

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F16C 32/06 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480033111.7

[43] 公开日 2006 年 12 月 13 日

[11] 公开号 CN 1878965A

[22] 申请日 2004.9.10

[21] 申请号 200480033111.7

[30] 优先权

[32] 2003.9.12 [33] JP [31] 321807/2003

[86] 国际申请 PCT/US2004/029676 2004.9.10

[87] 国际公布 WO2005/028891 英 2005.3.31

[85] 进入国家阶段日期 2006.5.10

[71] 申请人 美蓓亚株式会社

地址 日本长野

[72] 发明人 小原陆郎

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所  
代理人 郑修哲

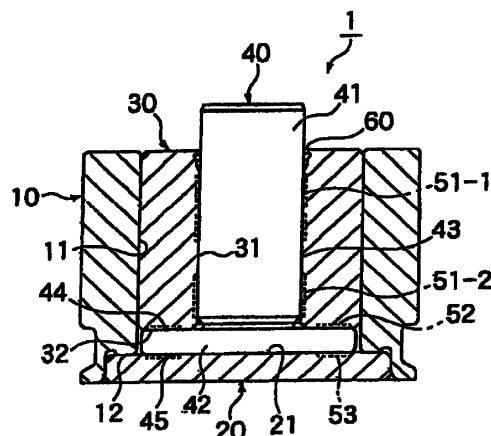
权利要求书 21 页 说明书 32 页 附图 6 页

## [54] 发明名称

流体动力轴承单元

## [57] 摘要

一种由组合起来的多个模块化元件构成的流体动力轴承单元具有壳体元件(10)、端板元件(20)、第一外环元件(30)、第二外环元件(80)、附接有凸缘的轴元件(40)以及间隔元件(100)。在第一外环元件(30)的内圆周表面上和第二外环元件(80)的内圆周表面上,形成第一动压力槽(91)和第二动压力槽(92)以产生在径向上支撑负载的动压力。在第二外环元件(80)的上端表面上和端板元件(20)的上表面上,形成第三动压力槽(93)和第四动压力槽(94)以产生在轴向上支撑负载的动压力。润滑油被填充入相应于每个动压力槽的微小间隙中。其上形成动压力槽的元件由可硬化的钢或不锈钢制成。流体动力轴承单元适用于硬盘驱动器,比如 HDD 或 DVD。



1. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端的端板元件；

装配入管状壳体元件的外环元件；

附接有凸缘的轴元件，其被插入外环元件以使得其凸缘部分位于外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间；

至少一个第一动压力槽，其形成于外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上；

第三动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

2. 根据权利要求1的流体动力轴承单元，其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

3. 根据权利要求1的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

4. 根据权利要求1的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

5. 根据权利要求1的流体动力轴承单元，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

6. 根据权利要求 1 的流体动力轴承单元, 还包括润滑油密封。

7. 根据权利要求 1 的流体动力轴承单元, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

8. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端的端板元件;

装配入管状壳体元件的外环元件; 和

插入外环元件中的轴元件;

至少一个第一动压力槽, 其形成于外环元件的内圆周表面上或轴元件的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或轴元件的下表面上; 以及

润滑油, 其填充在相应于第一动压力槽和第二动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

9. 根据权利要求 8 的流体动力轴承单元, 其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

10. 根据权利要求 8 的流体动力轴承单元, 其中, 其中形成第一和第二动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一和第二动压力槽。

11. 根据权利要求 8 的流体动力轴承单元, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

12. 根据权利要求 8 的流体动力轴承单元, 其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

13. 根据权利要求 8 的流体动力轴承单元, 还包括润滑油密封。

14. 根据权利要求 8 的流体动力轴承单元, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

15. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的外环元件；

插入外环元件的内环元件；和

附接有凸缘的轴元件，其被装配入内环元件以使得外环元件的下端表面和内环元件的下端表面位于其凸缘部分的一侧而端板元件的上表面位于另一侧；

至少一个第一动压力槽，其形成于外环元件的内圆周表面上或内环元件的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于外环元件的下端表面上或凸缘部分的上表面上；

第三动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

16. 根据权利要求 15 的流体动力轴承单元，其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

17. 根据权利要求 15 的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

18. 根据权利要求 15 的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

19. 根据权利要求 15 的流体动力轴承单元，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

20. 根据权利要求 15 的流体动力轴承单元，还包括润滑油密封。

21. 根据权利要求 15 的流体动力轴承单元，其中端板元件由类金  
刚石碳涂覆。

22. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元，该流体动力  
轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的外环元件；

附接有凸缘的内环元件，凸缘部分位于该内环元件的一端处并且  
该内环元件以如此的方式插入外环元件以使得附接有凸缘的内环元件  
的凸缘部分位于外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间；

轴元件，其装配入附接有凸缘的内环元件；

至少一个第一动压力槽，其形成于外环元件的内圆周表面上或附  
接有凸缘的内环元件的主体的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的  
内环元件的凸缘部分的上表面上；

第三动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的内  
环元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽以及第三  
动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

23. 根据权利要求 22 的流体动力轴承单元，其具有两个在流体动  
力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

24. 根据权利要求 22 的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、  
第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并  
且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第  
三动压力槽。

25. 根据权利要求 22 的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还  
包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状  
壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨

光,从而封闭管状壳体元件的下端部分。

26. 根据权利要求 22 的流体动力轴承单元,其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

27. 根据权利要求 22 的流体动力轴承单元,还包括润滑油密封。

28. 根据权利要求 22 的流体动力轴承单元,其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

29. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元,该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件;

装配入管状壳体元件的第一外环元件;

装配入管状壳体元件的第二外环元件;

附接有凸缘的轴元件,其具有主体和凸缘部分,该轴元件插入第一外环元件和第二外环元件以使得其凸缘部分位于第一外环元件的下端表面和第二外环元件的上表面之间;

第一动压力槽,其形成于第一外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第二动压力槽,其形成于第二外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第三动压力槽,其形成于第一外环元件的下表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上;

第四动压力槽,其形成于第二外环元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上;以及

润滑油,其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

30. 根据权利要求 29 的流体动力轴承单元,其中

附接有凸缘的轴元件的主体具有两段,每段具有不同的直径。

31. 根据权利要求 29 的流体动力轴承单元,其中,其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制

成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

32. 根据权利要求 29 的流体动力轴承单元, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

33. 根据权利要求 29 的流体动力轴承单元, 其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

34. 根据权利要求 29 的流体动力轴承单元, 还包括润滑油密封。

35. 根据权利要求 29 的流体动力轴承单元, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

36. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件;

装配入管状壳体元件的第一外环元件;

装配入管状壳体元件的第二外环元件;

附接有凸缘的轴元件, 其具有主体和凸缘部分, 该轴元件插入第一外环元件和第二外环元件以使得其凸缘部分位于第二外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间;

间隔元件, 其包围附接有凸缘的轴元件的凸缘部分以相对于端板元件定位第二外环元件;

第一动压力槽, 其形成于第一外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于第二外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第三动压力槽, 其形成于第二外环元件的下表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上;

第四动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴

元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

37. 根据权利要求 36 的流体动力轴承单元，其中

附接有凸缘的轴元件的主体具有两段，每段具有不同的直径。

38. 根据权利要求 36 的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

39. 根据权利要求 36 的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

40. 根据权利要求 36 的流体动力轴承单元，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

41. 根据权利要求 36 的流体动力轴承单元，还包括润滑油密封。

42. 根据权利要求 36 的流体动力轴承单元，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

43. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的第一外环元件；

装配入管状壳体元件的第二外环元件；

插入第一外环元件的第一内环元件；

第二附接有凸缘的内环元件，凸缘部分位于其一端处并且该内环元件以如此的方式插入第二外环元件以使得凸缘部分位于第二外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间；

装配入第一内环元件和第二内环元件的轴元件；

第一动压力槽，其形成于第一外环元件的内圆周表面上或第一内环元件的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于第二外环元件的内圆周表面上或第二附接有凸缘的内环元件的外圆周表面上；

第三动压力槽，其形成于第二外环元件的下表面上或第二附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的上表面上；

第四动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或第二附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

44. 根据权利要求 43 的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

45. 根据权利要求 43 的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

46. 根据权利要求 43 的流体动力轴承单元，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

47. 根据权利要求 43 的流体动力轴承单元，还包括润滑油密封。

48. 根据权利要求 43 的流体动力轴承单元，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

49. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的大直径的第一外环元件；

装配入管状壳体元件的小直径的第二外环元件；

阶梯式轴元件，其以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得阶梯式轴元件的大直径部分被插入第一外环元件且阶梯式轴元件的小直径部分被插入第二外环元件；

第一动压力槽，其形成于第一外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的大直径部分的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于第二外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的小直径部分的外圆周表面上；

第三动压力槽，其形成于第二外环元件的上表面上或阶梯式轴元件的阶梯部分的表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

50. 根据权利要求 49 的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

51. 根据权利要求 49 的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

52. 根据权利要求 49 的流体动力轴承单元，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

53. 根据权利要求 49 的流体动力轴承单元，还包括润滑油密封。

54. 根据权利要求 49 的流体动力轴承单元，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

55. 一种包括多个模块化元件的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的小直径的第一外环元件；

装配入管状壳体元件的大直径的第二外环元件；

阶梯式轴元件，其以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得阶梯式轴元件的小直径部分被插入第一外环元件且阶梯式轴元件的大直径部分被插入第二外环元件；

第一动压力槽，其形成于第一外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的小直径部分的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于第二外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的大直径部分的外圆周表面上；

第三动压力槽，其形成于第一外环元件的下端表面上或阶梯式轴元件的阶梯部分的表面上；

第四动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或阶梯式轴元件的下端表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

56. 根据权利要求 55 的流体动力轴承单元，其中，其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

57. 根据权利要求 55 的流体动力轴承单元，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

58. 根据权利要求 55 的流体动力轴承单元，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

59. 根据权利要求 55 的流体动力轴承单元，还包括润滑油密封。

60. 根据权利要求 55 的流体动力轴承单元，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

61. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备，比如 HDD 或 DVD，该硬盘驱动器设备包括有电机，该电机具有由多个模块化元件组成的

流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端的端板元件；

装配入管状壳体元件的外环元件；

附接有凸缘的轴元件，其以如此的方式插入外环元件以使得其凸缘部分位于外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间；

至少一个第一动压力槽，其形成于外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上；

第三动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

62. 根据权利要求 61 的硬盘驱动器设备，其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

63. 根据权利要求 62 的硬盘驱动器设备，其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

64. 根据权利要求 62 的硬盘驱动器设备，其中，其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

65. 根据权利要求 62 的硬盘驱动器设备，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

66. 根据权利要求 62 的硬盘驱动器设备，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

67. 根据权利要求 62 的硬盘驱动器设备，还包括润滑油密封。

68. 根据权利要求 62 的硬盘驱动器设备, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

69. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备, 比如 HDD 或 DVD, 该硬盘驱动器设备包括有电机, 该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端的端板元件;

装配入管状壳体元件的外环元件; 和

插入外环元件中的轴元件;

至少一个第一动压力槽, 其形成于外环元件的内圆周表面上或轴元件的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或轴元件的下表面上; 以及

润滑油, 其填充在相应于第一动压力槽和第二动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

70. 根据权利要求 69 的硬盘驱动器设备, 其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

71. 根据权利要求 70 的硬盘驱动器设备, 其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

72. 根据权利要求 70 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一和第二动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一和第二动压力槽。

