



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104838567 B

(45)授权公告日 2019.07.30

(21)申请号 201380063993.0

(74)专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司 11285

(22)申请日 2013.10.01

代理人 潘飞 郑建晖

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104838567 A

(51)Int.Cl.

H02K 1/32(2006.01)

(43)申请公布日 2015.08.12

H02K 1/27(2006.01)

(30)优先权数据

H02K 9/19(2006.01)

1218092.3 2012.10.09 GB

H02K 1/30(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.06.08

(56)对比文件

WO 94/11634 A1, 1994.05.26,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2013/052558 2013.10.01

WO 94/11634 A1, 1994.05.26,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/057245 EN 2014.04.17

WO 2011/132784 A1, 2011.10.27,

(73)专利权人 整体动力系统有限公司

地址 英国白金汉郡

GB 191416979 A, 1915.07.08,

(72)发明人 D·L·巴克 A·克罗斯

DE 102009025929 A1, 2010.12.09,

EP 1168572 A2, 2002.01.02,

CN 101305510 A, 2008.11.12,

审查员 张晓燕

权利要求书6页 说明书22页 附图35页

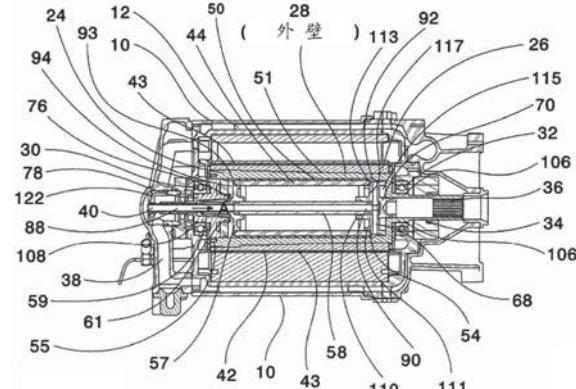
(54)发明名称

旋转设备、马达以及冷却马达的方法

动、或者去除和/或维持离开所述旋转设备的流体的旋转移动。

(57)摘要

本发明提供了一种旋转设备，包括：一个定子，用于接收或输出电功率；一个转子，被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体，所述转子包括一个具有一内壁的转子壳体，所述磁体被布置在所述壳体周围，且其中所述转子还包括一个用于冷却剂在所述转子的第一端和所述转子的第二远端之间流动的轴向流体导管；所述转子还包括一个或多个径向流体导管，所述径向流体导管被流体地耦合到所述轴向流体导管且被布置成在使用中从所述轴向流体导管接收冷却剂或向所述轴向流体导管提供冷却剂，所述内壁具有一个或多个用于冷却剂流动的流体路径，从而冷却所述转子；以及一个流体叶轮，所述流体叶轮被布置在转子的第一端或远端处且被布置成与所述转子一起旋转且给予和/或维持进入所述旋转设备的流体的旋转移



1. 一种旋转设备,包括:

一个定子,用于接收或输出电功率;

一个转子,被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,

所述转子包括一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且其中所述转子还包括一个导管,所述导管具有一个用于使冷却剂在所述转子的第一端和所述转子的第二远端之间流动的轴向分量;所述转子还包括一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到所述具有一个轴向分量的导管且被布置成在使用中从所述具有一个轴向分量的导管接收冷却剂或向所述具有一个轴向分量的导管提供冷却剂,所述内壁具有一个或多个用于冷却剂流动的流体路径,从而冷却所述转子;

至少一个流体叶轮,被布置在转子的所述第一端和/或远端处且被布置成与所述转子一起旋转,且给予和/或维持进入所述旋转设备的流体的旋转移动、或者去除和/或维持离开所述旋转设备的流体的旋转移动,其中所述叶轮被布置成朝向转子轴线导引流体以从所述旋转设备去除或朝向所述一个或多个流体路径向向外地导引流体,其中所述旋转设备包括所述旋转设备的一个流体入口和所述旋转设备的一个流体出口。

2. 根据权利要求1所述的旋转设备,其中所述流体出口在比所述流体入口更大的半径处。

3. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述内壁的所述流体路径是曲折路径。

4. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述冷却剂在其相同的轴向端处进入和离开所述转子。

5. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述冷却剂轴向地进入和离开所述转子。

6. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述冷却剂轴向地进入所述转子且径向地离开所述转子。

7. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述冷却剂径向地进入所述转子且轴向地离开所述转子。

8. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述定子具有一个限定在其内用于冷却剂流体流动的迷宫式路径。

9. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述磁体是交错的或随着沿转子的轴向位移而旋转偏移变化的。

10. 根据权利要求1或2所述的旋转设备,其中所述叶轮是一个具有导引冷却剂的导引肋的单一模制部件。

11. 根据权利要求10所述的旋转设备,其中所述叶轮肋是弯曲的。

12. 根据权利要求11所述的旋转设备,其中所述叶轮肋是弯曲的,具有变化的曲率。

13. 根据权利要求10所述旋转设备,其中所述叶轮肋是直的。

14. 一种用于提供旋转功率的马达,所述马达包括:

一个定子,用于接收电功率;

一个转子,被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,以便响应于接收电功率的所述定子,来引起所述转子旋转,

所述转子包括一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且其中所述转子还包括一个用于使冷却剂在所述转子的第一端和所述转子的第二远端之间轴向

流动的中心流体导管；

所述转子还在所述转子的第二远端处包括一个或多个径向流体导管，所述导管被流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂或向所述中心流体导管提供冷却剂，所述内壁具有多个用于冷却剂流动的曲折路径，从而冷却所述转子；以及

一个流体叶轮，所述流体叶轮被布置在所述转子的第一端处，以从所述内壁上的肋接收冷却剂或向所述肋提供冷却剂，且朝向转子轴线导引所述流体以从所述马达去除或朝向所述肋径向向外地导引所述流体，其中所述马达包括所述马达的一个流体入口和所述马达的一个流体出口。

15. 根据权利要求14所述的马达，其中由所述内壁上的导引肋或所述内壁中的凹槽限定所述曲折路径。

16. 根据权利要求15所述的马达，其中所述肋或凹槽是螺旋形的。

17. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达，其中内壁是圆柱形的，使得所述转子壳体是中空的。

18. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达，其中所述流体出口在比所述流体入口更大的半径处。

19. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达，其中肋或凹槽的数目与径向流体导管的数目相同。

20. 根据权利要求19所述的马达，其中肋或凹槽的数目是4。

21. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达，其中所述一个或多个径向导管被形成在一个固定地安装到所述内壁的端盖中的钻孔或洞。

22. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达，其中所述中心流体导管和所述一个或多个径向流体导管被形成为一个单一部件。

23. 根据权利要求20所述的马达，其中所述一个或多个径向流体导管是弯曲的。

24. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达，其中所述中心流体导管用作一个转子轴且具有第一端和第二端，所述第一端被安装在转子的第一端处的一个轴承中且所述第二端被安装在所述转子的第二远端处的一个轴承中。

25. 根据权利要求17所述的马达，其中中空的圆筒在所述马达内的一个传热区域下面包括一个密封的充气腔。

26. 根据权利要求25所述的马达，其中所述叶轮是一个具有用于导引冷却剂的导引肋的单一模制部件。

27. 根据权利要求14或26所述的马达，其中所述叶轮肋是弯曲的。

28. 根据权利要求27所述的马达，其中所述叶轮肋是弯曲的，具有变化的曲率。

29. 根据权利要求14或26所述的马达，其中所述叶轮肋是直的。

30. 根据权利要求14-16中的任一项中的任一项所述的马达，其中所述冷却剂在所述转子的相同的轴向端进入和离开所述转子。

31. 根据权利要求30所述的马达，其中所述冷却剂轴向地进入和离开所述转子。

32. 根据权利要求30所述的马达，其中所述冷却剂轴向地进入所述转子且径向地离开所述转子。

33. 根据权利要求30所述的马达,其中所述冷却剂径向地进入所述转子且轴向地离开所述转子。

34. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达,其中所述定子具有一个限定在其内用于冷却剂流体流动的迷宫式路径。

35. 根据权利要求14-16中的任一项所述的马达,其中所述磁体是交错的或随着沿转子的轴向位移而旋转偏移变化的。

36. 根据权利要求21所述的马达,其中所述一个或多个径向流体导管是弯曲的。

37. 一种电力发电机,包括:

一个定子,具有用于输出生成的功率的电触头;

一个转子,被同轴地布置在所述定子以内且具有一个或多个布置在其上的磁体,所述转子具有一个用于接收旋转输入的驱动输入,以便响应于被驱动的所述转子,来在所述定子中生成电功率,

所述转子包括一个具有一内壁的壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且其中所述转子还包括一个用于冷却剂在所述转子的第一端和所述转子的第二远端之间轴向流动的中心流体导管;

所述转子还在所述转子的第二远端处包括径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂或向所述中心流体导管提供冷却剂,所述内壁具有多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷却所述转子;以及

一个流体叶轮,所述流体叶轮被布置在所述转子的第一端处,以从所述内壁上的肋接收冷却剂或向所述肋提供冷却剂,且朝向转子轴线导引所述流体以从所述电力发电机去除或朝向所述肋径向向外地导引所述流体,其中所述电力发电机包括所述电力发电机的一个流体入口和所述电力发电机的一个流体出口。

38. 一种冷却用于生成旋转功率的马达中的转子的方法,所述方法包括:

在一个具有一用于接收电功率的定子的马达中,一个转子被同轴地布置在所述定子以内且具有一个或多个布置在其上的磁体,

将所述转子设置有一个具有一内壁的圆柱形转子壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且还将所述转子设置有一个用于冷却剂在所述转子的第一输入端和所述转子的第二远端之间轴向流动的中心流体导管;以及在所述转子的所述第二远端处将所述转子设置有一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂或向所述中心流体导管提供冷却剂,所述内壁具有曲折导引肋以限定多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷却所述转子;

设置所述马达的一个流体入口和所述马达的一个流体出口;以及

在所述转子的第一端处布置一个流体叶轮,以从所述内壁上的肋接收冷却剂或向所述肋提供冷却剂,且朝向转子轴线导引所述流体以从所述马达去除或朝向所述肋径向向外地导引所述流体。

39. 根据权利要求38所述的方法,包括向所述中心流体导管提供冷却剂使得引起所述冷却剂流动到所述径向导管内且沿着所述曲折路径冷却所述转子。

40. 一种用于提供旋转功率的马达,所述马达包括:

一个定子，用于接收电功率；

一个转子，被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体以便响应于接收电功率的所述定子，来引起所述转子旋转，

所述转子包括一个具有一内壁的转子壳体，所述磁体被布置在所述壳体周围，且其中所述转子还包括一个中心流体导管，以用于冷却剂从所述转子的第一输入端轴向地流动到所述转子的第二远端；

所述转子还在所述转子的第二远端处包括一个或多个径向流体导管，所述导管被流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂，所述内壁具有多个曲折路径以用于冷却剂从所述第二远端流动到所述第一输入端，从而冷却所述转子；以及

一个流体叶轮，所述流体叶轮被布置在所述转子的第一端处以从所述内壁上的肋接收冷却剂且将所述流体导引朝向转子轴线以从所述马达去除，其中所述马达包括所述马达的一个流体入口和所述马达的一个流体出口。

41. 根据权利要求40所述的马达，其中由所述内壁上的导引肋或所述内壁中的凹槽限定所述曲折路径。

42. 根据权利要求41所述的马达，其中所述肋或凹槽是螺旋形的。

43. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中内壁是圆柱形的，使得所述转子壳体是中空的。

44. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，包括一个流体入口和一个流体出口，其中所述流体出口在比所述流体入口更大的半径处。

45. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中所述肋或凹槽的数目等于径向流体导管的数目。

46. 根据权利要求45所述的马达，其中所述肋或凹槽的数目是4。

47. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中所述径向导管被形成为一个固定地安装到所述内壁的端盖中的钻孔或洞。

48. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中所述中心流体导管和所述径向流体导管被形成为一个单一部件。

49. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中所述中心流体导管用作一个转子轴且具有第一端和第二端，所述第一端被安装在转子的第一端处的一个轴承中且所述第二端被安装所述转子的第二远端处的一个轴承中。

50. 根据权利要求43所述的马达，其中中空的圆筒在所述马达内的一个传热区域下面包括一个密封的充气腔。

51. 根据权利要求40所述的马达，其中所述叶轮是一个具有用于导引冷却剂的导引肋的单一模制部件。

52. 根据权利要求40或51所述的马达，其中所述叶轮肋是弯曲的。

53. 根据权利要求52所述的马达，其中所述叶轮肋是弯曲的，具有变化的曲率。

54. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中所述定子具有一个被限定在其内用于冷却剂流体流动的迷宫式路径。

55. 根据权利要求40-42中的任一项所述的马达，其中所述磁体是交错的或随着沿转子

的轴向位移而旋转偏移变化的。

56. 一种电力发电机,包括:

一个定子,具有用于输出生成的功率的电触头;

一个转子,被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,所述转子具有一个用于接收旋转输入的驱动输入,以便响应于被驱动的所述转子,来在所述定子中生成电功率,

所述转子包括一个具有一内壁的壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且其中所述转子还包括一个用于使冷却剂从所述转子的第一输入端轴向地流动到所述转子的第二远端的中心流体导管;

所述转子还在所述转子的第二远端处包括径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂,所述内壁具有用于冷却剂从所述第二远端流动到所述第一输入端的多个曲折路径,从而冷却所述转子;以及

一个流体叶轮,所述流体叶轮被布置在所述转子的第一端处以从所述内壁上的肋接收冷却剂且将所述流体导引朝向转子轴线以从所述电力发电机去除,其中所述电力发电机包括所述电力发电机的一个流体入口和所述电力发电机的一个流体出口。

57. 一种冷却用于生成旋转功率的马达中的转子的方法,所述方法包括:

在一个具有一用于接收电功率的定子的马达中,一个转子被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,

将所述转子设置有一个具有一内壁的圆柱形转子壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且还将所述转子设置有一个用于使冷却剂从所述转子的第一输入端轴向地流动到所述转子的第二远端的中心流体导管;以及在所述转子的所述第二远端处将所述转子设置有一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂,所述内壁具有曲折导引肋以限定多个用于冷却剂从所述第二远端流动到所述第一输入端的曲折路径,从而冷却所述转子;

