

發明專利說明書

(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：96140159

※申請日期：96.10.20

※IPC 分類：F16C 32/06
F16C 35/10

一、發明名稱：(中文/英文)

氣體靜壓軸承轉軸

AEROSTATIC BEARING SPINDLES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

GSI 集團有限公司 / GSI GROUP LIMITED

代表人：(中文/英文)

羅伯斯 克里斯多佛 J. / ROBERTS, CHRISTOPHER JOHN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

英國渥維克郡路拜·史維夫村·寇斯佛得巷

Cosford Lane, Swift Valley, Rugby, Warwickshire CV21 1QN, United Kingdom

國籍：(中文/英文)

英國 / ENGLAND

三、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1. 鮑維爾 羅賓 J.W. / POWELL, ROBIN JOHN WILLIAM

2. 史翠頓 約翰 D. / STRATTON, JOHN DAVID

3. 洛克 史帝芬 R. / LOCK, STEVEN R.

4. 吉拉德 克里斯多佛 P. / GERRARD, CHRISTOPHER PAUL

國籍：(中文/英文)

1.-4. 英國 / ENGLAND

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 英國、 2006/10/31、 0621699.8

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種氣體靜壓軸承轉軸，包含一軸，該軸係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內。該軸承包含至少一個用以供應氣體的供應埠，以便在該軸與軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，該轉軸被配置成在使用時能夠在該軸承周圍產生不均等的壓力輪廓，以產生阻尼效果而控制該軸承內的軸之軌道運行。一種氣體靜壓軸承轉軸裝置，包含一氣體靜壓軸承轉軸及一主動控制系統，該控制系統係用以控制供應氣體到該軸頸氣體薄膜及來自該氣體薄膜的氣體離開兩者至少之一，以可控制方式改變該軸承於使用時其周圍的壓力輪廓。

六、英文發明摘要：

An aerostatic bearing spindle comprising a shaft 2 journaled within an aerostatic bearing 204, the bearing comprising at least one supply port 241 for supplying gas to generate a journal gas film between the shaft and the bearing, wherein the spindle is arranged in such a way as to cause, in use, an unequal pressure profile around the bearing for causing a damping effect to control orbiting of the shaft 2 within the bearing 204. An aerostatic bearing spindle arrangement comprising an aerostatic bearing spindle and an active control system 1001 for controlling at least one of the supply of gas to the journal gas film and exit of gas from the journal gas film to controllably alter the pressure profile around the bearing 104 in use.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

204...軸承

241...噴頭

247...噴頭區域

248...無噴頭區域

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於氣體靜壓軸承轉軸，及用於這類轉軸的軸承。

5 【先前技術】

氣體靜壓軸承轉軸一般是用於高速鑽孔等加工應用情形，諸如印刷電路板的鑽孔。這類的鑽孔機可能以50,000到300,000rpm範圍內的轉速運轉。在印刷電路板的鑽孔時，特別最好轉軸能夠在很廣泛的轉速範圍中操作，以便
10 能夠與具有廣泛直徑範圍的工具一起使用(一般來說，工具直徑越小，則工具必須旋轉得更快，才能達到足夠的切削速度以提供令人滿意的鑽孔效果)。

在設計高速氣體靜壓轉軸的最重要設計參數之一是預測在軸頸空氣薄膜中所產生的軸組件之同步諧振頻率。有
15 兩個重要的基礎頻率，通常被稱之為圓柱旋轉頻率及圓錐旋轉頻率，此兩個頻率係用以描述軸承系統中的軸之運動。藉由謹慎設計與正確的平衡，對於軸來說能夠顯著地超出這些諧振頻率而進行運轉。但是，由於在高速時所減少的空氣薄膜阻尼，轉軸在諧振頻率的範圍中會展現出相
20 當大的徑向軌道。理想地，將轉軸設計成使得此兩種頻率達成一致，以縮小大型軌道所涵蓋的頻率範圍。但是，特別是當轉軸在很大的速度範圍中操作時，仍然具有一項問題。

考慮到加工時所牽涉的力量，所以，通常選擇以最高

想要速度操作時的最大轉軸直徑。

不幸地，如此增加了在高速時轉軸離心增長的問題，因而增加了欲維持介於轉軸與徑向空氣軸承之間在最大速度時的適當空隙之問題。此結果一般導致在較低的速度時，產生比所需要的空隙更大之問題。如此一來，對軸承性能具有不良的影響，特別是堅硬度與阻尼性，如此在上述諧振頻率時會額外產生動力問題。

【發明內容】

本發明之目的是要提供一種氣體靜壓軸承轉軸及軸承，可減少現有轉軸所遇到的至少一些上述問題。

根據本發明之一型態，設有一種氣體靜壓軸承轉軸，包含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該軸承包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以便在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，該等噴頭係排列於該軸承圓周周圍，致使在使用時，能夠在軸承周圍產生不均等的壓力輪廓，而使該軸在軸承中採取一偏軸的位置。

上述配置可引起阻尼效果，如此當到達一個或多個諧振頻率時，有助於限制該軸在軸承內的軌道運行。此阻尼效果其特徵可被描述為擠壓薄膜阻尼效果(squeeze film damping effect)。軌道的額外阻尼可來自該軸承內的擠壓薄膜阻尼係數之增強。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承轉軸，包含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該軸承包含至少一個用以供應氣體的供應埠，以便在該軸與軸

承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，該轉軸被配置成在使用時，能夠在該軸承周圍產生不均等的壓力輪廓，以產生阻尼效果而控制該軸承內的軸之軌道運行。

5 此不均等的壓力輪廓可使該軸在使用時在軸承內採取一偏軸位置。

軸承可以包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以便在該軸與該軸承之間產生軸頸氣體薄膜，其中該等噴頭被排列成在該軸承的圓周周圍，以便在使用時，能夠在該軸承周圍產生不均等的壓力輪廓，而使該軸在該軸承內採取
10 一偏軸位置。