73. 根据权利要求 70 的硬盘驱动器设备, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

74. 根据权利要求 70 的硬盘驱动器设备, 其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

75. 根据权利要求 70 的硬盘驱动器设备, 还包括润滑油密封。

76. 根据权利要求 70 的硬盘驱动器设备, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

77. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备, 比如 HDD 或 DVD, 该硬盘驱动器设备包括有电机, 该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件;

装配入管状壳体元件的外环元件;

插入外环元件的内环元件; 和

附接有凸缘的轴元件, 其以如此的方式装配入内环元件以使得外环元件的下端表面和内环元件的下端表面位于其凸缘部分的一侧而端板元件的上表面位于另一侧;

至少一个第一动压力槽, 其形成于外环元件的内圆周表面上或内环元件的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于外环元件的下端表面上或其凸缘部分的上表面上;

第三动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上; 以及

润滑油, 其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

78. 根据权利要求 77 的硬盘驱动器设备, 其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

79. 根据权利要求 78 的硬盘驱动器设备, 其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

80. 根据权利要求 78 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

81. 根据权利要求 78 的硬盘驱动器设备, 其中管状壳体元件还包

括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

82. 根据权利要求 78 的硬盘驱动器设备，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

83. 根据权利要求 78 的硬盘驱动器设备，还包括润滑油密封。

84. 根据权利要求 78 的硬盘驱动器设备，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

85. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备，比如 HDD 或 DVD，该硬盘驱动器设备包括有电机，该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的外环元件；

具有凸缘部分的附接有凸缘的内环元件，该凸缘部分位于其一端处并且该内环元件以如此的方式插入外环元件以使得附接有凸缘的内环元件的凸缘部分位于外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间；

轴元件，其装配入附接有凸缘的内环元件；

至少一个第一动压力槽，其形成于外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的内环元件的主体的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的上表面上；

第三动压力槽，其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽以及第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

86. 根据权利要求 85 的硬盘驱动器设备，其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

87. 根据权利要求 86 的硬盘驱动器设备, 其具有两个在流体动力轴承的旋转轴线方向上间隔开的第一动压力槽。

88. 根据权利要求 86 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

89. 根据权利要求 86 的硬盘驱动器设备, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

90. 根据权利要求 86 的硬盘驱动器设备, 其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

91. 根据权利要求 86 的硬盘驱动器设备, 还包括润滑油密封。

92. 根据权利要求 86 的硬盘驱动器设备, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

93. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备, 比如 HDD 或 DVD, 该硬盘驱动器设备包括有电机, 该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件;

装配入管状壳体元件的第一外环元件;

装配入管状壳体元件的第二外环元件;

附接有凸缘的轴元件, 其具有主体和凸缘部分, 并以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得其凸缘部分位于第一外环元件的下端表面和第二外环元件的上表面之间;

第一动压力槽, 其形成于第一外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于第二外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第三动压力槽，其形成于第一外环元件的下表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上；

第四动压力槽，其形成于第二外环元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

94. 根据权利要求 93 的硬盘驱动器设备，其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

95. 根据权利要求 94 的硬盘驱动器设备，其中

附接有凸缘的轴元件的主体具有两段，每段具有不同的直径。

96. 根据权利要求 94 的硬盘驱动器设备，其中，其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

97. 根据权利要求 94 的硬盘驱动器设备，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

98. 根据权利要求 94 的硬盘驱动器设备，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

99. 根据权利要求 94 的硬盘驱动器设备，还包括润滑油密封。

100. 根据权利要求 94 的硬盘驱动器设备，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

101. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备，比如 HDD 或 DVD，该硬盘驱动器设备包括有电机，该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的第一外环元件；

装配入管状壳体元件的第二外环元件;

附接有凸缘的轴元件, 其具有主体和凸缘部分, 并以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得其凸缘部分位于第二外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间;

间隔元件, 其包围附接有凸缘的轴元件的凸缘部分以相对于端板元件定位第二外环元件;

第一动压力槽, 其形成于第一外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于第二外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上;

第三动压力槽, 其形成于第二外环元件的下表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上;

第四动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上; 以及

润滑油, 其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

102. 根据权利要求 101 的硬盘驱动器设备, 其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

103. 根据权利要求 102 的硬盘驱动器设备, 其中

附接有凸缘的轴元件的主体具有两段, 每段具有不同的直径。

104. 根据权利要求 102 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

105. 根据权利要求 102 的硬盘驱动器设备, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

106. 根据权利要求 102 的硬盘驱动器设备, 其中轴承容器通过集

成管状壳体元件和端板元件而形成。

107. 根据权利要求 102 的硬盘驱动器设备, 还包括润滑油密封。

108. 根据权利要求 102 的硬盘驱动器设备, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

109. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备, 比如 HDD 或 DVD, 该硬盘驱动器设备包括有电机, 该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件;

装配入管状壳体元件的第一外环元件;

装配入管状壳体元件的第二外环元件;

插入第一外环元件的第一内环元件;

第二附接有凸缘的内环元件, 凸缘部分位于其一端处, 该内环元件以如此的方式插入第二外环元件以使得凸缘部分位于第二外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间;

装配入第一内环元件和第二内环元件的轴元件;

第一动压力槽, 其形成于第一外环元件的内圆周表面上或第一内环元件的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于第二外环元件的内圆周表面上或第二附接有凸缘的内环元件的外圆周表面上;

第三动压力槽, 其形成于第二外环元件的下表面上或第二附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的上表面上;

第四动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或第二附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的下表面上; 以及

润滑油, 其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

110. 根据权利要求 109 的硬盘驱动器设备, 其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

111. 根据权利要求 110 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一、

第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成，并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

112. 根据权利要求 110 的硬盘驱动器设备，其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分，该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光，从而封闭管状壳体元件的下端部分。

113. 根据权利要求 110 的硬盘驱动器设备，其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

114. 根据权利要求 110 的硬盘驱动器设备，还包括润滑油密封。

115. 根据权利要求 110 的硬盘驱动器设备，其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

116. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备，比如 HDD 或 DVD，该硬盘驱动器设备包括有电机，该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元，该流体动力轴承单元包括：

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件；

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件；

装配入管状壳体元件的大直径的第一外环元件；

装配入管状壳体元件的小直径的第二外环元件；

阶梯式轴元件，其以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得阶梯式轴元件的大直径部分被插入第一外环元件且阶梯式轴元件的小直径部分被插入第二外环元件；

第一动压力槽，其形成于第一外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的大直径部分的外圆周表面上；

第二动压力槽，其形成于第二外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的小直径部分的外圆周表面上；

第三动压力槽，其形成于第二外环元件的上表面上或阶梯式轴元件的阶梯部分的表面上；以及

润滑油，其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动

压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

117. 根据权利要求 116 的硬盘驱动器设备, 其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

118. 根据权利要求 117 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一、第二和第三动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二和第三动压力槽。

119. 根据权利要求 117 的硬盘驱动器设备, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

120. 根据权利要求 117 的硬盘驱动器设备, 其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

121. 根据权利要求 117 的硬盘驱动器设备, 还包括润滑油密封。

122. 根据权利要求 117 的硬盘驱动器设备, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

123. 一种具有至少一个盘的硬盘驱动器设备, 比如 HDD 或 DVD, 该硬盘驱动器设备包括有电机, 该电机具有由多个模块化元件组成的流体动力轴承单元, 该流体动力轴承单元包括:

具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件;

封闭管状壳体元件下端部分的端板元件;

装配入管状壳体元件的小直径的第一外环元件;

装配入管状壳体元件的大直径的第二外环元件;

阶梯式轴元件, 其以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得阶梯式轴元件的小直径部分被插入第一外环元件且阶梯式轴元件的大直径部分被插入第二外环元件;

第一动压力槽, 其形成于第一外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的小直径部分的外圆周表面上;

第二动压力槽, 其形成于第二外环元件的内圆周表面上或阶梯式

轴元件的大直径部分的外圆周表面上;

第三动压力槽, 其形成于第一外环元件的下端表面上或阶梯式轴元件的阶梯部分的表面上;

第四动压力槽, 其形成于端板元件的上表面上或阶梯式轴元件的下端表面上; 以及

润滑油, 其填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

124. 根据权利要求 123 的硬盘驱动器设备, 其中盘选自于由磁盘和光盘构成的组。

125. 根据权利要求 124 的硬盘驱动器设备, 其中, 其中形成第一、第二、第三和第四动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成, 并且这些元件被硬化、磨光并且随后在这些元件中形成第一、第二、第三和第四动压力槽。

126. 根据权利要求 124 的硬盘驱动器设备, 其中管状壳体元件还包括形成于管状壳体元件下端部分中的阶梯部分, 该阶梯部分在管状壳体元件的内圆周表面和端板元件在该阶梯部分中被装配的同时被磨光, 从而封闭管状壳体元件的下端部分。

127. 根据权利要求 124 的硬盘驱动器设备, 其中轴承容器通过集成管状壳体元件和端板元件而形成。

128. 根据权利要求 124 的硬盘驱动器设备, 还包括润滑油密封。

129. 根据权利要求 124 的硬盘驱动器设备, 其中端板元件由类金刚石碳涂覆。

## 流体动力轴承单元

### 技术领域

本发明涉及在轴向上都支承负载的流体动力轴承单元。尤其，本发明涉及一种由模块化部件和组合的成品部件（unitized completed component）制成的标准化流体动力轴承单元。这种轴承单元适用于例如硬盘驱动器（HDD）或数字化多功能光盘驱动器（DVD）。

### 背景技术

近年来，在比如计算机和硬盘驱动器之类的自动办公装备中已经使用主轴电机作为旋转部件的驱动设备或部件。随着时间的过去，这些设备的能力持续增大且已经小型化。对于用于这些设备中的主轴电机，非常希望其对于电机波动准确度（NRRO（异步波动））、噪声、声音持续时间、刚度等具有高度的可靠性。

过去，对于这种类型主轴电机的旋转轴的轴向轴承，广泛使用通过组合多个球轴承而制成的组合球轴承设备。顺便提及，近来，对于硬盘驱动器，更加强列要求增大记录能力、改进冲击负载承载能力、降低噪声以及加速数据存取速度。响应于这些要求，已经有人试图改进球轴承的内和外环以及旋转体的材料和工艺精度。然而，单是这些措施并不够，并且已经认识到滚珠轴承的限制。为了响应于这些限制，已经使用了流体动力轴承。

图 11 示出了使用流体动力轴承的轴向旋转主轴电机。这个主轴电机 00 包括基部 02、由基部 02 支撑的转子轮毂 03、以及放置在基部 02 和转子轮毂 03 之间的流体动力轴承设备 01。

流体动力轴承设备 01 的套筒 010 被装配入并固定到基部 02 的中心部的圆柱壁 07 的内圆周表面，并且与转子轮毂 03 正交的旋转轴 030 装配入该套筒 010。套筒 010 和旋转轴 030 之间的小间隙充满了润滑油，并且通过旋转轴 030 的旋转以及形成于套筒 010 内圆周表面上的

动压力槽（例如人字形槽）051 和 052 的动作来在润滑油中产生压力。由于动压力槽 051 和 052 的动作所产生的动压力在径向上自由地支撑旋转轴 030 的旋转，同时旋转轴 030 不与套筒 010 的内圆周表面相接触。动压力槽 051 和 052 形成于套筒 010 的上和下内圆周表面处。事实上，这些动压力槽也能形成于旋转轴 030 的外圆周表面上。

