛性變化量，氟橡膠製O型環比丁腈橡膠製O型環大。

由表1及表2可知，藉由將壓縮空氣供給O型環94，徑向剛性將提高。此乃由於O型環94被壓縮空氣擠壓(參考圖15)，O型環94本身之剛性變高所致。又，過盈量越小，壓縮空氣

供給所造成之徑向剛性變化量越大。並且，壓縮空氣供給所造成之徑向剛性變化量，氟橡膠製O型環比丁腈橡膠製O型環大。

由表3可知，虛設護套外殼112中心位置之偏差量變動，未供給壓縮空氣之情況為56 μm ，相對地，若供給壓縮空氣則小至22 μm ，藉由供給壓縮空氣，O型環94之形狀或姿勢安定。

由以上結果，藉由在前殼87與護套外殼84之間，配設複數O型環94，同時將壓縮空氣供給O型環94，可提昇徑向剛性，並且藉由調整壓縮空氣之壓力，可將徑向剛性調整成任意硬度。

再者，第五例之主軸裝置不限於前述各實施型態，可適當變形、改良等。

例如：除了適用於切削中心機，亦可適用於NC工具機，或以手動進行進給動作之泛用工具機等。

又，前側、後側軸承不限於斜角滾珠軸承，深槽滾珠軸承或各種滾柱軸承等滾動軸承亦可。

圖17及圖18係表示對應於申請專利範圍第20項之本發明實施型態之第六例。本例特徵在於，主軸筒133係由旋轉軸121、前側軸承122、前殼125、內置式馬達126之轉子127及定子128、後側軸承130、後殼145及外筒132所構成，並可對於主軸頭131一體地分解並且裝配。

如圖17、圖18所示，第六例之工具機120具備主軸筒(主軸裝置)133，該主軸筒133係由：旋轉自如之旋轉軸121；

前側軸承122、122，其係旋轉軸121之前端內嵌於內環123、123者；前殼125，其係前側軸承122、122之外環124、124所內嵌者；內置式馬達126之轉子127；內置式馬達126之定子128；後側軸承130，其係旋轉軸121之後端內嵌於內環129者；及外筒132，其係內嵌於主軸頭131者所構成；且主軸筒133可對於主軸頭131一體地分解並且裝配。

而且，主軸頭131係於軸向具有主軸筒把持部134，主軸筒133插入該主軸筒把持部134。又，設定朝向與旋轉軸121之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸筒133插入主軸頭131所需之長度長。

工具機120為立式切削中心機，於機床135立設固定管柱136，一面由配置在機床135上之Y軸導軌137所支持，工作桌138一面對於管柱136進退，朝正交於旋轉軸121之軸向之進送軸向之Y軸向移動。於管柱136上端部配置X軸導軌139，一面由此X軸導軌139支持，滑鞍140往對於管柱136之橫向(圖17中之前後方向)，與旋轉軸121之軸向正交之進給軸向之X軸向移動。於滑鞍140之先端部配置Z軸導軌141，一面由此Z軸導軌141支持，主軸頭131一面朝平行於旋轉軸121軸向之進給軸向之Z軸向，對於工作桌138進退移動。

主軸筒133係由旋轉軸121、前側軸承122、前殼125、構成內置式馬達126之轉子127、同樣構成內置式馬達126之定子128、後側軸承130、後殼145及外筒132所構成。

旋轉軸121不接觸定子128之內周部，具有轉子127。轉子

127藉由定子128所產生之旋轉磁場，使旋轉軸121旋轉。旋轉軸121經由內置之牽引桿(未圖示)，連結於工具支持器(未圖示)。

外筒132形成圓筒形狀，於內周面固定定子128。定子128藉由馬達電力電纜(未圖示)所給予之電流，於內周側產生旋轉磁場。

前殼125形成圓筒形狀，固定於外筒132之前端部。

後殼145形成圓筒形狀，固定於外筒132之後端部。於後殼142，為了推壓牽引桿，結合有內置進退移動之旋轉結合部(未圖示)之汽缸機構之工具鬆開用汽缸143。

前側軸承122、122為複數行之斜角滾珠軸承，旋轉軸121前端部分別內嵌於內環123、123，外環124、124分別內嵌於前殼125。

後側軸承130為單行之斜角滾珠軸承，旋轉軸121後端部分別內嵌於內環129，外環144內嵌於後殼142。

根據本例之工具機120，設定朝向與旋轉軸121之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸筒133插入主軸頭131所需之長度長。藉此，朝向與旋轉軸121之軸向平行之進給軸向之Z軸移動量，比主軸筒133插入主軸頭131所需之長度長，因此可利用Z軸進給，容易進行拔取。

圖19～圖23係表示對應於申請專利範圍第21項之本發明實施型態之第7例。本例特徵在於，主軸子筒151係由旋轉軸121、前側軸承122、前殼125、內置式馬達126之轉子127、後側軸承130、及軸承護套142所構成之半組合體，並可對

於主軸頭131一體地分解並且裝配。又，設定朝向與旋轉軸121之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸子筒151插入主軸頭131所需之長度長。其他構成與第一例相同，故同一構件標示同一符號，並省略詳細說明。

如圖19所示，第七例之工具機150具備主軸子筒151，該主軸子筒151係由：旋轉自如之旋轉軸121；前側軸承122，其係旋轉軸121之前端內嵌於內環123者；前殼125，其係前側軸承122之外環124所內嵌者；內置式馬達126之轉子127；後側軸承130，其係旋轉軸121之後端內嵌於內環144者；及軸承護套142，其係後側軸承130之外環144所內嵌者所構成；且主軸子筒151可對於主軸頭131一體地分解並且裝配。又，設定朝向與旋轉軸121之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸子筒151插入主軸頭131所需之長度長。

立式切削中心機之工具機之情況，一面由Z軸導軌141所支持一面朝Z軸向移動之主軸頭131之Z軸移動量L3若變長，機械高度H1必然變高。機械高度H1受限於道路搬運時之高度、機械搬入、搬出時之工廠入口、出口部之高度、設置場所之頂部高度。因此，機械高度H1宜儘量低。因此，在工具機150，將半組合體之主軸子筒151由主軸頭131完全拔取所需長度L4，比將主軸筒133(參考圖17)拔取所需之長度L1小，因此可縮短Z軸移動量L3，結果可降低機械高度H1。

如圖20所示，主軸子筒151係軸承護套142之外徑 $\phi D2$ 比定子128之內徑 $\phi D1$ 小。而且，主軸子筒151係軸承護套142

相對於內嵌此軸承護套142之護套外殼152，可朝圖20中下方，以軸向自由移動。藉此，作為半組合體之主軸子筒151，只要拆卸與外筒132固定之螺帽(未圖示)，即能以前殼125為先，由外筒132一體拔下，同時無須進行配置於護套外殼152之冷卻油供給管153、油壓供給管154、馬達動力電纜155之切離作業，可對於主軸頭131一體地分解、裝配，藉此可縮短交換時間。

其次，參考圖21～圖23，說明第七例之工具機150之主軸子筒151之拆卸步驟。

如圖21所示，首先，利用Z軸進給，將主軸頭131下降至最下位置A1，因此，解除前殼125對於外筒132之固定。

如圖22所示，利用Z軸進給，將主軸頭131上昇至最上位置A2。主軸頭131與具有定子128之外筒132、護套外殼152一同上昇，因此僅留下作為半組合體之主軸子筒151，可將此主軸子筒151一體地拆卸。

如圖23所示，藉由解除主軸頭131對於外筒132之固定，可拆卸剩下之具有定子128之外筒132、護套外殼152等零件。此時，為了一體取出剩下之具有定子128之外筒132、護套外殼152等零件，主軸頭131下面至工作桌137上面之距離L6必須比剩下的零件之全長L5長，但由於預先已分解主軸子筒151，因此容易構成 $L5 < L6$ 之關係。藉此，可縮短Z軸移動量L3，降低機械高度H1。

根據本例之工具機150，由旋轉軸121、前側軸承122、前殼125、轉子127、後側軸承130及軸承護套142構成主軸子

筒151，此主軸子筒151對於主軸頭131一體地分解並且裝配。故，無須分解工具機150全體，即可將需要檢查、修理、交換之半組合體之主軸子筒151，以單體由主軸頭131拆卸，進行分解、裝配。

圖24係表示對應於申請專利範圍第22項之本發明實施型態之第8例。本例特徵在於，主軸子筒133得以單體，一體地分解且一體地裝配。又，主軸頭161具有收容主軸筒133之主軸筒把持部134，主軸筒把持部134可在至少分割成一半之位置分割而分解。其他構成與第一例相同，故同一構件標示同一符號，並省略詳細說明。

如圖24所示，第八例之工具機160係主軸子筒133得以單體，一體地分解且一體地裝配。又，主軸頭161具有收容主軸筒133之主軸筒把持部134，主軸頭161之主軸筒把持部134可在至少分割成一半之位置分割而分解。

工具機160之主軸頭161具有以旋轉軸中心線162之部分所分割之第一主軸頭部163、第二主軸頭部164，兩主軸頭部163、164藉由螺帽165而固定。而且，主軸筒133經由凸緣部166，藉由螺帽167而固定於一體化之第一主軸頭部163及第二主軸頭部164雙方。

於工具機160，交換主軸筒133之際，藉由拆卸螺帽165，將第一主軸頭部163由第二主軸頭部164拆卸，可與Z軸形成長度無關，以單體將主軸筒133一體地拆卸，此作業可容易進行。在此，第二主軸頭部164設定在人工可持起之質量。

再者，第六例、第七例、第八例之工具機不限定於前述

各實施型態，可適當變形、改良。

例如：除了適用於切削中心機，亦可適用於NC工具機，或以手動進行進給動作之泛用工具機等。

又，前側、後側軸承不限於斜角滾珠軸承，深槽滾珠軸承或各種滾柱軸承等滾動軸承亦可。

圖25～圖29係表示對應於申請專利範圍第23、24、25、26、28項之本發明實施型態之第九例。本例特徵在於具備：外筒181、主軸頭183、旋轉軸184、前側軸承186、186、後側軸承188、前殼191、護套外殼193及工具鬆開用汽缸194，旋轉軸184、前側軸承186、後側軸承188、前殼191及護套外殼193係一體裝配，形成半組合體之主軸子筒195，主軸子筒195、外筒181、及工具鬆開用汽缸194以三分割而構成，半組合體之主軸子筒195可由外筒181拔取。

如圖25所示，第九例之主軸裝置180具備：外筒181，其係具有定子182者；主軸頭183，其係外筒181所內嵌者；旋轉軸184，其係具有配置於定子182內側之轉子185之旋轉自如者；前側軸承186、186，其係旋轉軸184之一端內嵌於內環187、187者；後側軸承188，其係旋轉軸184之另一端內嵌於內環189者；前殼191，其係前側軸承186、186之外環190、190所內嵌，安裝於外筒181之一端者；護套外殼193，其係後側軸承188之外環192所內嵌，並內嵌於外筒181之另一端者；及工具鬆開用汽缸194，其係固定於外筒181之一端者；且具有轉子185之旋轉軸184、前側軸承186、後側軸承188、前殼191、及護套外殼193一體地裝配而形成主軸子

筒195，該主軸子筒195、外筒181、及工具鬆開用汽缸194以三分割而構成，主軸子筒195可由外筒181拔取。

又，工具鬆開用汽缸194可由外筒181拔取，主軸子筒195已拔取之外筒181及工具鬆開用汽缸194之組合體(第一組體)(圖28所示)196可由主軸頭183拔取。

又，主軸子筒195、外筒181及工具鬆開用汽缸194之組合體(第二組體)(圖29所示)197可由主軸頭183拔取，於旋轉軸184與外筒181之間，配置檢測旋轉軸184旋轉之感測器(旋轉感測器)198。

外筒181形成圓筒形狀，圖25中下方之一端部成為前殼固定部199。又，外筒181係於圖25中上方之另一端部形成護套外殼固定部200。於護套外殼固定部200形成電線插通部201，於外筒181之內周面固定有定子182。定子182藉由電源配線202所給予之電流，於內周側產生旋轉磁場。

主軸頭183將外筒181可裝卸地把持，在例如：橫式切削中心機之情況，沿著立設固定於機床之管柱之Y軸導軌而上下移動。

旋轉軸184不接觸定子182之內周部，具有轉子185。轉子185藉由定子182所產生之旋轉磁場，使旋轉軸184旋轉。旋轉軸184經由內置之牽引桿203，連結於工具支持器(未圖示)。

前側軸承186、186為複數行之斜角滾珠軸承，旋轉軸184之一端部分別內嵌於內環187、187，外環190、190分別內嵌於前殼191。

前殼191形成圓筒形狀，於外筒181之端部形成外筒內嵌部204。又，前殼191係外周構件205外嵌於外周部，於此外周構件205之間，形成在圓周方向成為凹槽狀之複數流體路徑206。流體路徑206連通連接於安裝在工具鬆開用汽缸194之冷卻油供給管207。

後側軸承188為單行之斜角滾珠軸承，旋轉軸184之另一端部內嵌於內環189，外環192內嵌於護套外殼193。

護套外殼193形成圓筒形狀，內嵌於外筒181之護套外殼固定部200。

而且，於旋轉軸184之另一端部配置旋轉感測器198。旋轉感測器198係由固定於旋轉軸184之另一端部之旋轉體208，及接近此旋轉體208之外周並固定於外筒181之電性信號產生器209所組成。藉由旋轉體208與旋轉軸184一同旋轉，電性信號產生器209將旋轉體208所給予之磁性電性轉換，產生例如：脈衝狀之旋轉信號。產生之旋轉信號藉由感測器信號線(未圖示)或傳送機(未圖示)，轉送給控制裝置(未圖示)並監視。

工具鬆開用汽缸194可裝卸地固定於外筒181之一端部，為了推壓牽引桿203，內置進退移動之汽缸210。又，電源配線202經由插塞211，安裝於工具鬆開用汽缸194，同時將冷卻油供給管207以螺絲固定。冷卻油供給管207經由此工具鬆開用汽缸194內、外筒181內，連通連接於前殼191之流體路徑206。

於此類主軸裝置180，具有轉子185之旋轉軸184、前側軸

承186、後側軸承188、前殼191、護套外殼193及旋轉感測器198之旋轉體208一體地裝配而形成主軸子筒195，主軸子筒195、外筒181、及工具鬆開用汽缸194以三分割而構成。

如圖26所示，主軸裝置180係設定轉子185之外徑D1、護套外殼193之外徑D2、旋轉感測器198之旋轉體208之外徑D3之任一者均比定子182之內徑D4小。因此，得以護套外殼191為先，將主軸子筒195由外筒181拔出。藉此，當構成主軸子筒195之具有轉子185之旋轉軸184、前側軸承186、後側軸承188、前殼191、護套外殼193及旋轉感測器198之旋轉體208需要檢查、修理、交換等時，可簡單進行對於主軸子筒195之維修作業。

如圖27所示，主軸裝置180係工具鬆開用汽缸194可拆卸自如地固定於外筒181之端部。因此，可簡單地僅將工具鬆開用汽缸194由外筒181拔取，故當配置在工具鬆開用汽缸194之旋轉結合部212、電源配線202之插塞211、冷卻油供給管207需要檢查、修理、交換等時，可簡單地對於其等進行維修作業。並且，藉由拆卸工具鬆開用汽缸194，亦可簡單進行旋轉感測器198之電性信號產生器209之檢查、修理、交換等。

如圖28所示，主軸裝置180係外筒181可拆卸地把持於主軸頭183，因此可由主軸頭183，將主軸子筒195已拔取之外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成之第一組體196拔取。藉此，當外筒181需要檢查、修理、交換等之維修時，可簡單進行對於外筒181之維修作業。

如圖29所示，主軸裝置180係外筒181可拆卸地把持於主軸頭183，因此可由主軸頭183，將主軸子筒195、外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成之第二組體197拔取。藉此，當主軸子筒195、外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成第二組體197需要檢查、修理、交換等之維修時，可簡單進行對於第二組體197之維修作業。

根據第九例之主軸裝置180，具有轉子185之旋轉軸184、前側軸承186、後側軸承188、前殼191、及護套外殼193一體地裝配而形成主軸子筒195，主軸子筒195、外筒181、及工具鬆開用汽缸194以三分割而構成，主軸子筒195可由外筒181拔取。故，構成主軸子筒195之具有轉子185之旋轉軸184、前側軸承186、後側軸承188、前殼191、及護套外殼193可由外筒181一體拔取，因此無須分解主軸裝置180全體，即可簡單地僅拆卸旋轉軸184、前側軸承186、後側軸承188。