此一系列噴頭中的每個噴頭可以是一平面噴頭(plain jet)，在此所使用的「平面噴頭」一詞是作為「囊狀噴頭(pocketed jet)」的對比，此兩種噴頭為一般在氣體靜壓軸承中所使用的種類。在囊狀噴頭中，噴頭的出口被放置在軸
15 承表面內的一囊穴或凹穴中。而在平面噴頭中，噴頭的出口是在軸承表面上。使用平面噴頭亦可以有助於阻尼效果。

在此一系列噴頭中的這些噴頭可以被排列成繞著軸承表面為一不完全的環。

這些噴頭可以不均勻地分佈在軸承的圓周周圍。

20 這些噴頭可以被排列成繞著軸承的圓周，致使，設有一個具有噴頭的區域(jetted region)及一個無噴頭區域(non-jetted region)，其中，無噴頭區域佔據一部分的圓周，且大於具有噴頭的區域中相鄰噴頭之間的平均圓周間隔。較佳地，具有噴頭的區域中之噴頭是等距離地隔開。這些

噴頭也可以被排列成使得界定出無噴頭區域的每個尾端之噴頭間的圓周間隔是具有噴頭區域中的噴頭間之圓周間隔的整數倍。

5 這些噴頭可以不對稱地分佈於軸承的圓周周圍，致使，假如此圓周被看作分割成兩部份且僅有兩個區域的話，則每個區域包含至少兩個噴頭，在其中一區域的相鄰噴頭之平均間隔是大於另一區域。

可以具有兩個系列的噴頭，這些系列的噴頭彼此在軸向上隔開。

10 在一些實施例中，在一系列噴頭中的這些噴頭之出口可以被設置在軸承表面周圍的圓周線上。在其他實施例中，在一系列噴頭中的這些噴頭之出口可以在軸向上彼此隔開。例如，這些出口可以交錯的方式設置。

較佳地，此一系列或每一系列的噴頭包含至少六個噴頭，較佳地，此一系列或每一系列的噴頭包含八個、九個、或十個噴頭。

在一組實施例中，軸承是一個雙生軸承 (twin bearing)，其在兩個軸承部位之間具有一排放口。每個軸承部可具有個別單一系列的噴頭。

20 相較於習知氣體靜壓軸承轉軸中可能選擇的方式，在本發明軸承轉軸中，較佳地可增進每一系列中的噴頭數目，且對應地減少噴頭系列的數目。這是由於對分散(噴頭之間的壓力降)提供較佳的容忍度，越多的噴頭越好，但是，整個增加噴頭的數目會增加空氣消耗及運轉成本。在

現有種類的轉軸中，分散可能是一個很重要的問題，因為可以使用較大的靜態空隙以允許高轉速，且由於此配置方式的緣故，一般可省去噴嘴而增進阻尼效果。

氣體靜壓軸承轉軸可以包含至少一排放口，可供來自
5 氣體薄膜的空氣離開該軸承，其中，來自氣體薄膜的氣體之離開經控制得以產生背壓，而在軸承內提供阻尼效果。排放口包含一阻塞物。

軸承可以包含多數孔洞，各孔洞當未受阻塞時能夠作為一供應埠。該等孔洞的至少一個孔洞可以被阻塞起來，
10 以防止它作為供應埠，同時該等孔洞中的其他孔洞則未受阻塞且在使用時作為供應埠。

根據本發明另一型態，設有一種氣體靜壓軸承轉軸裝置，包含：

一氣體靜壓軸承轉軸，係為上述任一型態的氣體靜壓
15 轉軸，且包含一軸，該軸係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該氣體靜壓軸承包含至少一個用以供應氣體的供應埠，以便在該軸與軸承之間產生一軸頸氣體薄膜；以及

一主動控制系統，用以控制供應氣體到該氣體薄膜及來自該氣體薄膜的氣體離開兩者至少之一，以可控制的方式
20 改變該軸承於使用時其周圍的壓力輪廓。

主動控制系統可以包含：至少一感測器，用以感測該軸的性能；至少一閥體，用以控制供應氣體到該氣體薄膜及來自該氣體薄膜的氣體離開兩者至少之一；以及一控制模組，用以對應於該感測器的輸出而控制該閥體的操作。

根據本發明另一型態，設有一種操作如上述定義的氣體靜壓軸承轉軸裝置之方法，包含以下步驟：當該軸以該系統的軸承諧振頻率附近的一預定範圍內之速率旋轉，而非以該預定範圍外的速率旋轉時，使用該主動控制系統，
5 以便在該軸承內提供更高程度的阻尼效果。

根據本發明另一型態，設有一種控制氣體靜壓軸承轉軸的軸承內之軸的軌道運行之方法，該轉軸且包含一軸，該軸係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，且該軸承包
10 含至少一個用以供應氣體的供應埠，以便在該軸與軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，該方法包含以下步驟：在該軸承周圍引起不均等的壓力輪廓，以便對軸承內的該軸之軌道運行產生阻尼效果。

氣體靜壓軸承轉軸典型地為高速轉軸。此轉軸可以被設置成允許該軸相對於軸承以超過50,000rpm的轉速旋
15 轉。在一些情形中，轉軸可以被設置成能允許該軸相對於軸承以300,000rpm等級的轉速旋轉。