设置所述马达的一个流体入口和所述马达的一个流体出口;以及

在所述转子的第一端处布置一个流体叶轮,以从所述内壁上的肋接收冷却剂且将所述流体导引朝向转子轴线以从所述马达去除。

58. 根据权利要求57所述的方法,包括向所述中心流体导管提供冷却剂,使得引起所述冷却剂流动到所述径向导管内且沿着所述曲折路径冷却所述转子。

59. 一种旋转设备,包括:

一个定子,用于接收或输出电功率;

一个转子,被同轴地布置在所述定子以内且具有一个或多个布置在其上的磁体,

所述转子包括一个具有一个内壁的转子壳体,所述磁体被布置在所述壳体周围,且其中所述转子还包括一个中心流体导管以用于冷却剂在所述转子的第一端和所述转子的第二远端之间轴向流动;

所述转子在所述转子的所述第二远端处还包括一个或多个径向流体导管,所述导管被流体地耦合到所述中心流体导管且被布置成在使用中从所述中心流体导管接收冷却剂或向所述中心流体导管提供冷却剂,所述内壁具有多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷

却所述转子；以及

一个流体叶轮，所述流体叶轮被布置在所述转子的第一端处以从所述内壁上的肋接收冷却剂且将所述流体导引朝向转子轴线以从所述旋转设备去除，其中所述旋转设备包括所述旋转设备的一个流体入口和所述旋转设备的一个流体出口。

60. 一种旋转设备，包括：

一个定子，用于接收或输出电功率；

一个转子，被同轴地布置在所述定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体，

所述转子包括一个具有一内壁的转子壳体，所述磁体被布置在所述壳体周围，且其中所述转子还包括一个轴向流体导管以用于冷却剂在所述转子的第一端和所述转子的第二远端之间的流动；

所述转子还包括一个或多个径向流体导管，所述径向流体导管被流体地耦合到所述轴向流体导管且被布置成在使用中从所述轴向流体导管接收冷却剂或向所述轴向流体导管提供冷却剂，所述内壁具有一个或多个用于冷却剂流动的流体路径，从而冷却所述转子，

所述流体路径具有内部表面，在使用中所述内部表面通过冷却流体的流动而被浸湿，从而限定一个浸湿表面面积，其中总浸湿表面面积是所述磁体的内表面面积的至少35%；以及

一个流体叶轮，所述叶轮被布置在所述转子的第一端或远端且被布置成与所述转子一起旋转，且向进入所述旋转设备的流体给予旋转移动或从离开所述旋转设备的流体去除旋转移动，以从所述内壁上的肋接收冷却剂且将所述流体导引朝向转子轴线以从所述旋转设备去除，其中所述旋转设备包括所述旋转设备的一个流体入口和所述旋转设备的一个流体出口。

61. 根据权利要求60所述的旋转设备，其中所述总浸湿表面面积是所述磁体的内表面面积的至少50%。

62. 根据权利要求61所述的旋转设备，其中所述总浸湿表面面积是所述磁体的内表面面积的至少100%。

63. 根据权利要求62所述的旋转设备，其中所述总浸湿表面面积大于所述磁体的内表面积。

## 旋转设备、马达以及冷却马达的方法

[0001] 本发明涉及旋转设备、马达以及冷却马达的方法。本发明还涉及发电机以及冷却发电机的方法。

[0002] 电动马达被广泛用作生成牵引力的装置。然而，已知的是，牵引马达引起的一个问题是，会在牵引马达内生成大量的热。马达的冷却是重要的，以便避免对马达内的热敏感部件的损害。期望提供成本较低或性能密集较大的马达。然而，如下文将解释的，满足此期望的马达会在正常操作中经历马达内转子的更显著加热。

[0003] 一种马达(诸如三相同步马达)通常将包括一个定子和一个转子。定子被布置成，在使用中接收电功率以生成变化的磁场。转子被同轴地布置在定子以内且通常由定子围住，该转子包括若干永磁体，所述永磁体在该变化的磁场的影响下引起转子旋转。因此，通过提供电功率，可以得到旋转输出。实质上，可以以相反顺序使用相同的设备生成电力。换言之，如果通过旋转驱动输入驱动转子，则在定子线圈中将生成电压。

[0004] 随着对减小的马达质量和物理尺寸的需求增加，这必然导致马达中的定子在使用中变得更热。例如，这是由于减小的铜含量导致定子绕组中的较高的电阻性损失，这因此导致绕组它们自身更热。在马达中的定子运行得更热的情形下，这一般减小转子的自然冷却能力，因为定子运行得比转子更热，则不存在从转子到定子的热损失的可能。这尤其适用于密封围住的马达，在此情况下转子不能够容易地被空气冷却。这对高性能液体冷却的马达而言是典型的。

[0005] 此外，对较低制造成本的需求偏爱能够导致磁体和转子的磁涡流电流加热增加的马达构架。具体地，即，马达内的永磁体的结构越简单，生成的涡流电流和作为结果的加热越大。减小转子的涡流电流加热的常规方法包括层压转子和磁体。这确保在磁体和转子以内不会具有空间来生成大涡流电流。然而，如果定子以更高的温度运行，则此种解决加热问题的方式具有减小的益处，因为即使减小了由于涡流电流生成的热的量，然而由于从转子到定子的较差的或可忽略的热损失，此相对小的生成的热的量会成为一个问题。

[0006] 此外，如果由于定子的高温使得转子经由气隙向定子损失热是无效的，则转子可用的用于热损失的剩余热路径是经由轴和轴承。这通常是一个较差的热路径，该热路径不会提供显著的传热，因此尽管通过层压转子产生较少的热，但是由于可用的非常差的热损失机制使得转子仍然会容易地过热。

[0007] 为了以最低的成本实现最大功率密度马达，有必要使定子运行得尽可能热(高温度的定子材料相对便宜)且使转子尽可能冷却以保持磁体成本最小。

[0008] 如何有效地冷却马达的问题已经存在了一段时间且已经提出了多种解决方案。

[0009] 在US-A-7,579,725 (Zhou等人)中，描述了一种转子组件冷却系统，在该转子组件冷却系统中，转子轴的一部分是中空的且包括一个打开端和一个封闭端。一个冷却剂馈送管刚性地附接到该转子轴。因此，引起该轴和该馈送管以相同的速率旋转。冷却剂被泵送穿过该馈送管直到它离开该馈送管的端部且抵靠该转子轴的封闭端的内表面流动，转子轴的封闭端引起冷却剂改变方向且向回流动穿过冷却剂流动区域。因此，引起流体流进在馈送管的外表面和中空转子轴的内表面之间的空间内。以连续支撑支柱(strut)的形式提供一

一个连续螺旋形构件，该支撑支柱螺旋形地包裹在该馈送管周围且将它耦合到该轴。由于该构件的螺旋形形状，冷却剂被主动地泵送到使该馈送管与该轴分开的区域中，因此确保连续的冷却剂流动到该转子组件。US-A-7,489,057是Zhou的一个相关专利。

[0010] 在US-A-3,260,872(Potter)中，提供了一种油冷却发电机。在这里，经由一个开口提供冷却剂油的流动。冷却剂油然后流动穿过螺旋形路径之后进入该发电机转子的轴向轴。该流体朝向转子的端部传递，在该端部从转子壳体的内表面反射且向回传递穿过进一步的螺旋形路径。最终，冷却剂传递出该设备。因此，提供了一种油冷却发电机，其中螺旋形路径用于控制冷却油的流动且其中流体馈送管与转子一起旋转。

[0011] 流体冷却马达或发电机的其他实施例包括如US-A-4,647,805、US-A-5,589,720、WO-A-90/09053、DE-A-19913199、US-A-4,692,644、US-A-8,022,582、US-A-2001/0308071、US-A-3,521,094、US-A-3,060,335、US-A-3,240,967、US-A-4,350,908、US-A-5,424,593、GB-A-16979、GB-A-2483122以及DE-A-3622231中所描述的那些。

[0012] 根据本发明的第一方面，提供了一种旋转设备，包括：一个定子，用于接收或输出电功率；一个转子，被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体，该转子包括一个具有一内壁的转子壳体，所述磁体被布置在该壳体周围，且其中该转子还包括导管，该导管具有一个用于冷却剂在该转子的第一端和该转子的第二远端之间流动的轴向分量(axial component)；该转子还包括一个或多个径向流体导管，所述径向流体导管被流体地耦合到轴向流体导管且被布置成在使用中从轴向流体导管接收冷却剂或向该轴向流体导管提供冷却剂，该内壁具有一个或多个用于冷却剂流动的流体路径，从而冷却该转子；以及一个流体叶轮，所述流体叶轮被布置在转子的第一端或远端处且被布置成与该转子一起旋转，且向进入该旋转设备的流体给予旋转移动或从离开该旋转设备的流体去除旋转移动。

[0013] 提供了一种旋转设备。该旋转设备可以起马达或发电机的作用。作为马达，向定子提供电功率，该定子生成变化的磁场且通过与转子上的磁体的相互作用引起转子旋转。在作为发电机使用时，驱动转子，围绕该转子借助该转子所暴露到的变化的磁场在定子中生成功率。设置了一个叶轮，该叶轮被布置成与转子一起旋转且向进入该旋转设备的流体给予和/或维持旋转移动或将旋转移动从离开该旋转设备的流体去除。这意味着，在流动穿过该旋转设备的冷却流体中避免了压力损失。设置了一个轴向流体导管，该轴向流体导管使得流体能够在大体轴向方向上(即，从转子的一端向另一端和/或再次返回)流动。该轴向流体导管优选地被中心地布置成使得流体可以在中心纵向轴向位置中流动穿过该轴向流体导管。在另一个实施例中，轴向流体导管(一个或多个)被布置在距转子的中心纵向轴线某一径向距离处。

[0014] 根据本发明的第二方面，提供了一种旋转设备，包括：一个定子，用于接收或输出电功率；一个转子，被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体，该转子包括一个具有一内壁的转子壳体，所述磁体被布置在该壳体周围，且其中该转子还包括一个用于冷却剂在该转子的第一端和该转子的第二远端之间流动的轴向流体导管；该转子还包括一个或多个径向流体导管，所述径向流体导管被流体地耦合到该轴向流体导管且被布置成在使用中从该轴向流体导管接收冷却剂或向该轴向流体导管提供冷却剂，该内壁具有一个或多个用于冷却剂流动的曲折路径，从而冷却该转子；以及一个流体叶轮，该流体叶轮

被布置在转子的第一端或远端处且被布置成与该转子一起旋转且向进入该旋转设备的流体给予旋转移动或将旋转移动从离开该旋转设备的流体去除。

[0015] 提供了一种旋转设备,该旋转设备可以起马达或发电机的作用。作为马达,向定子提供电功率,该定子生成变化的磁场且通过与转子上的磁体的相互作用引起转子旋转。在作为发电机使用时,驱动转子,围绕该转子借助该转子所暴露到的变化的磁场在定子中生成功率。设置了一个叶轮,该叶轮被布置成与转子一起旋转且向进入该旋转设备的流体给予和/或维持旋转移动或将旋转移动从离开该旋转设备的流体去除。这意味着,在流动穿过该旋转设备的冷却流体中避免了压力损失。在该内壁上设置了一个或多个用于冷却剂流动的曲折路径。这些提供了一种装置,通过该装置可以使流体覆盖显著比例的内壁的表面,从而确保流体与转子大部分的良好热接触。

[0016] 在一个实施例中,叶轮被布置成朝向转子轴线导引流体以从马达去除或朝向一个或多个曲折路径径向向外地导引流体。这在一个实施例中是特别有用的:在该实施例中,流体(在一个流动方向上)从一个最初中心轴向位置、沿着转子的长度流动,径向向外地流动以沿着所述曲折路径流动且然后被带回到一个轴向位置中。在此实施例中,叶轮提供了一个用于流体的连续导管同时不允许流体相对于该叶轮旋转地流动,以使得当流体被带回到一个轴向位置时,已经使旋转移动从该流体去除。在流体在相反方向上流动的情况下,该叶轮提供了一种装置,通过该装置流体可以旋转地加速而不引入相对于转子的任何旋转速度。

[0017] 在一个实施例中,叶轮是具有引导冷却剂的导引肋(guide rib)的单一模制部件。

[0018] 在一个实施例中,叶轮肋是弯曲的。

[0019] 在一个实施例中,叶轮肋是弯曲的,具有变化的曲率。

[0020] 在一个实施例中,叶轮肋是直的。

[0021] 在一个实施例中,叶轮是由钻孔(诸如,圆柱形钻孔)形成的。

[0022] 在一个实施例中,冷却剂在转子的相同的轴向端进入和离开转子。

[0023] 在一个实施例中,冷却剂轴向地进入和离开转子。

[0024] 在一个实施例中,冷却剂轴向地进入转子且径向地离开转子。

[0025] 在一个实施例中,冷却剂径向地进入转子且轴向地离开转子。

[0026] 在一个实施例中,定子具有一个限定在其内用于冷却剂流动的迷宫式路径(labyrinthine path)。

[0027] 在一个实施例中,磁体是交错的或随着沿转子的轴向位移而旋转偏移变化的。

[0028] 根据本发明的第三方面,提供了一种用于生成旋转功率的马达,该马达包括:一个定子,用于接收电功率;一个转子,被同轴地布置在该定子以内且具有一个或多个布置在其上的磁体,以便响应于接收电功率的该定子,来引起该转子旋转,该转子包括一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在该壳体周围,且其中该转子还包括一个用于冷却剂在该转子的第一端和该转子的第二远端之间轴向流动的中心流体导管;该转子还在该转子的第二远端处包括一个或多个径向流体导管,所述导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂或向该中心流体导管提供冷却剂,该内壁具有多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷却该转子。

[0029] 在一个实施例中,转子具有一个圆柱形主体,其中一个或多个曲折路径布置在该

圆柱形主体上。换言之，内壁是圆柱形的。当向定子施加功率(例如，向定子施加电压)时，引起转子旋转。所述曲折路径在该圆柱形主体的表面上导引冷却剂，因此确保由冷却剂良好地覆盖该圆柱形主体。此外，设置了径向流体导管以将冷却剂从转子内的一个轴向位置导引到该圆柱形主体的外部表面上的路径(或在相反方向上，这取决于流体流动方向)。以此方式使用径向导管确保流体被方便地递送到用于向前传播的路径(或从所述路径接收流体)。径向导管和曲折路径的结合提供了一种有效且有效率的方式以使得能够实现转子的冷却。此外，使用用于流体的导管确保流体可以被递送到所述曲折路径或从所述曲折路径接收该流体而转子部分与流体之间的相对速度不突然改变，因此最小化对冷却剂的流动的阻力。