又，根據第九例之主軸裝置180，工具鬆開用汽缸194可由外筒181拔取。藉此，無須分解主軸裝置180全體，可簡單地僅拆卸需要檢查、修理、交換之工具鬆開用汽缸194。

又，根據第九例之主軸裝置180，可由主軸頭183，將主軸子筒195已拔取之外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成之第一組體196拔取。藉此，無須分解主軸裝置180全體，可由主軸頭183簡單地拆卸需要檢查、修理、交換之主軸子筒195，以及外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成之第一組體196。

又，根據第九例之主軸裝置180，可由主軸頭183，將主軸子筒195、外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成之第二組體197拔取。藉此，無須分解主軸裝置180全體，可由主軸頭183，簡單地拆卸需要檢查、修理、交換主軸子筒195、外筒181及工具鬆開用汽缸194所組成之第二組體197。

圖30係表示對應於申請專利範圍第23、27項之本發明實施型態之第十例。本例特徵係於工具鬆開用汽缸194，拆卸自在地安裝配置各種流體配管、各種電源電纜之耦合器221。其他構成與第一例相同，故同一構件標示同一符號，並省略詳細說明。

如圖30所示，第十例之主軸裝置220係採用主軸筒方式，於工具鬆開用汽缸194裝卸自在地安裝配置各種流體配管、各種電源電纜之耦合器221。

在此，主軸筒222所需之油、空壓管有冷卻油供給管路、油壓供給管路、切削液供給管路、空氣潔淨供給管路、錐面清潔空氣供給管路等。又，主軸筒222所需之電線有馬達動力電纜、馬達旋轉感測器電纜、檢測開關電纜等。而且，將主軸筒222由主軸頭183分解或裝配時，必須將此等多數流體配管或電源電纜切離，花費作業時間。因此，於主軸裝置220，採用將各種流體配管及各種電源電纜之與主軸筒222連接之部分一體化之耦合器221。

耦合器221係將冷卻油供給形成於外筒181外周部之流體流路223及前殼191之流體流路206之冷卻油供給管207、將油壓供給工具鬆開用汽缸194之油壓供給管224、及電源配

線202連接於插塞225。而且，插座227固定於結合在外筒181之另一端部之後側軸承188之外環192所內嵌之護套外殼226。插塞225及插座227係藉由爪228所固定，爪228僅需按壓即互相固定，拆卸時，鬆開鉤住部分而拉出。

又，於插塞225及插座227之油空壓管路配置密封墊229，油或空氣不致漏出。此時，若於耦合器221之油壓管路內置藉由裝卸動作而開閉之閥，拆卸耦合器221時，不會漏油，作業性良好。又，於耦合器221配置電線耦合器230，電線耦合器230在耦合器221之裝卸動作之同時裝卸。此類構造亦可適用於切削液供給管路、空氣清淨供給管路、錐面清潔空氣供給管路、馬達旋轉感測器電纜、檢測開關電纜等。

藉此，將主軸筒222由主軸頭183分解或裝配時，可不需工具，將冷卻油供給管207或油壓供給管224等多數油、空壓管及電源配線202一次切離，縮短作業時間。又，藉由將各種流體配管207、224之開關閥或電源耦合器230配置於耦合器221，於檢查、修理、交換時，將各種流體配管207、224閉塞，拆卸電源配線202之後進行作業，可防止流體漏洩或電源配線之交纏等而進行作業。此時，亦得以2~3個螺帽固定，以取代耦合器221，如此可不致大幅損害作業性，使構造簡化。並且，若將具有此類耦合器221之構造適用於主軸子筒方式，在交換前側軸承186或後側軸承188時，藉由取出主軸子筒195(參考圖25)，可縮短交換時間，於交換定子182時，取下耦合器221，可在短時間交換主軸筒全體。

再者，第九例、第十例之主軸裝置不限於前述各實施型態，可適當變形、改良等。

例如：除了適用於切削中心機，亦可適用於NC工具機，或以手動進行進給動作之泛用工具機等。

又，前側、後側軸承不限於斜角滾珠軸承，深槽滾珠軸承或各種滾柱軸承等滾動軸承亦可。

參考特定實施態樣，詳細說明過本發明，但對於熟悉此技藝人士而言，當然可在不脫離本發明之精神及範圍內，添加各種變更或修正。

本申請案係根據2003年4月7日申請之日本專利申請案(特願2003-103219)、2003年12月17日申請之日本專利申請案(特願2003-419854)、2003年3月31日申請之日本專利申請案(特願2003-096503)、2004年1月5日申請之日本專利申請案(特願2004-000261)、2003年11月14日申請之日本專利申請案(特願2003-384703)，其內容在此作為參考而引用。

【產業上之利用可能性】

如以上，本發明之主軸裝置及具備主軸裝置之工具機可提供一種維修時之裝配及拆卸作業容易且低成本之主軸裝置；可提供一種具有高剛性，並且衰減特性良好，滑動性優異之主軸裝置；可提供一種可在短時間內分解、裝配主軸筒或主軸子筒，並且機械高度抑制在最小限度之剛性高之工具機；可使內部所有構成零件之交換作業容易，並達成維修性提昇。

並且，本發明之申請專利範圍第1項所記載之主軸裝置係

如上構成並作用，因此前殼、旋轉軸及軸承護套所組成之半組合體可由外筒拔取，藉此可提昇裝配性，同時在破損時可迅速交換。又，軸承護套處於後側軸承已組合之狀態，因此滑脂狀態不會因為半組合體之插拔而變化。

故，於此主軸裝置，採用其他外筒預先進行試轉之後，半組合體才成為庫存，因此可在旋轉軸破損時交換半組合體，立即進行正常運轉，可大幅縮短停機時間。又，相較於交換主軸裝置全體，可減低成本，亦可減低庫存成本。藉此，可解決如同以往之成為無法減少維修人工之滑脂潤滑，由於裝配後需要軸承之試轉，停機時間變長之問題。

又，直徑係以外筒之內周徑、定子之內徑、軸承護套之外徑之順序而變小，在軸承護套之更後方，為了在拔取半組合體時，非旋轉體不成為障礙，使任意剖面之旋轉體半徑比軸承護套後端至前述剖面間之非旋轉體之最小半徑小，非旋轉體不成為障礙。故，欲拔取半組合體時，保持、鬆開工具之非旋轉體之汽缸機構等不會成為障礙。

並且，本發明之申請專利範圍第2項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此由前殼、旋轉軸及軸承護套所組成之半組合體可由外筒拔取，以便提昇裝配性，同時在破損時可迅速交換。又，軸承護套處於後側軸承已組合之狀態，因此滑脂狀態不會因為半組合體之插拔而變化。

故，於此主軸裝置，採用其他外筒預先進行試轉之後，半組合體才成為庫存，因此可在主軸裝置破損時交換半組合體，立即進行正常運轉，可大幅縮短停機時間。又，相

較於交換主軸裝置全體，可減低成本，亦可減低庫存成本。

又，經由汽缸機構，藉由裝配於旋轉軸之內徑零件而進行工具交換，相較於露出於外部之物件，可具有高度潤滑性能而進行工具交換。

並且，本發明之申請專利範圍第3項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此半組合體之安裝基準面與前述內徑零件之活塞推壓面之距離係對於基準尺寸，調整在 ± 1 mm以內，可適當進行鬆開，因此在交換半組合體之際，無須調整汽缸，可提昇維修性。

並且，本發明之申請專利範圍第4項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此內徑零件係可壓縮地裝配有彈簧，同時調整零件固定於內徑零件之後部，於調整零件形成對於活塞機構之活塞推壓面，藉由調整零件，可將工具支持器推出量設定在預定值，因此藉由調整其容許差，可適當進行鬆開，其結果，在交換內部零件之際，無須調整汽缸，可提昇維修性。

並且，本發明之申請專利範圍第5項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此前殼係對於外筒，以過盈配合而嵌合，於半組合體之分解、裝配、或交換之情況等，前殼與外筒之軸心不會產生偏差，可維持高精度。

並且，本發明之申請專利範圍第6項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此軸承護套內嵌於護套外殼，軸承護套外徑對於該護套外殼內徑，以間隙配合而嵌合的話，後側軸承及軸承護套之主要作用為支援旋轉軸，得以簡單的

構造吸收轉子發熱所造成之熱膨脹等之軸向變位。

並且，本發明之申請專利範圍第7項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此軸承護套外徑與前述護套外殼內徑之間，介在複數對O型環，藉由軸承護套外徑與護套外殼內徑間之複數對O型環，可防止潤滑劑漏洩，由於O型環之過盈量所造成之衰減效果，可衰減軸承護套之振動。

並且，本發明之申請專利範圍第8項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此軸承護套及護套外殼之嵌合長度，與軸承護套之外徑之比設定在嵌合長度/外徑 = $0.45 \sim 0.8$ 之範圍內的話，軸承護套外徑與護套外殼之嵌合部之長度設定在適當關係，因此可獲得維修性及作為工具機之性能優異之半組合體構造。

並且，本發明之申請專利範圍第9項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由具有：潤滑劑排出孔，其係複數設置於軸承護套之圓周上者；圓周槽，其係設置於軸承護套外周之嵌合面者；及半徑方向之潤滑劑供給路徑，其係連通連接於圓周槽者，軸承護套在任何相位均可順利地排出潤滑劑。例如：水平安裝之汽缸在下側需要排出孔，但任一孔均面向下側，故可進行排出。並且，軸承護套在任何位置均可供給潤滑劑。因此，無須對準軸承護套之相位，維修之作業性良好。

並且，本發明之申請專利範圍第10項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由後側軸承為定位預壓且背面組合之斜角滾珠軸承，得以簡單的構造，吸收轉子發熱所

造成之熱膨脹等之軸向變位。

並且，本發明之申請專利範圍第11項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由滑脂潤滑，可容易處理，利用相對廉價之滑脂潤滑，得以較少費用進行維修。

並且，本發明之申請專利範圍第12項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由具備滑脂補給裝置，利用滑脂補給裝置，可補充滑脂不足，因此可避免燒焦等。

並且，本發明之申請專利範圍第13項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由具有在補給滑脂後，排出多餘滑脂之機構，供給至軸承內部並已不需要之潤滑劑將附著於配置在軸承附近之外環隔片等之旋轉構件，附著於旋轉構件之潤滑劑會藉由旋轉力而彈開到軸承外側。藉此，可強制將不需要之潤滑劑排出至軸承外部。

並且，本發明之申請專利範圍第14項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由採用油氣、油霧及直嘴潤滑之任一者之微量潤滑的話，可利用油氣、油霧及直嘴潤滑之任一者之微量潤滑，進行有效的良好潤滑，因此可進一步提昇耐焦性。

並且，本發明之申請專利範圍第15項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由於護套外殼與嵌合於護套外殼並可移動於旋轉軸之軸向之軸承護套之嵌合面，配置彈性體，利用彈性體可提昇徑向剛性，同時提昇軸向之衰減率，防止旋轉軸之自激振動。又，由於提供將壓力負載於彈性體之流體，故使彈性體變形，進一步提昇徑向剛性，

同時提昇軸向之衰減率，提高旋轉軸之自激振動抑制效果。

並且，本發明之申請專利範圍第16項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此彈性體為O型環，流體為壓縮空氣，於配設複數個之O型環之間供給壓縮空氣，將壓力負載於O型環，因此可維持高滑動性而提昇徑向剛性，有效防止旋轉軸之自激振動。又，O型環富於加工性或泛用性，因此無須複雜的製造工序，即可製造高性能之主軸裝置。

並且，本發明之申請專利範圍第17項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由使壓力負載於彈性體之流體之壓力為可變，可按照主軸裝置之使用條件改變壓力，利用流體壓力改變彈性體之變形量。又，將彈性體之徑向剛性或衰減率設定在使用條件之最適值，可有效防止旋轉軸之自激振動。又，僅改變供給之流體之壓力，即可變更彈性體之徑向剛性或衰減率，可極為容易進行變更。

並且，本發明之申請專利範圍第18項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此O型環係由丁腈橡膠或氟橡膠所形成，並且O型環之過盈量在O型環之使用標準值之10%以上，並且在該使用標準值以下，因此O型環具有密封效果及彈性支持效果，同時具有對於軸向移動之耐磨耗性或對於發熱之耐熱性，使用壽命長。又，適當提昇O型環之剛性，並維持滑動性，可提昇徑向剛性及軸向衰減性。

並且，本發明之申請專利範圍第19項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由將複數個彈性體所構成之彈性體組配置複數組，配置於兩端之彈性體組之一方之彈性

體組配設於軸承護套，另一方之彈性體組配設於護套外殼，可容易組合，無虞O型環損傷。再者，各種負載作用於主軸裝置時，使軸承護套的移動均一旦安定進行之效果，在彈性體僅配置於軸承護套之情況及僅配置於護套外殼之情況均相同。並且，亦可將配置於主軸裝置之2個彈性體，一方配置於軸承護套，另一方配置於護套外殼，於該彈性體間供給流體。

並且，本發明之申請專利範圍第20項所記載之工作機係如上構成並作用，因此藉由主軸筒插入設置於主軸頭之軸向之主軸筒把持部，同時設定朝向與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸筒插入主軸頭所需之長度長，主軸筒可對於主軸頭一體地分解並且裝配，作為與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之Z軸移動量，比主軸筒插入主軸頭所需之長度長，因此可容易進行利用Z軸進給之拔取。

並且，本發明之申請專利範圍第21項所記載之工作機係如上構成並作用，因此藉由設定朝向與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量，比主軸子筒插入主軸頭所需之長度長，主軸子筒可對於主軸頭一體地分解並且裝配，作為與旋轉軸之軸向平行之進給軸向之Z軸移動量，比主軸子筒插入主軸頭所需之長度長，因此可容易進行利用Z軸進給之拔取。

並且，本發明之申請專利範圍第22項所記載之工具機係如上構成並作用，因此藉由主軸頭之主軸筒把持部可在至少分割成一半之位置分割而分解，即使例如：較短設定Z

軸移動量，仍可藉由分割、展開主軸頭之主軸筒把持部，進行拆卸、裝配，並且可提昇主軸筒與主軸頭之固定剛性，提高工具機全體之剛性。

並且，本發明之申請專利範圍第23項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此具有轉子之旋轉軸、前側軸承、後側軸承、前殼、及護套外殼一體地裝配而形成主軸子筒，主軸子筒、外筒、及工具鬆開用汽缸以三分割而構成，主軸子筒可由外筒拔取。

因此，構成主軸子筒之具有轉子之旋轉軸、前側軸承、後側軸承、前殼、及護套外殼可由外筒一體拔取，因此無須分解主軸裝置全體，即可簡單地僅拆卸需要檢查、修理、交換之旋轉軸、前側軸承、後側軸承。藉此，無須拆卸配線或配管，即可管理構成主軸子筒之任一零件。

並且，本發明之申請專利範圍第24項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由工具鬆開用汽缸可由外筒拔取，無須分解主軸裝置全體，可簡單地僅拆卸工具鬆開用汽缸，因此可簡單檢查、修理、交換構成工具鬆開用汽缸之任一零件。

並且，本發明之申請專利範圍第25項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由主軸子筒已拔取之外筒及工具鬆開用汽缸之組合體可由主軸頭拔取，可無須分解主軸裝置全體，除了主軸子筒，還可由主軸頭簡單拆卸外筒及工具鬆開用汽缸之組合體，因此可簡單檢查、修理、交換外筒或構成工具鬆開用汽缸之任一零件。

並且，本發明之申請專利範圍第26項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由主軸子筒、外筒、及工具鬆開用汽缸之組合體可由主軸頭拔取，可無須分解主軸裝置全體，可由主軸頭簡單拆卸主軸子筒、外筒、及工具鬆開用汽缸之組合體，因此可簡單檢查、修理、交換構成主軸裝置全體之任一零件。

並且，本發明之申請專利範圍第27項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由具有各種流體配管、電源耦合器之耦合器係可裝卸自如地安裝於工具鬆開用汽缸或外筒，藉由在耦合器配置各種流體配管之開關閥或電源耦合器，若於檢查、修理、交換時，將各種流體配管閉塞，拆卸電源耦合器之後進行作業，可防止流體漏洩或電源配線交纏等而進行作業。

並且，本發明之申請專利範圍第28項所記載之主軸裝置係如上構成並作用，因此藉由於旋轉軸與外筒之間，配置檢測旋轉軸之旋轉之感測器，僅需拆卸工具鬆開用汽缸，即可進行感測器之檢查、修理、交換。