轉軸可以包含多數氣體靜壓軸承。各軸承可以具有一些或所有上述特點。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承轉軸，包
20 含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該軸承包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以便在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，該等噴頭係不均勻地分佈在該軸承的圓周周圍，致使在使用時，能夠使該軸在軸承中採取一偏軸的位置。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承轉軸，包含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該軸承包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以便在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，該等噴頭係排列成繞著軸承的圓周，致使，有一個具有噴頭的區域及一個無噴頭區域，其中，該無噴頭區域佔據一部分的圓周，且大於具有噴頭的區域中相鄰噴頭之間的平均圓周間隔。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承轉軸，包含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該軸承包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以便在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，這些噴頭係不對稱地分佈於軸承的圓周周圍，致使，假如此圓周被看作分割成兩部份且僅有兩個區域的話，則每個區域包含至少兩個噴頭，在其中一區域的相鄰噴頭之平均間隔是大於另一區域。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承，該軸承包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以產生一軸頸氣體薄膜，其中，這些噴頭係不對稱地分佈於軸承的圓周周圍，致使，假如此圓周被看作分割成兩部份且僅有兩個區域的話，則每個區域包含至少兩個噴頭，在其中一區域的相鄰噴頭之平均間隔是大於另一區域。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承，該軸承包含至少一系列用以供應氣體的噴頭，以產生一軸頸氣體薄膜，其中，該等噴頭係排列成繞著軸承的圓周，致使，

設一個具有噴頭的區域及一個無噴頭區域，其中，該無噴頭區域佔據一部分的圓周，且大於具有噴頭的區域中相鄰噴頭之間的平均圓周間隔。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承轉軸，包含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該氣體靜壓軸承包含至少一個用以供應氣體的供應埠，以便在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜。

根據本發明另一型態，設有一氣體靜壓軸承，該軸承包含至少兩系列用以供應氣體的噴頭，以產生一軸頸氣體薄膜，其中，第一系列的噴頭係與第二系統的噴頭軸向隔開，而且，第一系列與第二系列中的噴頭係排列成圍繞該軸承的圓周，致使，在每一系列中有一個具有噴頭的區域及一個無噴頭區域，而且，第一系列中的無噴頭區域並未對齊第二系列中的無噴頭區域。無噴頭區域可以在直徑方向上彼此正對。

圖式簡單說明

以下，將參考附圖以範例方式說明本發明的實施例。

第1圖是顯示氣體靜壓軸承轉軸的示意圖。

第2A圖顯示可用於第1圖所示種類的轉軸中之習知軸承的剖面圖。

第2B圖是沿著第2A圖所示的軸承之直線IIB-IIB所作之剖面圖。

第3A圖是顯示本發明實施例的軸承且可用於第1圖所示種類的本發明之轉軸的軸承之剖面圖。

第3B圖是沿著第3A圖所示的軸承之直線IIIB-IIIB所作的剖面圖。

第4圖是顯示各可用於第3A與3B圖的軸承之種類的平面噴頭及囊狀噴頭之範例。

5 第5圖是顯示在第1圖所示種類的轉軸中在不同轉速下軸的徑向軌道之圖形，其中使用第2A與2B圖及第3A與3B圖所示種類的轉軸。

第6圖顯示氣體靜壓空氣軸承轉軸裝置，其含有第1圖所示種類的空氣軸承轉軸、及用以控制轉軸操作的主動控制系統。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

第1圖顯示高速加壓氣體靜壓軸承轉軸1，其被設置成可用於鑽孔機中，且以超過50,000rpm甚至高達300,000rpm
15 範圍內的速度運轉。此轉軸包含一軸組件2，此軸組件藉由一對空氣軸承4所支撐，以便在一主要本體3內旋轉。在此對空氣軸承4之間，設置有一個整體的旋轉電動馬達5，係用以相對於轉軸的剩餘部位而旋轉式地驅動此軸組件2。馬達5的結構與操作是屬於氣體靜壓軸承鑽頭轉軸領域中的
20 習知技術，因此，於文中並未詳細說明。一對相向的軸向軸承6係設置於此轉軸的一端上，使其夾住一轉軸滑道21且提供軸向定位。工具固持器(未顯示)係設置於軸組件2的另一端，用以固持工具，此工具在本實施例中可以是鑽頭工具。

第2A與2B圖顯示習知的軸承104。爲了提供習知的轉軸，可以使用兩個這類的習知軸承104以作為空氣軸承4，如第1圖的轉軸所示。空氣軸承104一般是圓柱形且設有多數噴頭141，這些噴頭在此軸承中係排列成彼此在軸向上隔開的四個系列142。在每一系列噴頭中的這些噴頭141係排列於軸承104的軸承表面143之圓周周圍。而且，這些噴頭141及其個別出口在軸承表面143的圓周周圍是以等距離隔開。在此軸承104中，每一排有六個噴頭。在此情形中，為了在習知轉軸中獲得最大靜態硬度與最佳高速動力穩定性，在一個雙生軸頸軸承設計中，設有四排噴嘴。因此，具有二系列142的噴頭141之第一軸承部144，及含有第二對系列142的噴頭141之第二軸承部145。軸承部144、145係藉由一個通風至大氣的排放溝槽146所隔開。在每個軸承部144、145中的此系列噴頭142，係互相隔開長達個別軸承部144、145之長度的三分之一。

雖然在第1圖所示的轉軸中使用這類習知軸承104，在一些情形下仍可以獲得令人滿意的結果，但是，在上述同步諧振頻率時，軸組件2在軸承4中仍有顯著的軌道運行。如此會產生位置加工誤差及小直徑工具的破裂。

第3A與3B圖顯示不同形式的軸承204，其本身或者用於第1圖所示的此種轉軸內時可作為本發明的另一實施例。而且，第3A與3B圖所示種類的軸承204可用於第1圖所示的兩種軸承4上。在此，軸承204一般為圓柱形且具有圓柱形的軸承表面243。而且，設有兩個藉由排放溝槽246所