[0030] 使用径向导管的另一个优点是，允许以(如果有的话)相对低的压力损失将流体从中心轴线转移到靠近热源的圆筒的外部且再次转移回来(或反之亦然)。

[0031] 此外，设置在圆柱形主体的表面上的曲折路径确保流体以相对高的速率流动(即，比在没有所述路径的情况下流体流动的速率更高)。流体使用相对高的速率流动意味着，存在向流体内的良好的传热。使用曲折的路径而不是直的、窄的路径作为生成高速率的装置在抗堵塞和所要求的制造容差方面是有利的，尽管如下文所讨论的也可以使用直的路径。

[0032] 此外，流体在圆柱形表面之上的流动确保冷却剂靠近热源(磁体)且因此有效地管理来自该源的传热。

[0033] 在一个实施例中，曲折路径是由内表面上的导引肋或内表面中的凹槽限定的。

[0034] 在一个实施例中，肋和凹槽是螺旋形的。

[0035] 在一个实施例中，螺旋形的肋或凹槽的角度在某一范围以内。

[0036] 在一个实施例中，内壁是圆柱形的，使得转子壳体是中空的。

[0037] 在一个实施例中，马达包括一个流体入口和一个流体出口，其中该流体出口在比该流体入口更大的半径处。

[0038] 在一个实施例中，肋或凹槽的数目与径向流体导管的数目相同。

[0039] 在一个实施例中，肋或凹槽的数目是4。

[0040] 在一个实施例中，一个或多个径向导管被形成为在一个固定地安装到内壁的端盖中的钻孔或洞。

[0041] 在一个实施例中，中心流体导管和一个或多个径向流体导管被形成为一个单一部件。

[0042] 在一个实施例中，一个或多个径向流体导管是弯曲的。

[0043] 在一个实施例中，中心流体导管用作一个转子轴且具有第一端和第二端，该第一端被安装在转子的第一端处的一个轴承中且该第二端被安装该转子的第二远端处的一个轴承中。

[0044] 在一个实施例中，中空的圆筒在所述马达内的一个传热区域下面包括一个密封的充气腔。

[0045] 在一个实施例中，所述马达包括一个流体叶轮，该流体叶轮被布置在转子的第一端处以从螺旋形肋接收冷却剂或向螺旋形肋提供冷却剂且朝向转子轴线导引流体以从所述马达去除或朝向该螺旋形肋径向向外地导引流体。

[0046] 在一个实施例中，叶轮是一个具有导引冷却剂的导引肋的单一模制部件。

- [0047] 在一个实施例中,叶轮肋是弯曲的。
- [0048] 在一个实施例中,叶轮肋是弯曲的,具有变化的曲率。
- [0049] 在一个实施例中,叶轮肋是直的。
- [0050] 在一个实施例中,冷却剂在转子的相同的轴向端处进入和离开转子。
- [0051] 在一个实施例中,冷却剂轴向地进入和离开转子。
- [0052] 在一个实施例中,冷却剂轴向地进入转子且径向地离开转子。
- [0053] 在一个实施例中,冷却剂径向地进入转子且轴向地离开转子。将理解,可以在转子内在任何期望的方向上提供流体流动。在一个实施例中,径向地提供流体且在流体通过转子之后从该转子的相同的端部取得该流体。在另一个实施例中,在一端处轴向地提供流体且在另一端处径向地离开。在另一个实施例中,在一端处径向地提供流体且在相对端处径向地离开。在流体从与流体输入的端部不同的端部离开的实施例中,流体通常被直接馈送到曲折路径内以用于在第二端处,在流体离开之前沿转子向下单向传递。
- [0054] 在一个实施例中,定子具有一个限定在其内用于冷却剂流体流动的迷宫式路径。
- [0055] 在一个实施例中,磁体是交错的或随着沿转子的轴向位移而旋转偏移变化的。
- [0056] 根据本发明的第四方面,提供了一种电力发电机,包括:一个定子,具有用于输出生成的功率的电触头;一个转子,被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,该转子具有一个用于接收旋转输入的驱动输入,以便响应于被驱动的转子,来在该定子中生成电功率;该转子包括一个具有一内壁的壳体,所述磁体被布置在该壳体周围,且其中该转子还包括一个用于冷却剂在该转子的第一端和该转子的第二远端之间轴向流动的中心流体导管;该转子还在该转子的第二远端处包括一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂或向该中心流体导管提供冷却剂,该内壁具有多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷却该转子。
- [0057] 根据本发明的第五方面,提供了一种冷却用于生成旋转功率的马达中的转子的方法,所述方法包括:在一个具有用于接收电功率的定子的马达中,一个转子被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,将该转子设置有一个圆柱形转子壳体,该壳体具有一个内壁,所述磁体被布置在该壳体周围,且还将该转子设置有一个用于冷却剂在该转子的第一输入端和该转子的第二远端之间轴向地流动的中心流体导管;以及在该转子的第二远端处将该转子设置有一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂或向该中心流体导管提供冷却剂,该内壁具有曲折导引肋以限定多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷却该转子。
- [0058] 在一个实施例中,所述方法包括向中心流体导管提供冷却剂,使得引起冷却剂流动到径向导管内且沿着曲折路径流动冷却转子。
- [0059] 根据本发明的第六方面,提供了一种用于生成旋转功率的马达,所述马达包括:一个定子,用于接收电功率;一个转子,被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,以便响应于接收电功率的该定子,引起该转子旋转,该转子包括一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在该壳体周围,且其中该转子还包括一个用于冷却剂从该转子的第一输入端轴向地流动到该转子的第二远端的中心流体导管;该转子还包括被布置在

该转子的第二远端处的端构件，所述端构件具有径向流体导管，所述径向流体导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂，该内壁具有导引肋以限定多个曲折路径，所述多个曲折路径用于冷却剂从第二远端到第一输入端的流动，从而冷却该转子。

[0060] 在一个实施例中，转子具有一个圆柱形主体，其中多个曲折路径布置在该圆柱形主体上。代替曲折路径，所述流体路径代替地可以是直的且以任何期望的方式轴向对齐。重要的是，所述流体路径覆盖显著比例的内壁。当向定子施加功率（例如，向定子施加电压）时，引起转子旋转。可以设置一个圆柱形内壁且所述流体路径在该圆柱形主体的表面上导引冷却剂，因此确保由冷却剂良好地覆盖该圆柱形主体。优选地，流体路径覆盖内壁的表面的至少35%。更优选地，所述流体路径被布置成覆盖内壁的表面面积的大多数，例如，覆盖内壁的表面面积的至少50%，且甚至更优选地，覆盖内壁的表面面积的至少75%。可以实现这样的表面覆盖的一种方便的方式是使用曲折路径，因此曲折路径是优选的。

[0061] 还可以设置的是，在使用中，流体在所述流体路径50内的最小流速是0.5m/s。

[0062] 此外，设置径向流体导管以将冷却剂从转子以内的一轴向位置导引到圆柱形主体的外部表面上的路径。以此方式使用径向导管确保将流体方便地递送到用于沿着圆柱形壁向前传播的路径。径向导管和曲折路径的结合提供了一种有效且有效率的方式以使得能够实现转子的冷却。此外，使用用于流体的导管确保可以使流体递送到曲折路径且使流体从所述曲折路径返回而转子部分和流体之间的相对速率不突然改变，因此最小化对冷却剂流动的阻力。

[0063] 使用径向导管的另一个优点是，允许以（如果有的话）相对低的压力损失将流体从中心轴线转移到靠近热源的圆筒的外部且又再次转移回来（或反之亦然）。

[0064] 此外，设置在圆柱形主体的表面上的曲折路径确保流体以相对高的速率流动（即，比在没有所述路径的情况下流体流动的速率更高）。流体使用相对高的速率流动意味着，存在到流体内的良好的传热。使用曲折路径而不是直的、窄的路径作为生成高速率的装置在抗堵塞和所要求的制造容差方面是有利的。

[0065] 此外，流体在圆柱形表面之上的流动确保冷却剂靠近热源（磁体）且因此有效地管理来自该源的传热。

[0066] 在一个实施例中，设置了肋以限定所述曲折路径。所述肋优选地是螺旋形的。这确保能够实现用冷却剂充分地覆盖圆柱形表面，这进而确保可以有效地执行从转子的传热。

[0067] 在一个实施例中，肋的角度，即，相对于转子的纵向尺寸的螺旋角是在一个限定范围以内，以确保转子圆柱形壁的良好覆盖和快速的流体流速以实现良好的传热。

[0068] 在一个实施例中，使用4个起点螺旋形螺纹图案，所述4个起点螺纹图案连同流动通路的宽度或节距一起，产出10度作为一个螺旋角。通路的宽度和高度是由目标流动面积确定的，这进而起因于2m/s的目标速率，符合良好的传热而没有过度的压降。在此实施例中，提供了48mm<sup>2</sup>的流动面积。可以用3个或6个径向钻孔和在5-30度范围内的螺旋角实现类似的冷却性能。因此，一般优选地是，螺旋形肋或凹槽的角是在5-30度的范围内。

[0069] 在一个实施例中，圆柱形转子壳体是中空的。这是特别有利的，因为它确保转子可以被设置在马达中，其中该转子具有低的惯性和质量。这在能够启动和停止马达方面是重要的，且更一般地，减少了加速或减速该马达所需要的功率。

[0070] 在一个实施例中，磁体是交错的或随着沿转子的轴向位移而旋转偏移变化的。这使得能够最佳地响应于由定子以内的线圈生成的变化的场且减少驱动A/C波形中的磁场感应谐波失真。

[0071] 在一个实施例中，路径或肋的数目与径向流体导管的数目相同。这使得能够在所述导管和所述路径之间建立一一对应，这提供了冷却剂从所述径向导管到所述路径的有效率的传递。

[0072] 在一个实施例中，曲折路径肋的数目是4(肋的数目将对应)。这提供了对转子的圆柱形表面的良好覆盖同时容易制造。

[0073] 在一个实施例中，径向导管被形成为端构件中的钻孔或洞。这是一个特别优选的布置，因为容易制造。设想的是，中心流体导管连接到所述端构件的地方钻孔可以延伸到该中心流体导管内，以使得流体能够从该中心流体导管的圆柱形外壁离开，直接进入该端构件内的钻孔或洞内。

[0074] 在一个实施例中，中心流体导管和端构件(包括径向流体导管)被形成为一个单一部件。这减少了作为整体的马达的零件数且确保中心流体导管和端构件之间的良好连接。

[0075] 在一个实施例中，中心流体导管用作一个转子轴且具有第一端和第二端，该第一端被安装在转子的第一端处的一个轴承中且该第二端被安装远端处的一个轴承中，其中该转子轴延伸到轴承内且由该轴承支撑。

[0076] 在一个实施例中，中空的圆筒包括一个密封的充气腔。该充气腔被布置在转子内在传热区域下面。使用充气腔最小化了惯性且从而减少了启动、停止、加速或减速马达所需要的功率。

[0077] 在一个实施例中，所述马达包括一个流体叶轮，该流体叶轮被布置在转子的第一端处以从螺旋形肋接收冷却剂或将所述流体导引朝向所述转子轴线以从所述马达去除。这是特别有利的特征，因为当冷却剂离开所述马达时从该冷却剂去除回旋意味着避免了压力损失且因此不需要高压泵来泵送该冷却剂穿过所述马达。

[0078] 在一个实施例中，叶轮是一个具有导引冷却剂的导引肋的单一模制部件。这使得能够用最少的附加零件数实现叶轮的益处。还意味着该叶轮在实践中可以是马达组件内的一个简单的模制部件。

[0079] 在一个实施例中，叶轮肋是弯曲的，这提供了将回旋从接收的冷却剂平滑地且温和地去除。在该叶轮是一个简单的模制部件的情况下，容易实现适当成形的肋的设置。

[0080] 在一个实施例中，叶轮肋是弯曲的，具有变化曲率。在所述肋中使用逐渐变化的曲率允许更精确地实现对去除回旋的控制。

[0081] 在一个实施例中，定子具有一个被限定在其内用于冷却剂流体流动的迷宫式路径。这使得该定子同样能够被保持冷却。在一个实施例中，定子内的冷却剂流体路径和转子内的冷却剂流体路径是用于流体的连续路径。这意味着可以使用单个流体循环来冷却所述马达的转子和定子(即，整个马达)。在一个实施例中，规定以151/min的冷却剂流速来冷却大于100kW输出和8升整体包装体积的马达。

[0082] 在一个实施例中，转子的流体入口和转子的流体出口在不同半径处。与通过使用径向导管可实现的低压损失结合，这意味着所述马达可以有效地自泵送。这是因为如果该出口在比该入口更大的半径处，则在所述马达内的整个流动路径(即，从入口到出口)之上

的半径的合成变化是在由转子的旋转所迫使的方向上。换言之，该转子自身用作一个离心泵，该离心泵可以消除对附加冷却剂泵的需要。

[0083] 根据本发明的第七方面，提供了一种电力发电机，包括：一个定子，具有用于输出生成的功率的电触头；一个转子，被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体，该转子具有一个用于接收旋转输入的驱动输入，以便响应于被驱动的转子，在该定子中生成电压；该转子包括一个具有一圆柱形壁的圆柱形转子壳体，所述磁体被布置在该壳体周围，且其中该转子还包括一个用于冷却剂从该转子的第一输入端轴向地流动到该转子的第二远端的中心流体导管；该转子还包括一个被布置在该转子的第二远端处具有径向流体导管的端构件，所述径向流体导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂，该圆柱形壁具有曲折导引肋以限定多个用于冷却剂从该第二远端流动到该第一输入端的曲折路径，从而冷却该转子。