【圖式簡單說明】

圖1係表示本發明實施型態之第一例之縱剖面圖。

圖2係表示第一例之半組合體之縱剖面圖。

圖3係表示第一例之後蓋之正面圖。

圖4係表示本發明實施型態之第二例之縱剖面圖。

圖5係表示第二例之半組合體之縱剖面圖。

圖6係表示第二例之工具鬆開狀態之縱剖面圖。

圖7係表示第二例之與自動工具交換裝置機之裝配圖。

圖8係表示本發明實施型態之第三例之半組合體之縱剖面圖。

圖9係表示第三例之對於半組合體之外筒之插入狀態之縱剖面圖。

圖10係表示第三例之軸承尺寸及面壓之特性圖。

圖11(a)係表示本發明實施型態之第四例之軸承護套之正面圖，圖11(b)為(a)之縱剖面圖。

圖12係表示第四例之變形例之主要部分縱剖面圖。

圖13係表示本發明實施型態之第五例之縱剖面圖。

圖14係表示第五例之護套部之放大縱剖面圖。

圖15係表示於第五例，由於供給流體之壓力而彈性體變形之狀態之主要部分剖面圖。

圖16係表示為了測定第五例之護套部之各種特性之試驗裝置之主要部分剖面圖。

圖17係表示本發明實施型態之第六例之側面圖。

圖18係表示第六例所用之主軸筒之剖面圖。

圖19係表示本發明實施型態之第七例之側面圖。

圖20係表示第七例之主軸子筒之剖面圖。

圖21係表示第七例之主軸子筒之拆卸步驟之說明圖。

圖22係表示第七例之主軸子筒之拆卸步驟之說明圖。

圖23係表示第七例之主軸子筒之拆卸步驟之說明圖。

圖24係表示本發明實施型態之第八例之側面圖。

圖25係表示本發明實施型態之第九例之剖面圖。

圖 26 係表示將第九例之主軸子筒由外筒拔取之狀態之剖面圖。

圖 27 係表示將第九例之工具鬆開用汽缸由外筒拔取之狀態之剖面圖。

圖 28 係表示將第九例之主軸子筒已拔取之外筒與工具鬆開用汽缸之組合體由主軸頭拔取之狀態之剖面圖。

圖 29 係表示將第九例之主軸子筒、外筒及工具鬆開用汽缸之組合體由主軸頭拔取之狀態之剖面圖。

圖 30 係表示本發明實施型態之第十例之剖面圖。

圖 31 為以往之主軸裝置之縱剖面圖。

【圖式代表符號說明】

1	主軸裝置
2	半組合體
3	外筒
4	定子
5	護套外殼
6	旋轉軸
7	轉子
8	前殼
9	後蓋
11	軸承護套
12	前側軸承
13	後側軸承
14	汽缸機構

30	主軸裝置
31	內徑零件
32	彈簧
33	內徑零件側調整零件(調整零件)
34	汽缸
39	安裝基準面
40	主軸裝置
50	主軸裝置
60	主軸裝置
61	護套外殼
62	潤滑劑供給入口(潤滑劑供給路徑)
63	軸承護套
64	圓周槽
65	徑向孔(潤滑劑供給路徑)
66	前側O型環(O型環)
67	後側O型環(O型環)
71	潤滑劑排出孔
72	O型環
80	主軸裝置
81	旋轉軸
82	前側軸承
83	前側軸承
84	軸承護套
85	後側軸承

86	後側軸承
87	前殼
88	護套外殼
89	外環
90	外環
91	內環
92	內環
94	O型環(彈性體)
97	內環
98	內環
99	外環
100	外環
120	工具機
121	旋轉軸
122	前側軸承
123	內環
124	外環
125	前殼
126	內置式馬達
127	轉子
128	定子
129	內環
130	後側軸承
131	主軸頭

132	外筒
133	主軸筒(主軸裝置)
134	主軸筒把持部
142	軸承護套
145	後殼
150	工具機
151	主軸子筒
160	工具機
161	主軸頭
180	主軸裝置
181	外筒
182	定子
183	主軸頭
184	旋轉軸
185	轉子
186	前側軸承
187	內環
188	後側軸承
189	內環
190	外環
191	前殼
192	外環
193	護套外殼
194	工具鬆開用汽缸

195	主軸子筒
196	第一組合體(組合體)
197	第二組合體(組合體)
198	旋轉感測器(感測器)
207	冷卻油供給管(各種流體配管)
220	主軸裝置
221	耦合器
222	主軸筒
224	油壓供給管(各種流體配管)
226	護套外殼
230	電源耦合器

伍、中文發明摘要：

本發明之課題為提供一種維修時之裝配及拆卸作業容易且低成本之主軸裝置。

於本發明，直徑係按外筒(3)之內周徑、定子(4)之內徑、軸承護套(11)之外徑之順序而變小，由前殼(8)、旋轉軸(6)及軸承護套(11)所組成之半組合體(2)可由外筒(3)拔出，並且軸承護套(11)至後方任意剖面之旋轉體直徑比軸承護套(11)後端至剖面間之非旋轉體之最小直徑小。

陸、日文發明摘要：

本發明の課題は、メンテナンス時の組込み及び取り外し作業が容易で且つ低コストな主軸装置を提供することである。

本發明においては、外筒（３）の内周径、ステータ（４）の内径、軸受スリーブ（１１）の外径、の順に直径が小さくなり、フロントハウジング（８）と、回転軸（６）と軸受スリーブ（１１）とからなる半組立体（２）が外筒（３）から抜き取り可能であり、且つ軸受スリーブ（１１）から後方の任意の断面における回転体直径が、軸受スリーブ（１１）後端から断面の間における非回転体の最小直径よりも小さくした。

拾、申請專利範圍：

1. 一種主軸裝置，其特徵在於具備：

外筒，其係具有定子者；

旋轉軸，其係具有轉子，旋轉自如者；

前側軸承，其係外環固定於前殼，同時內環外嵌於前述旋轉軸之一端者；

軸承護套，其係配設於前述旋轉軸之另一端側，嵌合於前述外筒而可朝前述旋轉軸之軸向移動者；及

後側軸承，其係內環外嵌於前述旋轉軸之另一端，同時外環固定於前述軸承護套，與前述前側軸承共同作用而旋轉自如地支持前述旋轉軸者；且

直徑按前述外筒之內周徑、前述定子之內徑、前述軸承護套之外徑之順序而變小，由前述前殼、前述旋轉軸及前述軸承護套所組成之半組合體可由前述外筒拔出，並且由前述軸承護套至後方任意剖面之旋轉體半徑比由前述軸承護套後端至前述剖面間之非旋轉體之最小半徑小。

2. 一種主軸裝置，其特徵在於具備：

外筒，其係具有定子者；

旋轉軸，其係具有轉子，旋轉自如者；

前側軸承，其係外環固定於前殼，同時內環外嵌於前述旋轉軸之一端者；

軸承護套，其係配設於前述旋轉軸之另一端側，嵌合於前述外筒而可朝前述旋轉軸之軸向移動者；及

後側軸承，其係內環外嵌於前述旋轉軸之另一端，同時外環固定於前述軸承護套，與前述前側軸承共同作用而旋轉自如地支持前述旋轉軸者；且

由前述前殼、前述旋轉軸及前述軸承護套所組成之半組合體可由前述外筒拔出；

工具交換自如之內徑零件裝入前述旋轉軸，同時具有為了工具交換之活塞機構。

3. 如申請專利範圍第2項之主軸裝置，其中前述半組合體之安裝基準面與前述內徑零件之活塞推壓面之距離係對於基準尺寸，調整在 ± 0.1 mm以內。
4. 如申請專利範圍第2項之主軸裝置，其中可壓縮彈簧地裝入前述內徑零件，同時調整零件固定於前述內徑零件之後部，於該調整零件形成對於前述活塞機構之活塞推壓面。
5. 如申請專利範圍第1至4項中任一項之主軸裝置，其中前述前殼係對於前述外筒，以過盈配合而嵌合。
6. 如申請專利範圍第1至5項中任一項之主軸裝置，其中前述軸承護套內嵌於護套外殼，該軸承護套外徑對於該護套外殼內徑，以間隙配合而嵌合。
7. 如申請專利範圍第6項之主軸裝置，其中複數對O型環介於前述軸承護套外徑與前述護套外殼內徑之間。
8. 如申請專利範圍第1至7項中任一項之主軸裝置，其中前述軸承護套及前述護套外殼之嵌合長度與該軸承護套之外徑之比設定在嵌合長度/外徑 $= 0.45 \sim 0.8$ 之範圍內。

9. 如申請專利範圍第1至8項中任一項之主軸裝置，其中具有：潤滑劑排出孔，其係複數設置於前述軸承護套之圓周上者；圓周槽，其係設置於該軸承護套外周之嵌合面者；及半徑方向之潤滑劑供給路徑，其係連通連接於該圓周槽者。
10. 如申請專利範圍第1至9項中任一項之主軸裝置，其中前述後側軸承為定位預壓且背面組合之斜角滾珠軸承。
11. 如申請專利範圍第1至10項中任一項之主軸裝置，其中係滑脂潤滑。
12. 如申請專利範圍第1至11項中任一項之主軸裝置，其中具備滑脂補給裝置。
13. 如申請專利範圍第1至10項中任一項之主軸裝置，其中具有在補給滑脂後，排出多餘滑脂之機構。
14. 如申請專利範圍第1至10項中任一項之主軸裝置，其中採用油氣、油霧及直嘴潤滑之任一之微量潤滑。
15. 一種主軸裝置，其特徵在於：具備：
旋轉自如之旋轉軸；
前側軸承，其係外環固定於前殼，同時內環外嵌於前述旋轉軸之一端者；
軸承護套，其係配設於前述旋轉軸之另一端側，嵌合於前述護套外殼而可朝前述旋轉軸之軸向移動者；及
後側軸承，其係內環外嵌於前述旋轉軸之另一端，同時外環固定於前述軸承護套，與前述前側軸承共同作用而旋轉自如地支持前述旋轉軸者；可使前述旋轉軸之另

一端於軸向變位；且

於前述護套外殼與前述軸承護套之嵌合面，具備密封
前述護套外殼與前述軸承護套之間之彈性體，同時以供
給將壓力負載於前述彈性體之流體之方式構成。

16. 如申請專利範圍第15項之主軸裝置，其中前述彈性體為O型環，前述流體為壓縮空氣，於配設複數個之前述O型環之間供給前述壓縮空氣，將壓力負載於前述O型環。
17. 如申請專利範圍第15或16項之主軸裝置，其中將壓力負載於前述彈性體之前述流體之壓力為可變。
18. 如申請專利範圍第16或17項之主軸裝置，其中前述O型環係由丁腈橡膠或氟橡膠所形成，並且前述O型環安裝於前述護套外殼與前述軸承護套之間時之過盈量為前述O型環之使用標準值之10%以上，並且為該使用標準值以下。
19. 如申請專利範圍第15至18項中任一項之主軸裝置，其中前述彈性體係由複數個彈性體組成1組之彈性體組配置複數組，同時配置於兩端之前述彈性體組之一方之前述彈性體組配設於前述軸承護套，另一方之前述彈性體組配設於前述護套外殼。
20. 一種工具機，其特徵在於具備主軸筒，該主軸筒包含：
 - 旋轉自如之旋轉軸；
 - 前側軸承，其係前述旋轉軸之前端內嵌於內環者；
 - 前殼，其係內嵌前述前側軸承之外環者；
 - 內置式馬達之轉子；
 - 前述內置式馬達之定子；

後側軸承，其係前述旋轉軸之後端內嵌於內環者；及
外筒，其係內嵌於主軸頭者；

前述主軸筒插入設置於前述主軸頭之軸向之主軸筒把持部；同時

藉由設定朝向與前述旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量比前述主軸筒插入前述主軸頭所需之長度長，

前述主軸筒可對於前述主軸頭一體地分解並且裝配。

21. 一種工具機，其特徵在於具備主軸子筒，該主軸子筒包含：

旋轉自如之旋轉軸；

前側軸承，其係前述旋轉軸之前端內嵌於內環者；

前殼，其係內嵌前述前側軸承之外環者；

內置式馬達之轉子；

後側軸承，其係前述旋轉軸之後端內嵌於內環者；及

軸承護套，其係內嵌前述後側軸承之外環；

藉由設定朝向與前述旋轉軸之軸向平行之進給軸向之移動量比前述主軸子筒插入前述主軸頭所需之長度長，

前述主軸子筒可對於主軸頭一體地分解並且裝配。

22. 如申請專利範圍第20或21項之工具機，其中前述主軸頭之前述主軸筒把持部可在至少分割成一半之位置分割而分解。

23. 一種主軸裝置，其特徵在於具備：

外筒，其係具有定子者；

主軸頭，其係內嵌前述外筒者；

旋轉軸，其係具有配置於前述定子內側之轉子，旋轉自如者；

前側軸承，其係前述旋轉軸之一端內嵌於內環者；

後側軸承，其係前述旋轉軸之另一端內嵌於內環者；

前殼，其係內嵌前述前側軸承之外環，安裝於前述外筒之一端者；

護套外殼，其係內嵌前述後側軸承之外環，並內嵌於前述外筒之另一端者；及

工具鬆開用汽缸，其係固定於前述外筒之一端者；且

具有前述轉子之前述旋轉軸、前述前側軸承、前述後側軸承、前述前殼及前述護套外殼一體地裝配而形成主軸子筒，該主軸子筒、前述外筒及前述工具鬆開用汽缸以三分割而構成，前述主軸子筒可由前述外筒拔出。