隔開的軸承部244、245。而且，多數噴頭241係設置於軸承204中，用於供應氣體(一般為空氣)到軸承表面243，致使當軸承204被組裝至第1圖所示種類的轉軸1內且進行操作時，能夠在軸承表面243與軸2之間形成一軸頸空氣薄膜。

5 然而，在此情形中，有兩系列且僅有兩系列242的噴頭241，在每個軸承部244、245中各有一系列。每一系列242係同心地設置於個別軸承部244、245的軸向寬度內。在每個系列242中具有十個噴頭241，而非在第2A與2B圖所示軸承中的六個。

10 如第3B圖所示，噴頭241係以非對稱方式排列於軸承204的圓周周圍。特別地，這些噴頭241的出口係非對稱式地排列於軸承表面243的周圍。軸承204可以被看作具有一噴頭區域247及一無噴頭區域248。在具有噴頭區域247中的這些噴頭241，在角度上是等距離相互隔開的(在此實施例
15 中為30度)，致使，這些噴頭的出口在軸承表面243的周圍上以等距離的方式隔開。而且，這些噴頭241的排列方式好像已經從無噴頭區域248中的一系列十二個噴頭中省去兩個噴頭一樣。因此，在具有噴頭區域247的個別尾端，噴頭241之間的角度距離等於具有噴頭區域247中的相鄰噴頭之
20 間的角度距離之三倍，也就是說，它們相隔90度。假如從每系列噴頭中省去一個噴頭241的話，則阻尼效果可能會顯著地變少。假如省去超過兩個噴頭的話，則阻尼效果會更大，但是在負載容量上的減少將會變得更加有問題。

 在第3A與3B圖所示的軸承204中所使用的每個軸承部

244、245中之單一中心排的噴頭242，係更加能夠容許在橫跨轉軸操作的速度範圍內之軸承空隙上的變化。這是由於在噴頭241之間具有較小的分散，也就是說，在噴頭241中間的軸頸薄膜之壓力變化較小的緣故，這一點因為在相鄰
5 噴頭241之間具有較小的圓周距離，所以必然會發生。

例如藉由有效省去噴頭而設置非對稱的噴頭排列方式，能夠在內徑(亦即：軸承204的軸承表面243)周圍產生不均等的壓力輪廓。

使噴頭241非對稱式地排列於軸承204的周圍且留下無
10 噴頭區域248之效果在於：操作時軸2會相對於軸承的幾何中心軸線，而採取一個稍為偏軸的位置以作為平衡位置。經發現如此可引起阻尼效果，其足以顯著地減少徑向軌道運行的量值，此徑向軌道運行是在軸組件的一個、另一個或兩個同步諧振頻率範圍內之速度操作期間，一軸所展現
15 出來的現象。

具有噴頭的區域247及無噴頭區域246係被排列成在兩個系列242的噴頭241中互相對齊。也就是說，無噴頭區域248係位於實質上兩系列噴頭242中的相同圓周區域(亦即，在兩個軸承部244、245中)。可以看出如此有助於在操
20 作期間對軸提供稍微偏軸的平衡位置，且有助於增加擠壓薄膜阻尼分量。

經發現當使用第3A與3B圖所示種類的軸承時所發生軸2的稍微偏軸位置，可引起所謂具有擠壓薄膜阻尼效果特徵之現象。

經發現可進一步增強阻尼效果，其中每個噴頭241為平面噴頭而非囊狀噴頭。第4圖顯示當鄰近軸2的曲線表面時一平面噴頭241a及一囊狀噴頭241b之範例。可以看出在此平面噴頭241a中，噴頭的出口是與軸承表面243平齊。反之，在囊穴噴嘴241b中，噴頭的出口是處於一凹穴(或囊穴)中，此凹穴是遠離軸承表面243而凹陷。雖然可藉由使用平面噴頭241a取代囊狀噴頭241b而增進阻尼量，但是，如此卻導致徑向負載容量及硬度的減少，如此可能對轉軸的最大操作速度產生影響。

雖然第3A與3B圖所示的軸承在每個軸承部244、245中具有單排的噴頭241，但這不是最重要的。第3A與3B圖所顯示的特殊軸承被設計成取代第2A與2B圖所示的軸承，以提供增強的諧振頻率軌道運行抑制作用且結合相等的靜態性能特徵，同時伴隨空氣消耗與運轉成本的減少。為了更加精確地定義非對稱性，在一排十二個噴頭內省去噴頭，而非在兩排六個噴頭內省去，因為，在兩排六個噴頭中，每個省去的噴頭代表一個非常粗略的改變。

第5圖顯示在第1圖所示種類的轉軸1中以不同轉速旋轉的軸2之動態徑向軌道的圖形。第一條線A顯示含有兩個第2A與2B圖所示種類的軸承之轉軸所展現的性能，而第二條直線B顯示含有兩個第3A與3B圖所示種類的軸承之第1圖所示種類的轉軸所展現的性能。此圖形顯示在範例中所達成的降低軌道運行。

可以想像得到在其他實施例中，可以使用具有不同數

量的噴頭，而且，可以使用具有不同角度尺寸之無噴頭區域。較佳地，無噴頭區域佔據45度至120度之間的角度，且最好是60度至90度之間，或者更好地為60度至80度之間。較佳地，設有至少六個其他噴頭。在其他範例中，相較於
5 其他引進額外噴頭等方式，藉由改變一些噴頭的尺寸，改變軸承一些區域中噴頭的間隔，可以達到想要的軸偏移效果。