[0084] 除了马达以外，在一方面还提供了一种发电机。将理解，在部件方面马达和发电机非常类似。然而，马达用于从电信号生成旋转输出，发电机用于从旋转输入生成电输出。因此上文所描述的马达的优点也适用于发电机。具体地，曲折路径在圆柱形主体的表面上导引冷却剂因此确保由冷却剂良好地覆盖该圆柱形主体。设置径向流体导管以将冷却剂从转子以内的一个轴向位置导引到该圆柱形主体的外部表面上的路径。以此方式使用径向导管确保流体被方便地传递到用于沿着该圆柱形壁向前传播的路径。径向导管和曲折路径的结合提供了一种有效且有效率的方式以使得能够实现该转子的冷却。此外，使用用于流体的导管确保可以将该流体递送到曲折路径的起点而不将显著的湍流引入到该流体流动。

[0085] 根据本发明的第八方面，提供了一种冷却用于生成旋转功率的马达中的转子的方法，所述方法包括：在一个具有一用于接收电功率的定子的马达中，一个转子被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体，将该转子设置有一个具有一圆柱形壁的圆柱形转子壳体，所述磁体被布置在该壳体周围，且还将该转子设置有一个用于冷却剂从该转子的第一输入端轴向地流动到该转子的第二远端的中心流体导管；以及在该转子的第二远端处将该转子设置有一个端构件，该端构件具有径向流体导管，所述径向流体导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂，该圆柱形壁具有曲折导引肋以限定多个用于冷却剂从该第二远端流动到该第一输入端的曲折路径，从而冷却该转子。

[0086] 在一个实施例中，所述方法包括向该中心流体导管提供冷却剂，使得引起该冷却剂流动到所述径向导管内且沿着所述曲折路径冷却该转子。

[0087] 在第九方面，提供了一种用于生成旋转功率的马达，所述马达包括：一个定子，用于接收电功率；一个转子，被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体以便响应于接收电功率的该定子，引起该转子旋转，该转子包括一个具有一圆柱形壁的圆柱形转子壳体，所述磁体被布置在该壳体周围，且其中该转子还包括一个用于冷却剂从该转子的第一输入端轴向地流动到该转子的第二远端的中心流体导管；该转子还在该转子的第二远端处包括一个端构件，所述端构件具有径向流体导管，所述径向导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂，该圆柱形壁具有多个用于冷却剂从该第二远端流动到该第一输入端的曲折路径，从而冷却该转子。

[0088] 在第十方面，提供了一种冷却发电机的方法，所述方法包括：在一个具有一定子和

一转子的发电机中,该转子被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体且被布置成接收一个旋转驱动输入,将该转子设置有一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在该内壁周围,且还将该转子设置有一个用于冷却剂从该转子的第一输入端轴向地流动到该转子的第二远端的中心流体导管;以及在该转子的第二远端处将该转子设置有一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂,该内壁具有曲折导引肋以限定多个用于冷却剂从该第二远端流动到该第一输入端的曲折路径,从而冷却该转子。

[0089] 在第十一方面,提供了一种旋转设备,包括:一个定子,用于接收或输出电功率;一个转子,被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,该转子包括一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在该壳体周围,且其中该转子还包括一个用于冷却剂在该转子的第一端和该转子的第二远端之间轴向流动的中心流体导管;该转子在该转子的第二远端处还包括一个或多个径向流体导管,所述导管被流体地耦合到该中心流体导管且被布置成在使用中从该中心流体导管接收冷却剂或向该中心流体导管提供冷却剂,该内壁具有多个用于冷却剂流动的曲折路径,从而冷却该转子。

[0090] 根据本发明的另一方面,提供了一种旋转设备,包括:一个定子,用于接收或输出电功率;一个转子,被同轴地布置在该定子内且具有一个或多个布置在其上的磁体,所述转子包括一个具有一内壁的转子壳体,所述磁体被布置在该壳体周围,且其中该转子还包括一个用于冷却剂在该转子的第一端和该转子的第二远端之间流动的轴向流体导管;该转子还包括一个或多个径向流体导管,所述径向流体导管被流体地耦合到该轴向流体导管且被布置成在使用中从该轴向流体导管接收冷却剂或向该轴向流体导管提供冷却剂,该内壁具有一个或多个用于冷却剂流动的路径,从而冷却该转子,所述流体路径具有内部表面,在使用中,所述内部表面通过冷却流体的流动而被浸湿,从而限定一个浸湿表面积,其中总浸湿表面积是所述磁体的内表面积的至少35%。

[0091] 优选地,总浸湿表面积是所述磁体的表面积的至少50%。优选地,总浸湿表面积是所述磁体的表面积的至少75%。更优选地,总浸湿表面积是所述磁体的表面积的至少100%,且最优选地,总浸湿表面积大于所述磁体的内表面积51的100%(例如,至少125%或150%)。

[0092] 优选地,设置了一个流体叶轮,该叶轮被布置在转子的第一端或远端处且被布置成与该转子一起旋转且向进入该旋转设备的流体给予旋转移动或从离开该旋转设备的流体去除旋转移动。

[0093] 下面相应地是所有其他已陈述的优点。在上文已经陈述了“在一个实施例中”提供的特征,将理解,可以结合本发明的任何已陈述的方面中的一个或多个其他这样的特征提供该实施例。

[0094] 现在将参照附图详细描述本发明的实施方案。

[0095] 图1是配合到典型的混合动力或电动车辆的发动机上的牵引马达的示意性表示;

[0096] 图2是如可以被设置在图1的系统中的牵引马达的示意性表示;

[0097] 图3是穿过如可以被设置在图2的马达组件中的马达的立体横截面;

[0098] 图4是穿过图2的马达组件的纵向横截面;

[0099] 图5是穿过图2的马达组件的部分垂直横截面;

- [0100] 图6是穿过转子组件的立体纵向横截面；
- [0101] 图7是来自一个组件(诸如图3到图6中示出的组件)的转子的示意性表示；
- [0102] 图8是用于图7的转子的轴承轴颈的示意性表示；
- [0103] 图9是用于在转子组件中使用的螺旋形转子冷却剂部件的示意性表示；
- [0104] 图10是用于在马达组件中使用的冷却剂叶轮的示意性表示；
- [0105] 图11是用于在马达组件中使用的后端插头的示意性表示；
- [0106] 图12是用于连接到用于在马达组件中使用的图11的插头的管的示意性表示；
- [0107] 图13是用于在马达组件中使用的插头的示意性表示；
- [0108] 图14是穿过马达组件的转子的纵向横截面的示意性表示；
- [0109] 图15是穿过用于马达组件的转子的示意性表示的纵向横截面；
- [0110] 图16示出入口管密封件的一个实施例的示意性表示；
- [0111] 图17是用于在马达或旋转设备中使用的转子的一个替代实施例的示意性表示；
- [0112] 图18是图17的转子的一个部段的特写的示意性表示，包括四个共轴馈送端口；
- [0113] 图19是穿过图17的转子的一个部段的示意性表示，示出在一个轴退出口处的四个径向返回端口；
- [0114] 图20是图17的转子的一个端部的示意性表示，包括一个入口馈送叶轮设备；
- [0115] 图21是从一个转子(诸如，图17中示出的转子)上的表面螺旋穿过四个返回端口的截面的示意性表示；
- [0116] 图22是穿过四个向图17的转子的表面螺旋提供液体馈送的四个径向馈送端口的截面的示意性表示；
- [0117] 图23是示出穿过四个同轴馈送端口中的两个的截面的示意性表示，通过所述四个同轴馈送端口将液体馈送到转子(诸如，图17中示出的转子)的表面螺旋；
- [0118] 图24是用于一个转子(诸如，图17中示出的转子)的叶轮和耦合插口(spigot)的示意性表示；
- [0119] 图25是示出从叶轮到用于转子(诸如，图17中示出的转子)的轴同轴端口的冷却剂路径的截面；
- [0120] 图26示出从一个转子(诸如，图17中的转子)上的表面螺旋穿过同轴返回导管的截面；
- [0121] 图27是示出了向一个转子(诸如图17中示出的转子)上的叶轮桨叶内切线地馈送的入口孔的主视图的示意性表示；
- [0122] 图28是穿过四个向图27的叶轮内切线地馈送的入口孔中的一个的截面；
- [0123] 图29是用于在马达中使用的转子的一个替代实施例的示意性表示；
- [0124] 图30是穿过图29的马达的截面的示意性表示；
- [0125] 图31是从一个表面螺旋到图29的转子的一个外同轴环形物穿过端口的截面的视图；
- [0126] 图32是从一个表面螺旋到转子的外同轴环形物穿过返回端口的截面的示意性表示；
- [0127] 图33是穿过一个冷却剂入口-出口歧管的截面的视图；
- [0128] 图34是穿过包括入口-出口歧管的轴组件的截面的示意性表示；

- [0129] 图35是穿过到图29的转子上的表面螺旋的径向冷却剂入口导管的截面；
- [0130] 图36是从图29的转子上的表面螺旋穿过程向冷却剂返回导管的截面；
- [0131] 图37是穿过轴组件的截面的示意性表示，示出了用于图29的转子的冷却剂入口和出口。
- [0132] 图1是安装在发动机6上的牵引马达2的视图。牵引马达2被布置在耦合到发动机6的壳体4以内。将不提供对发动机6的进一步描述。将理解，可以使用任何适当类型的发动机。使用连接器8(诸如，螺栓或铆钉，尽管使用的特定类型的连接器不重要)将马达2的壳体4耦合到发动机6。发动机6可以通过适当燃料的燃烧或通过电动马达2的输出来产生功率输出。这样的混合动力功率供应系统(power supply system)是已知的且将不提供对它的进一步描述。这样的功率供应系统如可以被设置在“混合动力车辆”中，即，一种通过能够从燃烧发送机或从电动马达提供功率的功率系统提供动力的车辆。
- [0133] 然而，使用马达以从一个电信号生成一个旋转输出，使用发电机以从一个旋转输入生成一个电输出。本文的描述将主要关于使用作为马达的设备用于生成旋转功率，尽管反而可以使用该设备作为从旋转功率输入生成电功率的发电机。因此，术语“旋转设备”用来覆盖发电机和马达。
- [0134] 图2示出了如可以被提供在图1的系统或发动机中的马达(牵引马达)的示意性表示。
- [0135] 马达2具有外部套管(outer casing)10，外部套管10在使用中被布置在图1中示出的壳体4以内。马达和壳体的基本结构是三相同步马达的基本结构，三相同步马达包括一个包括绕组的外定子和一个包括永磁体的同轴安装的转子。在使用中，一个AC功率信号被提供至所述绕组诸如以生成导致该转子在该定子以内的相应旋转的旋转磁场。在一些实施例中，可以通过使用一个互相连接的反相器从DC蓄电池或电池组件得到此AC电源。
- [0136] 图2A和图2B示出定子22的视图，其中去除了内部套管10的全部或部分。在这些图中当然不可以看到转子，因为转子由定子围住。如可以看到的，迷宫式路径12被设置在定子22以内。迷宫式路径12包括纵向路径段14和转向部分16，转向部分总体被布置在定子的轴向端处。设置了一个入口18，穿过入口18引起冷却剂流动。一个适当的泵(诸如，电动马达驱动的离心泵)可以用于驱动冷却剂穿过马达组件。流体经由入口18进入且沿着迷宫式路径12沿着通道14中的每个向上或向下传递，在转向部分16内改变方向，诸如以用冷却剂覆盖定子22的大体上全部外部圆柱形表面。因此，通过使用这样的迷宫式传热流体路径使得能够从定子转移大量的热。
- [0137] 如在图2A中看到的，设置了一个分支点23，在分支点23处，流动穿过定子的冷却剂继续其路径(穿过该定子)或者分裂且继续到转子之内，如现在将详细解释的。可以通过一个可控阀来控制在转子和定子中的每个内流动的冷却剂的相对比例或者通过多种流动路径和导管的相对尺度来确定在转子和定子中的每个内流动的冷却剂的相对比例。
- [0138] 一旦传热流体已经沿着迷宫式路径12的整个长度以及实际上另一些马达冷却路径传递，它将经由退出开口20退出。现在将参照图3描述传热流体穿过马达组件的通路的转子冷却阶段。
- [0139] 图3是穿过图2的马达组件的纵向横截面。该马达组件包括一个典型地包括绕组(未示出)的定子22。定子22被布置在该马达组件的套管10以内。布置在马达组件2以内的是

一个转子，大体在24处指定该转子。下文将更详细地描述该转子。如可以看到的，该转子包括布置在转子壳体28周围的磁体26。所述磁体优选地是包括材料诸如，镝的永磁体。转子24被布置成由于磁体28与通电的绕组22的相互作用而旋转。轴承30和32被设置以支撑转子24在马达组件内的旋转。所述磁体沿着转子壳体24的长度相对于彼此有角度地移位，如下文将参照图7更详细地解释的。

[0140] 转子壳体24具有一个中心旋转轴34。在中心旋转轴的一端处，本文中被称作“第二端”，设置花键(spline)36以使能转子24和输出轴(未示出)之间的旋转耦合。因此，当由于提供给定子22的变化的AC功率信号引起驱动转子24时，可以经由轴34和花键36从马达组件2取得旋转输出。在转子的另一端处(“第一端”)，轴承轴颈78被设置用于支撑转子24的旋转。轴承轴颈78被固定地耦合到转子壳体28。下文将具体参照图8更详细地描述轴承轴颈78。

[0141] 在图3中，可以看到定子的迷宫式路径12。该路径的连接区域(未示出)被布置成提供一个从迷宫式路径12到转子的馈送管的入口的路由(route)，如上文参照图2A提及的。此外，设置了一个出口38，当冷却剂离开转子时，冷却剂被路由通过出口38且出口38连接到在图2B中看到的输出20。

[0142] 在更详细地描述转子在马达组件内的布置之前，参照图4和图7至图13，这些图单独示出了转子和若干其个体部件。如主要在图4中示出的，转子24包括一个外包裹物(wrap)42。当被布置在马达内时，气隙43(见图3)被设置在转子24的外包裹物42和定子22的内圆柱形表面之间。由于本文所设置且描述的冷却机构，因此不需要经由此气隙的从转子到定子的传热。

[0143] 转子24包括一个内壁44，在此实施例中，内壁44部分地限定一个圆形横截面的圆筒。因此，内壁44可以被称作圆柱形壳体。这在图9中单独示出。优选地，该内壁壳体是圆柱形的，但是也可以使用其他具有某种形状的壳体。在此实施例中，内圆柱形壳体44包括多个外部螺旋形肋46，外部螺旋形肋46在肋端部48处终止于转子的端部处。肋46在内圆柱形壳体44的外圆柱形表面的周围限定分立的曲折通道(在此情况下是螺旋形通道)或流体路径50，所述通道或流体路径还由转子壳体28的内圆柱形表面部分地限定。在图9中示出的实施例中，设置了四个螺旋形肋46，从而在其间限定了四个分立的曲折路径50。