细节在图 11 中未示出，但是在对面板 020（counter plate）的上表面和套筒 010 的下端表面形成有动压力槽（例如人字形槽），所述的槽分别面对止推环 060 的下端表面和上端表面，所述止推环 060 装配到旋转轴 030 的下端部。在邻近每个动压力槽的相对表面之间形成有小间隙。润滑油填充在每个间隙中，并且通过旋转轴 030 的旋转在润滑油中产生压力。由于这些动压力槽的动作所产生的动压力在轴向上自由地支撑止推环 060 的旋转，同时止推环 060 不与对面板 020 的上表面或套筒 010 的下端表面相接触。这些动压力槽可形成于止推环 060 的下端表面和上端表面上。

因此，借助于流体动力轴承设备 01，基部 02 自由地支撑转子轮毂 03 的旋转轴 030 的旋转。另外，包括定子 05、永磁体 06 等的电机的结构与使用常规组合球轴承的主轴电机并无不同。

过去，由于比如套筒 010、旋转轴 030、对面板 020 等之类的构成部件不是模块化的，所以当需要流体动力轴承设备作为驱动设备的组成部件时，每个这样的流体动力轴承设备 01 必须由每个制造商分别制造，以符合针对每个装备或设备所需的结构和性能。因而，很难快速地制造大量的具有高性能和高度可靠性的流体动力轴承设备。

在此期间，对于这个问题，已经针对主轴电机提出了很多建议。通过尽可能多地模块化主轴电机的部件，以及通过使包括流体动力轴承设备的部件作为通用部件，整个成品部件被组成为使得能按照现状使用该通用部件，即使部件的规格和装备类型是多样化的。通过使得能仅仅更换相关的部件，当一些部件损坏时，能再利用好的部件，这样就降低了成本。（参见参考文献：未审专利申请 2000-175405 官方公报（Kokai 2000-175405）、已审的实用新型申请 S56-157427 官方公报

(已审的 S56-157427)、已审的实用新型申请 S56-133121 官方公报(已审的 S56-133121)) 此外, 这样所述的“部件”不仅包括“最小单元的部件”, 而且还包括通过组合多个“最小单元的部件”而制成的“装配部件”。

然而, 这些模块化部件的结构和尺寸首先被规定为适合这些主轴电机并且并不是被标准化以用于通常使用的各种装备和设备。因而, 希望有由模块化部件制成且适用于各种机器或设备的标准化流体动力轴承。

### 发明内容

本申请的发明通过使流体动力轴承设备模块化并使用“成品”(装配后部件)来解决现有常规流体动力轴承设备的上述问题。本发明的流体动力轴承易于制造并且是标准化的以使得其可用于各种类型的机器或设备中, 包括硬盘驱动器。这些流体动力轴承单元提供了适合的装配、希望的结构和功能性, 并且提供了与单元化相一致的结构, 并且尤其是, 在径向和轴向上都显示了相应于负载的支承功能。

本发明一个实施例的流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成, 并具有多个动压力产生机构部件, 并且自由地支撑其一端处具有凸缘部分的附接有凸缘的轴元件的相对旋转。这种流体动力轴承包括: 具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭管状壳体元件下端的端板元件、装配入管状壳体元件的外环元件、以及附接有凸缘的轴元件, 该轴元件以如此的方式插入外环元件以使得其凸缘部分位于外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间。第一动压力槽形成于外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上以便在这些面对表面(即内圆周表面和外圆周表面)之间产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力

槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

本发明另一个实施例的流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并具有多个动压力产生机构部件，并且自由地支撑平直轴元件的相对旋转。这种流体动力轴承包括：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件和装配入管状壳体元件的外环元件。一轴元件被插入外环元件中。第一动压力槽形成于外环元件的内圆周表面上或轴元件的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于端板元件的上表面上或轴元件的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽和第二动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

本发明另一个实施例的流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并具有多个动压力产生机构部件，并且自由地支撑其一端处具有凸缘部分的附接有凸缘的轴元件的相对旋转。这种流体动力轴承包括：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭管状壳体元件下端部分的端板元件、装配入管状壳体元件的外环元件以及插入外环元件的内环元件。附接有凸缘的轴元件以如此的方式装配入内环元件以使得外环元件的下端表面和内环元件的下端表面位于其凸缘部分的一侧而端板元件的上表面位于另一侧。第一动压力槽形成于外环元件的内圆周表面上或内环元件的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

本发明另一个实施例的流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并具有多个动压力产生机构部件，并且自由地支撑平直轴元件的相对旋转。这种流体动力轴承包括：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭管状壳体元件下端部分的端板元件、装配入管状壳

体元件的外环元件以及附接有凸缘的内环元件，凸缘部分处于该内环元件的一端处并且该内环元件以如此的方式插入外环元件以使得附接有凸缘的内环元件的凸缘部分位于外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间。一轴元件被装配入附接有凸缘的内环元件。第一动压力槽形成于外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的内环元件的主体的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于外环元件的下端表面上或附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的上表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽以及第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

本发明另一个实施例的流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并具有多个动压力产生机构部件，并且自由地支撑其中间段具有轴部分的附接有凸缘的轴元件的相对旋转。这种流体动力轴承包括：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭管状壳体元件下端的端板元件、都装配入管状壳体元件的第一外环元件和第二外环元件、以及附接有凸缘的轴元件，该轴元件以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得其凸缘部分位于第一外环元件的下端表面和第二外环元件的上表面之间。第一动压力槽形成于第一外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于第二外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于第一外环元件的下表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第四动压力槽形成于第二外环元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

本发明另一个实施例的流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并具有多个动压力产生机构部件，并且自由地支撑其一端处具有凸缘部分的附接有凸缘的轴元件的相对旋转。这种流体动力轴承包括：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭管状壳体元件下端部分的端板元件、都装配入管状壳体元件的第一外环元件和第二外环元件、以及附接有凸缘的轴元件，该轴元件以如此的方式插入第一外环元件和第二外环元件以使得其凸缘部分位于第二外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间。一间隔元件包围附接有凸缘的轴元件的凸缘部分并相对于端板元件定位第二外环元件。第一动压力槽形成于第一外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于第二外环元件的内圆周表面上或附接有凸缘的轴元件的主体的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于第二外环元件的下表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的上表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第四动压力槽形成于端板元件的上表面上或附接有凸缘的轴元件的凸缘部分的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

另一个实施例的流体动力轴承单元自由地支撑具有多个动压力产生机构部件的平直轴元件的相对旋转。流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并包括：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭上述管状壳体元件下端部分的端板元件、装配入上述管状壳体元件的第一外环元件和第二外环元件、以及插入上述第一外环元件的第一内环元件。其一端处具有凸缘部分的第二附接有凸缘的内环元件被插入上述第二外环元件以使得其凸缘部分被夹在第二外环元件的下端表面和端板元件的上表面之间。一轴元件被装配入第一内环元件和第二附接有凸缘的内环元件。第一动压力槽形成于第一外环元件的内圆周表面上或第一内环元件的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载

的动压力。第二动压力槽形成于第二外环元件的内圆周表面上或第二附接有凸缘的内环元件的内圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于第二外环元件的下端表面上或第二附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的上表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第四动压力槽形成于端板元件的上表面上或第二附接有凸缘的内环元件的凸缘部分的下表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

另一个实施例的流体动力轴承单元自由地支撑具有大直径部分和小直径部分的阶梯式轴元件的相对旋转，并具有多组动压力产生槽。该流体动力轴承单元由多个模块化元件的组合构成，并且特征在于：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭管状壳体元件下端部分并装配入管状壳体元件的端板元件、具有大直径圆柱形内圆周表面的第一外环元件以及具有小直径圆柱形内圆周表面的第二外环元件。一阶梯式轴元件被插入第一外环元件和第二外环元件以使得其大直径部分被插入第一外环元件且其小直径部分被插入第二外环元件。第一动压力槽形成于第一外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的大直径部分的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于第二外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的小直径部分的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于第二外环元件的上表面上或阶梯式轴元件的阶梯部分的表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在相应于第一动压力槽、第二动压力槽和第三动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

另一个实施例的流体动力轴承单元自由地支撑具有小直径部分和大直径部分并具有多组动压力产生槽的阶梯式轴元件的相对旋转。该流体动力轴承由多个模块化元件的组合构成，并且特征在于：具有圆柱形内圆周表面的管状壳体元件、封闭上述管状壳体元件下端部分并装配入上述壳体元件的端板元件、具有小直径圆柱形内圆周表面的第

一外环元件以及具有大直径圆柱形内圆周表面的第二外环元件。一阶梯式轴元件被插入第一外环元件和第二外环元件以使得其小直径部分被插入第一外环元件且其大直径部分被插入第二外环元件。第一动压力槽形成于第一外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的小直径部分的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第二动压力槽形成于第二外环元件的内圆周表面上或阶梯式轴元件的大直径部分的外圆周表面上以便产生在径向上接收负载的动压力。第三动压力槽形成于第一外环元件的下端表面上或阶梯式轴元件的阶梯部分的表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。第四动压力槽形成于端板元件的上表面上或阶梯式轴元件的下端表面上以便产生在轴向上接收负载的动压力。润滑油填充在第一动压力槽、第二动压力槽、第三动压力槽和第四动压力槽的每个面对表面之间的微小间隙中。

在上述实施例的流体动力轴承中，其上形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成。在这些元件被热处理、磨光之后，借助于电化学加工来在这些元件上形成动压力槽。

而且，在上述实施例的流体动力轴承中，在壳体元件的下端部分中形成阶梯部分，端板元件与所述阶梯部分装配起来，并且使壳体元件的下端部分被封闭。由于能在一次调整中同时磨光壳体元件和阶梯部分的内圆周表面，就能获得非常的精度。就易于在端板的上表面和壳体元件的轴中心之间产生直角，改进形成流体动力轴承单元的每个元件的装配精度，以及获得轴元件高的相对旋转精度。

在阅读以下借助于结合附图且仅仅以举例的方式给出的详细说明之上，其它特点和优点将会更加明显，在附图中，不同附图中相应的附图标记表示相应的部件。

#### 附图说明

图 1 是实施例 1 的流体动力轴承单元的横截面视图；

图 2 是实施例 2 的流体动力轴承单元的横截面视图；

图 3 是实施例 3 的流体动力轴承单元的横截面视图；

图 4 是实施例 4 的流体动力轴承单元的横截面视图；

- 图 5 是实施例 5 的流体动力轴承单元的横截面视图；  
图 6 是实施例 5 的流体动力轴承单元的变型实例的横截面视图；  
图 7 是实施例 6 的流体动力轴承单元的横截面视图；  
图 8 是实施例 7 的流体动力轴承单元的横截面视图；  
图 9 是实施例 8 的流体动力轴承单元的横截面视图；  
图 10 是实施例 9 的流体动力轴承单元的横截面视图；  
图 11 是常规流体动力轴承设备所用的主轴电机的横截面视图。

#### 具体实施方式

以前，流体动力轴承由于各种阻碍（比如组成部件的供应系统、轴承的装配系统）仅用于有限的技术领域和应用。本发明通过使组成部件模块化以及使成品组合化来实现了标准化。因而，很容易供应并且使得可以使用产品开发中所雇用的工程师所希望的各种类型和各种规格的流体动力轴承，所述产品比如为包括硬盘驱动器（HDD）和数字化多功能光盘驱动器（DVD）的机器和设备。

根据本发明，能用于各种机器和设备中的各种标准规格的流体动力轴承单元变得易于制造。不管机器和设备的种类，这些机器和设备的制造商在需要时能立即获得流体动力轴承单元的各种元件或其组成部件来装配出具有希望结构和动压力支承功能（包括相对于径向和轴向负载的支承刚度）的流体动力轴承单元。从轴承设备用途和希望结构的角度来说，选择最佳设计变得容易。