24. 如申請專利範圍第23項之主軸裝置，其中前述工具鬆開用汽缸可由前述外筒拔出。

25. 如申請專利範圍第24項之主軸裝置，其中拔出前述主軸子筒之前述外筒及前述工具鬆開用汽缸之組合體可由前述主軸頭拔出。

26. 如申請專利範圍第23至25項中任一項之主軸裝置，其中前述主軸子筒、前述外筒及前述工具鬆開用汽缸之組合體可由前述主軸頭拔出。

27. 如申請專利範圍第23至26項中任一項之主軸裝置，其中具有各種流體配管、電源耦合器之耦合器裝卸自如地安裝於前述工具鬆開用汽缸或前述外筒。

28. 如申請專利範圍第23至27項中任一項之主軸裝置，其中於前述旋轉軸與前述外筒之間，配置檢測前述旋轉軸之旋轉之感測器。

拾壹、圖式：

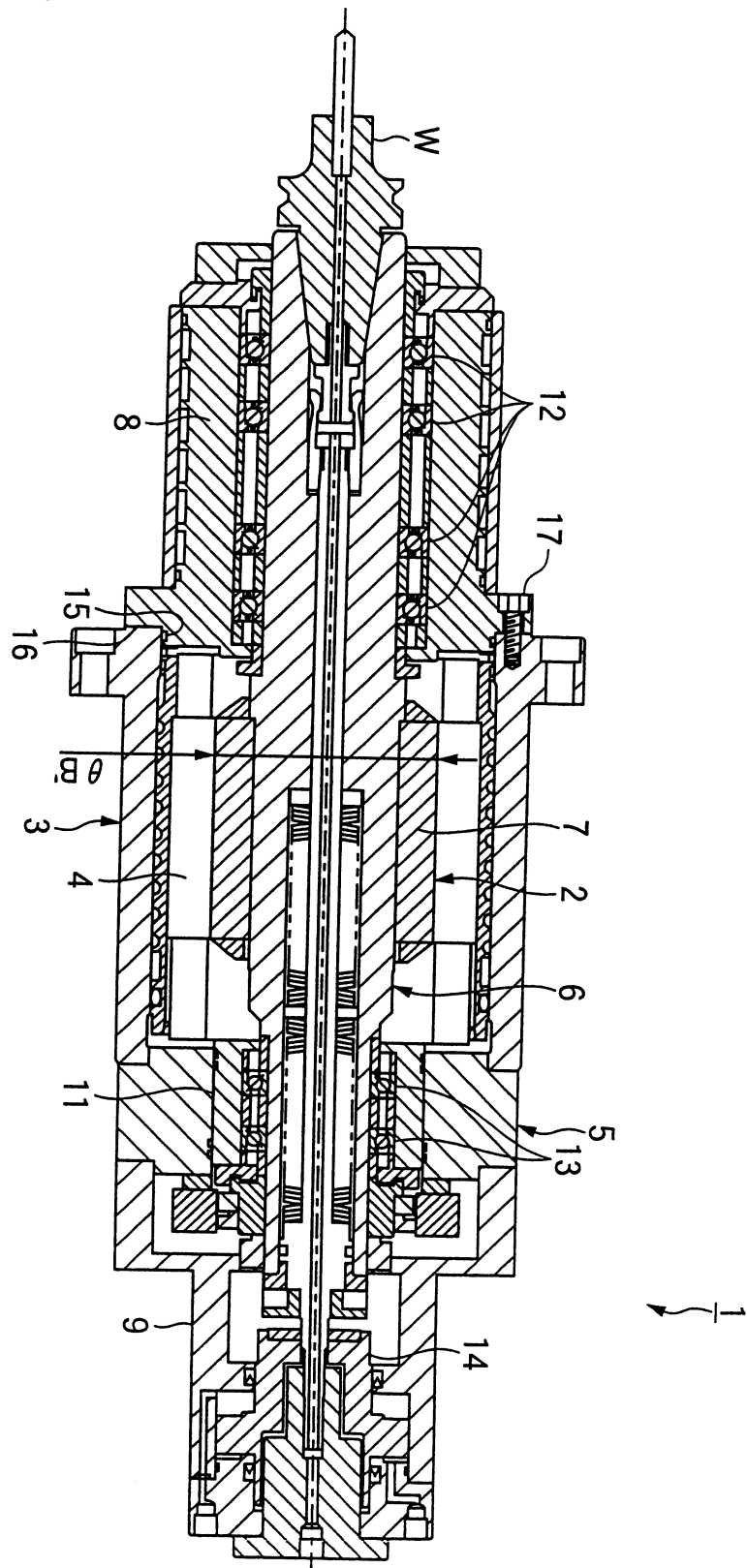


圖 1

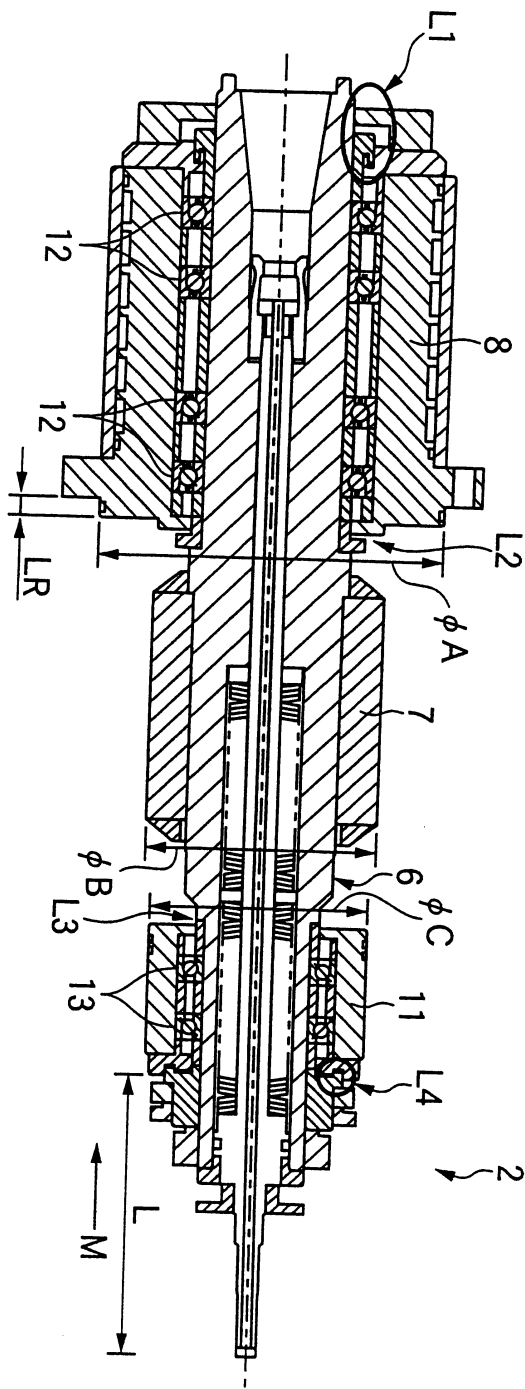


圖 2

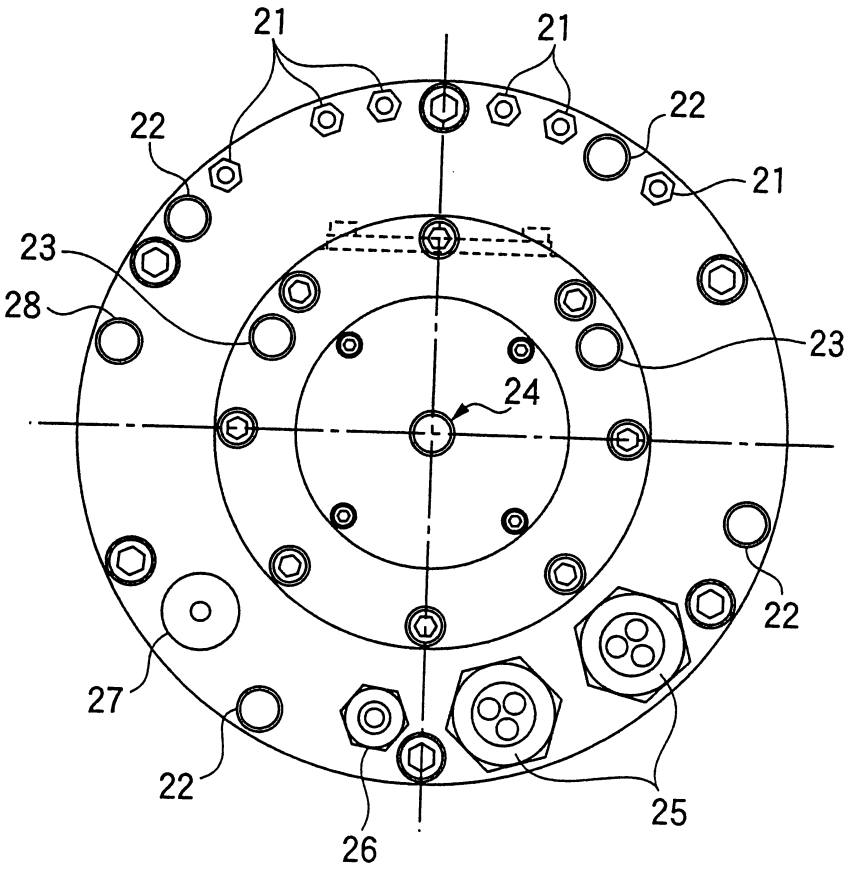