[0144] 如上文提及的，代替曲折路径，流体路径50可以是直的且轴向对齐的。重要的是，所述流体路径覆盖内壁的显著比例的表面以确保其与内壁的良好的热接合以及与磁体的良好的热接合，布置所述流体路径主要地用以冷却所述磁体。当向定子施加功率(例如，向定子施加电压)时，引起转子旋转。可以设置圆柱形内壁且流体路径在圆柱形主体的表面上导引冷却剂，因此确保由冷却剂良好地覆盖该圆柱形主体。无论它们的配置如何(例如，直的、螺旋形的、曲折的等)，优选地，流体路径覆盖内壁的表面的至少35%。更优选地，流体路径被布置成覆盖内壁的表面的至少50%，且甚至更优选地，覆盖内壁的表面的至少75%。可以实现这样的表面覆盖的一种方便的方式是使用螺旋形路径，因此螺旋形路径是优选的。还可以提供的是，在使用中，在所描述的实施方案或实施例中的任何一个中，流动路径50内的流体的最小流速是0.5m/s。在一个替代实施方案中，该最小流速被设定在1.0m/s或2m/s。

[0145] 内壁44形成转子壳体的一部分，转子壳体优选地是中空的(无论其横截面如何)，如图4中所示出的，以便提供具有最低质量和惯性的转子。这减少了使转子加速或减速所需

要的功率。可以设置任何期望数目的曲折通道。在一个实施例中，设置了四个曲折通道，然而在另一个实施例中仅设置了单个曲折通道。在实施例中所示出的曲折路径是螺旋形形状。然而，将理解的，可以使用其他形状。例如，可以是从转子向上和向下流动的路径，类似于如在图2B中示出的且参照图2B所描述的流体在定子中的流动路径。

[0146] 代替(或除了)以示出的方式设置肋，在另一个实施例中，内圆柱形壳体的表面是平面的，其中在该圆柱形壳体的表面中形成有凹槽，以便限定用于冷却剂的分立的路径。在两种情况下，肋和/或凹槽、曲折路径被设置以用于冷却剂在转子壳体的表面上流动。可以通过蚀刻或铣削内圆柱形壳体44的表面来形成所述凹槽。曲折路径中的每个的横截面面积将取决于每个具体的应用，尽管优选地将使用 $20\text{mm}^2$ 到 $60\text{mm}^2$ 的范围。

[0147] 代替(或除了)以示出的方式将流体路径50设置在内壁44上，肋或凹槽可以被形成在转子壳体28的圆柱形内表面上，以便再次将曲折路径50限定在转子的内壁上。应牢记的是，在使用中，随着转子旋转，通道或路径50连同该转子的其他部件(例如，磁体)一起旋转。显然能够提供曲折路径作为部件44的整体部分、作为转子壳体28的一部分，或实际上作为这两个部分的结合。另外，可以设置附加部件(诸如，圆柱形壳)，以围绕且围住(从外部)内壁44或者围绕且围住(从内部)形成在转子壳体28中的路径。重要的是，一个或多个曲折路径被设置在转子的内壁上或被设置成与转子的内壁相关联。

[0148] 转子还在内壁或圆柱形壳体44的相对的轴向端处包括盖或端构件52和54。插头与内壁44固定地接合，使得盖和内壁44一起旋转。在图11和图13中分别示出从内壁或圆柱形壳体44去除的插头52和54。

[0149] 转子24具有一个入口管56，冷却剂穿过入口管56进入该转子。入口管56被固定地且可旋转地耦合到插头52和54。因此，在使用中随着转子旋转，入口管56与它一起旋转。入口管56之后是流体耦合构件58(或冷却剂管)，流体耦合构件58接收来自入口管56的流体。图12中示出了耦合构件58。耦合构件58用于连接转子盖52和54且为其间冷却剂提供一个通路。冷却剂管58具有凹槽60和62，在使用中，凹槽60和62被布置成接收密封件以用于密封防止流体泄漏。入口管56和耦合构件58可以结合设置为单一部件。结合为分开的部件或单一部件，它们可以被认为是冷却剂入口组件。此外，该冷却剂入口组件连同盖52和54一起可以被设置为一个单一部件。

[0150] 冷却剂管58具有第一端和第二端64，该第一端被布置成从入口管56接收冷却剂，该第二端64被布置成允许冷却剂(较通常地)继续其通过转子24和马达组件的通路。在冷却剂管58的第二端64处，设置有开口66(图12)，冷却剂穿过开口66退出该管且传递到部件44的外部圆柱形表面上的螺旋形路径50。

[0151] 在此实施例中，设置了中心入口管40。转子的旋转轴线或旋转线位于入口管40以内。这意味着当流体被引入到转子时，它不需要具有任何旋转速率，因为它已经在大体上中心轴向位置处。优选地，转子的入口是轴向中心的(或非常靠近中心轴线)以便最小化速率变化，且因此最小化在进入处的损失。随着流体从管40向下流动且然后进入到耦合构件58之内且进入到径向钻孔68之内，随着流体沿着钻孔68从中心旋转轴线进一步径向移动，流体获得旋转速率。当流体到达螺旋形路径50时，流体以与转子相同或大体上相同的速度旋转地移动。

[0152] 如图11中看到的，端盖54具有插孔110，插孔110被布置成接收冷却剂管58的第二

端64。盖54还具有径向孔或十字钻孔68，径向孔或十字钻孔68限定从冷却剂管58的第二端64到螺旋形路径50的起点的径向传输路径。所述径向孔可以是直的或弯曲的，但是无论任何情况用于提供一个或多个从设备的径向内区域到设备的径向外区域的导管。在一个实施例中，一个双螺旋形路径设置了两个直的径向孔，所述两个直的径向孔被设置以限定一个从冷却剂管58的第二端64到螺旋形路径50的起点的流体传输路径。优选地，选择径向孔的数目以相应于螺旋形路径50的数目。然而，在下文详细描述的一些实施例中，螺旋形路径的数目与径向孔或导管的数目不相同。

[0153] 在图3中清楚地看到，盖54还具有一个轴向突出部115，该突出部115被布置成从转子24被接收在输出轴72的起点以内。盖54内的钻孔68终止在大体上圆形开口74内，圆形开口74为冷却剂提供从冷却剂管58到螺旋形路径50的限定且固定的路径。

[0154] 参照图9，示出了内壳体44的一个实施例。在此实施例中，壳体44是圆柱形的且具有四个限定在其上的分立的螺旋形路径。当壳体44被布置在一个转子内时，壳体44与盖54成固定角度关系，使得开口74从洞或钻孔68通向螺旋形路径50中的对应的一个。优选地，为了提供冷却剂在内圆柱形壳体44的外表面上的均匀涂敷，而使用至少四个分立的螺旋形路径。然而，将理解，可以使用任何适当数目的螺旋形路径。在一个实施例中，使用了三个螺旋形路径且相应地提供洞或钻孔68在盖54内的角度布置。

[0155] 如图3中看到的，参考转子的第一端(即，入口管56被连接到的端)，设置了一个叶轮76(参照图10详细描述的)。该叶轮被设置成耦合到盖52且在用于转子的轴承轴颈78以内。叶轮76被布置成以便接收已经沿着内圆柱形壳体44的外圆柱形表面的长度传递穿过螺旋形路径50的冷却剂。叶轮76用于朝向转子和马达组件的中心轴线向后路由该冷却剂且从转子和马达组件的中心轴线向前路由到一个用于再生(regeneration)的出口。将注意到的是，该叶轮是当促进流体改变其径向移位时防止该流体和转子部分之间的相对角度旋转的部件或组件的一个实施例。实际上，该叶轮中的导管和/或导引叶片二者都这样做。

[0156] 因此，叶轮充当一个机构，该机构确保变化半径的流体一直以与转子在其整个半径变化中的旋转速率(或角速率或回旋速率)相同(或接近相同)的旋转速率(或角速率或回旋速率)旋转，直到非常靠近入口或出口的半径(取决于流体流动穿过入口或出口的方向)。实际上，叶轮是转子的具有用于流体流动的导管的旋转部分，由此叶轮的旋转引起叶轮内的流体的旋转。流体不相对于叶轮旋转，而是与叶轮一起相对于定子旋转。换言之，叶轮提供一个旋转流体反作用表面且应以此方式广泛地理解该叶轮。因此，在传递穿过旋转设备的流体存在半径变化的情况下，随着流体传递穿过叶轮，该叶轮可以用于随着流体的半径变化而给予旋转能量或从流体去除旋转能量。

[0157] 参照图10，叶轮76包括一个具有径向凸缘82的截头圆锥形壳体80。径向凸缘82限定开口84，穿过限定开口84冷却剂被布置成从螺旋形路径50的退出口流动且通过盖52内的导管94，下文详细地描述。叶轮被成形或被设置有一个或多个凹槽86以为冷却剂提供一个从导管94向前到马达组件的适当退出口的受控通路。在实施方案中叶轮的功能是重要的，因为在其自身从马达退出之前它提供一种受控且有效的方式以将冷却剂流体带回到靠近马达组件的旋转轴线的位置。这是重要的，因为它用于维持或确保冷却剂和转子之间的零相对圆周速率(回旋)。这最小化流体中的压力损失。

[0158] 实际上，叶轮76起到这样的装置的作用——通过该装置，随着流体从径向外位置

(例如,在径向导管94的输出处)向在充气室38处的径向内位置移动,流体可以增加或减小其旋转速率,从充气室38可以将该流体从设备去除。在此实施例中,将注意到,距入口管58的旋转轴线的径向距离小于距出口管98的径向距离,使得限定转子的出口的环形区域96(参见图4)距离旋转轴径向地远于距离入口管。这是优选的,因为它确保该转子是大体上自泵送的,因为当该转子旋转时,液体上的整体力推动液体穿过该转子。这与常规重力虹吸类似,其中流体可以从高势能位置移动到低使能位置,即使它涉及在沿着其行程的一些点处移动到比输入更低的势能位置或到比输入更高的势能位置。换言之,一旦流体沿着从轴向入口管56到环形出口96的路径流动,只要转子运行流体将继续流动,而不需要外部泵送。

[0159] 将理解,通常通过在中心轴向方向上将流体引入到转子的旋转参考框架将确保损失被最小化,因为不存在该流体所需要的突然旋转加速。通常,期望的是,无论导管在哪个旋转参考框架以内,流体始终在与导管所在的旋转参考框架相同的旋转参考框架中。因此,例如,当流体已经沿着耦合构件58行进且靠近耦合构件58的端部(图3)时,它将具有一些旋转,这些旋转是由于耦合构件58的旋转而给予流体的。耦合构件58和径向钻孔68之间的耦合是使得流体然后移动到钻孔68之内,且从外部视角看,当流体沿着钻孔传递到螺旋形路径50的起点时旋转地加速。换言之,在钻孔68的起点(靠近耦合构件58的端部)处的流体具有(如果有的话)很小的切线速率。随着流体沿着钻孔的长度传递,它的切线速率增加(随半径线性地增加)。然而,在钻孔以内,流体简单地沿着直的线性方向移动。通过使用叶轮76在转子的入口和出口处实现此相同效果。

[0160] 如上文所提及的,叶轮的壳体80优选地具有一个总体成角度的外表面,诸如以限定一个大体截头圆锥形形式。这使得冷却剂能够随着它移动而平滑减速到中心线速率同时避免向该流体施加回旋。凹槽或叶片86可以被模制到叶轮的主体内且具有一个期望的或适当的形状。在一个实施例中,叶片是直的。在另一个实施例中,叶片是弯曲的,诸如以提供针对流动穿过叶片的冷却剂的方向上的逐渐变化。优选地是,叶轮是单个单一部件,其中叶片是叶轮的整体部分。

[0161] 参照图3,现在将描述冷却剂穿过马达的通路。将假设该流体已经传递穿过上文所描述的定子冷却路径,使得它现在在一个位置(图2A中的23)处,准备好进入转子。最初,流体沿着马达组件的中心线经由导管38进入到入口88之内。该流体在方向A上沿着转子轴向地传递,直到它到达冷却剂入口组件或入口管58的端部90。在此实施例中,流体一般沿着转子的中心线或旋转轴线移动,但是只要流体大体从转子的一端移动到另一端它可以离开此位置。例如,耦合构件可以包括径向偏差,使得它沿着转子的中心不简单地是直的管。总的来说,流体(以及承载流体的导管)从转子的输入到螺旋形路径的入口的移动是轴向的,因为它具有一个沿着转子的轴向方向的分量。实际上,在此实施例中螺旋形路径自身是轴向的,因为它们具有用于冷却剂在转子的第一端和转子的第二远端之间流动的轴向分量。

[0162] 在这一点上,流体在洞或钻孔68中向外径向地流动。由于离心力,通过转子的旋转辅助冷却剂流体的径向通路。在92处流体进入螺旋形路径且沿着螺旋形路径行进回内圆柱形壳体44且行进内圆柱形壳体44的整个长度,直到它到达径向导管94的开口93,导管94将流体导引到叶轮76内和叶轮内的叶片86内。从这里,流体沿着环形或圆柱形路径96传递,由入口管40的外表面和轴承轴颈的突出部48的内圆柱形表面限定环形或圆柱形路径96。冷却剂然后传递到充气室38内,诸如以被从马达上去除且被再生。

[0163] 随着流体沿着曲折或螺旋形路径50流动,其靠近磁体的基座或磁体座28且因此紧密地热耦合至此。这提供了从磁体到流体内的有效的传热。

[0164] 参照图4,可以看到入口管56的外表面和转子轴承轴颈78的圆柱形突出部98的内表面之间的圆柱形或环形输出路径96。

[0165] 如图3和图4中示出的,流体路径50具有横截面,所述横截面在这些实施例中是正方形的或矩形的。流体路径50的内表面(在这些实施例中,是正方形或矩形横截面)限定可被称为“浸湿表面”的表面。在一些实施方案中,形成路径50以便实现一个确定浸湿表面,比方说,如与磁体26的内表面51相比。一般期望使流体路径的浸湿表面最大化,以便实现从转子到流体的最佳的传热量。转子以内的磁体的内表面51将通常在横截面上限定一些横截面的圆筒或棱柱,诸如六角棱柱,(如图7中的,有时沿着转子的长度交错)。因为热通常通过磁体的内表面从定子传递到流体路径50,所以所述路径的浸湿表面面积在一些实施方案中被形成为具有相对于磁体的内表面51的某一尺寸或量级。