在上述軸承204中，非對稱噴頭圖案是藉由在製造軸承時省去一些噴頭而達成，亦即，並非藉由鑽設不需要的噴
10 頭用孔洞。在另一實施例中，當製造軸承時，所有的噴頭起初均可藉由鑽孔及/或其他加工方式而產生，但是，之後將一個或多個噴頭堵塞起來，以提供特殊應用情形所需要的噴頭圖案。例如藉由插入需要數量的塞子或使用膠帶，而塞住所選擇的孔洞。如此可以提供更為方便的方式，比
15 起採取具有不同特定預先鑽設好的噴頭圖案之多數不同軸承套筒來說，可以提供多種不同阻尼效果，以用於不同的應用情形。

在另一實施例中，可以修改排放溝槽246中的氣流，以便產生阻尼效果。排放溝槽246可以藉由一個或多個排放出
20 口(未顯示)而通風至大氣。為了促進產生阻尼效果，僅設置單一出口。而且，藉由設置一限制物，而可以對至少一個出口實施節流控制，因此，可以產生背壓，此背壓具有局部效果且能有助於對軸的軌道運行提供阻尼效果。

如上所述，在第3A與3B圖所示的軸承204中，有兩系

列的噴頭242，此兩系列均設置一具有噴頭區域247及一無噴頭區域248。在此軸承204中，在一系列中的無噴頭區域248是對齊另一系列中的無噴頭區域248。在另一實施例中，可以類似地具有兩系列的噴頭，各設置一無噴頭區域及一具有噴頭的區域，但是，使其中一系列的無噴頭區域並未對齊另一系列中的無噴頭區域。無噴頭區域可以在直徑方向上彼此相向。

在上述說明中提到，使軸採取偏心位置以增強對抗軸的軌道運行之阻尼效果。在一些替代實施例中，不需要一定使此軸採取偏心位置，便可達成類似的阻尼效果。此效果並不是上述的擠壓薄膜阻尼效果，而是一種能夠抑制此軸產生軌道運行傾向之效果，此效果仍然是一個有用的效果。不使軸採用偏軸位置的阻尼效果，例如可以發生在其中藉由控制排放氣體的離開而產生局部背壓效果之情形。

同樣地，這一點可能發生在其中藉由控制氣體供應到氣體薄膜所獲得的不均等壓力輪廓之情形。一種可能的配置方式是設有兩系列噴頭，各具有無噴頭區域，且這些無噴頭區域是如上述在直徑方向上彼此相向。在這樣的情形中，任何偏移效果可能彼此抵銷，同時仍具有阻尼效果。

雖然在第3A與3B圖的軸承中，在排放溝槽246的每一側上具有單排噴頭242，但是另一方面，在每半個軸承中，在排放噴頭246的每一側上也可以有兩排或多排噴頭242。每排或選定的幾排可以具有無噴頭區域。

在除了具有噴頭軸承的其他實施例中，轉軸可以包含

狹縫軸承，再次被設置成用以提供阻尼效果，以類似於上述的方式對抗軸的軌道運行。

第6圖概略地顯示一氣體靜壓軸承轉軸裝置，其包含具有第2A與2B圖所示種類的軸承之第1圖所示種類的空氣軸承轉軸1，及用以控制轉軸操作的主動控制系統1001。此控制系統1001包含：一感測器1002，用以感測轉軸的軸2之性能；多數閥體1003，用以控制將氣體供應至轉軸1的軸承104中之噴頭141；及一控制模組1004，用以對應來自感測器1002的信號而控制這些閥體1003。感測器1002例如可以包含震動感測器，用以感測當處於諧振狀況下軸2所發生之不要震動。

閥體1003被排列成可獨立控制透過各組噴頭141供應氣體至氣體薄膜。在本範例中，有兩個閥體1003，第一個閥體係控制透過軸承1004而供應氣體供應至一排噴頭(在軸向方向上)，而第二個閥體則控制氣體供應至剩餘的五排噴頭141。藉由這樣的控制系統1004，根據感測器1002的輸出，可以選擇性地施加阻尼效果至軸承104上。特別地，在選定的時間，可以減少第一閥體所供應至單排噴頭的氣體，以提供軸承104周圍的氣體薄膜中的壓力分佈之變化，且因此可促進阻尼效果。當接近諧振時，可以採用這樣的步驟，藉由感測器1002的輸出可指出接近諧振。當感測器的輸出超出預定的臨界值時，此氣體供應可以維持在較少的程度。

在另一實施例中，在以預定範圍的軸速，可採取增加

阻尼效果的步驟。

至少一些替代技術中，至少在一些操作速度上可有助於增加軸承的硬度。例如，可以較低的速度提供更大的硬度，對應於在運用這類轉軸的鑽孔機中使用較大鑽頭，且
5 被設置成使用不同尺寸的鑽孔工具。

要知道的是，由於本發明軸承轉軸是氣體靜壓軸承轉軸，所以，它們從外部供應來源供應加壓氣體(空氣)以進行操作，也就是說，來自例如壓縮機的空氣被供應到軸承內，以產生軸頸氣體薄膜。因此，當然可以完全控制供應至軸
10 承的壓力，而與軸的轉速無關。為了有助於在高速下操作，本發明的轉軸被設置成可在高壓下進行操作，(例如5bar以上，一般為5至7bar的範圍)，也就是說，氣體(通常為空氣)以此壓力供應至軸承內。

設置平面噴頭在高壓的情形下可能特別有利。這是因為這樣的高壓下，軸承可能特別容易受到自我感應式氣體
15 薄膜激發或諧振的影響(一般稱之為氣動聲(moan)或氣動錘)，此問題在例如2bar的壓力下較不可能發生。經發現藉由使用平面噴頭，在每個噴頭周圍縮小或移除「囊穴體積」可有助於防止此不穩定現象的發生。