根据本发明的流体动力轴承单元自由地支撑各种形状的轴元件的相对旋转，比如在一端处具有凸缘部分的附接有凸缘的轴元件、平直轴元件、在中间部具有凸缘部分的附接有凸缘的轴元件以及具有大直径部分和小直径部分的阶梯式轴元件。流体动力轴承单元被分成多个易于模块化的元件，比如壳体元件、端板元件、外环元件、第一外环元件、第二外环元件、内环元件、附接有凸缘的内环元件、第一内环元件、第二内环元件、第二附接有凸缘的内环元件、间隔元件以及轴元件。轴承容器的内侧由壳体元件被端板元件封闭的一个端部以及各种规格的其它部件所形成，所述其它部件源自适当地相互装配、集中

和固定的上述部件。这样就在前述元件的预定表面上形成了用于产生动压力的动压力槽，所述动压力在径向或轴向上接收负载。在相对表面之间的小间隙中充满有润滑油，所述相对表面的其中一个表面是动压力槽。并且，至少，其中形成有动压力槽的元件由可硬化的钢或者可硬化的不锈钢制成，并且在已经执行热处理和已经完成磨光之后，借助于电化学加工来形成动压力槽。

这样做，就获得了具有希望结构和动压力支承功能（包括相对于径向和轴向负载的支承刚度）的流体动力轴承单元。以下实施例是本发明标准的模块化流体动力轴承的一些例子。

### 实施例 1

下面将解释本申请发明的实施例 1。

图 1 是实施例 1 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。流体动力轴承单元 1 自由地支撑在一端（图 1 中的下边缘）上具有凸缘部分 42 的附接有凸缘的轴元件 40 的相对旋转。附接有凸缘的轴元件 40 具有带有外圆周表面 43 的主体部分 41。凸缘部分 42 具有上表面 44 和下表面 45。流体动力轴承单元 1 具有：管状壳体元件 10，其具有圆柱形的内圆周表面 11；以及盘状端板元件 20，所述端板元件 20 封闭壳体元件 10 的下端部分。圆柱形的外环元件 30 安装入壳体元件 10。凸缘部分 42 被布置为被夹在外环元件 30 的下端表面 32 和端板元件 20 的上表面 32 之间。附接有凸缘的轴元件 40 被插入外环元件 30。附接有凸缘的轴元件 40 的一个端部从壳体元件 10 的顶面上突出，所述的这个端部远离具有凸缘部分 42 的那个端部。

在流体动力轴承单元 1 中，一般来说，附接有凸缘的轴元件 40 旋转，但是由壳体元件 10、端板元件 20 和外环元件 30 组成的整体装配主体可以形成旋转侧。流体动力轴承单元 1 可以与所示上下位置颠倒地使用。

第一动压力槽（例如槽 51-1、51-2）形成于外环元件 30 的内圆周表面 31 上。第一动压力槽在外圆周表面 43 和相对的内圆周表面 31 之间产生动压力。动压力在径向上接收（即支撑）负载。第二动压力

槽 52 形成于下端表面 32 上。在上表面 44 和下端面 32 之间产生的动压力接收轴向负载。第三动压力槽 53 形成于端板元件 20 的上表面 21 上。第一、第二和第三动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 在下文中统称为动压力槽 51、52 和 53。在上表面 21 和下表面 45 之间产生的动压力接收轴向负载。这些动压力槽 51、52 和 53 以鱼骨形状形成，但是其形状不受限，以螺旋形、圆弧形、直线形等形状形成也是可以接受的。

第一动压力槽 51-1 和 51-2 形成于两个位置处并在轴向上分开。这样，轴元件 40 就获得了很高的支承刚度，因为轴元件 40 在轴向上的两个位置处得到支撑。当流体动力轴承单元 1 的轴向尺寸很大时，这样是特别有利的。如果壳体元件 10 的轴向尺寸需要减小，那么第一动压力槽可以只是在一个位置处形成。

在每个动压力槽 51、52 和 53 与各自的面对表面之间形成有微小间隙。每个间隙中填充有润滑油。润滑油从润滑油密封机构部件 60 填充。润滑油密封机构部件 60 是由外圆周表面 43 和外环元件 30 具有稍微扩宽直径的开口端侧之间的空间所形成的间隙。

润滑油密封机构部件 60 的这个间隙的宽度大于每个动压力槽 51、52 和 53 与面对表面之间形成的微小间隙的宽度。由于这个扩宽的密封机构部件 60 的间隙中的毛细作用力用作润滑油的保持力，油就不会经由密封机构部件 60 的间隙而泄漏。

其上形成动压力槽 51、52 和 53 的元件（即外环元件 30 和端板元件 20）由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成。环元件 30 和端板元件 20 进行了热处理并被磨光。因为硬化，动压力槽 51、52 和 53 就很难受损并且不仅能在装配时和处理单个元件时能维持其高度的尺寸精度，而且在流体动力轴承单元的操作被暂停时和致动旋转时也能维持其高度的尺寸精度。由于维持了动压力槽 51、52 和 53 的形状，就显示了如设计那样的动压力支承功能。动压力槽 51、52 和 53 通过电化学精加工来形成以获得良好的表面粗糙度。另外，借助于电化学加工，能缩短形成动压力槽的加工时间。在热处理之后，通过磨光来精加工

壳体元件 10 的内圆周表面 11、外圆周表面和两端表面。在热处理之后,通过磨光来精加工端板 20 的上表面 21 和外圆周。此外,可以用相同种类的材料、类似的热处理以及通过磨光进行精加工来制造附接有凸缘的轴元件 40。还可以用普通的不锈钢来制造端板元件 20 并进行 DLC (类金刚石碳) 涂覆来提高表面的硬度。

附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42 可以与主体 41 整体地形成,或者形成为分开的本体并通过借助于压入、粘合、堵缝、焊接及类似方法或同时使用多种所述方法来装配而附接到轴元件 40。

阶梯部分 12 形成于壳体元件 10 的下端部分。端板元件 20 的外圆周边缘部分装配入阶梯部分 12。壳体元件 10 的下端部分由端板元件 20 所封闭。

由于可以同时磨光阶梯部分 12 面对上表面 21 和内圆周表面 11 的表面,就能获得非常的精度。这种精度使得更易于形成上表面 21 和壳体元件 10 的轴中心的正交度,改善构成流体动力轴承单元 1 的每个元件的装配精度,并且允许获得轴元件 40 高度的相对旋转精度。

由被端板元件 20 所封闭的壳体元件 10 形成的组件被称作轴承容器。也可以以单体的形式形成这个轴承容器。单体式的轴承容器也可以模块化。通过使轴承容器为单体式,元件的数目就减少一个,避免了将端板元件 20 装配入壳体元件 20 下端部分的工作,并且简化了流体动力轴承单元 1 的装配工作。

借助于收缩装配、堵缝、粘合或类似方法将外环元件 30 装配入壳体元件 10。外环元件 30 和壳体元件 10 的组件作为一个单元而旋转。

为了尽可能地在所有使用环境温度中维持装配时的尺寸关系和位置关系,选择线膨胀系数差很小的材料。为了相同的原因,与圆度、圆柱度、表面粗糙度、平面度、平行性等相关的机加工和装配精度的设计和改进也是很重要的。

此外,为了制造能用于各种机器和设备中的标准化流体动力轴承 1,必须充分地注意壳体元件 10 和端板元件 20 的外形、尺寸、表面性质以及轴元件 40 的外径尺寸、表面性质等的精度以使得能获得与各种

机器和设备高精度的装配和附接。为了相同的原因，将圆度、圆柱度或柱面性、表面粗糙度等精加工到高精度是必要的。此外，尽可能地减少元件直径及其宽度尺寸的不均匀性。

在如上构造的流体动力轴承 1 中，每个元件的模块化很容易并且借助于这样模块化的每个元件，很容易制造出标准的流体动力轴承单元。

当附接有凸缘的轴元件 40 通过偏置效应(比如作用在旋转侧元件和固定侧元件之间的磁力)而在轴向上被持续地压向端板元件 20 时，就获得了在附接有凸缘的轴元件 40 的旋转过程中在附接有凸缘的轴元件 40 和相邻表面之间的适合间隙以及附接有凸缘的轴元件 40 的稳定性和改进的旋转精度。即使没有这种偏置效应，在形成于第二动压力槽 52 和第三动压力槽 53 处的小间隙中产生的动压力在附接有凸缘的轴元件 40 的旋转期间保持附接有凸缘的轴元件 40 和相邻表面之间的适合间隙，并且稳定和改进附接有凸缘的轴元件 40 的旋转精度。

动压力槽 51、52 和 53 分别形成于内圆周表面 31、下端部分 32 和上表面 31 中，但是并不限于此。事实上，动压力槽 51、52 和 53 可形成于相互配合的表面上，即附接有凸缘的轴元件 40 的外圆周表面 43、上表面 44 以及下表面 45。并且在这种情况下，形成有动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，通过电化学加工形成动压力槽。即使动压力槽 51、52 和 53 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

## 实施例 2

下面将解释本申请发明的实施例 2。

图 2 是实施例 2 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。流体动力轴承单元 1 自由地支撑轴元件 40 的相对旋转。轴元件 40 具有带有外圆周表面 43 的主体部分 41。流体动力轴承单元 1 具有：管状壳体元件 10，其具有圆柱形的内圆周表面 11；以及盘状端板元件 20，所述端板元件 20 封闭壳体元件 10 的下端部分。圆柱形的外环元件 30 安装入壳体元件 10。轴元件 40 被插入外环元件 30。

第一动压力槽（例如槽 51-1、51-2）形成于外环元件 30 的内圆周表面 31 上。第一动压力槽在外圆周表面 43 和相对的外环元件 30 的内圆周表面 31 之间产生动压力。动压力在径向上接收（即支撑）负载。第二动压力槽 52 形成于端板元件 20 的上表面 21 上。在上表面 21 和轴元件 40 的下端部分 46 之间产生的动压力接收轴向负载。润滑油填充入在第一动压力槽 51-1、51-2、第二动压力槽 52 与各自的相对表面之间形成的微小间隙中。

其上形成动压力槽的元件（即外环元件 30 和端板元件 20）由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，通过电化学加工来形成第一动压力槽 51-1、51-2 以及第二动压力槽 52。

由于其余构造与实施例 1 相同，因此省略详细的描述。

在如上构造的第二实施例的流体动力轴承 1 中，每个元件（比如壳体元件 10、端板元件 20、外环元件 30 和平直轴元件 40）的模块化很容易并且借助于这样模块化的每个元件，很容易制造出标准的流体动力轴承单元。

此外，外环元件 30 和端板元件 20 由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造。动压力槽 51-1、51-2 和 52 以与第一实施例所述相同的方式形成于这些元件上并且显示了如前所述那样的相同性质和优点。

此外，与实施例 1 相比，实施例 2 的流体动力轴承设备元件 1 构造简单，并且适于在下述情况下使用：不必在轴向上产生动压力以使轴元件浮动到实施例 1 的流体动力轴承单元 1 所需的程度，以及希望具有作用在旋转侧元件和固定侧元件之间的磁力的偏置效应，所述偏置效应一直将轴元件 40 压向端板 20。另外，能产生与实施例 1 相同的效果。

另外，如同实施例 1 那样，第一和第二动压力槽 51-1、51-2 和 52 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，形成有动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，通过电化学加工形成动压力槽。即使动压力槽 51-1、51-2 和 52 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