[0166] 优选地,流体路径50的总浸湿表面面积是磁体的内表面面积或实际上壁28的外表面积的至少35%或更优选地至少50%。优选地,总浸湿表面面积是磁体的表面面积的至少75%。更优选地,总浸湿表面面积是磁体的表面面积的至少100%,且最优选地,总浸湿表面面积大于磁体的内表面面积51的100%,例如至少125%或150%。

[0167] 图5示出了用于流体穿过马达的整体通路的另一个实施例。如可以看到的,最初,冷却剂从定子22的蛇形路径12进入转子。该流体沿着流体馈送导管或路径100传递到入口管56内。从这里,流体传递穿过冷却剂馈送管组件的长度,穿过盖54内的洞或钻孔68流出,沿着螺旋形路径50传递,沿着导引导管52向内径向地传递,传递穿过叶轮76且然后传递穿过充气室104且沿着输出导管102流出。

[0168] 优选地制造转子部分的材料包括适当的金属,诸如钢或铝。例如,磁体座28和轴承轴颈78通常是由钢制成的,然而插头52和54以及转子圆筒44通常是由铝制成的。叶轮优选地是由塑料材料制成的。技术人员将意识到可以形成制成转子和马达组件的其他部分的材料。

[0169] 图6稍微更详细地示出用于冷却剂流体从转子和马达组件的输出路径。设置了充气室104,充气室104充当一个腔室以接收来自如上文所描述的叶轮76的流体。

[0170] 现在参照图7,将更详细地描述转子24。

[0171] 转子24包括座28,在座28上设置永磁体26(在图7中未示出)。具有座28的转子在沿着转子的长度的任何一点处具有六角横截面。磁体的外表面优选地是弯曲的,使得一旦被布置在座28上,转子的外表面是圆柱形的,如图4中看到的。

[0172] 当然将理解的是,内圆柱形壳体44上的凹槽的外表面由座28的限定转子壳体的一部分的内表面界定。如可以在图7中看到的,磁体在转子上的布置是纵向交错的。换言之,大体上扁平的座28是平面的且沿着转子的长度交错。参看图4,例如可以看到,在转子上形成一个环的每组磁体与其上游和/或下游的相邻磁体比较稍微有角度地偏移。如上文提及的,这减少了驱动AC波形中的磁场诱导的谐波失真。实际上,这使得马达组件内的转子能够最佳运行且使得其能够响应于给定子22内的线圈的通电而平滑运行。因为通过以已知的方式施加AC功率来给定子内的线圈通电,所以因此生成的磁场和永磁体之间的相互作用引起转子旋转。

[0173] 可以清楚地看到转子的输出构件34和凹槽106。凹槽106用于容纳用于马达组件以内的转子的一个或多个密封件。

[0174] 图8示出了用于转子的轴承轴颈。轴承轴颈78包括凹槽108, 凹槽108再次优选地被用于一个或多个密封件。该轴承轴颈被布置在轴承30以内, 轴承30用于控制转子在马达组件内的定位。参照图3和图8, 现在将更详细地描述该轴承轴颈。该轴承轴颈在一个轴向侧上包括上文所描述的突出部98, 突出部98帮助限定用于来自转子的冷却剂的出口路径。在其另一轴向侧上, 设置有一个圆柱形突出部61, 圆柱形突出部61具有大体截头圆柱形形式的内部区域59。该内部区域被设定尺寸和形状以符合叶轮76的外表面, 诸如以连同叶轮内的凹槽86一起限定用于来自转子盖52的径向凹槽94的冷却剂的路径, 如下文描述的。

[0175] 轴承轴颈还包括一个具有凹口109的环形凸缘99。所述凸缘和凹口提供这样的装置, 轴承轴颈78通过所述装置可以固定地耦合到转子的壁28。图3示出了壁28如何可以被设置有用于接收固定元件(未示出)(诸如, 螺钉或铆钉)的凹处55。除了或代替凹口, 可以在凸缘中设置适当尺寸的孔以接收固定元件。

[0176] 图11和图13分别示出了转子盖52和54。参照图11, 示出了转子盖54, 转子盖54在使用中将被布置在转子的第二远端处, 即, 流体离开入口管58的端部。转子盖54包括十字钻孔68, 十字钻孔68限定径向导管, 当流体从入口管58向螺旋形路径50移动时流体传递穿过该径向导管。设置了扁平部112, 扁平部112优选地被用于确保十字钻孔68与入口管58的远端中的开口66对齐。设置了一个圆形轮缘111, 轮缘111被设定尺寸成与圆柱形壳体部件44的内圆柱形表面接合。另外, 设置了一个环形圈状扁平部113, 环形圈状扁平部113接合圆柱形壳体部件44的环形端表面109(参见图6和图9)。设置了一个轴向管状凸台110, 管状凸台110被设定尺寸且被布置成将入口管58的端部接收在其内, 使得沿着入口管58传递的冷却剂被路由穿过开口66且向前路由到十字钻孔68之内。设置了环向凹槽115和117(在图3中示出), 环向凹槽115和117用于减少转子盖54的重量和惯性而不以其他方式影响它的功能。

[0177] 接下来, 参照图13, 现在将详细地描述在使用中布置在转子的第一端处的转子盖52。如上文所描述的, 转子盖52被布置成支撑叶轮76。盖52包括一个轴向突出部70, 叶轮76被安装在该轴向突出部70上。另外, 在盖52的相对轴向表面上设置有一个圆柱形凸台57。凸台57具有一个圆柱形凹处67, 圆柱形凹处67被设定尺寸成接收入口管58的第一端。圆柱形凹处67具有一个内肩部69, 内肩部69接合入口管58的端轴向环向表面。突出部70是中空的且与肩部69接合的入口管58相组合, 当冷却剂传递到马达内时为冷却剂提供一个大体上连续的导管。

[0178] 径向凹槽94(图14中最清楚地看到的)为从螺旋形路径50接收的冷却剂提供了一个路由, 冷却剂被路由穿过盖52且向前路由到叶轮76内。如图13和图14中看到的, 环状开口93被设置作为径向凹槽94的入口。选择凹槽的数目以对应于设置在圆柱形壳体部件44上的螺旋形路径50的数目。因此在几乎所有情况下, 两个盖52和54中的径向凹槽的数目将是相同的, 以便对应于圆柱形壳体部件44上的螺旋形路径的数目。所述径向凹槽优选地是在径向方向上布置的圆环横截面的直的凹槽。然而, 在一些实施例中, 所述凹槽是弯曲的。这可在图6中看到, 例如, 图6示出了盖52和54中的弯曲凹槽94。盖52或54中的一个或两个可被设置有直的和/或弯曲的径向凹槽, 但是在所有情况下, 所述凹槽在最大半径的圆周面积和较小半径的内中心区域之间路由流体。

[0179] 图14和图15示出了用于在马达组件中使用的转子的另一些实施例。图14示出了用于在马达组件中使用的转子的另一个实施例。如可以再次看到，圆柱形壳体部件44被设置有端盖52和54。叶轮76被设置在端盖52和转子轴颈轴承78之间。在此实施例中，端盖54包括一个纵向钻孔114以及轴向十字钻孔68(上文所描述的)。因此，随着流体退出入口管58，它传递到盖54内的钻孔内之后，朝向如上文所描述的螺旋形路径50径向地退出。在其他方面，转子的操作和功能将如上文参照例如图3和图4所描述的。图14和图15清楚地示出转子的流体入口和流体出口。如可以看到的，流体出口在一个比流体更大的半径处，因此使得转子能够由于通过转子的旋转给予流体的离心力而自泵送。

[0180] 图15示出了另一个实施方案。在此实施例中，入口管58继续到盖54以内的凹处116内。开口118被设置在管58内以与十字钻孔68的输入120对齐。优选地，所述开口是入口管内的简单钻孔以允许冷却剂流体径向地退出或从入口的侧面而不是从端面退出。在其他方面，转子的操作和布置如上文参照图中的其他图所描述的。

[0181] 图16示出了优选地用在马达组件的流体输入处的入口管密封件的一个实施例的示意性表示。

[0182] 如可以看到的，入口管56经由通电面密封件124被耦合到充气室壳体122。密封构件126被设置成围绕管56的输入。该密封构件优选地是由低摩擦力材料(诸如，PTFE)形成的且是以“顶帽”的形式设置的。PTFE密封件124的孔过渡配合到入口管56上。PTFE密封件124具有到入口管的紧密配合和到壳体的宽松配合且被设计成有效地密封抵靠静止壳体122的垂直面。这允许良好的密封，尽管轴中的任何“摇晃”或跑出。

[0183] 本文所描述的布置的使用使得定子内的峰值部件温度能够被限制到约200°C。在具体的实施例中，定子的部件温度被限制到207°C。使用公开的实施例，转子冷却能够将转子包裹物的峰值部件温度限制在范围160°C到210°C以内。此外，由于使用适当的密封件和流体路径配置，连同上文所描述的叶轮，整体马达系统压降被限制到0.5或0.4巴(bar)，给出每分钟15升的整体流速，足以冷却输出大于100kW且总包装体积为8升的马达。该系统能够保持冷却剂在大于3.5巴计的入口压力下不泄漏。

[0184] 流体在转子的外侧末端(outboard extremity)以内的整体压力由离心压力(与旋转速度的平方成比例)支配。在一个非限制性实施例中，当旋转频率是18000rpm且转子流动路径在30mm的半径处时，此离心压力贡献附加的17巴。设想的是，未来使用本文所描述的转子和冷却可实现高达25000rpm的速度。

[0185] 使用所描述的组件，可得到高流体速率，因此，这使能到冷却剂的良好传热。这是因为较高的流速或流体速率确保流体在马达内的驻留时间相应少。这进而意味着用新鲜的冷却流体不断地重新注满该流体，且因此能够在单位时间内接收更多热量以及增加传热系数。因此，可以实现高冷却量。在一个实施例中，使用本文所描述的冷却机构和方法去除了多于50%的转子热。使用热致变色涂料，已经确定的是，在8升整体包装体积的马达以110kW的功率操作10分钟之后，该马达内的转子温度小于冷却剂温度以上50°C。

[0186] 叶轮的使用还使能最小压力损失，因此这避免对高压冷却剂泵和复杂密封系统的需要。重要地，冷却剂靠近热源且因此提供从热源到冷却剂的良好传热。此外，多个螺旋形路径的使用确保转子的热的路径的均匀覆盖，再次确保良好的传热能力。

[0187] 最后，由于转子组件的大体上中空的性质，转子惯性被最小化。

[0188] 所公开的实施方案通常与乙二醇和水的混合物一起使用,尽管也可以使用其他冷却剂。所有的冷却剂或部分的冷却剂传递穿过转子冷却系统。如上文所描述的,冷却剂靠近转子轴线进入和离开转子。如上文所提及的,出口(尽管靠近转子轴线)在比入口更大的半径处,因此使得能够实现转子的自泵送性质。优选地是,在所附实施方案中,冷却剂在转子的相同的纵向或轴向端处进入和离开该转子。这使能在转子的另一端处对车辆传输的简单连接。换言之,因为不需要在转子的远端处设置用于冷却剂流体的导管,所以输出可以直接通向输出轴而不需要设置任何流体导管和/或相应的密封件。

[0189] 设置了旋转密封系统,该旋转密封系统防止流体进入定子内的转子腔。这防止流体完全(sheer)的摩擦损失和热生成。可以设置另一个旋转密封系统以分开入口和出口流体混合。这使系统的效力最大化。将注意到的是,冷却传热发生在比入口和出口显著更大的半径处的区域内。换言之,因为冷却发生在内圆柱形壳体44的外圆柱形表面上,这与转子的轴线相距一个显著的半径距离。这确保良好的传热(因为传热是在热源处),然而还由于内圆柱形壳体44的中空性质而使得转子质量和惯性最小化。

[0190] 如上文参照叶轮解释的,在冷却路径内需要半径变化的情况下,使用固定阻挡件或钻孔(即,叶轮)维持或保证冷却剂和转子之间的零相对圆周速率(回旋)。这最小化流体中的压力损失且因此消除对迫使冷却剂穿过马达的高压泵的需要。此外,在传热区域中设置了用于冷却剂的多起点螺旋形路径。这确保高流体速率且甚至大体上均匀的流体分布。此外,转子壳体的部件部分可被制到正常制造容差。最后,密封的充气腔被设置在传热区域下面,这最小化转子惯性。

[0191] 再次参照图3到图5,在一个实施例中,提供冷却液体以在与先前所描述的方向相反的方向上流动。换言之,最初,冷却流体沿着由入口管40的外表面和轴承轴颈的突出部48的内圆柱形表面限定的环形或圆柱形路径96传递。从这里该流体流动穿过由叶片86导引的叶轮76。然后,流体继续流动到径向导管94,径向导管94将该流体导引到围绕转子的螺旋形路径的起点。该流体沿着内圆柱形壳体44的整个长度传递且最终到达一个或多个径向钻孔或洞68,该流体沿着所述一个或多个钻孔或洞68径向向内流动以到达导管58,上文被称作“入口管”。在此实施例中,它可以被认为是一个“出口管”。该流体沿着管58的长度从远端朝向近端传递,在该近端处该流体可以被馈送出该设备。因此该流体路径大体上与上文所描述的流体经由入口管58进入组件的情况中的流体路径相对。在这两种使用中的任一个中,可以设置一个泵来提供附加的或充足的流体压力以用所描述的方式驱动流体。

[0192] 如上文所描述的,径向孔可以是直的或弯曲的,然而在此情况下用于提供一个或多个从该设备的径向外区域到该设备的径向内区域的导管。在一个实施例中,设置一个双螺旋形路径,该双螺旋形路径设置两个直的径向孔以限定一个从螺旋形路径50的端部到冷却剂管58的第二端64的传输路径。径向孔的数目优选地被选择成对应于螺旋形路径50的数目。