20 【圖式簡單說明】

第1圖是顯示氣體靜壓軸承轉軸的示意圖。

第2A圖顯示可用於第1圖所示種類的轉軸中之習知軸承的剖面圖。

第2B圖是沿著第2A圖所示的軸承之直線IIB-IIB所作

之剖面圖。

第3A圖是顯示本發明實施例的軸承且可用於第1圖所示種類之本發明之轉軸的軸承之剖面圖。

5 第3B圖是沿著第3A圖所示的軸承之直線IIIB-IIIB所作的剖面圖。

第4圖是顯示各可用於第3A與3B圖的軸承之種類的平面噴頭及囊狀噴頭之範例。

第5圖是顯示在第1圖所示種類的轉軸中在不同轉速下軸的徑向軌道之圖形，其中使用第2A與2B圖及第3A與3B
10 圖所示種類的轉軸。

第6圖顯示氣體靜壓空氣軸承轉軸裝置，其含有第1圖所示種類的空氣軸承轉軸、及用以控制轉軸操作的主動控制系統。

【主要元件符號說明】

1…氣體靜壓軸承轉軸	143…軸承表面
2…軸組件	144…第一軸承部
3…主要本體	145…第二軸承部
4…空氣軸承	146…排放溝槽
5…電動馬達	204…軸承
6…軸向軸承	241…噴頭
21…轉軸滑道	241a…平面噴頭
104…軸承	241b…囊狀噴頭
141…噴頭	242..系列
142…系列	243…軸承表面

244、245…軸承部

246…排放溝槽

247…噴頭區域

248…無噴頭區域

1001…主動控制系統

1002…感測器

1003…閥體

1004…控制模組

十、申請專利範圍：

1. 一種氣體靜壓軸承轉軸，包含：一軸，係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，該軸承包含用以供應氣體的至少二個系列的平面噴頭，以在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中，該等噴頭係以圍繞該軸承的圓周周圍之方式排列，致使在使用時能夠在軸承周圍產生不均等的壓力輪廓，而引起一阻尼效果以控制該軸在軸承中的軌道運行，其中該軸承係一雙生軸承，其在二個軸向間隔的軸承部之間具有一共用排放口，每個軸承部包含該等至少二個系列的噴頭中的一個別者。
5
2. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該不均等的壓力輪廓能使該軸在使用時在該軸承內採取一偏軸位置。
3. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該等系列噴頭中的該等噴頭係繞著軸承表面周圍排列成一不完全環。
15
4. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該等噴頭係不均勻地分佈於該軸承的圓周周圍。
5. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該等噴頭係排列成繞著該軸承的圓周，致使，設有一個具有噴頭的區域及一個無噴頭區域，其中，該無噴頭區域佔據一部分的圓周，且大於該具有噴頭的區域中相鄰噴頭之間的平均圓周間隔。
20
6. 如申請專利範圍第5項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該

具有噴頭的區域中之該等噴頭是等距離地隔開。

- 5 7. 如申請專利範圍第5項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該等噴頭係排列成使得界定出該無噴頭區域的每個尾端之噴頭間的圓周間隔是該具有噴頭的區域中的該等噴頭間之圓周間隔的整數倍。
- 10 8. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該等噴頭係不對稱地分佈於軸承的圓周周圍，致使，假如該圓周被看作分割成兩部份且僅有兩個區域的話，則每個區域包含至少兩個噴頭，在其中一區域的相鄰噴頭之平均間隔是大於另一區域。
- 15 9. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，在一系列噴頭中的該等噴頭之出口係排列於軸承表面周圍的一圓周線上。
10. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，在一系列噴頭中的該等噴頭之出口係在軸向上彼此隔開。
11. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該等系列噴頭或每個系列噴頭包含至少六個噴頭。
12. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，各軸承部具有一個別單一系列的噴頭。
- 20 13. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其包含多個氣體靜壓軸承。
14. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其包含至少一排放口，用於使來自該氣體薄膜的氣體離開該軸承，其中，來自該氣體薄膜的氣體之離開經控制而產生

背壓，以在該軸承中提供阻尼效果。

15. 如申請專利範圍第14項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該排放口包含一阻塞物。

5 16. 如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，其中，該軸承包含多數孔洞，各孔洞當未受阻塞時能夠作為供應埠，其中，該等多數孔洞中的至少一個孔洞被阻塞起來，以防止它作為一供應埠，同時該等多數孔洞中的其他孔洞則未受阻塞且在使用時作為供應埠。