圖 3

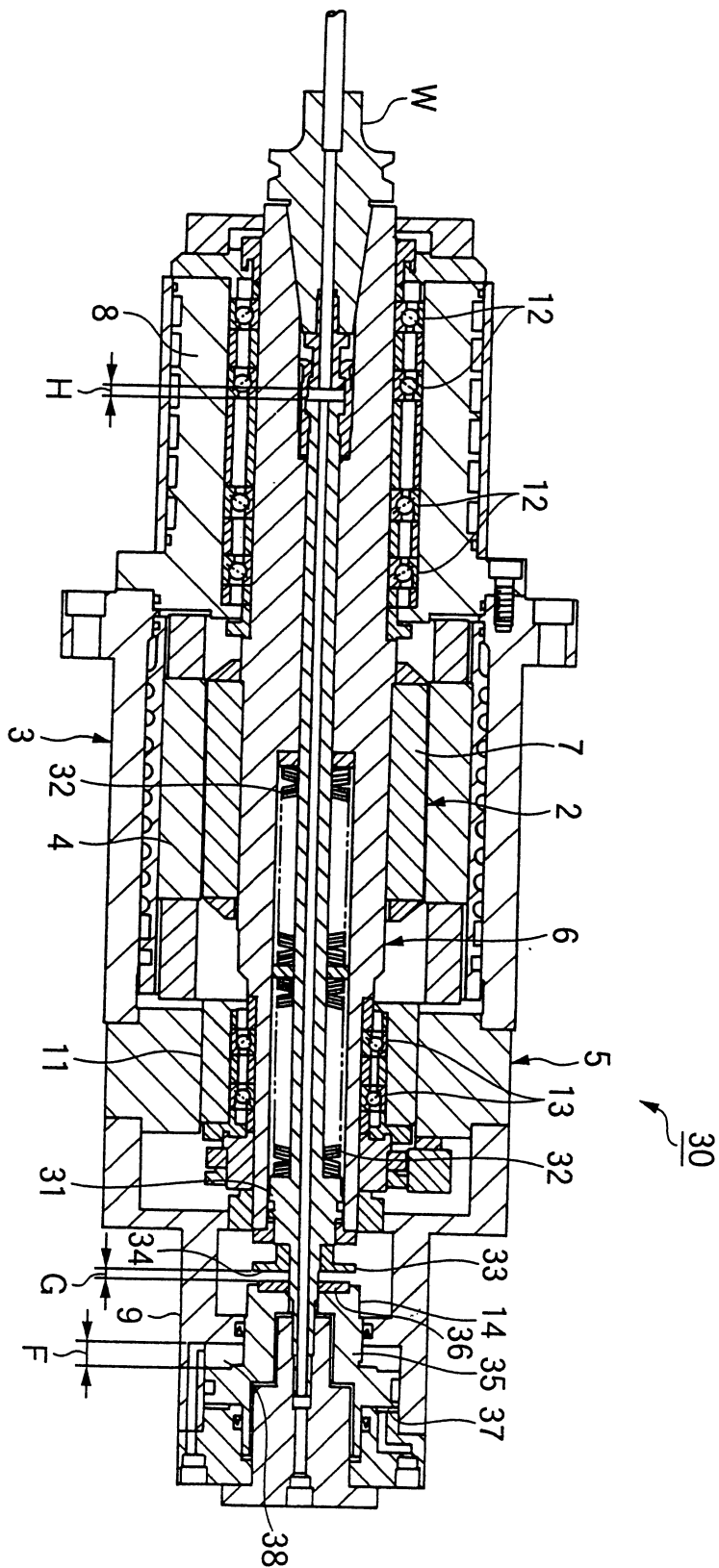


圖 4

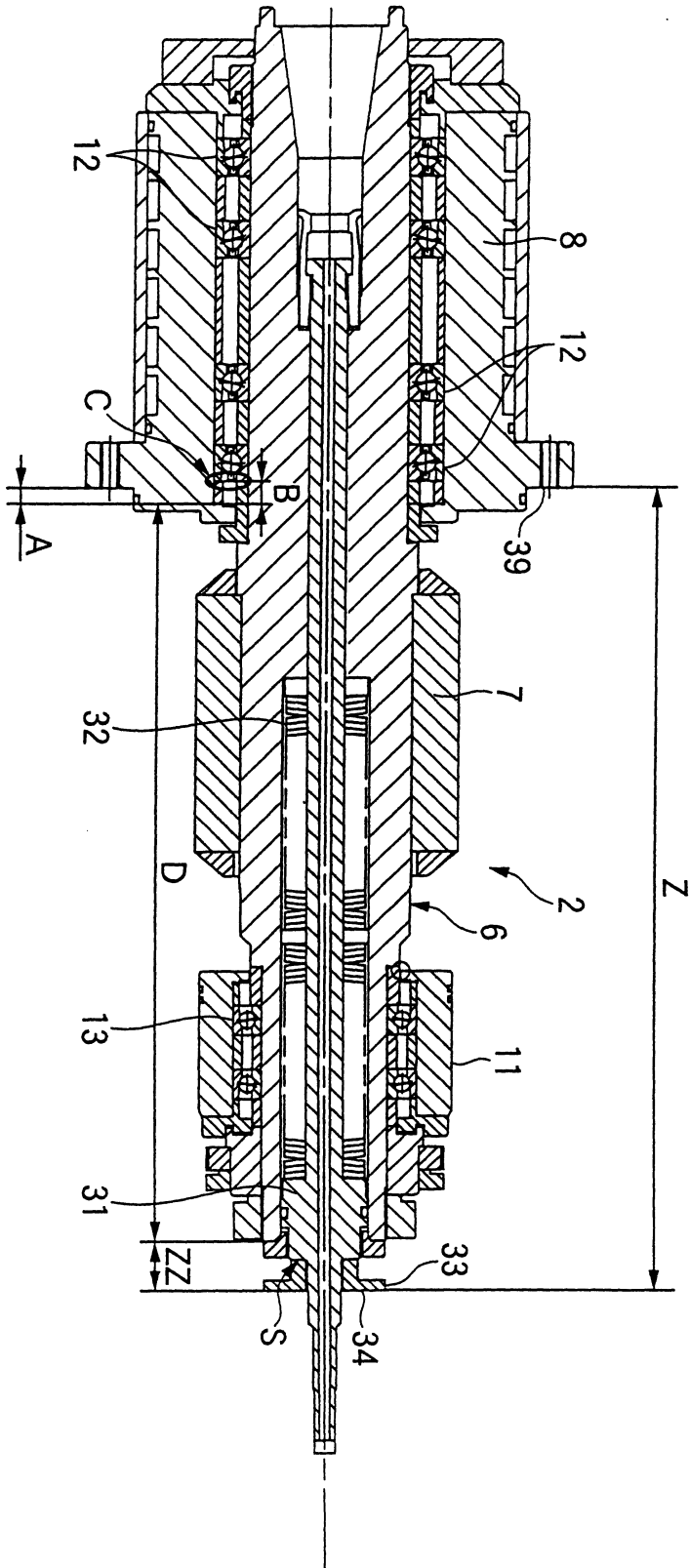


圖 5

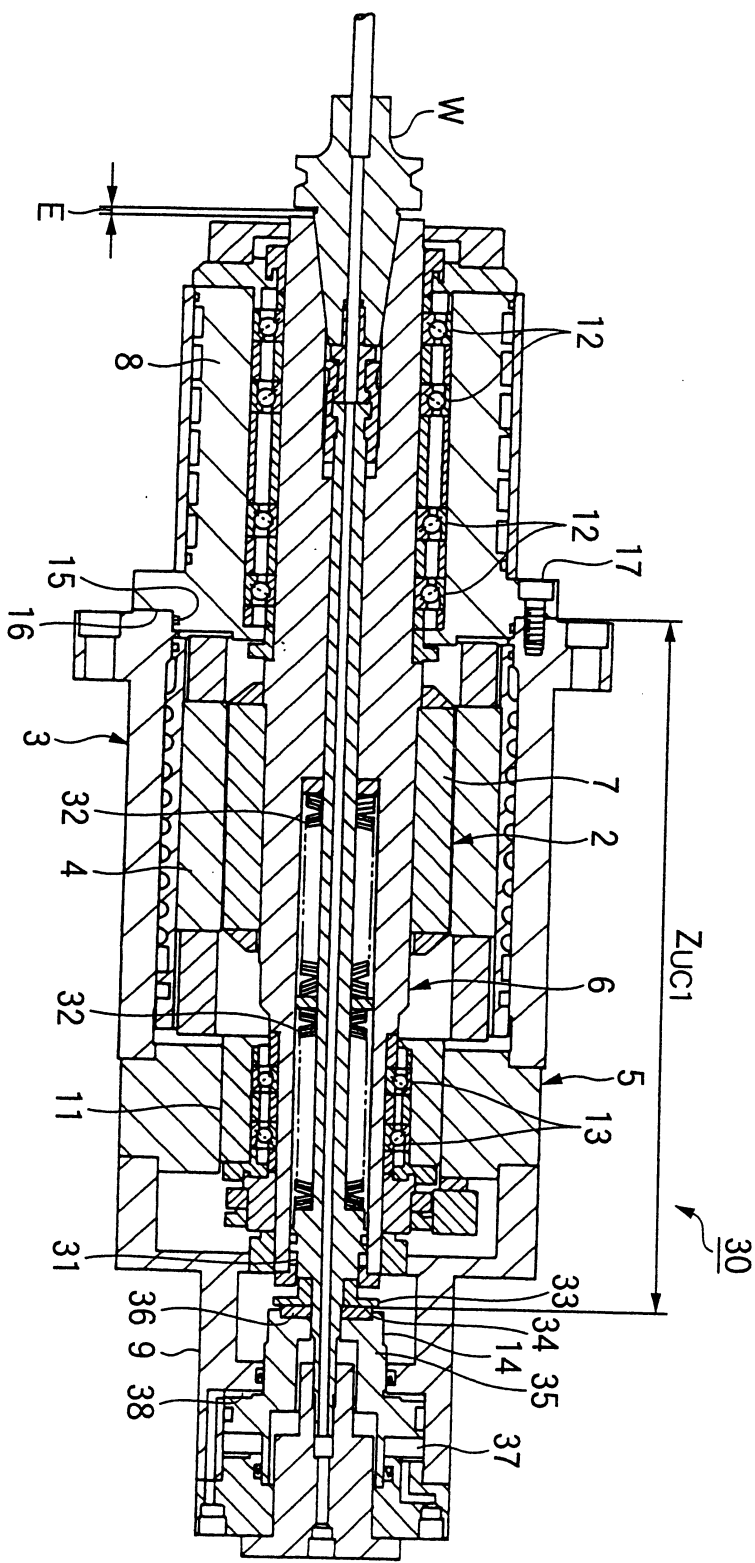


圖 6

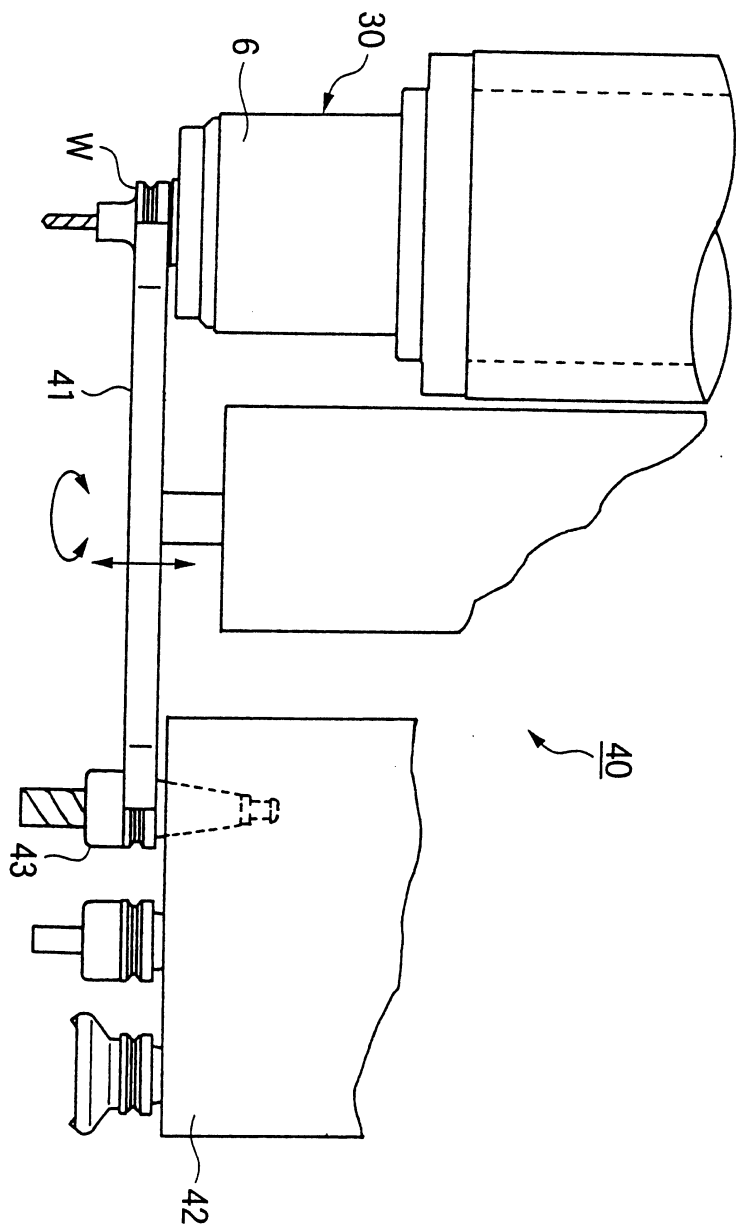


圖 7

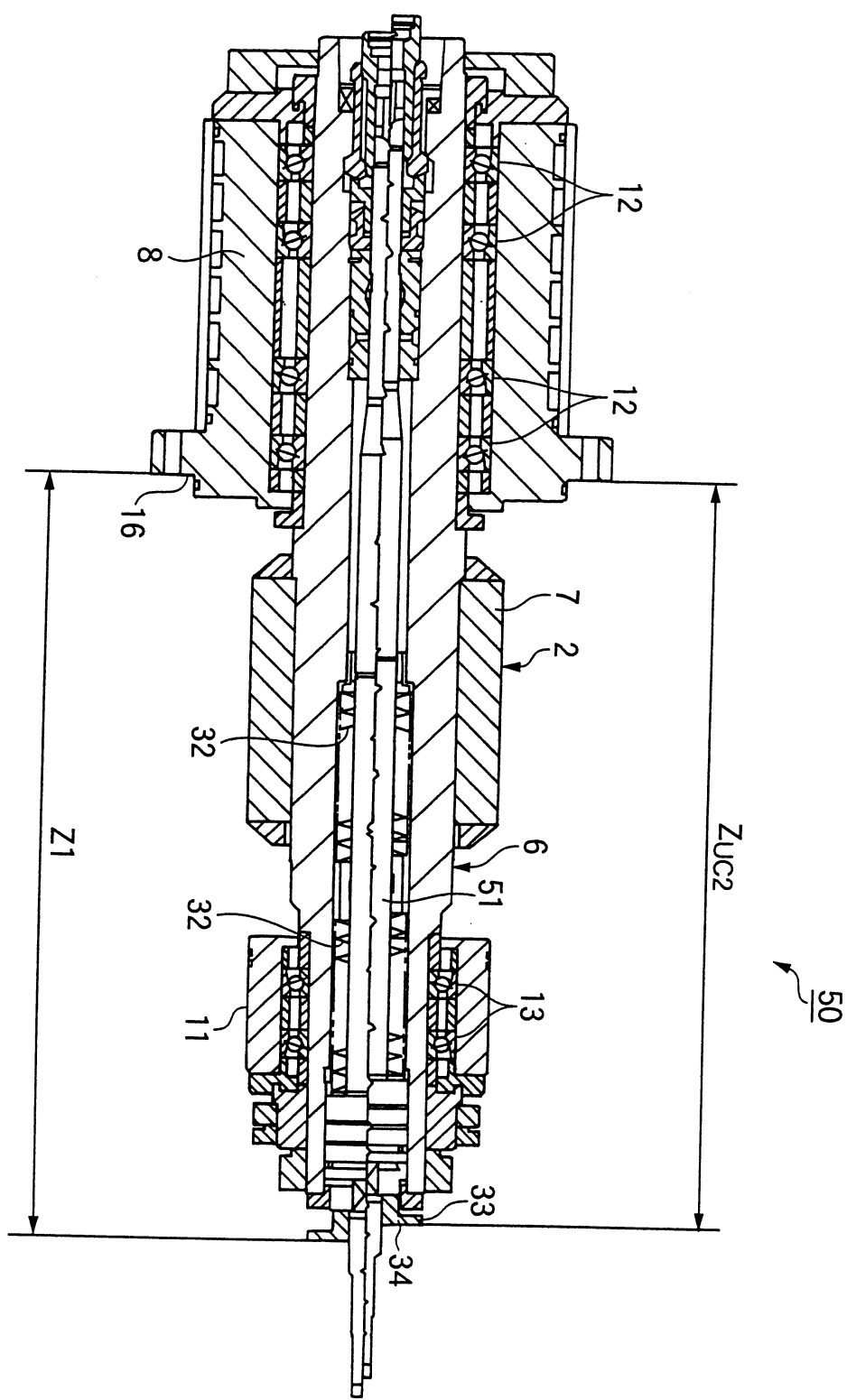


圖 8

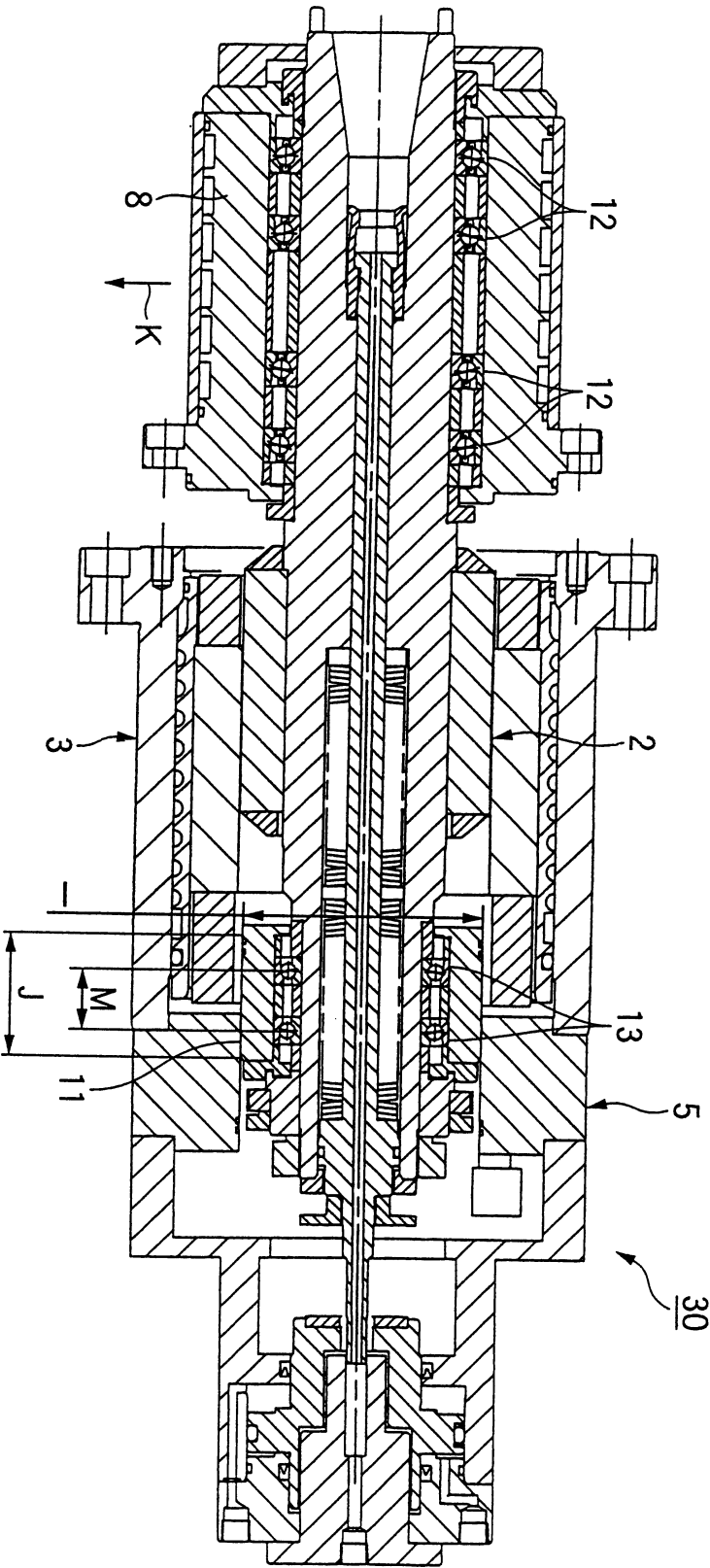


圖 9

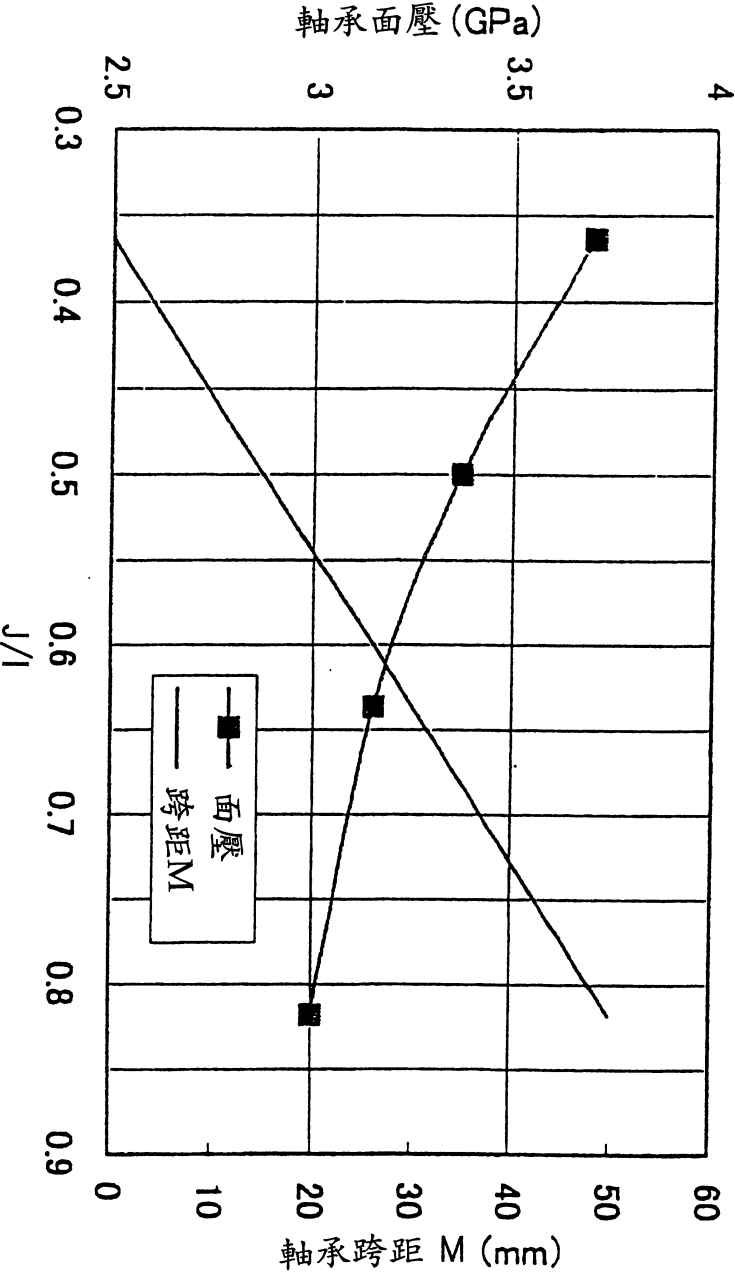


圖 10

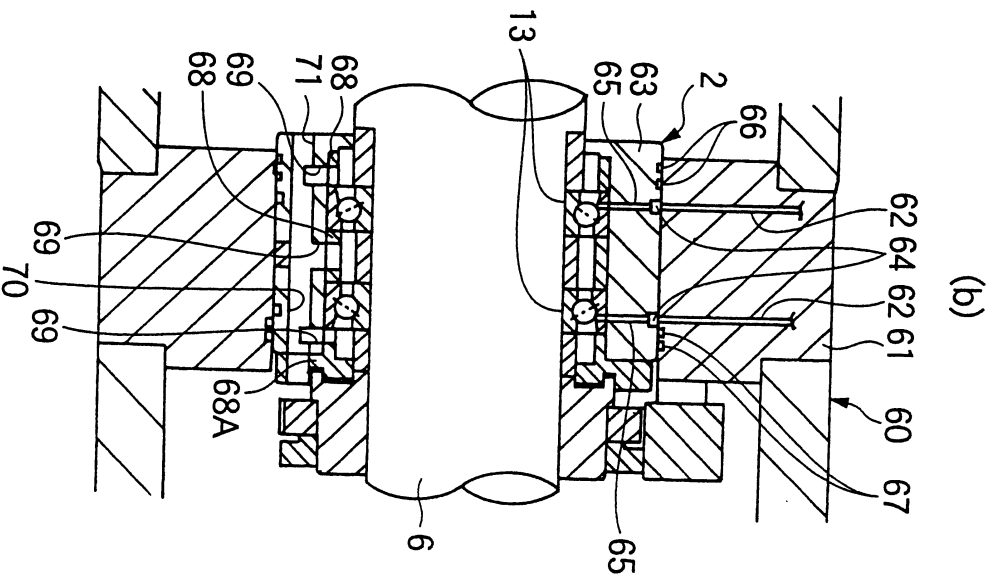
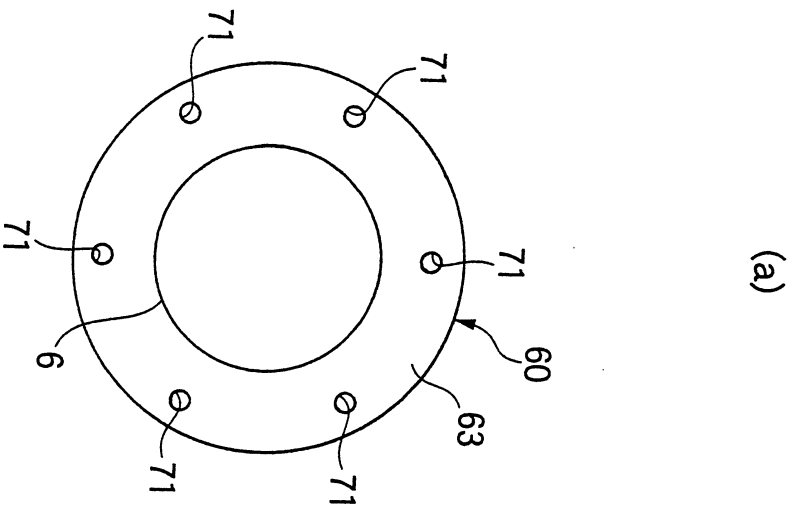