### 实施例 3

下面将解释本申请发明的实施例 3。

图 3 是实施例 3 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。实施例 3 的流体动力轴承单元 1 与实施例 1 的流体动力轴承单元 1 (图 1) 的不同之处在于第三实施例的外环元件 30 更薄, 并且内环元件 70 放置于在附接有凸缘的轴元件 40 和外环元件 30 之间所产生的空间中。内环元件 70 相对于外环元件 30 旋转。附接有凸缘的轴元件 40 被装配入内环元件 70 以与其形成单体并与其一起旋转。内环元件 70 和外环元件 30 在径向上形成轴承。内环元件 70 的下端与附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42 的上表面 44 相接触。

与第一实施例 1 相同, 由上动压力槽 51-1 和下动压力槽 5102 组成的第一动压力槽形成于外环元件 30 的内圆周表面 31 上。微小的间隙形成于动压力槽 51-1、51-2 和内环元件 70 的外圆周表面 73 之间。第二动压力槽 52 和第三动压力槽 53 形成于与实施例 1 相同的位置。润滑油被填充入相应于第一动压力槽 51-1、51-2、第二动压力槽 52 和第三动压力槽 53 的微小间隙。

动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 以及其中形成动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 的元件如前第一实施例所述那样制造, 并且具有相同的性质和优点。

借助于外环元件 30 的开口端侧的直径被稍微扩宽的事实, 润滑油密封机构部件 60 是由外圆周表面 73 和外环元件 30 之间的空间所形成的间隙。

由于其余构造与实施例 1 相同, 因此省略详细的描述。

在如上构造的第三实施例的流体动力轴承 1 中, 每个元件 (比如壳体元件 10、端板元件 20、外环元件 30、内环元件 70 和平直轴元件 40) 的模块化很容易并且借助于这样模块化的每个元件, 很容易制造出标准的流体动力轴承单元。

此外, 在使用相同的附接有凸缘的轴元件 40 时, 通过改变在外环元件 30 和内环元件 70 之间形成的间隙的径向距离, 能调节在这个间

隙中产生的动压力以适应所希望的使用条件，即径向上的希望负载。另外，能产生与实施例 1 相同的效果。

另外，对于实施例 3，第一、第二和第三动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，形成有动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 51-1、51-2 和 52 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

#### 实施例 4

下面将解释本申请发明的实施例 4。

图 4 是实施例 4 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。与实施例 2 和实施例 3 相当的部件具有相同的附图标记。

如图 4 所示，与实施例 2 的流体动力轴承单元 1（图 2）相比，实施例 4 的流体动力轴承单元 1 的不同之处在于，外环元件 30 更薄，并且附接有凸缘的内环元件 70 放置在平直轴元件 40 和外环元件 30 之间所产生的空间中。附接有凸缘的内环元件 70 相对于外环元件 30 旋转。轴元件 40 被装配入内环元件 70 以与之形成单体并与之一起旋转。附接有凸缘的内环元件 70 和外环元件 30 在径向上形成轴承。

此外，与实施例 3 的流体动力轴承单元 1（图 3）相比，实施例 4 的不同之处在于，代替实施例 3 的流体动力轴承单元 1 的附接有凸缘的轴元件 40，使用了平直的轴元件 40。而且，代替平直的内环元件 70，使用了附接有凸缘的内环元件 70。附接有凸缘的内环元件 70 的凸缘部分 72 被夹在外环元件 30 的下端表面 32 和端板元件 20 的上表面 21 之间，并可以相对于这些表面进行相对旋转。

类似于实施例 3，第二动压力槽 52 形成于下端表面 32 中并面对凸缘部分 72 的上表面 74。此外，类似于实施例 3，第三动压力槽 53 形成于端板元件 20 的上表面 21 中并面对凸缘部分 72 的下表面 75。形成第一动压力槽 51-1、51-2 的地方与实施例 3 并无不同之处。在第一、第二和第三动压力槽 51-1、51-2、52、53 中的每个与面对的表面之间形成微小间隙。润滑油填充入该微小间隙中。

动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 以及其中形成动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 的元件如前第一实施例所公开的方式制造，并且具有相同的性质和优点。附接有凸缘的内环元件 70 和轴元件 40 也能由可热处理的钢或不锈钢制造、并进行热处理和磨光。

由于其余构造与实施例 3 并无不同之处，因此省略详细的描述。

在如上构造的第四实施例的流体动力轴承 1 中，每个元件（比如壳体元件 10、端板元件 20、外环元件 30、附接有凸缘的内环元件 70 和平直轴元件 40）的模块化很容易并且借助于这样模块化的每个元件，很容易制造出标准的流体动力轴承单元。

此外，在使用相同的平直轴元件 40 时，通过改变在外环元件 30 和内环元件 70 之间形成的间隙的径向距离，能调节在这个间隙中产生的动压力以适应所希望的使用条件，即径向上的希望负载。另外，能产生与实施例 3 相同的效果。

另外，如同实施例 1 那样，第一、第二和第三动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，其中形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 51-1、51-2、52 和 53 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

### 实施例 5

下面将解释本申请发明的实施例 5。

图 5 是实施例 5 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。如图所示，与实施例 1 的流体动力轴承单元 1（图 1）相比，实施例 5 的流体动力轴承单元 1 的不同之处在于，在实施例 5 的流体动力轴承单元 1 中，附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42 被沿着轴元件 40 的轴向移至中间部分。外环元件 30 已经被分为两部分并且被定位为使得凸缘部分 42 从上面和下面被夹住。

于是，在实施例 5 中，从上面和下面夹住凸缘部分 42 的两个外环元件是第一外环元件 30 和第二外环元件 80。附图标记 81、82、83 分

别指的是第二外环元件 80 的内圆周表面、下端表面和上端表面。附图标记 43-1、43-2 分别指的是凸缘部分 42 的定位在上部的上部外圆周表面和定位在下部中的下部外圆周表面。附图标记 47 指的是轴元件 40 的下端部分。新的附图标记 91、92、93 和 94 分别指的是第一、第二、第三和第四动压力槽。相同的附图标记固定到与实施例 1 相应的其它部件。

实施例 5 的流体动力轴承单元 1 自由地支撑在中间具有凸缘部分 42 的附接有凸缘的轴元件 40 的相对旋转。流体动力轴承单元 1 包括：管状壳体元件 10，其具有圆柱形的内圆周表面 11；以及盘状端板元件 20，所述端板元件 20 封闭壳体元件 10 的下端部分。短圆柱形的第一外环元件 30 和第二外环元件 80 安装入壳体元件 10。凸缘部分 42 被夹在第一外环元件 30 的下端表面 32 和第二外环元件 80 的上端表面 83 之间。附接有凸缘的轴元件 40 被插入第一外环元件 30 和第二外环元件 80。第二外环元件 80 的下端表面 82 与端板元件 20 的上表面 21 相接触，但是附接有凸缘的轴元件 40 的下端表面 47 从端板元件 20 的上表面 21 稍微浮起。

动压力槽 91 形成于第一外环元件 30 的内圆周表面 31 上。动压力槽 91 在上外圆周表面 43-1 和内圆周表面 31 之间产生动压力。这个动压力在径向上接收负载。动压力槽 92 形成于第二外环元件 80 的内圆周表面 81 上。动压力槽 92 在下外圆周表面 43-2 和内圆周表面 31 之间产生动压力。这个动压力也在径向上接收负载。动压力槽 93 形成于第一外环元件 30 的下端表面 32 上。动压力槽 93 在凸缘部分 42 的上表面 44 和下端表面 32 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。动压力槽 94 形成于第二外环元件 80 的上端表面 83 上。动压力槽 94 在凸缘部分 42 的下表面 45 和上端表面 83 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。润滑油填充入形成于动压力槽 91、92、93 和 94 中的每个和相应的相对表面之间的每个微小间隙中。

在实施例 5 中，动压力槽 91、92、93 和 94 以及其中形成动压力槽 91、92、93 和 94 的元件如前第一实施例所公开的方式制造，并且

具有相同的性质和优点。此外，也可以用与这些元件相同的材料制造附接有凸缘的轴元件 40、以相同的方式进行热处理并磨光。

形成于中间的凸缘部分 42 与主体 41 成整体，但是也可以借助于压入、粘合、堵缝、焊接及类似方法或同时使用多种所述方法来将凸缘部分 42 装配到附接有凸缘的轴元件 40 上。

由于其余构造与实施例 1 并无不同之处，因此省略详细的描述。

在如上构造的第五实施例的流体动力轴承 1 中，每个元件（比如壳体元件 10、端板元件 20、外环元件 30、第二外环元件 80 和附接有凸缘的轴元件 40）的模块化很容易并且借助于这样模块化的每个元件，很容易制造出标准的流体动力轴承单元。

此外，通过改变在外环元件 30 和附接有凸缘的轴元件 40 之间形成的间隙的径向距离，能调节在这个间隙中产生的动压力。另外，通过改变在外环元件 80 和附接有凸缘的轴元件 40 之间形成的间隙的径向距离，能调节在这个间隙中产生的动压力。因而，就能调节在这两个间隙中产生的动压力以适应所希望的使用条件，即径向上的希望负载。

另外，在相同高度的流体动力轴承单元 1 中，通过不同地变化附接有凸缘的轴元件 40 的主体 41 的上部的轴向尺寸和下部的轴向尺寸之间的比率，并且与之成比例地不同地变化和组合外环元件 30 的轴向高度  $W1$  和外环元件 80 的轴向高度  $W2$ ，可以调节在径向上接收负载的动压力以适应所希望的使用条件。

另外，通过不同地变化轴向高度  $W1$ 、轴向高度  $W2$  并相应地变化凸缘部分 42 的轴向位置，能调节接收轴向负载的动压力产生位置以适应所有旋转体（包括旋转侧元件）的重力位置的轴向中心。这样就减少了碰撞附接有凸缘的轴元件 40 的运动以及由于附接有凸缘的轴元件 40 的陀螺运动所引起的旋转振动。这样就稳定了附接有凸缘的轴元件 40 的旋转，因此能提高旋转精度。

此外，如果所产生的动压力等于轴向上的负载，就可以更有效地减少由于附接有凸缘的轴元件 40 的陀螺运动所引起的旋转振动。此

外，在希望相当于这种旋转振动的减小效果时，可以通过如上所述那样借助于调节接收轴向负载的动压力产生位置来产生更小的动压力而实现。这样就能减小动力消耗。

当轴元件 30 并非一直通过偏置效应(比如旋转侧元件和固定侧元件之间的磁力)而在轴向上受压时，在相应于动压力槽 93 和 94 的微小间隙中产生的动压力就在附接有凸缘的轴元件 40 和相邻的表面之间保持适合的间隙并且稳定和改进行附接有凸缘的轴元件 40 的旋转精度。另外，能产生与实施例 1 相同的效果。

此外，如同实施例 1 那样，动压力槽 91、92、93 和 94 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，其中形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 91、92、93 和 94 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

下面将解释实施例 5 的变型的例子。

在这个实施例 5 中，如图 6 所示，由凸缘部分 42 确定边界的一半(图中的上半部)的直径 D1 和另一半(图中的下半部)的直径 D2 能变化为不同。在图 6 所示例子中  $D1 > D2$ ，但是并不限于此。如图 6 的例子中所示，可以进一步增加调节在径向上接收负载的压力的自由程度。

此外，在由第二外环元件 80 和小直径主体 41(小直径径向压力支承部件)在径向上所形成的间隙中形成的动压力产生部分中，由于小直径能减少摩擦损失，就减少了轴承失效扭矩并且降低了动力消耗(被转变到低动力消耗)。

另外，由于在小直径的径向压力支承部分上摩擦损失减少，就减少了作用在碰撞附接有凸缘的轴元件 40 的方向上的运动。因而，就减少了由于附接有凸缘的轴元件 40 的陀螺运动所产生的旋转振动，稳定了其相对旋转且改进了旋转稳定性。