[0193] 图17是用于在马达中使用的转子138的另一个实施方案的一个实施例的示意性表示。

[0194] 该转子大体类似于上文参照例如图3到图6所描述的转子。该转子大体具有三个段,它们是第一端段131,中心段133和第二端段135。第一端段131和第二端段135大体包括用于与马达或其他旋转设备内的转子轴承接合的轴颈部分。第一端段131和第二端段135包

括若干用于与旋转设备(诸如,马达或发电机)以内的轴承接合的轴颈表面。例如,第一端段131通常包括用于与一个轴承(未示出)接合的圆柱形轴承轴颈123。若干环形凹槽127被设置在第一端段内,将设置密封件(诸如,0型环等)以避免或减少流体泄漏。

[0195] 在示出的实施例中,由双螺旋130限定曲折路径。所述螺旋是“双”的,因为单个馈送入口132馈送两个平行连接的路径或分支134和136。液体经入口132进入所述双螺旋且沿着所述螺旋的两个分支134和136传递。通过将一个螺旋设置有两个平行分支134和136,可以为转子实现增加的表面覆盖,而不相应地增加入口的数目。因此,双螺旋130中的每个仅需要单个入口132。此外,可以实现增加的表面覆盖而不减少螺旋角,螺旋角可以减慢液体沿着所述曲折路径的通过。在转子的中心段133的第二端处设置了返回入口150,以接收来自所述螺旋形路径的流体且将该流体朝向第一端段131中的流体出口148向回引导穿过该转子,如下文详细描述的。

[0196] 图23和图24更详细示出穿过转子的第一端段131的一部分纵向截面。设置了若干个馈送导管140,穿过馈送导管140冷却液体被馈送到转子内。馈送导管140包括平行的轴向段142和随后的径向段144,流体沿着径向段144流动以到达螺旋形路径130的入口132。图23清楚地示出馈送螺旋形路径130的两个分支134和136的单个入口132。馈送导管140的轴向段142的入口146被设置在转子的一个轴向端处。在使用中,一旦液体被馈送到该转子,该流体将沿着所述馈送导管传递且然后沿着所述螺旋形路径朝向该转子的第二端段135传递。一旦到达那里,该流体传递穿过返回端口和导管,如现在将具体参照图17、图18、图20、图24和图26所描述的。

[0197] 参照图17、图18、图20和图24,设置了返回端口148,返回端口148充当一个用于已经传递穿过转子的冷却液体的出口。已经沿着螺旋形路径134和136传递的冷却液体到达中心段133靠近转子的第二端135的端部且然后开始其向后朝向第一端段131的通路。

[0198] 流体穿过转子的通路因此如下。经由馈送导管140引入流体。该流体然后沿着馈送导管140的径向段144(图22和图23)传递且继续传递到螺旋形路径入口132。从这里,该流体沿着双螺旋形路径130传递直到该流体到达转子的远端,即,中心段133最靠近第二端段135的部分。此时,该流体传递到返回入口150内。设置径向入口管或钻孔152(图21)以将流体从返回入口150路由到一个或多个轴向返回路径154内(参见图26)。径向入口管或钻孔被形成在转子的主体以内,且再次,与馈送导管140一样,可以设置任何适当数目。通常该数目将与螺旋形路径的数目相同。然而,在设置双螺旋的情况下,如图17中示出的实施例中,将设置一半数目的径向入口管152。入口管152被布置成以便通向轴向返回路径154的入口。所述入口管在示出的实施例中是直的,但是与上文所描述的径向导管68一样,它们可以是弯曲的。仅仅要求它们提供一个大体径向路径以用于液体从所述螺旋形路径移动到轴向返回路径154。因此,在一个实施例中,它们具有一个从入口150通向轴向返回路径154的大体螺旋形配置。

[0199] 流体然后沿着轴向返回路径154大体轴向流动直到它到达返回端口或出口开口148,如图24中清楚地看到的。因此,将理解,冷却液体的流动类似于上文参照图1到图16所描述的实施方案。

[0200] 具体地如图17和图20中示出的,设置了叶轮156。叶轮156被耦合到转子且与该转子一起旋转。它用于在冷却液体引入到馈送导管140以前向该冷却液体提供旋转速率。将理

解,对照即图3的实施例,叶轮158的入口未在转子的旋转中心轴线上且因为叶轮将与转子的其余部分一起以高旋转速度旋转,其输入将以某一显著切线速率移动。只要确保进入的流体处于相同的或类似的旋转参考框架中,可以设置某一装置(诸如,流体喷射器),以在流体进入叶轮之前给予该流体切线速率。下文参照图27和图28对此进行更详细描述。

[0201] 叶轮156具有弯曲的入口路径158,在图20中最清楚地示出入口路径158。可以设置喷射器或用于喷射器的入口157(参见图27)以将液体供应至叶轮156。喷射器157用于向流体提供某一切线(以及轴向)速率。叶轮弯曲表面158的桨叶角是浅的,因此减少或最小化流体压力中的损失,同时仍在液体传递到转子内时向该液体给予期望的旋转或速率。

[0202] 图24是用于一个转子(诸如图17中示出的转子)的叶轮156和耦合插口的示意性表示,全部总体布置在该转子的第一端段131处。叶轮156包括叶轮入口路径159,当液体进入该转子时该液体传递穿过该叶轮入口路径159。为了确保叶轮入口路径159和轴向馈送导管140(在图24中未示出)之间的精确对齐,设置了多个插口161,插口161与转子主体中的相应的开口163接合,如图18和图23中清楚地看到的。在此实施例中,设置了4个插口161。所述插口161还形成端面以关闭轴向返回路径154。因此,一旦流体已经到达轴向返回路径154的端部,经由与插口161的端面接合该流体被迫从返回端口或出口开口148出来。

[0203] 图17到图28的实施方案以大体上类似于上文参照图1到图16所描述的实施方案的方式操作且因此将不提供进一步描述。具体地,将理解,设置了多种密封件和轴承以使得转子能够在一个旋转设备(诸如,马达或发电机)以内操作。将不再详细描述这些方面。

[0204] 图29到图37示出了转子的另一个实施方案的一个实施例。

[0205] 图29到图37的实施例类似于图1到17的实施例。流体被引入到转子和流体被从转子去除所通过的入口路径和出口路径是大体上平行的且与转子同轴。参照图29,设置了一个中心入口导管160。用于已经传递穿过转子162的流体的出口是沿着围绕入口导管160的环形路径的。如上所述,转子大体具有三个段,它们是第一端段131、中心段133和第二端段135。第一端段131和第二端段135一般包括用于与马达或其他旋转设备以内的转子轴承接合的轴颈部分和/或适当的密封件等。

[0206] 图29到图31的转子与图17的转子的类似之处在于设置了双螺旋164。在此实施例中,尽管所述螺旋的入口166在该转子的远端处,即在最靠近第二端段135的端处。因此,流体沿着中心导管160传递,直到它径向向外地传递到入口166。然后,该流体被迫沿着螺旋形路径164直到它到达所述螺旋形路径的出口168。在这里,该流体沿着径向导管170流动且流动到环形出口路径172内。图30示出了一个穿过轴组件的截面,其中可以看到中心导管174,流体沿着该中心导管174流通到径向导管176且随后流通到入口166。

[0207] 在图31中,可以清楚地看到,螺旋形路径164终止在螺旋形路径通向径向导管170内的出口168处。图32是一个穿过转子的端点(end-on)横向截面,示出所述螺旋形路径的出口168(也是径向导管170的入口)。

[0208] 图33是一个穿过液体入口-出口歧管的截面的示意性表示且图34是一个穿过包括图33的液体出口-入口歧管的转子的截面的示意性表示。如可以看到的,入口导管160能够接收来自其开口端178的冷却剂液体。该液体在方向B上沿着入口导管160流动且流动到中心导管180内。一旦液体已经沿着沿该转子的外表面的螺旋形路径传递,该液体沿着在图36中最清楚地看到的径向入口导管170返回。此时,液体进入环形出口导管且从这里被从该组

件去除。如在上文除其他之外,图3中的实施例中,出口距离旋转轴线径向地远于距离转子的流体入口,使得该设备是自泵送的且再次与重力虹吸类似地起作用。

[0209] 在此实施例中,入口导管160起叶轮的作用,因为馈送到其内的液体将被给予旋转速率以及轴向速率。换言之,该叶轮因此再次充当一个机构,该机构确保进入它的流体以与转子的旋转速率(或角速率或回旋速率)相同(或接近相同)的旋转速率(或角速率或回旋速率)旋转。入口导管或叶轮160是转子的一个旋转部分,该旋转部分具有一个用于流体流动的中心轴向导管,由此叶轮的旋转引起其内的流体的旋转。

[0210] 图35示出了一个穿过转子上的螺旋形路径的冷却剂入口端口166的截面。经由中心导管180接收的冷却剂沿着径向导管176传递,传递到相应的入口166中的一个且然后传递到螺旋形路径164内。可以根据要求设置多种密封件等以确保该设备的有效操作。在图35的实施例中,设置了可以接收一个O型环的密封凹槽182。该O型环,像被提供用于与转子一起操作的所有其他O型环一样,可以是由适当材料(例如,橡胶或弹性体材料)形成的。

[0211] 图36和图37示出了穿过轴组件的一部分的示意性横截面,示出了液体或冷却剂入口和出口部分。最初,经由入口区域184提供冷却剂。从那里,如上文所描述的,冷却剂流动穿过入口导管160内且向前流动穿过转子。在其返回时,一旦流体已经沿着上文所描述的螺旋形或曲折路径传递,它传递穿过端口168且沿着径向导管170传递且从那里传递进入到环形出口172内。然后,该冷却剂流动到径向出口导管186内且随后流动到出口188。再次,如上所述,设置了多种密封件190以确定流体流动和阻止不希望的泄漏。