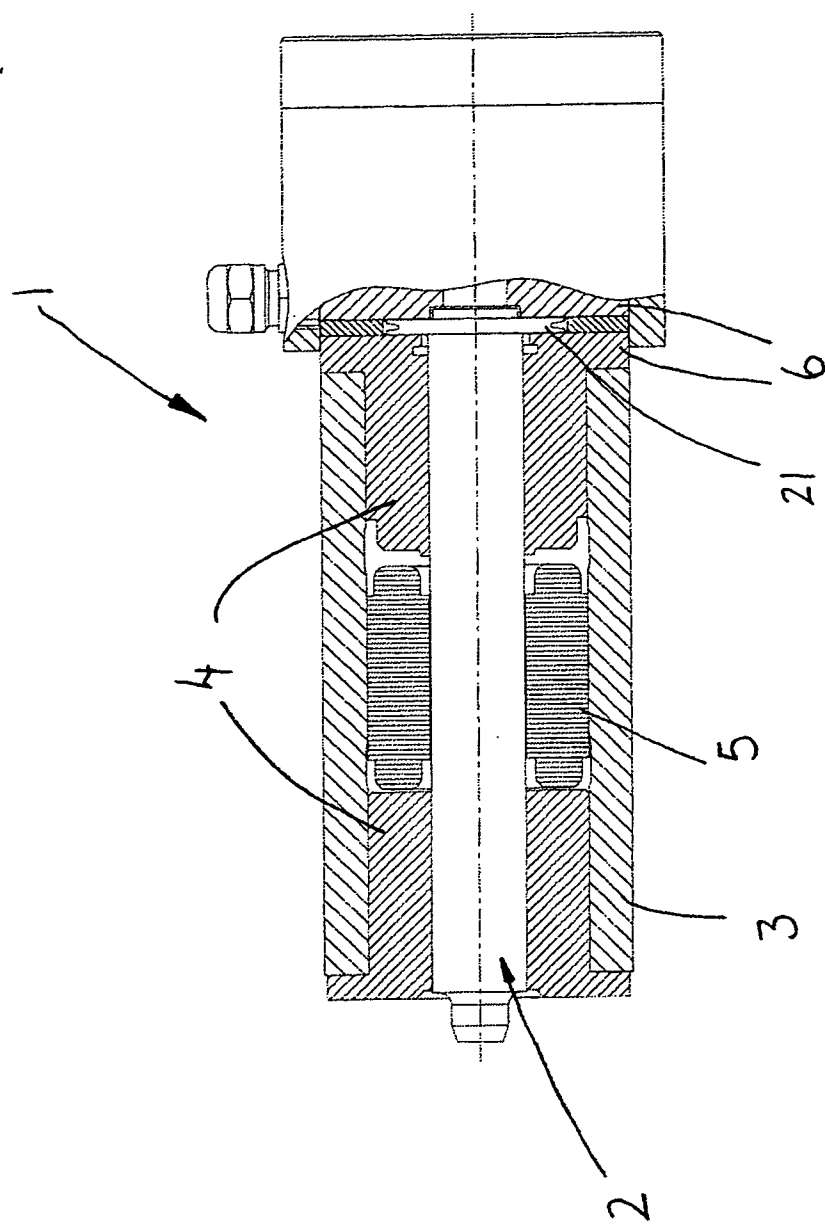
10 17. 一種氣體靜壓軸承轉軸裝置，包含一個如申請專利範圍第1項之氣體靜壓軸承轉軸，及一主動控制系統，用以控制供應氣體到該氣體薄膜及來自該氣體薄膜的氣體離開兩者中之至少一者，以可控制地改變該軸承於使用時其周圍的壓力輪廓。

15 18. 如申請專利範圍第17項之氣體靜壓軸承轉軸裝置，其中，該主動控制系統包含：至少一感測器，用以感測該軸的性能；至少一閥體，用以控制供應氣體到該氣體薄膜及來自該氣體薄膜的氣體離開兩者中之至少一者；以及一控制模組，用以對應於該感測器的輸出而控制該閥體的操作。

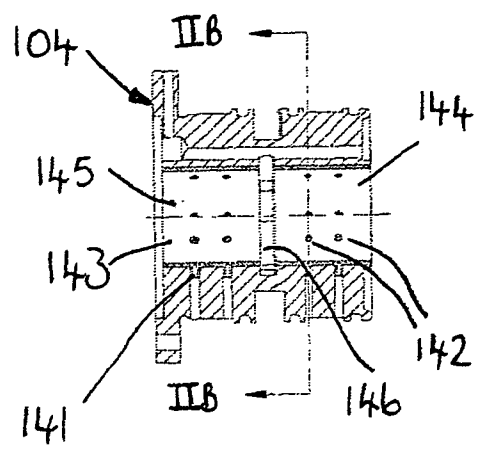
20 19. 一種用於操作氣體靜壓軸承轉軸裝置之方法，該氣體靜壓軸承轉軸裝置係如申請專利範圍第17項所述，該方法包含以下步驟：當該軸以該系統的一諧振頻率附近的一預定範圍內之一速率旋轉，而非以該預定範圍外之一速率旋轉時，使用該主動控制系統，以在該軸承內提供更

高程度的阻尼效果。

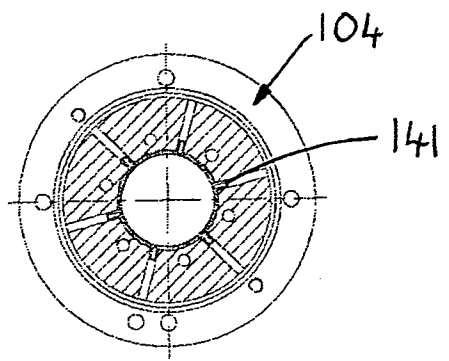
20. 一種用於控制氣體靜壓軸承轉軸的軸承內之軸的軌道運行之方法，該轉軸包含一軸，該軸係以軸頸方式連接於一氣體靜壓軸承內，且該軸承包含用以供應氣體的至少二個系列的平面噴頭，以在該軸與該軸承之間產生一軸頸氣體薄膜，其中該軸承係一雙生軸承，其在二個軸向間隔的軸承部之間具有一共用排放口，每個軸承部包含該等至少二個系列的噴頭中的一個別者，該方法包含以下步驟：在該軸承周圍引起不均等的壓力輪廓，以對該軸承內的該軸之軌道運行產生阻尼效果。