圖 11

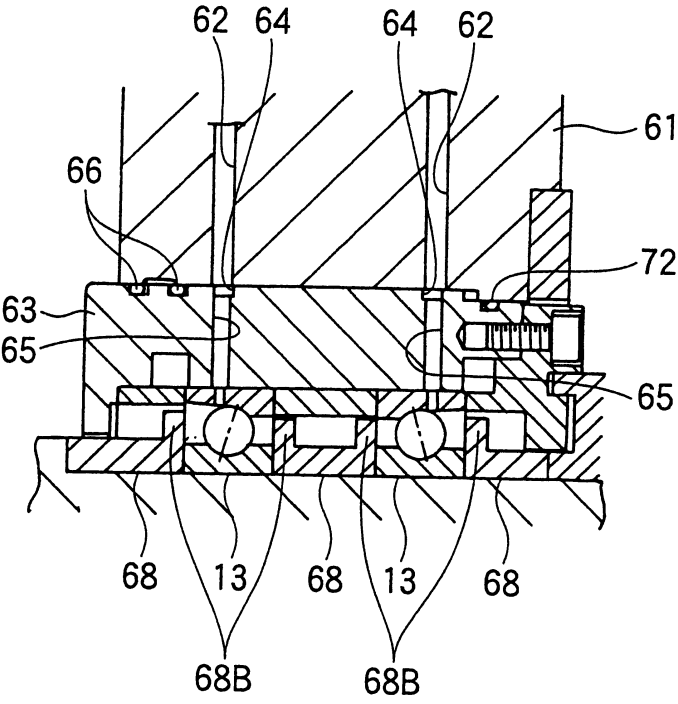


圖 12

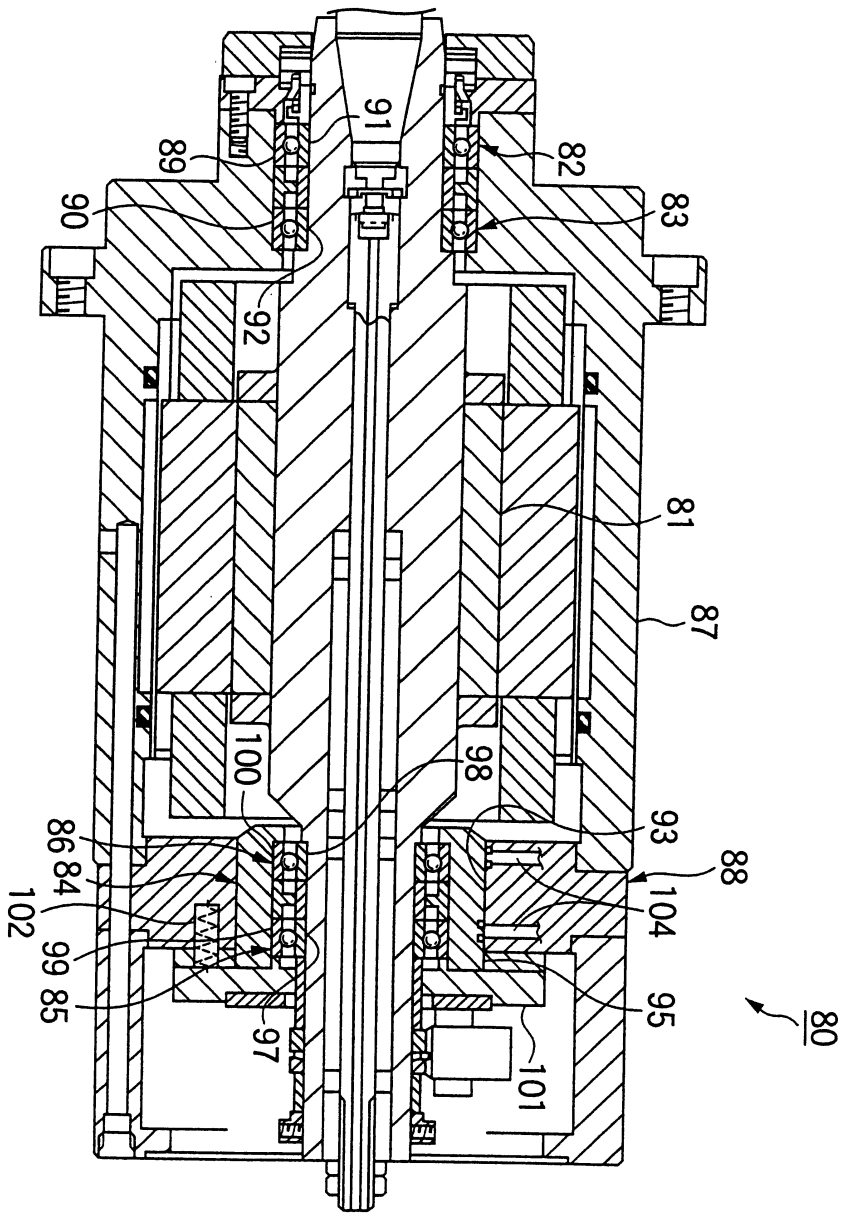


圖 13

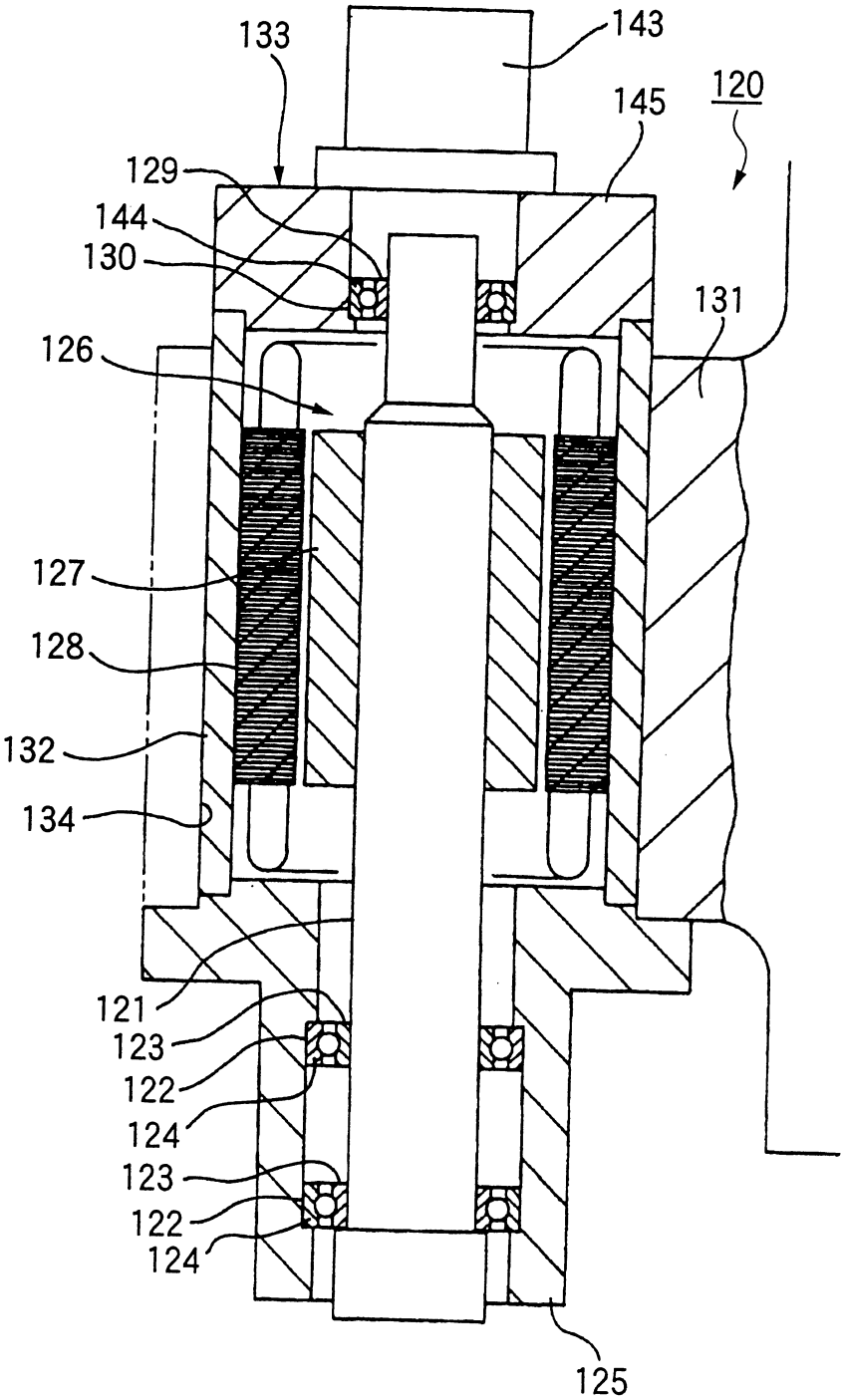


圖 18

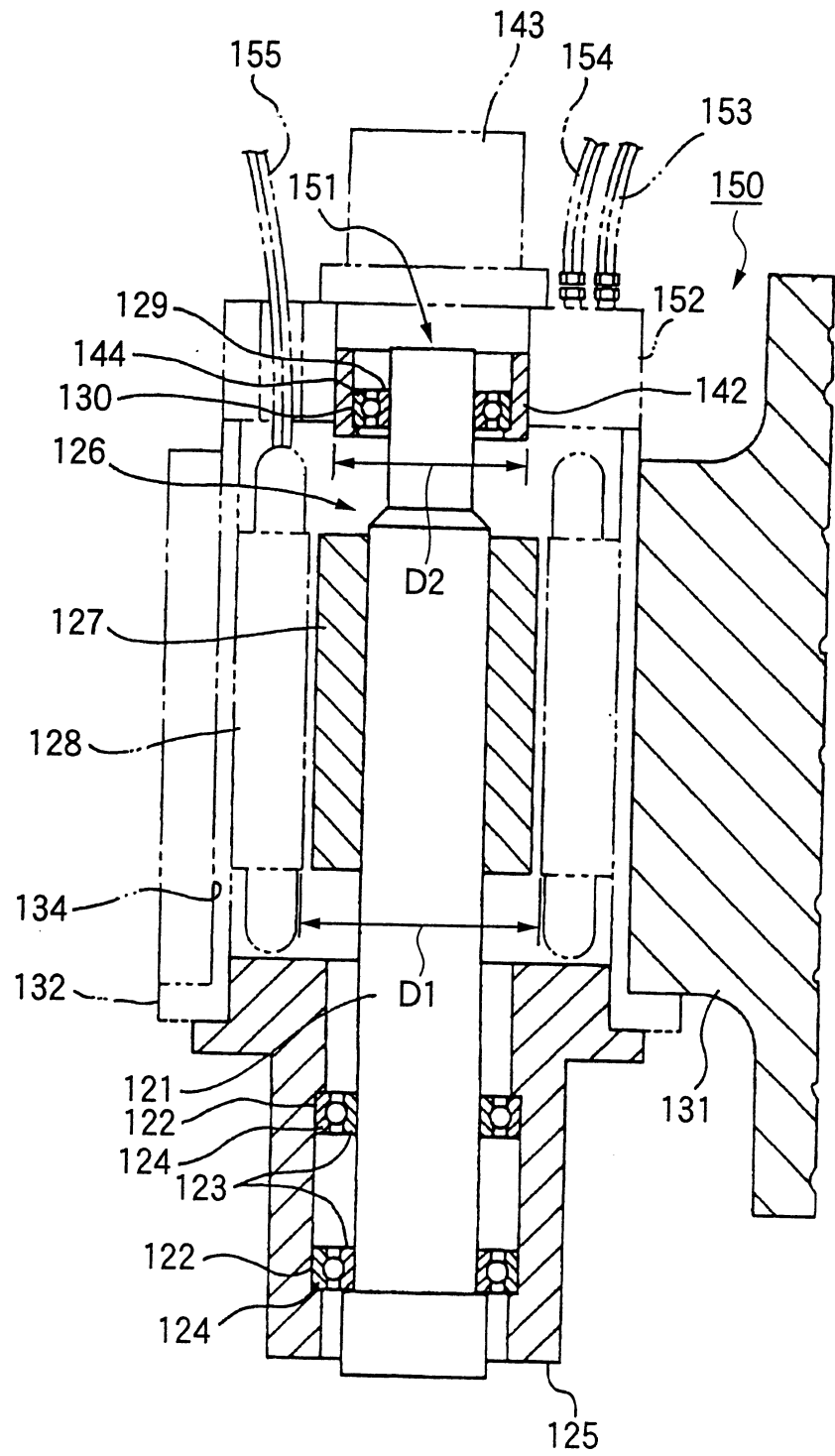


圖 20

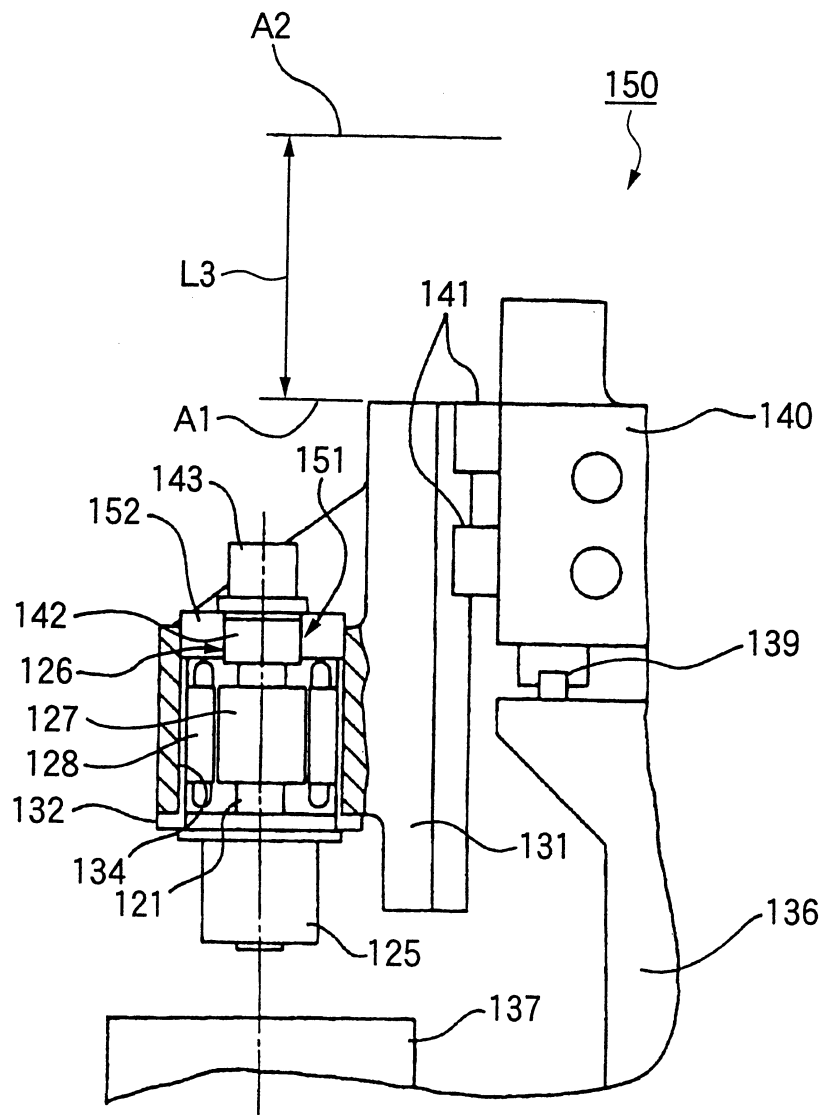


圖 21

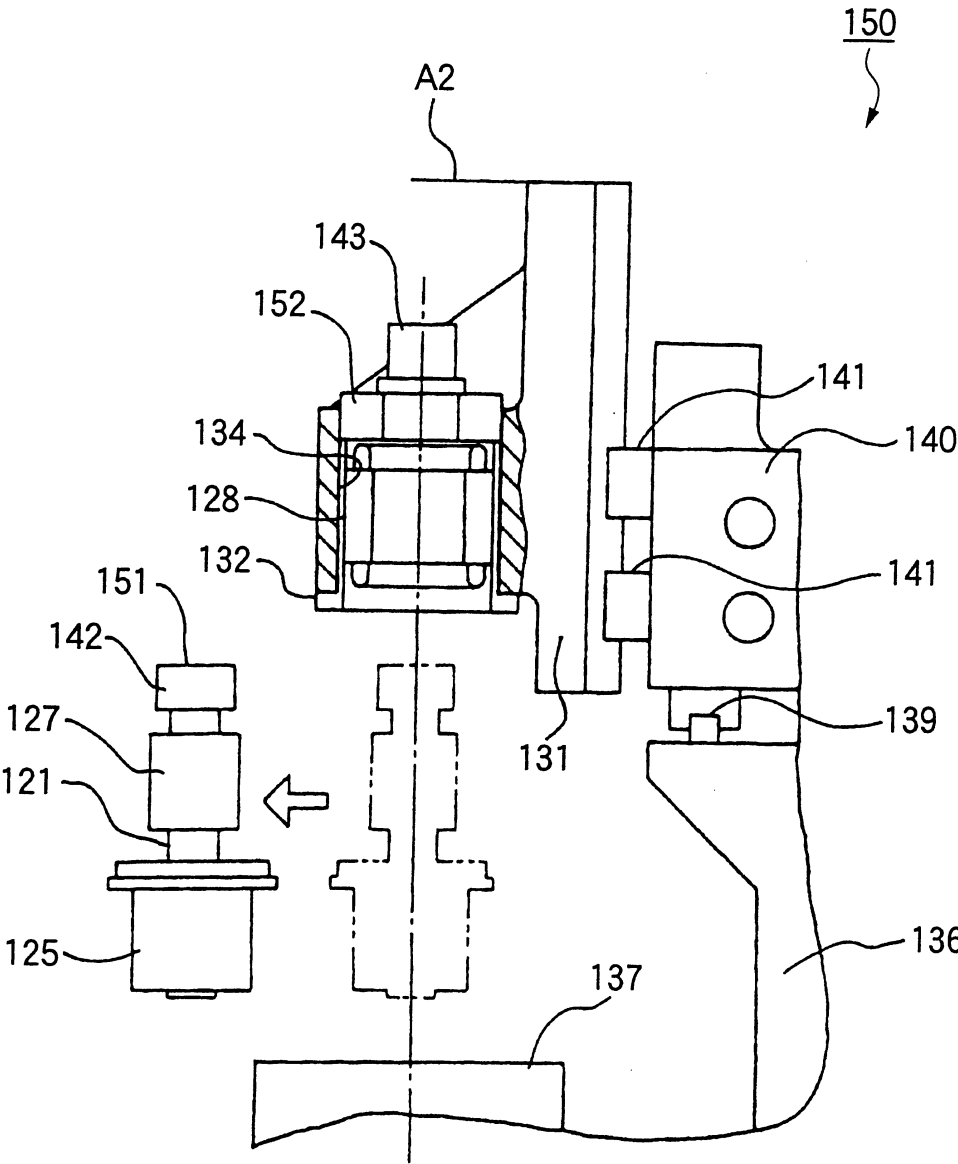


圖 22