#### 实施例 6

下面将解释本申请发明的实施例 6。

图 7 是实施例 6 的流体动力轴承单元的横截面视图。相同的附图标记固定到相应于实施例 5 和实施例 1 的部件。

如图 7 所示,与实施例 5 的流体动力轴承单元 1 (图 5) 相比,实施例 6 的流体动力轴承单元 1 的不同之处在于,在实施例 6 的流体动力轴承单元 1 中,附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42 被移动到附接有凸缘的轴元件 40 的一端部分(下端部分),并且为了相对于端板元件 20 定位第二外环元件 80,提供了环形间隔元件 100。这个环形间隔元件 100 被布置为包围附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42。

因此,实施例 6 的流体动力轴承单元 1 自由地支撑其一端具有凸缘部分 42 的附接有凸缘的轴元件 40 的相对旋转。流体动力轴承单元 1 的壳体元件 10 具有端板元件 20,第一外环元件 30 和第二外环元件 80 安装入壳体元件 10。附接有凸缘的轴元件 40 被插入第一外环元件 30 和第二外环元件 80 中,且其凸缘部分 42 被夹在第二外环元件 80 的下端表面 82 和端板元件 20 的上表面 21 之间。环形间隔元件 100 被提供为包围附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42。

动压力槽 91 形成于第一外环元件 30 的内圆周表面 31 上。动压力槽 91 在外圆周表面 43 和内圆周表面 31 之间产生动压力。这个动压力在径向上接收负载。动压力槽 92 形成于第二外环元件 80 的内圆周表面 81 上。动压力槽 92 在外圆周表面 43 和内圆周表面 81 之间产生动压力。这个动压力也在径向上接收负载。动压力槽 93 形成于第二外环元件 80 的下端表面 82 上。动压力槽 93 在凸缘部分 42 的上表面 44 和下端表面 82 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。动压力槽 94 形成于端板元件 20 的上表面 21 上。动压力槽 94 在凸缘部分 42 的下表面 45 和上表面 21 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。润滑油填充入形成于动压力槽 91、92、93 和 94 中的每个和相应的相对表面之间的每个微小间隙中。

其中形成动压力槽 91、92、93 和 94 的元件(第一外环元件 30、第二外环元件 80 和端板元件 20)由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成。对元件进行热处理并磨光,并且随后借助于电化学加工来在元件

中形成第一动压力槽 91、第二动压力槽 92、第三动压力槽 93 以及第四动压力槽 94。

由于其余构造与实施例 5 并无不同之处，因此省略详细的描述。

在如上构造的实施例 6 的流体动力轴承 1 中，构成的每个元件(也就是壳体元件 10、端板元件 20、第一外环元件 30、第二外环元件 80、附接有凸缘的轴元件 40 以及间隔元件 100)的模块化很容易并且借助于这样模块化的每个元件，很容易制造出标准的流体动力轴承单元 1。

此外，通过改变在外环元件 30 和附接有凸缘的轴元件 40 的主体 41 之间形成的间隙的径向距离，能调节在这个间隙中产生的动压力。另外，通过改变在外环元件 80 和附接有凸缘的轴元件 40 的主体 41 之间形成的间隙的径向距离，能调节在这个间隙中产生的动压力。因而，就能调节在这两个间隙中产生的动压力以适应所希望的使用条件，即径向上的希望负载。

另外，在相同高度的流体动力轴承单元 1 中，通过不同地变化第一外环元件 30 的轴向高度 W1 和第二外环元件 80 的轴向高度 W2，就能调节在径向上接收负载的动压力以适应希望的使用条件。而且，通过变化由第一外环元件 30 和主体 41 所形成的间隙以及由第二外环元件 80 和主体 41 所形成的间隙的径向距离，可以调节这些间隙中产生的动压力以适应所希望的使用条件。这两种调节动压力的方法可以组合来适应希望的使用条件。

另外，借助于间隔元件 100，即使凸缘部分 42 为不同的厚度，第一外环元件 30 和第二外环元件 80 的轴向位置也能相对于端板元件 20 准确地进行调节和设定。

另外，其中形成动压力槽 91、92、93 和 94 的第一外环元件 30、第二外环元件 80 和端板元件 20 由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制成、热处理并磨光。然后，通过电化学加工来形成动压力槽。因而，能以高的硬度和高的尺寸精度获得这些元件。尤其，由于能获得良好表面粗糙度的动压力槽并且维持了其形状，就能显示和设计一样的动压力支承功能。另外，借助于电化学加工，能缩短获得动压力槽的加工时

间。除此之外，能产生与实施例 5 相同的效果。

另外，在实施例 6 中，动压力槽 91、92、93 和 94 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，其中形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 91、92、93 和 94 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

#### 实施例 7

下面将解释本申请发明的实施例 7。

图 8 是实施例 7 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。如图所示，与实施例 4 的流体动力轴承单元 1（图 4）相比，第七实施例的流体动力轴承单元 1 的不同之处在于，在实施例 7 的流体动力轴承单元 1 中，外环元件 30 和附接有凸缘的外环元件 70 被分为两个部分。

因此，外环元件 30 的上部仍然称为第一外环元件 30，并且其内圆周表面和下端表面仍然用附图标记 31 和 32 指示。外环的下部现在称作第二外环元件 80，并且其内圆周表面、下端表面和上端表面用附图标记 81、82 和 83 指示（与实施例 6（图 7）的附图标记相同）。附接有凸缘的外环元件 70 的上部仍然称作第一内环元件 70，并且其外圆周表面与实施例 4 一样附着有附图标记 73。第一内环元件 70 的下端表面用附图标记 76 来指示。下部现在称作第二附接有凸缘的外环元件 110，并且主体部分、凸缘部分、外圆周表面、凸缘部分的上表面、凸缘部分的下表面以及上端部分现在分别附着有附图标记 111、112、113、114、115 和 116。与实施例 4 相当的其它部件具有相同的附图标记。

第七实施例的流体动力轴承单元 1 自由地支撑平直轴元件 40 的相对旋转，并且设有壳体元件 10 和端板元件 20。第一外环元件 30 和第二外环元件 80 装配入壳体元件 10，并且第一内环元件 70 装配入第一外环元件 30。具有凸缘部分 112 的第二附接有凸缘的内环元件 110 被夹在第二外环元件 80 的下端表面 82 和端板元件 20 的上表面 21 之间。第二附接有凸缘的内环元件 110 被插入第二外环元件 80。轴元件 40

装配入第一外环元件 70 和第二附接有凸缘的内环元件 110。

动压力槽 91 形成于第一外环元件 30 的内圆周表面 31 上。动压力槽 91 在外圆周表面 73 和内圆周表面 31 之间产生动压力。这个动压力在径向上接收负载。动压力槽 92 形成于第二外环元件 80 的内圆周表面 81 上。动压力槽 92 在外圆周表面 113 和内圆周表面 81 之间产生动压力。这个动压力也在径向上接收负载。动压力槽 93 形成于第二外环元件 80 的下端表面 82 上。动压力槽 93 在凸缘部分 112 的上表面 114 和下端表面 82 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。动压力槽 94 形成于端板元件 20 的上表面 21 上。动压力槽 94 在凸缘部分 112 的下表面 115 和上表面 21 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。润滑油填充入形成于动压力槽 91、92、93 和 94 中的每个和相应的相对表面之间的每个微小间隙中。

第一外环元件 30 的下端表面 32 和第二外环元件 80 的上端表面 83 相接触，并且第一内环元件 70 的下端表面 76 与第二附接有凸缘的内环元件 110 的上端表面 116 相接触。轴元件 40 的下端表面 46 从端板元件 20 的上表面 21 稍微浮起。

在实施例 7 中，其中形成动压力槽的元件，第一外环元件 30，第二外环元件 80 和端板元件 20，由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造、热处理并磨光。然后，借助于电化学加工，分别形成第一动压力槽 91、第二动压力槽 92、第三动压力槽 93 和第四动压力槽 94。另外，第一内环元件 70 和第二附接有凸缘的内环元件 110 也可以由相同的材料制造。

由于其余构造与实施例 4 并无不同之处，因此省略详细的描述。

在如上构造的实施例 7 的流体动力轴承 1 中，每个元件（比如壳体元件 10、端板元件 20、第一外环元件 30、第二外环元件 80、第一内环元件 70、第二附接有凸缘的内环元件 110 以及轴元件 40）的模块化很容易，并且借助于这样模块化的每个元件，很容易制造出标准的流体动力轴承单元 1。

此外，通过将由第一外环元件 30 和第一内环元件 70 形成的间隙

以及由第二外环元件 80 和第二附接有凸缘的内环元件 110 的主体 111 形成的间隙的径向距离改变到不同的尺寸，能调节在径向上受到负载的动压力以适应所希望的使用条件。

而且，在相同高度的流体动力轴承单元 1 中，通过不同地变化第一外环元件 30 的轴向高度  $W1$  和第二外环元件 80 的轴向高度  $W2$ ，并且相应地不同地变化第一内环元件 70 的轴向高度和第二附接有凸缘的内环元件 110 的轴向高度，并且将这些轴向尺寸上的变化与如上所述的动压力调节相结合，能调节动压力产生位置和动压力以适应希望的使用条件。

在以这样的方式调节动压力和动压力产生位置时，即通过使由第一外环元件 30 和第一内环元件 70 所形成的间隙半径（间隙中心形成的虚拟圆柱形膜的半径）不同于由第二外环元件 80 和第二附接有凸缘的内环元件 110 的主体 111 所形成的间隙半径，能进一步拓展对上述动压力进行调节的自由度。而且，第一内环元件 70 的内径和第二附接有凸缘的内环元件 110 的内径能不同，并且与此一致地，轴元件 40 可具有由大直径部分和小直径部分构成的阶梯构造（参考下述实施例 8 和 9）。也可以考虑具有多个阶梯的轴元件。通过这种不同的组合，可以不同地调节动压力和动压力产生位置。因此，可以实现对不同负载状态下最好的轴承设计要求的即时响应。

在实施例 7 中，动压力槽 91、92、93 和 94 以及其中形成动压力槽 91、92、93 和 94 的元件如前实施例 1 所述那样制造，并具有相同的性质和优点。另外，能产生与实施例 4 相同的效果。

而且，如同实施例 4，动压力槽 91、92、93 和 94 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，其中形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 91、92、93 和 94 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

#### 实施例 8

下面将解释本申请发明的实施例 8。

图 9 是实施例 8 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。实施例 8 的流体动力轴承单元 1 能被视为其中附接有凸缘的轴元件 40 的凸缘部分 42 已经被切除的实施例 5 所述流体动力轴承单元 1 (图 6)。因此, 相同的附图标记 40 附着到其中凸缘部分 42 被切除的新的阶梯式轴元件。上半部 (大直径部分)、下半部 (小直径部分)、其阶梯部分面朝下的表面分别用新的附图标记 41-1、41-2、48 指示。对于与实施例 5 (图 6) 相应的其它部件, 标上相同的附图标记。

实施例 8 的流体动力轴承单元 1 自由地支撑具有上半部大直径部分 41-1 和下半部小直径部分 41-2 的阶梯式轴元件 40 的相对旋转。流体动力轴承单元 1 设有具有圆柱形内圆周表面 11 的管状壳体元件 10 和包围壳体元件 10 下端部分的端板元件 20。流体动力轴承还包括具有大直径圆柱形内圆周表面 31 的第一外环元件 30 以及具有小直径圆柱形内圆周表面 81 的第二外环元件 80, 并且阶梯式轴元件 40 被插入第一外环元件 30 和第二外环元件 80 以使得其大直径部分 41-1 插入第一外环元件 30 且其小直径部分 41-2 插入第二外环元件 80。