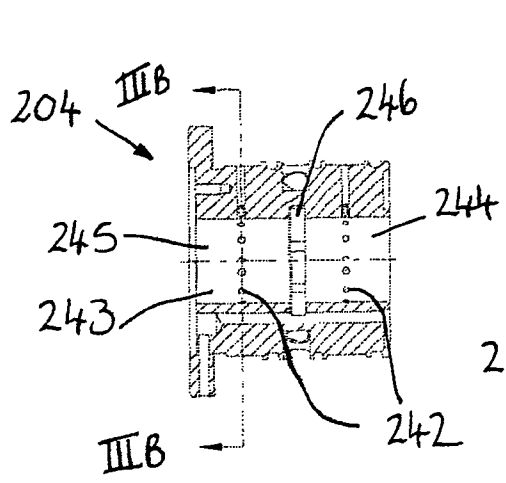
第1圖



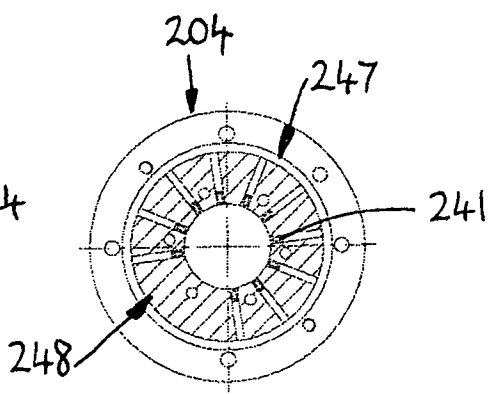
第2A圖



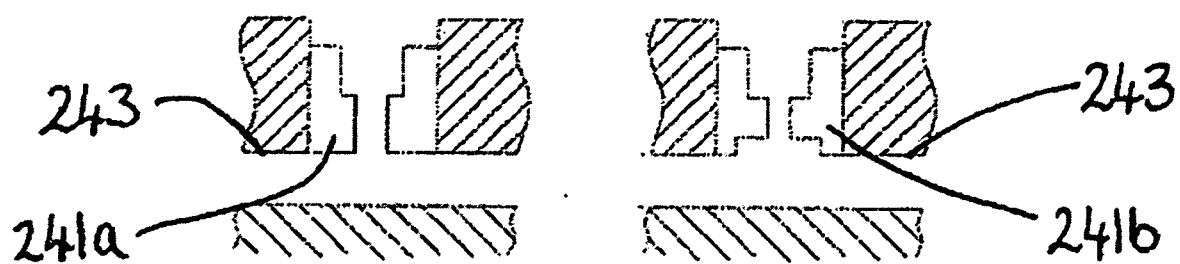
第2B圖



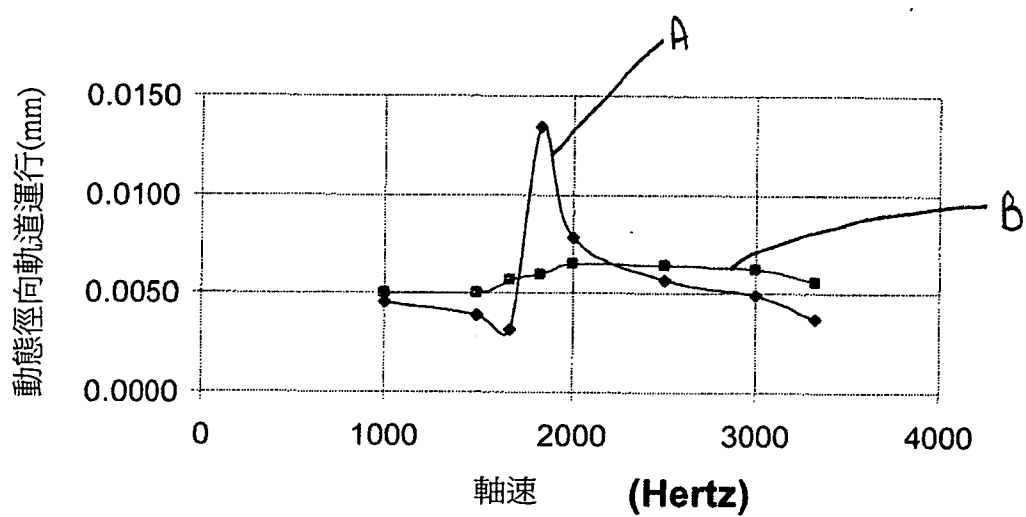
第3A圖



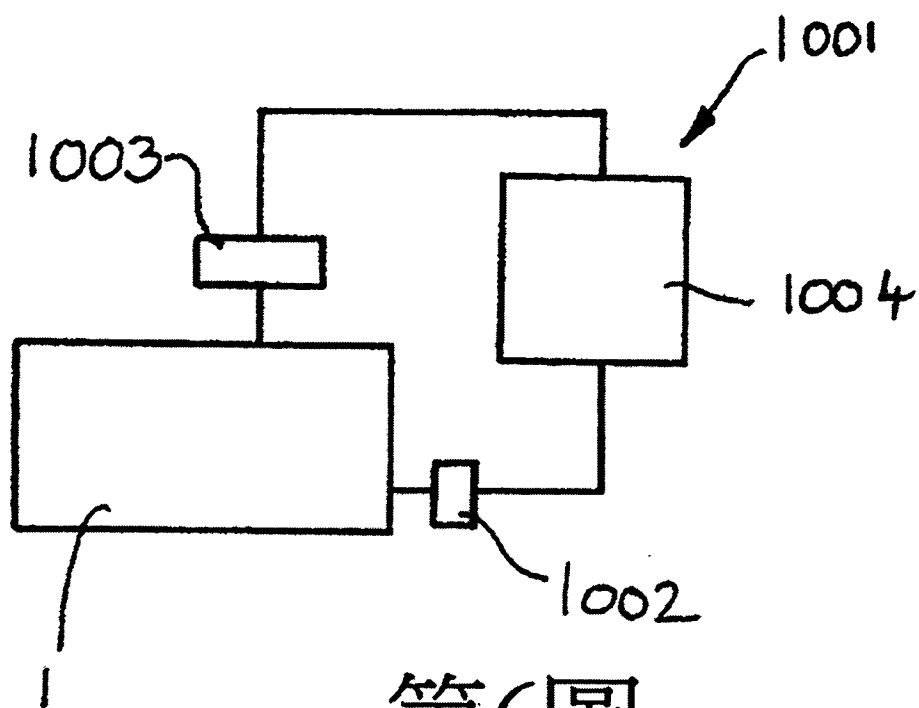
第3B圖



第4圖



第5圖



第6圖