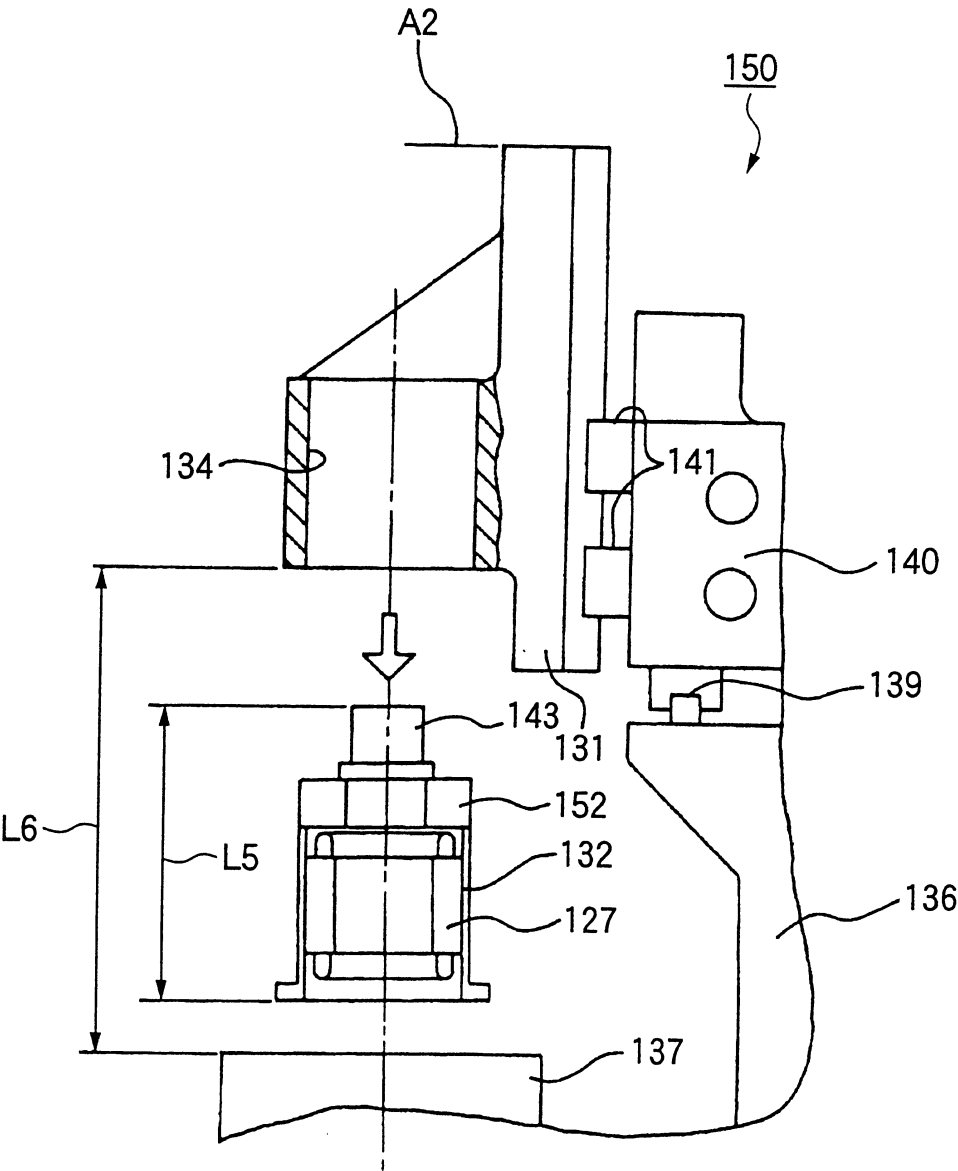


圖 23

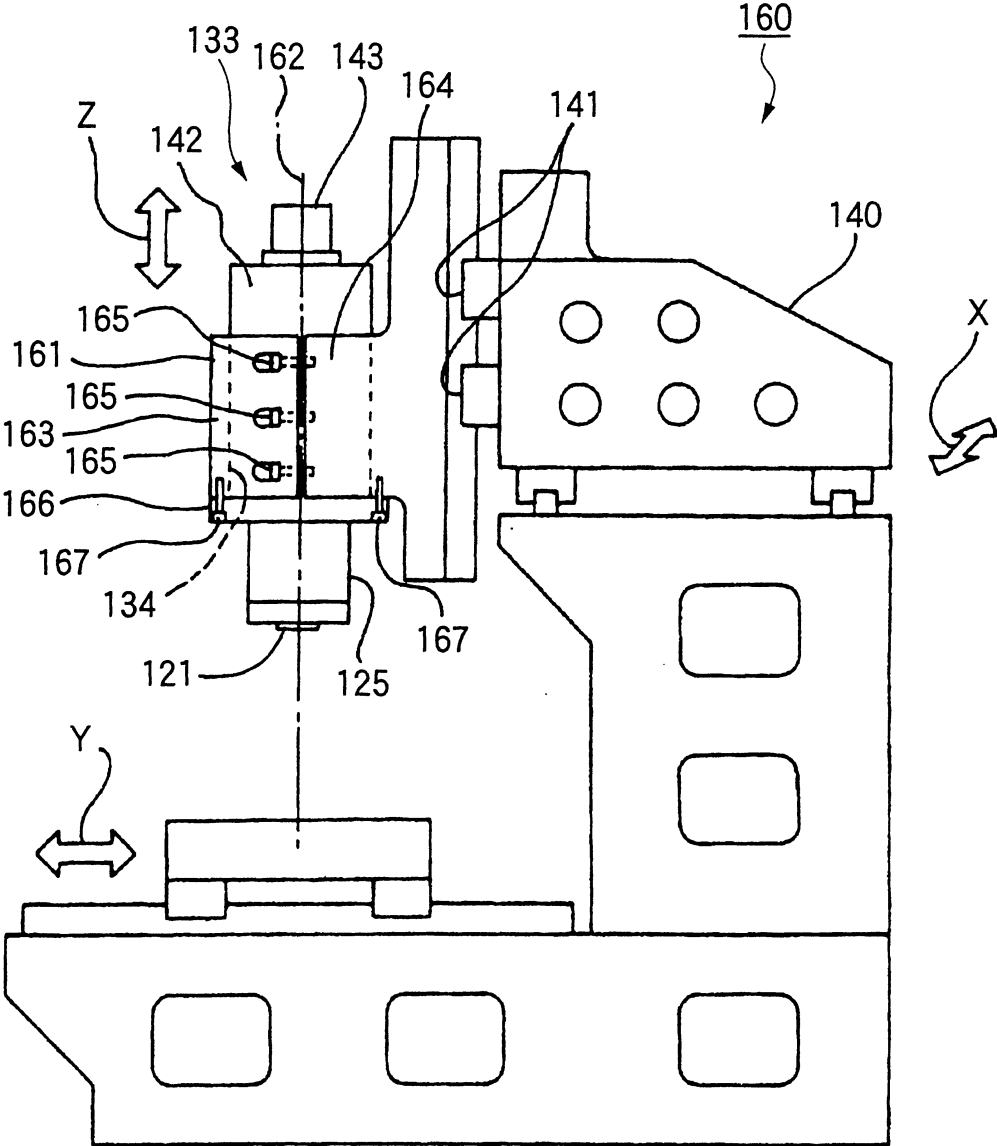


圖 24

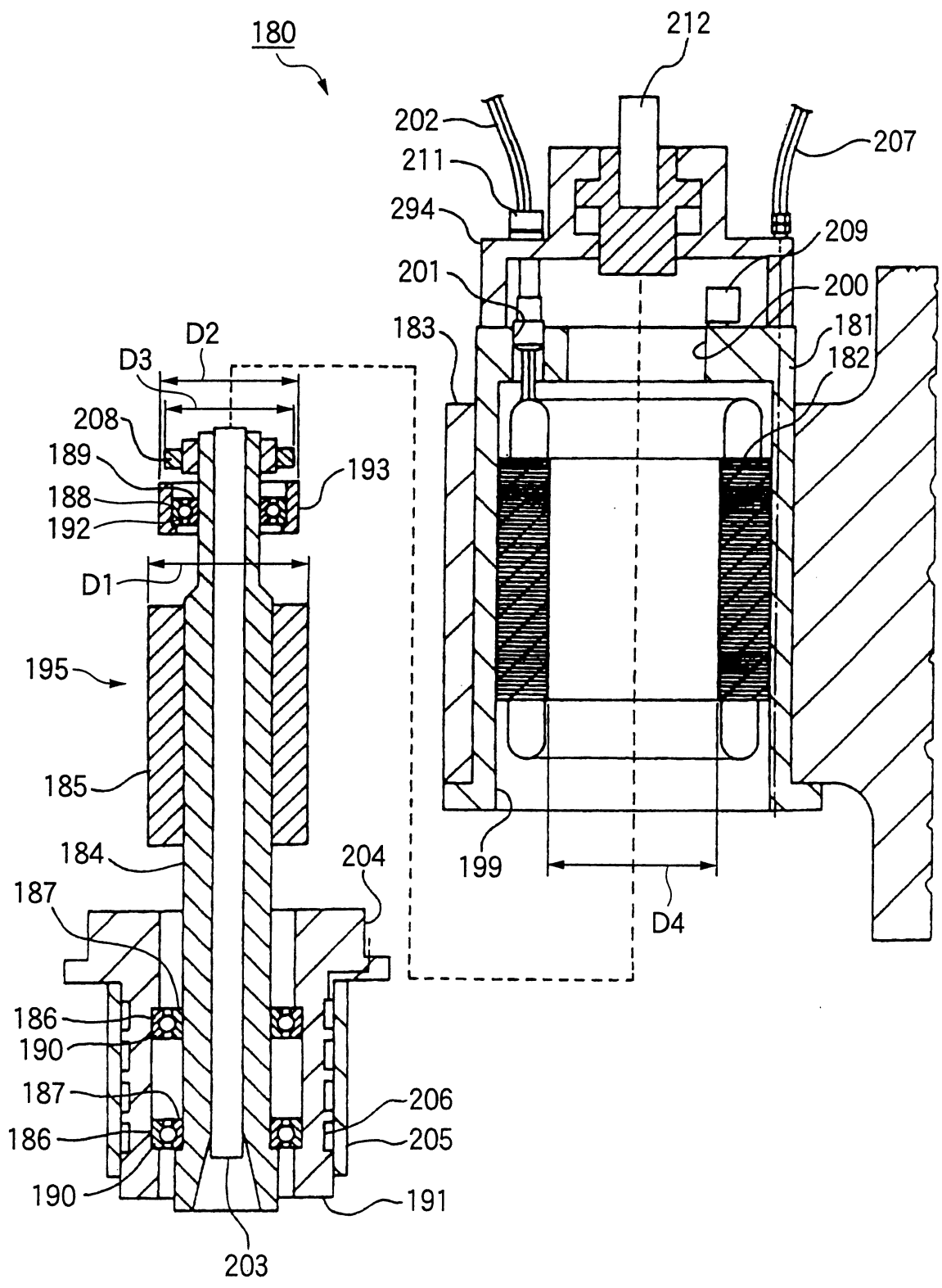


圖 26

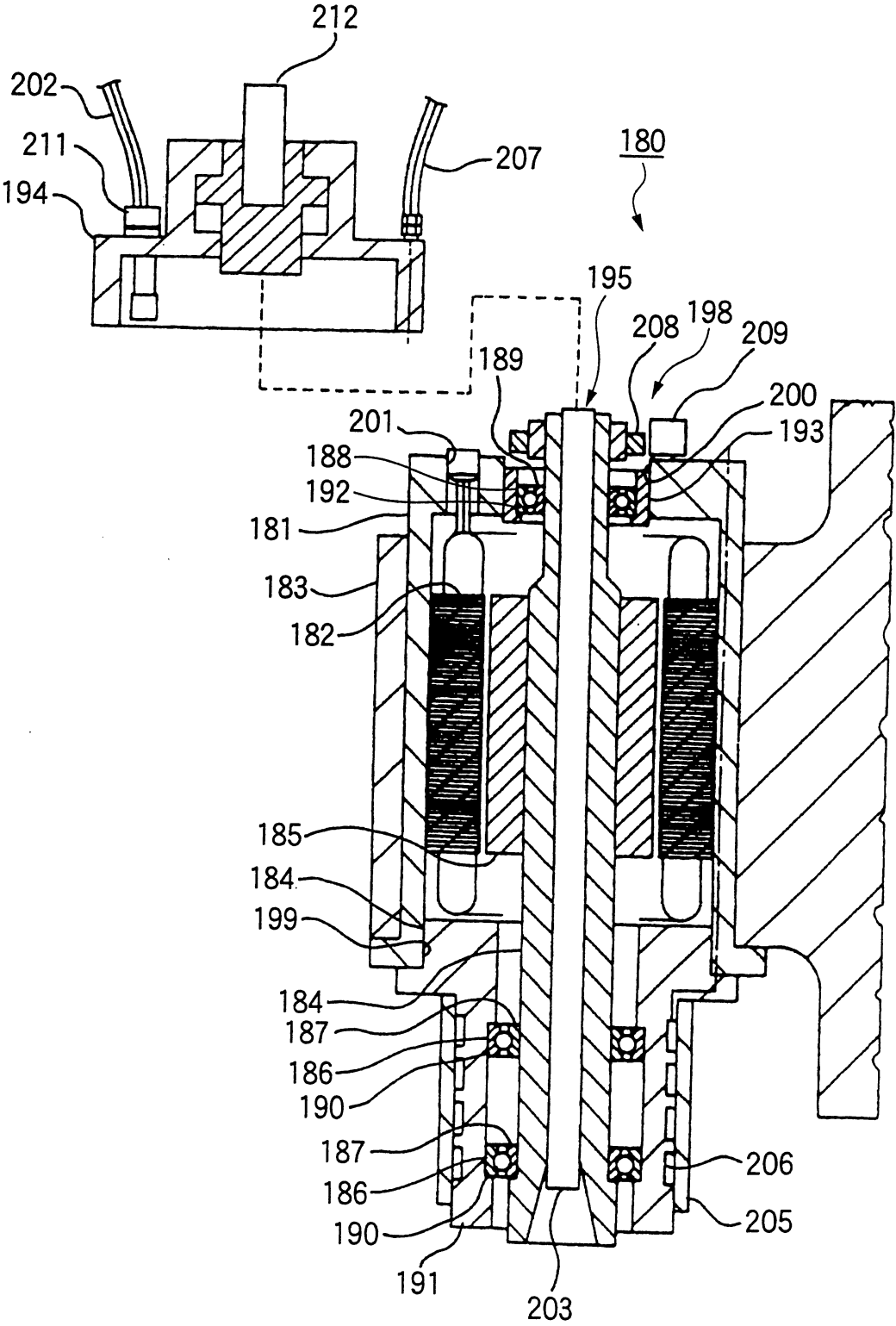


圖 27

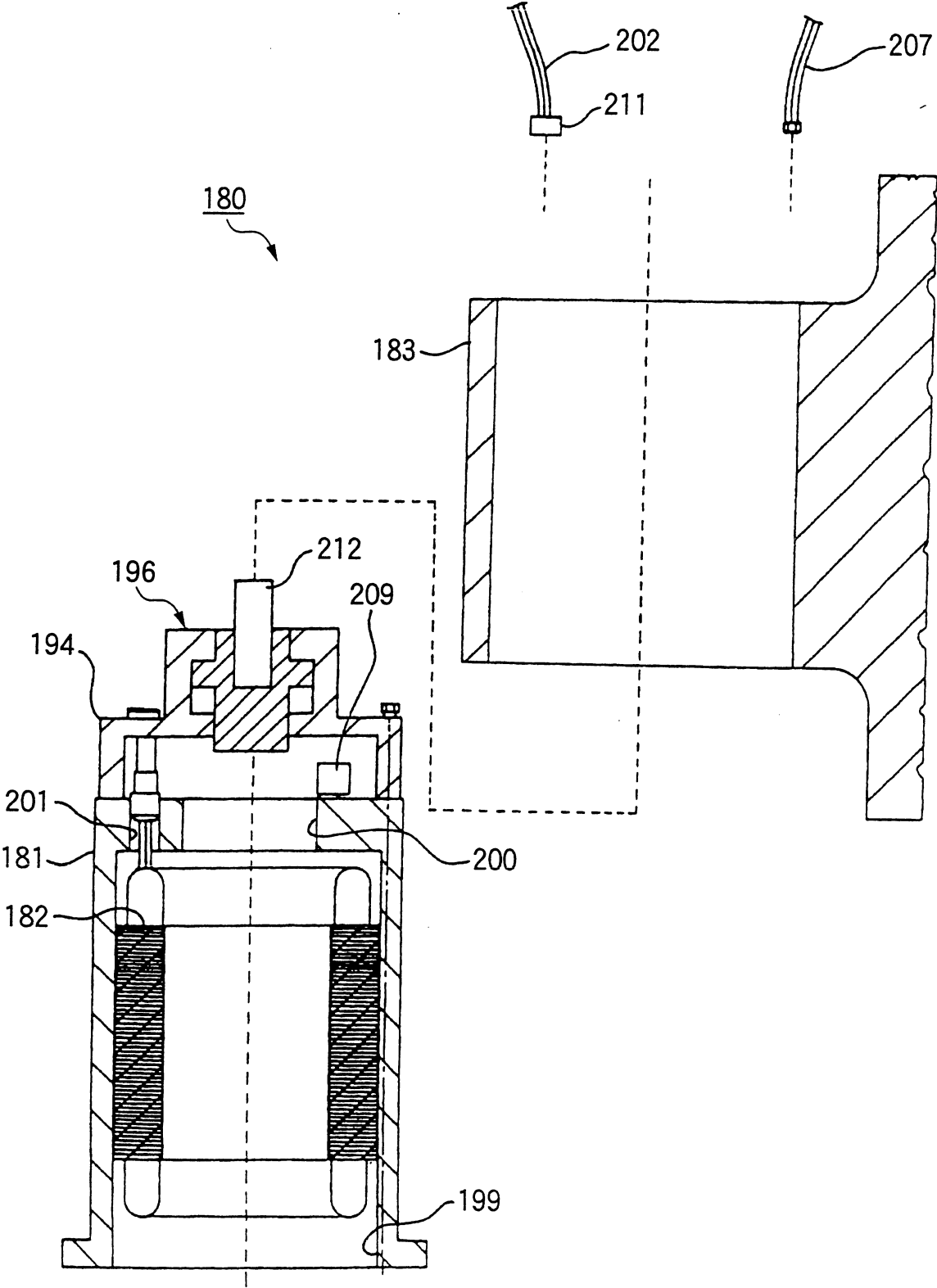


圖 28

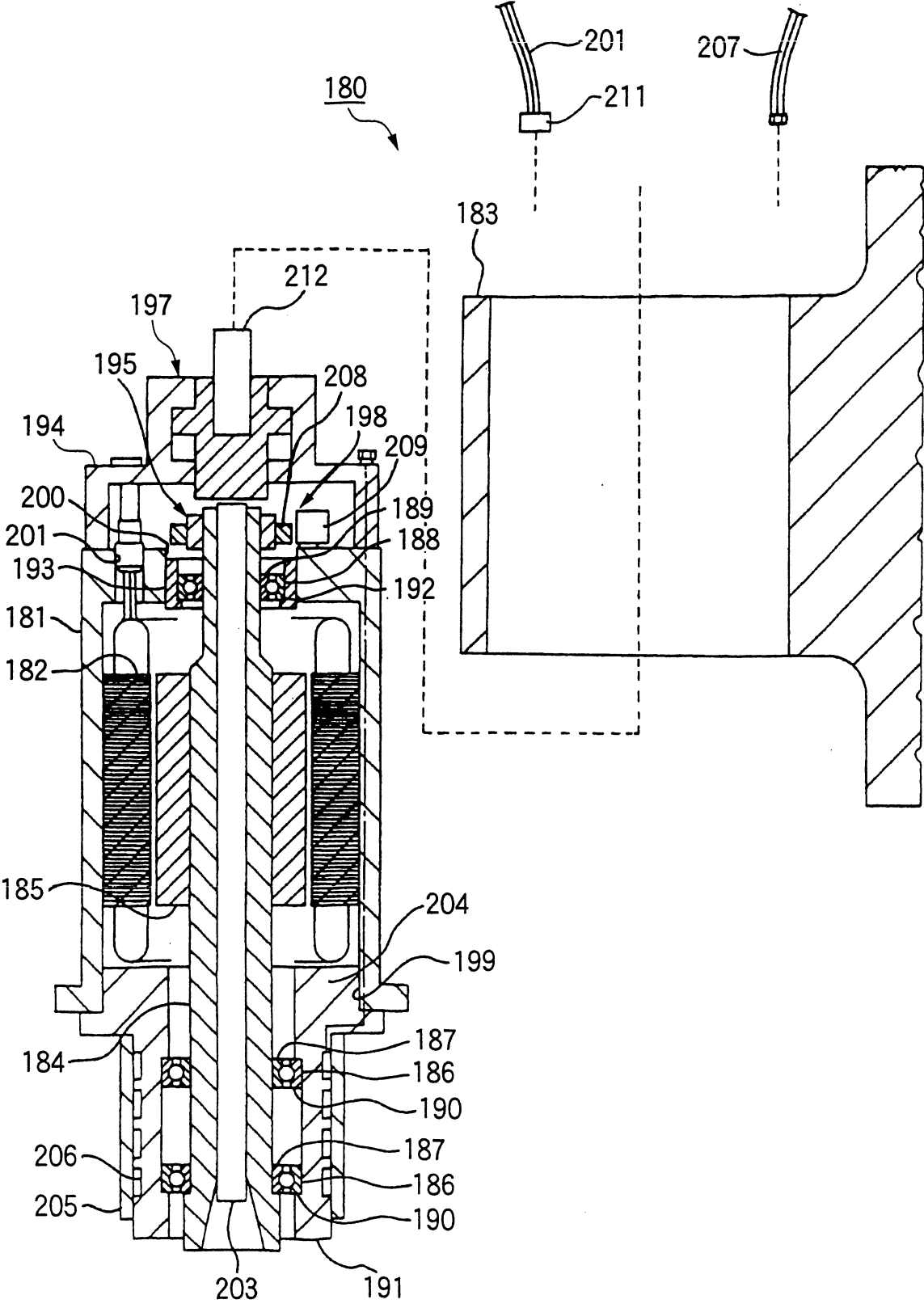


圖 29

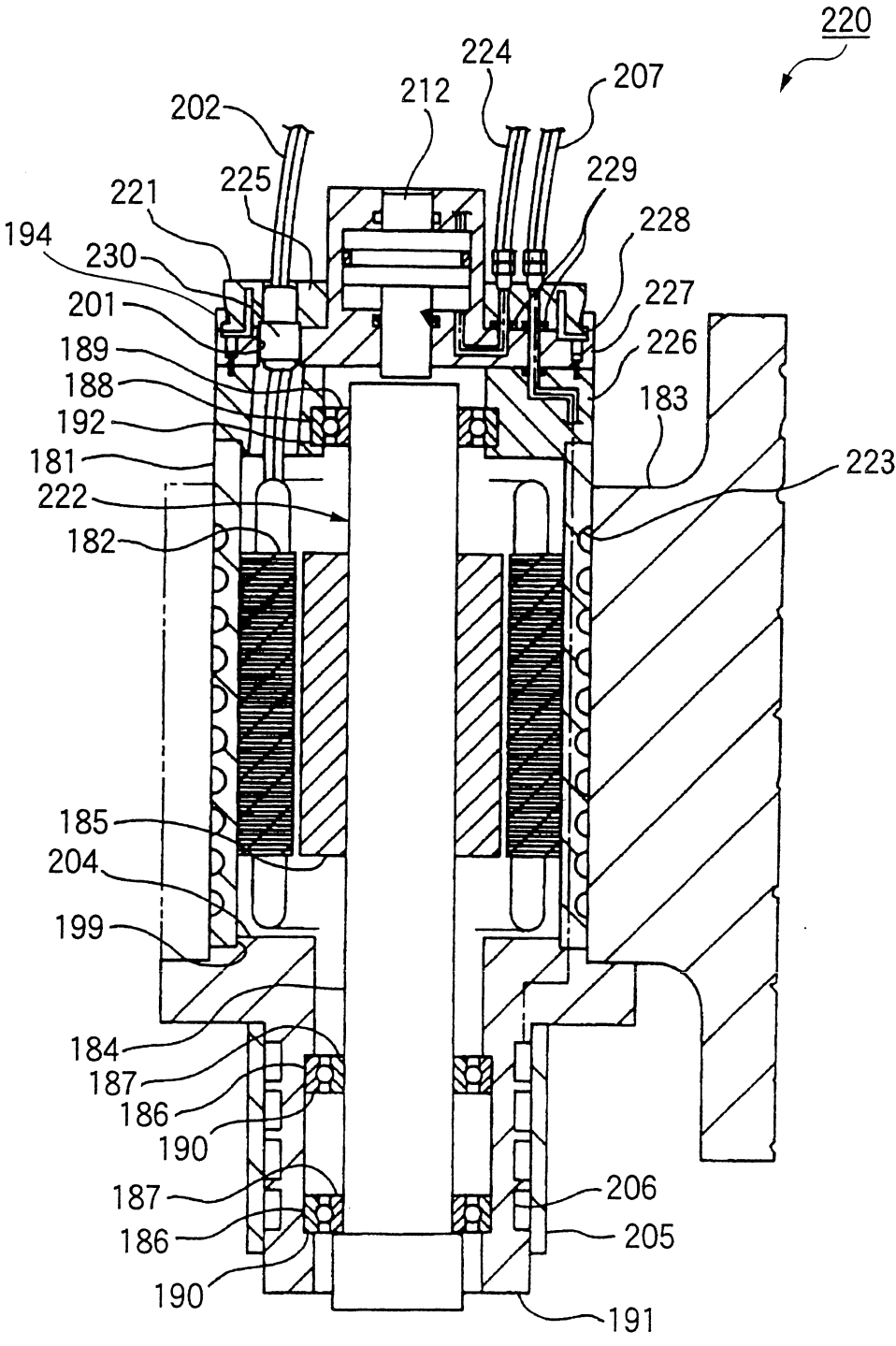


圖 30