动压力槽 91 形成于第一外环元件 30 的内圆周表面 31 上。动压力槽 91 在阶梯式轴元件 40 的大直径部分 41-1 的外圆周表面 43-1 和内圆周表面 31 之间产生动压力。这个动压力在径向上接收负载。动压力槽 92 形成于第二外环元件 80 的内圆周表面 81 上。动压力槽 92 在阶梯式轴元件 40 的小直径部分 41-2 的相对外圆周表面 43-2 和内圆周表面 81 之间产生动压力。这个动压力也在径向上接收负载。动压力槽 93 形成于第二外环元件 80 的上端表面 83 上。动压力槽 93 在阶梯式轴元件 40 的阶梯部分 42 的相对表面和下端表面 82 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。润滑油填充入形成于动压力槽 91、92 和 93 中的每个和相应的相对表面之间的每个微小间隙中。

第一外环元件 30 的下端表面 32 和第二外环元件 80 的上端表面 83 (从形成第三动压力槽 93 的部分再往外的部分) 相接触, 并且第二外环元件 80 的下端表面 82 与端板元件 20 的上表面 21 相接触。阶梯式轴元件 40 的下端表面 47 从端板元件 20 的上表面 21 稍微浮起。

在实施例 8 中,其中形成动压力槽的元件(第一外环元件 30 和第二外环元件 80)由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造、热处理并磨光。然后,借助于电化学加工,分别形成第一动压力槽 91、第二动压力槽 92 和第三动压力槽 93。另外,也可以用相同的材料、以相同的方式进行热处理并通过磨光来精加工来制造阶梯式轴元件 40。

由于其余构造与实施例 5 的变型例子(图 6)并无不同之处,因此省略详细的描述。

在如上构造的实施例 8 的流体动力轴承 1 中,构成的每个元件(也就是壳体元件 10、端板元件 20、第一外环元件 30、第二外环元件 80 以及阶梯式轴元件 40)的模块化很容易,并且借助于这样模块化的每个元件,很容易制造出标准的流体动力轴承单元 1。

此外,通过变化阶梯式轴元件 40 的大直径部分 41-1 的外径尺寸 D1 和小直径部分 41-2 的外径尺寸 D2 并相应地变化第一外环元件 30 和第二外环元件 80 的内径,能调节在径向上受到负载的动压力以适应所希望的使用条件。

而且,在相同高度的流体动力轴承单元 1 中,通过不同地变化阶梯式轴元件 40 的大直径部分 41-1 的轴向尺寸和小直径部分 41-2 的轴向尺寸之间的比率,并相应于此不同地变化和组合第一外环元件 30 的轴向高度 W1 和第二外环元件 80 的轴向高度 W2,能调节接收径向负载的动压力以及动压力产生位置以适应希望的使用条件。

而且,由于第二外环元件 80 的轴向高度 W2 和阶梯式轴元件 40 的阶梯部分的轴向位置可调节,就能调节形成于阶梯式轴 40 和外环元件 80 的面对表面之间的微小间隙中的动压力产生部分的位置以适应整个旋转体在轴向上的重心。从而,就减少了在碰撞阶梯式轴元件的方向上作用的运动并且降低了由于阶梯式轴元件 40 的陀螺运动所引起的旋转振动。这样就稳定了阶梯式轴元件 40 的相对旋转,从而提高旋转精度。

而且,由于阶梯式轴元件 40 的外端部分连接到转子轮毂等的负载元件上,所以就需要相对高的支承刚度。在阶梯式轴元件 40 的大直径

部分 41-1 侧(也就是其中壳体元件 10 被端板元件 20 所封闭的一侧的相对侧)上, 设置具有相对低支承刚度的大直径的径向动压力支承部分。阶梯式轴元件 40 的小直径部分 41-2 侧定位在壳体元件 10 被端板元件 20 所封闭的一侧。由于摩擦损失与轴承直径的立方成比例, 具有该小直径的径向动压力支承部分就能减少摩擦损失, 并且因此, 在作为整体看时, 借助于简单的构造, 在保证必要的支承刚度的同时, 尽可能地降低轴承失效扭矩并且还降低了动力消耗。

另外, 由于在小直径的径向动压力支承部分中能减少摩擦损失, 所以就能减少在碰撞阶梯式轴元件 40 的方向上作用的运动。同样因为这个特点, 减少了由于阶梯式轴元件的陀螺运动所引起的旋转振动, 稳定了其相对旋转, 并改进了旋转精度。

而且, 作为其中形成动压力槽 91、92 和 93 的元件的第一外环元件 30 和第二外环元件 80 由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造、热处理和磨光。然后, 借助于电化学加工, 精加工出这些动压力槽 91、92 和 93, 并且因此能以高硬度和高的尺寸精度获得这些元件。它们难以损坏并且能维持高的尺寸精度。尤其, 由于能获得表面粗糙度良好的动压力槽并且能维持其形状, 所以能显示如设计那样的动压力支承功能。另外, 借助于电化学加工, 能缩短成形动压力槽的加工时间。

另外, 实施例 8 能产生与实施例 5 的变型例子(图 6)相同的效果。然而, 实施例 8 的流体动力轴承单元 1 适用于在出现由于磁力等的偏置效应而一直将轴元件 40 压向端板元件 20 的时候, 所述磁力作用在旋转侧元件和固定侧元件之间。在这一点上, 第八实施例的动作和效果与第五实施例(图 6)不同。

而且, 如同实施例 1, 动压力槽 91、92 和 93 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下, 其中形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造, 并且在进行了热处理和磨光之后, 其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 91、92 和 93 的位置发生变化, 也能产生与上述相同的效果。

#### 实施例 9

下面将解释本申请发明的实施例 9。

图 10 是实施例 9 的流体动力轴承单元 1 的横截面视图。在实施例 9 的流体动力轴承单元 1 中，第八实施例的阶梯式轴 40 的大和小直径的上半部部分和下半部部分颠倒。因此，在实施例 9 中，小直径部分 41-1 形成上半部，大直径部分 41-2 形成下半部。而且，与此一致地，第一外环元件 30 的内圆周表面直径小并且第二外环元件 80 的内圆周表面直径大。阶梯表面 49 形成于阶梯式轴元件 40 的阶梯部分并面朝上。相同的附图标记附着于相应于实施例 8 的其它部分。

实施例 9 的流体动力轴承单元 1 自由地支撑具有小直径的上半部 41-1 和大直径的下半部 41-2 的阶梯式轴元件 40 的相对旋转。实施例 9 的流体动力轴承单元 1 包括具有圆柱形内圆周表面 11 的管状壳体元件 10、以及封闭壳体元件 10 下端部分的端板元件 20。流体动力轴承单元 1 还包括装配入壳体元件 10 的具有小直径圆柱形内圆周表面 31 的第一外环元件 30 以及具有大直径圆柱形内圆周表面 81 的第二外环元件 80。阶梯式轴元件 40 被插入第一外环元件 30 和第二外环元件 80。轴元件 40 的小直径部分 41-1 被插入第一外环元件 30 并且其大直径部分 41-2 被插入第二外环元件 80。

动压力槽 91 形成于第一外环元件 30 的内圆周表面 31 上。动压力槽 91 在阶梯式轴元件 40 的小直径部分 41-1 的外圆周表面 43-1 和内圆周表面 31 之间产生动压力。这个动压力在径向上接收负载。动压力槽 92 形成于第二外环元件 80 的内圆周表面 81 上。动压力槽 92 在阶梯式轴元件 40 的大直径部分 41-2 的相对外圆周表面 43-2 和内圆周表面 81 之间产生动压力。这个动压力也在径向上接收负载。动压力槽 93 形成于第一外环元件 30 的下端表面 32 上。动压力槽 93 在阶梯式轴元件 40 的阶梯部分 42 的相对表面和下端表面 32 之间产生动压力。动压力槽 94 形成于端板元件 20 的下表面 21 上。动压力槽 94 在阶梯式轴元件 40 的相对下端表面 47 和上表面 21 之间产生动压力。这个动压力在轴向上接收负载。润滑油填充入形成于动压力槽 91、92、93 和 94 中的每个和相应的相对表面之间的每个微小间隙中。

第一外环元件 30 的下端表面 32 和第二外环元件 80 的上端表面 83 相接触, 并且外环元件 80 的下端表面 82 与端板元件 20 的上表面 21 相接触。

其中形成动压力槽的元件(第一外环元件 30、第二外环元件 80 和端板元件 20)由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造、热处理和磨光。然后, 借助于电化学加工, 分别形成第一动压力槽 91、第二动压力槽 92、第三动压力槽 93 和第四动压力槽 94。而且, 也可以用相同的材料、进行相同的热处理和磨光来制造阶梯式轴元件 40。

由于其余构造与实施例 8 并无不同之处, 因此省略详细的描述。

在如上构造的实施例 9 的流体动力轴承 1 中, 每个元件(比如壳体元件 10、端板元件 20、第一外环元件 30、第二外环元件 80 以及阶梯式轴元件 40)的模块化很容易, 并且具有这样模块化的每个元件, 很容易制造出标准的流体动力轴承单元 1。

而且, 通过变化阶梯式轴元件 40 的小直径部分 41-1 的外径尺寸 D1 和大直径部分 41-2 的外径尺寸 D2 并相应地变化第一外环元件 30 和第二外环元件 80 的内径, 能调节在径向上受到负载的动压力以适应所希望的使用条件。

而且, 在相同高度的流体动力轴承单元 1 中, 通过不同地变化阶梯式轴元件 40 的小直径部分 41-1 的轴向尺寸和大直径部分 41-2 的轴向尺寸之间的比率, 并相应于此不同地变化和组合第一外环元件 30 的轴向高度 W1 和第二外环元件 80 的轴向高度 W2, 能调节接收径向负载的动压力以及动压力产生位置以适应希望的使用条件。

而且, 由于第一外环元件 30 的轴向高度 W1 和阶梯式轴元件 40 的阶梯部分的轴向位置可调节, 就能调节形成于阶梯式轴元件 40 和第一外环元件 30 的面对表面之间的微小间隙中的动压力产生部分的位置以适应整个旋转体在轴向上的重心。从而, 就减少了在碰撞阶梯式轴元件的方向上作用的运动并且降低了由于阶梯式轴元件 40 的陀螺运动所引起的旋转振动。这样就稳定了阶梯式轴元件 40 的相对旋转, 从而提高旋转精度。

而且，径向动压力支承部分的小直径减少了摩擦损失，这又使得减少了轴承失效扭矩，从而也就降低了动力消耗。

另外，由于在小直径的径向动压力支承部分能减少摩擦损失，就能减少在碰撞阶梯式轴元件 40 的方向上作用的运动。因为这个特点，也减少了由于阶梯式轴元件的陀螺运动所引起的旋转振动，稳定了其相对旋转，并改进了旋转精度。

而且，作为其中形成动压力槽 91、92、93 和 94 的元件的第一外环元件 30 和第二外环元件 80 以及端板元件 20 由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造、热处理和磨光。然后，借助于电化学加工，精加工出这些动压力槽 91、92、93 和 94，并且因此能以高硬度和高的尺寸精度获得这些元件。它们难以损坏并且能维持高的尺寸精度。尤其，由于能获得表面粗糙度良好的动压力槽并且能维持其形状，就能显示如设计那样的动压力支承功能。另外，借助于电化学加工，能缩短形成动压力槽的加工时间。

在第三动压力槽 93 和第四动压力槽 94 中产生的动压力维持阶梯式轴元件 40 的阶梯部分 42 的相对表面和下端表面 32 之间以及阶梯式轴元件 40 的相对下端表面 47 和上表面 21 之间的适合间隙。动压力的这种效果类似于借助于比如磁力之类的偏置效应将阶梯式轴元件 40 在轴向上一直压向端板元件 20 的动作，所述磁力工作在旋转侧元件和固定侧元件之间。动压力的作用是稳定阶梯式轴元件 40 的相对旋转并提高旋转精度。另外，能产生与实施例 8 相同的作用。

而且，如同实施例 1，动压力槽 91、92、93 和 94 能形成于相互配合的表面上。同样在这种情况下，其中形成动压力槽的元件由可硬化的钢或可硬化的不锈钢制造，并且在进行了热处理和磨光之后，其动压力槽通过电化学加工而形成。即使动压力槽 91、92、93 和 94 的位置发生变化，也能产生与上述相同的效果。

本申请的发明并不限于上述工作示例。在其实质没有变化的范围内，可以有很多变化。例如，在实施例 8 和 9 中，阶梯式轴元件 40 的阶梯部分（从大直径部分变化到小直径部分的部分）可以做成锥形

形状。虽然已经描述了本发明的优选实施例，但是在本申请的教导之下，各种变型对于本领域的熟练人员来说是很明显的并且应落入所附权利要求的范围内。

图1

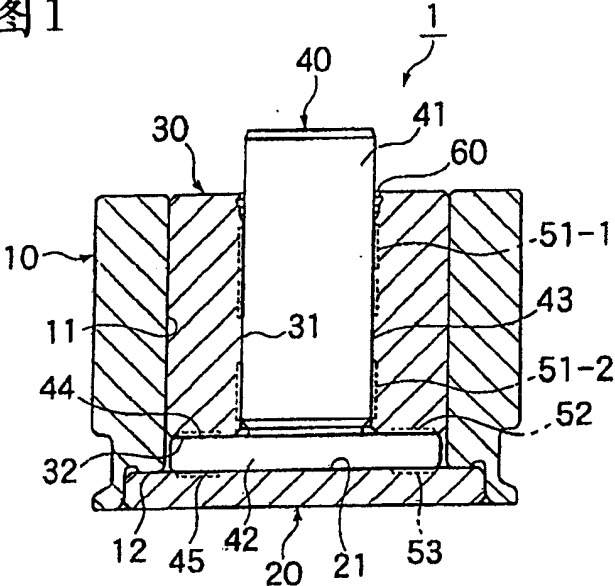


图2

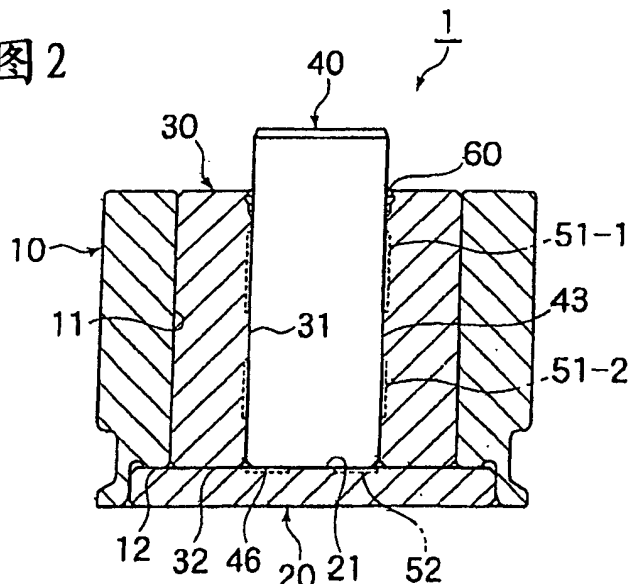




图5

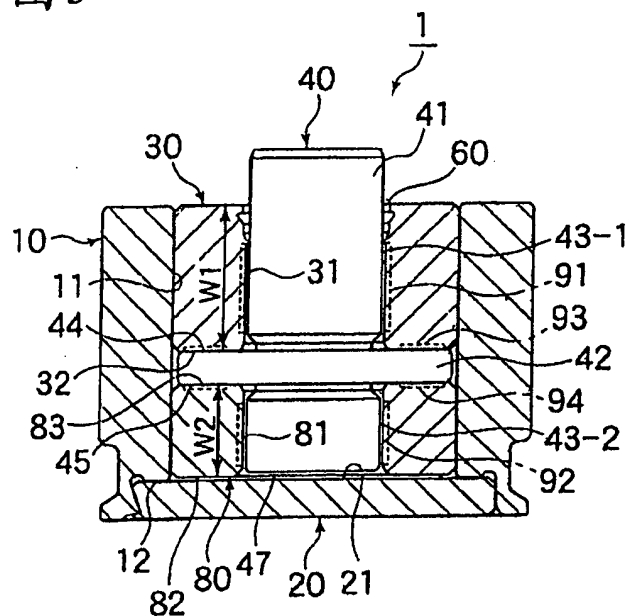


图6

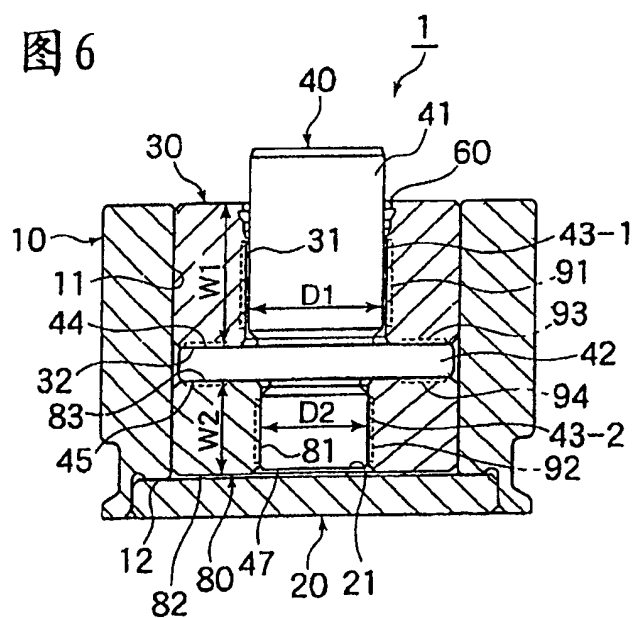


图7

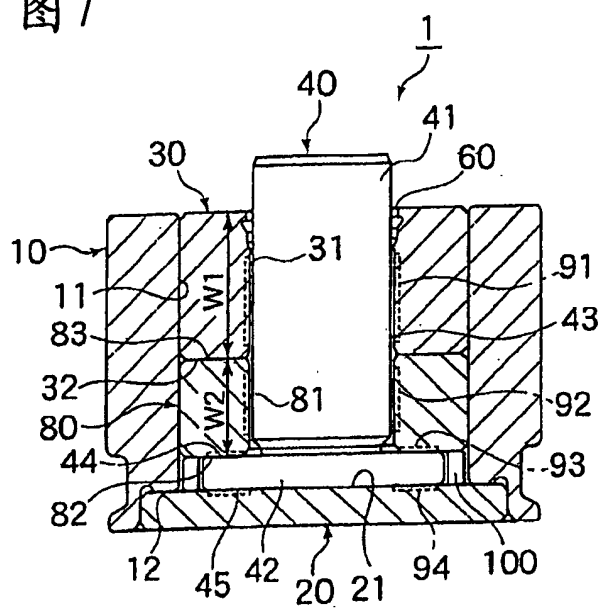


图8

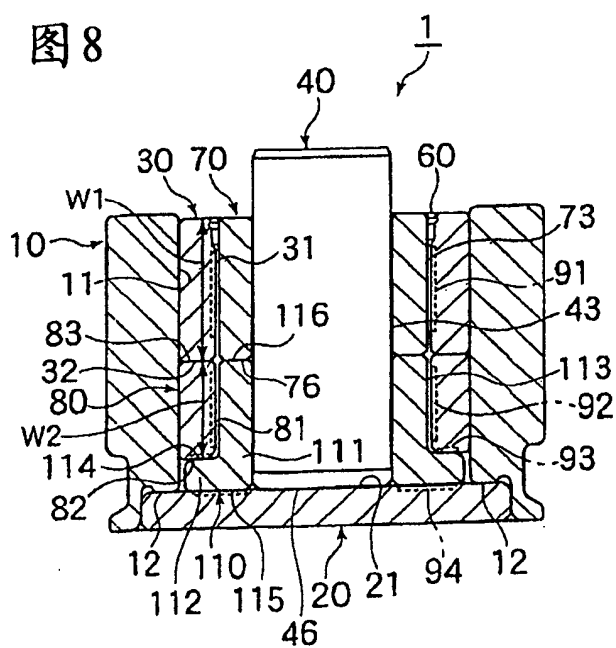


图9

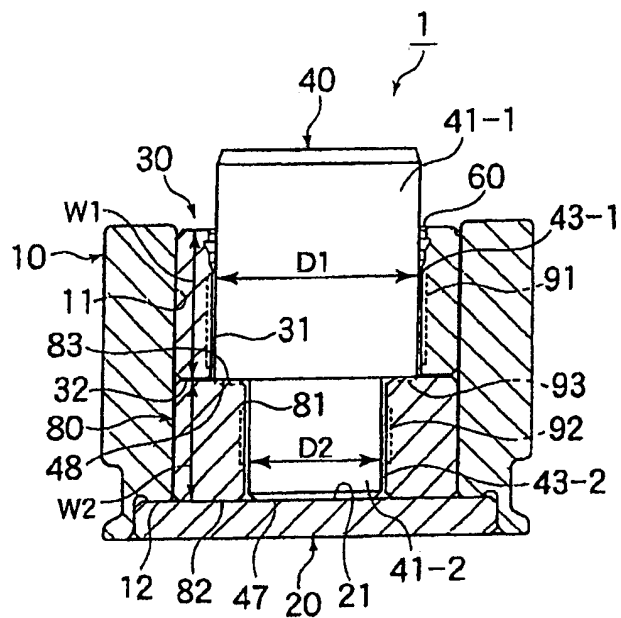


图10

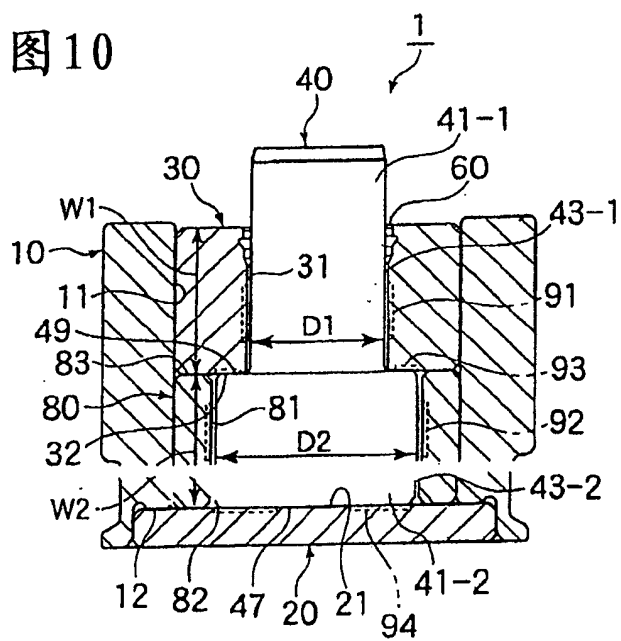


图 11