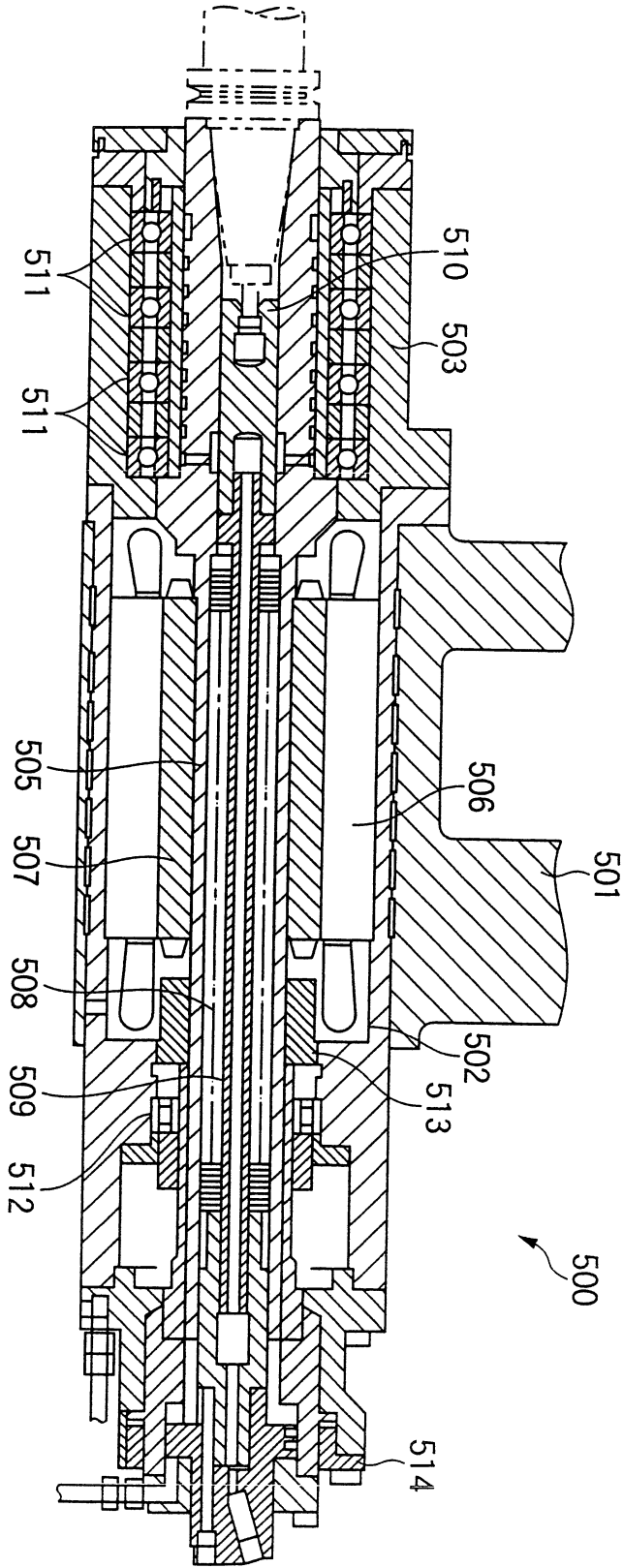


圖 31

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	主 軸 裝 置
2	半 組 合 體
3	外 筒
4	定 子
5	護 套 外 殼
6	旋 轉 軸
7	轉 子
8	前 殼
9	後 蓋
11	軸 承 護 套
12	前 側 軸 承
13	後 側 軸 承
14	汽 缸 機 構
15	低 觸 部
16	接 合 面
17	裝 配 螺 帽
W	工 具
$\phi B'$	定 子 內 徑

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)