[0212] 已经具体参照例示的实施例描述了本发明的实施方案。然而,将理解,可以在本发明的范围以内对所描述的实施例做出多种变体和改型。

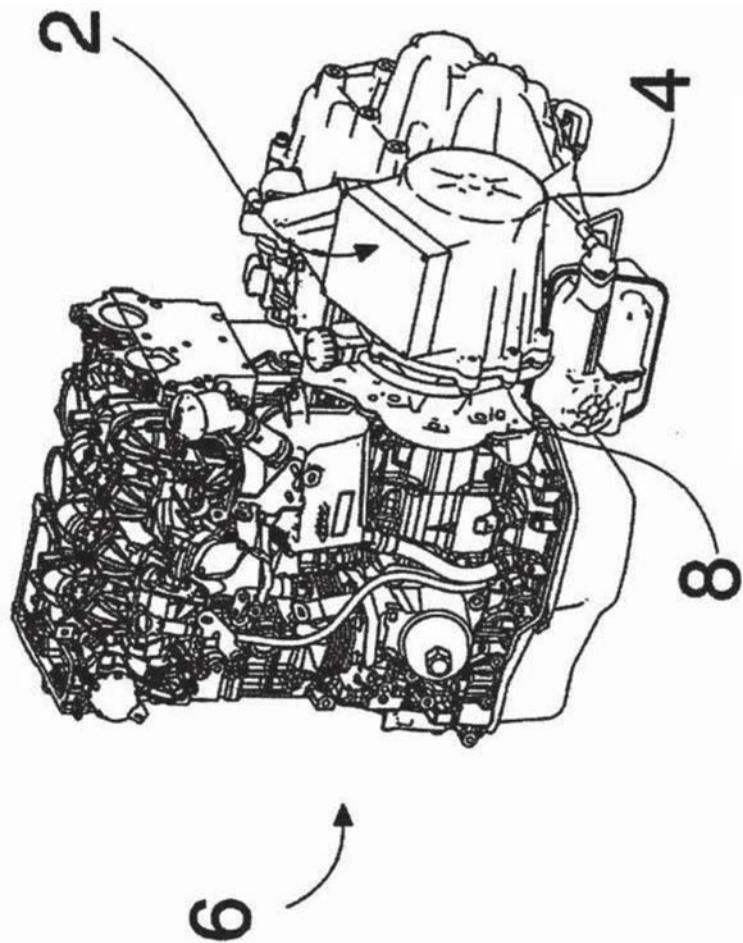


图1

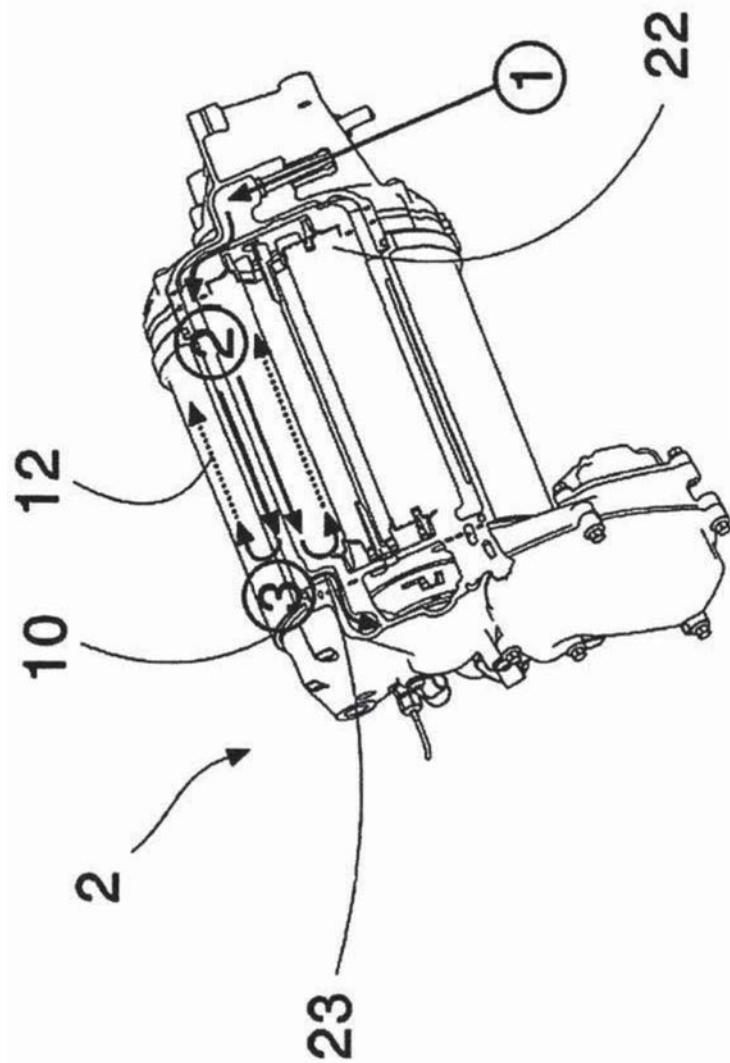


图2A

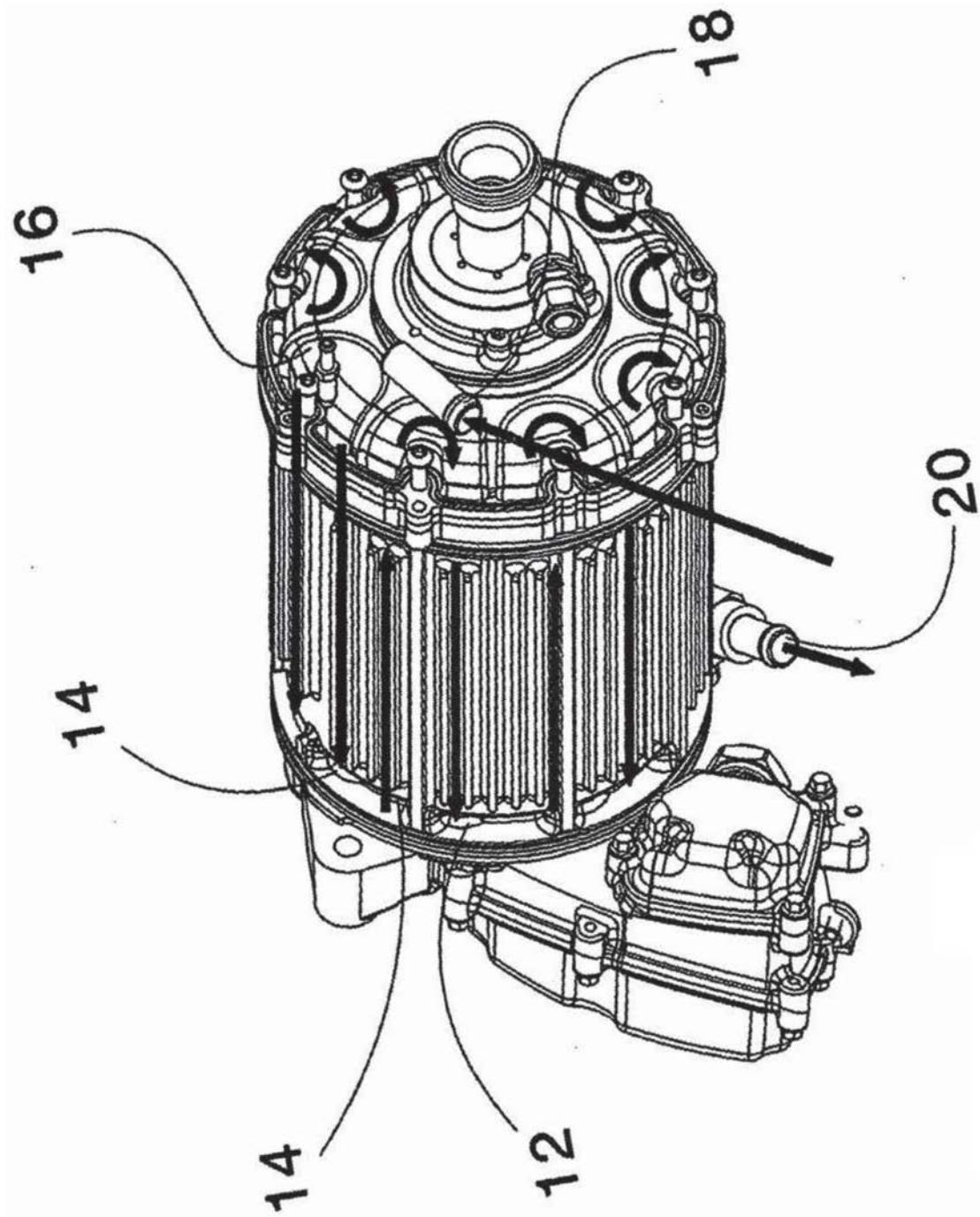


图2B

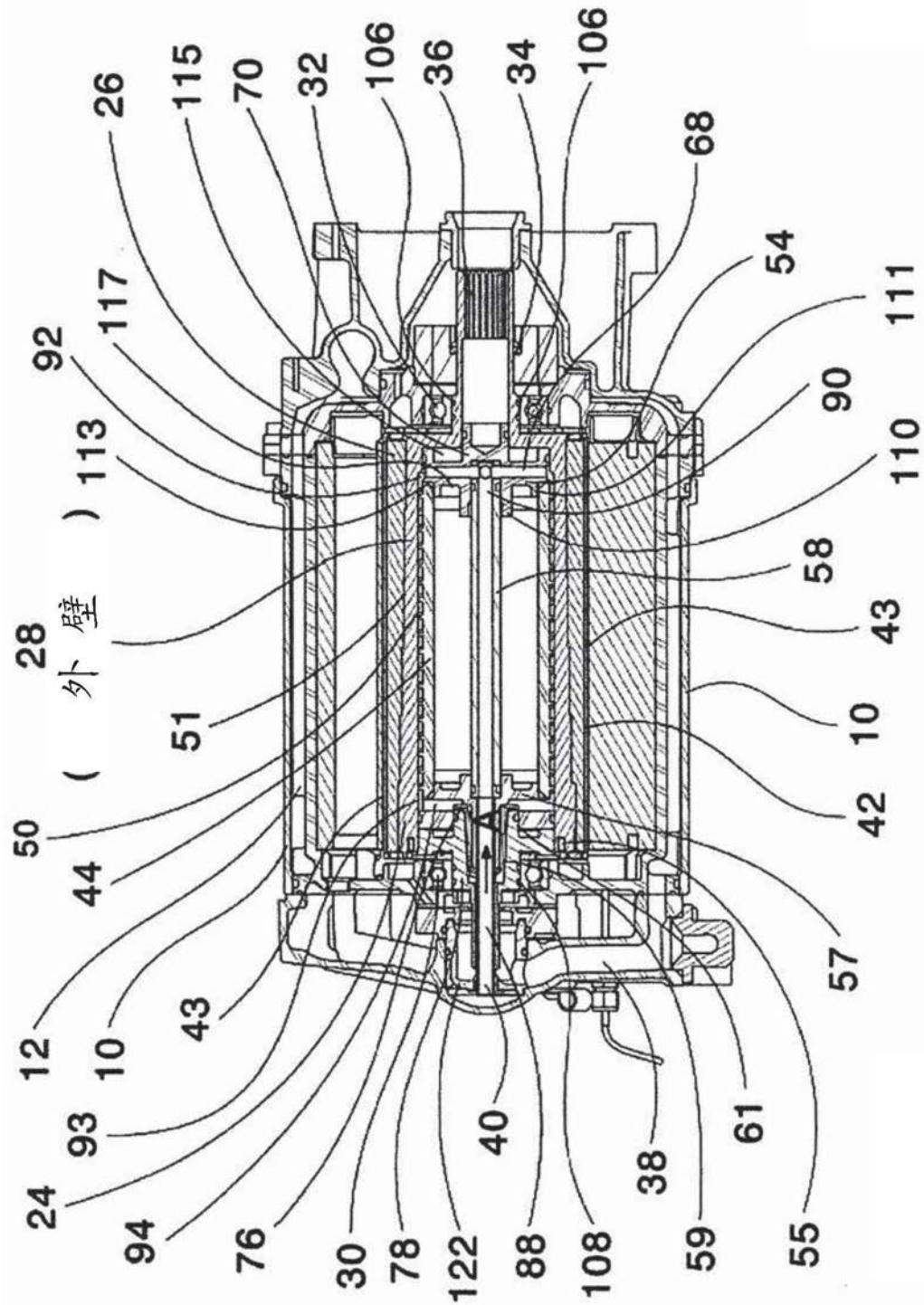


图3

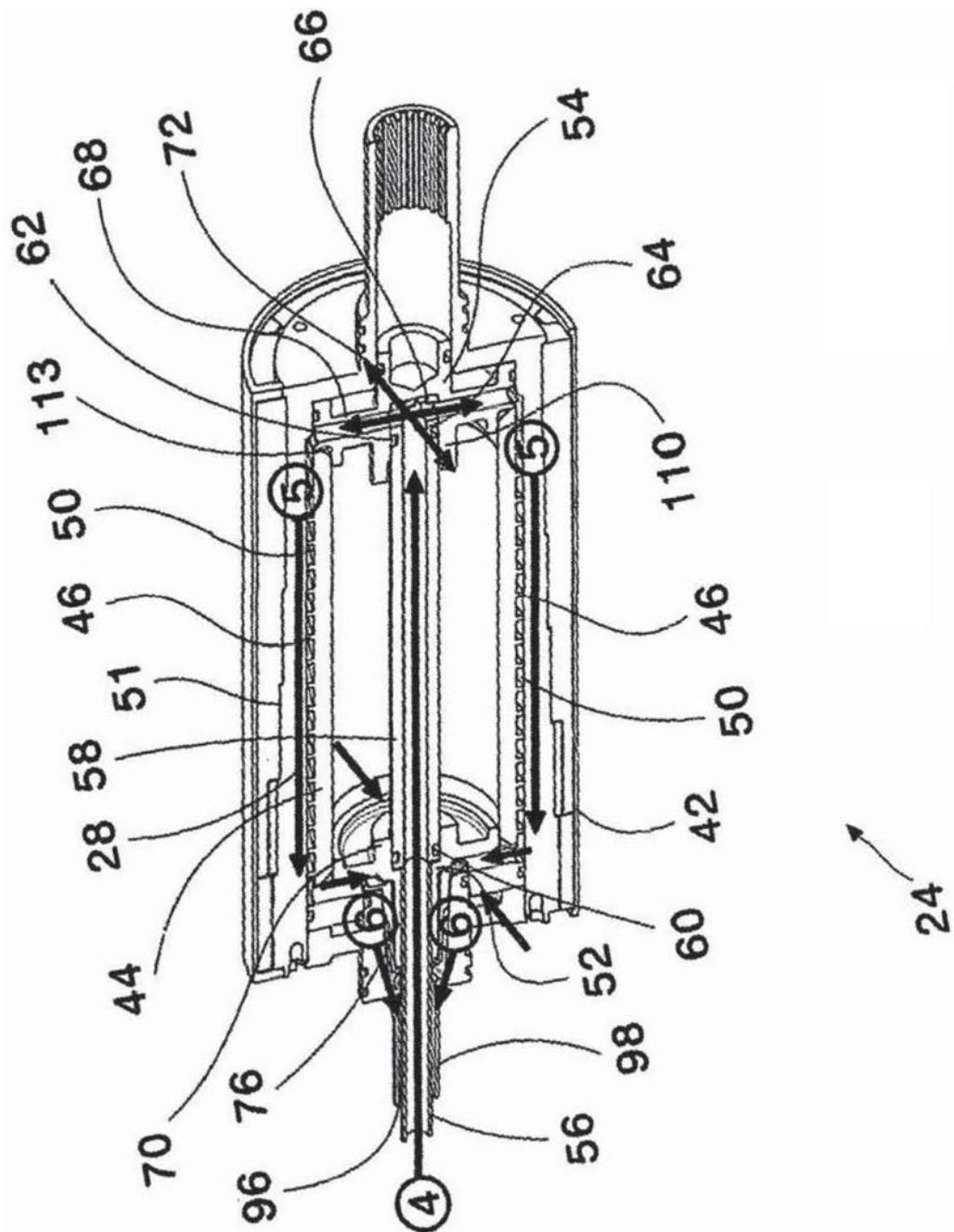


图4

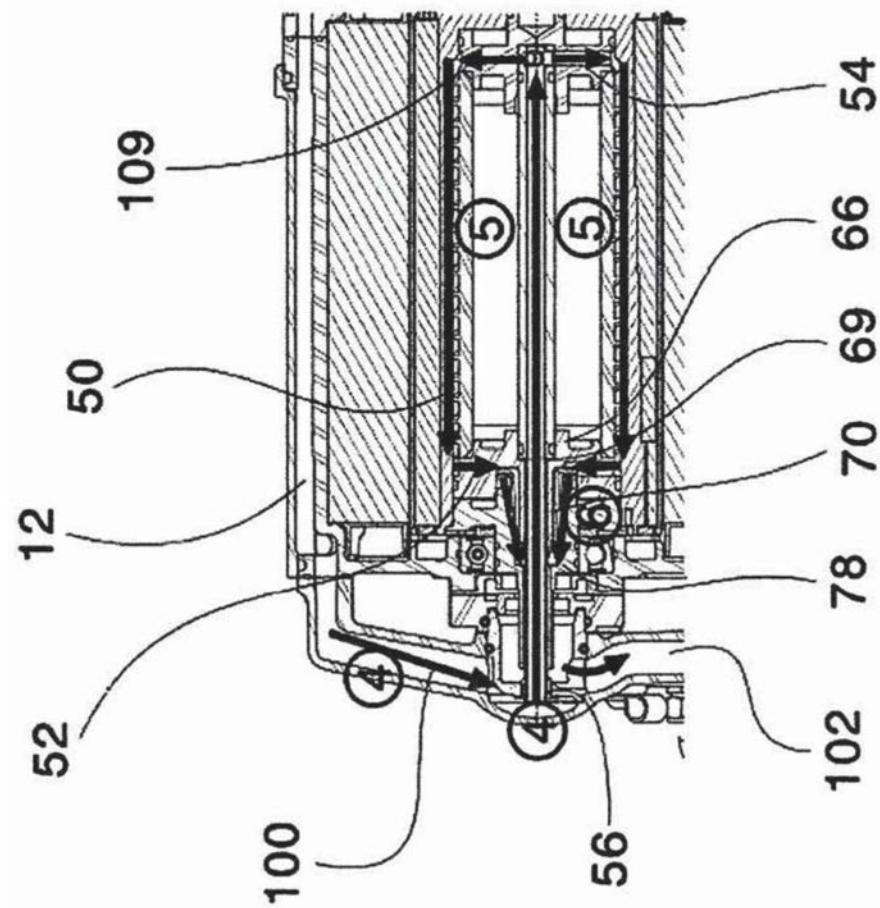


图5

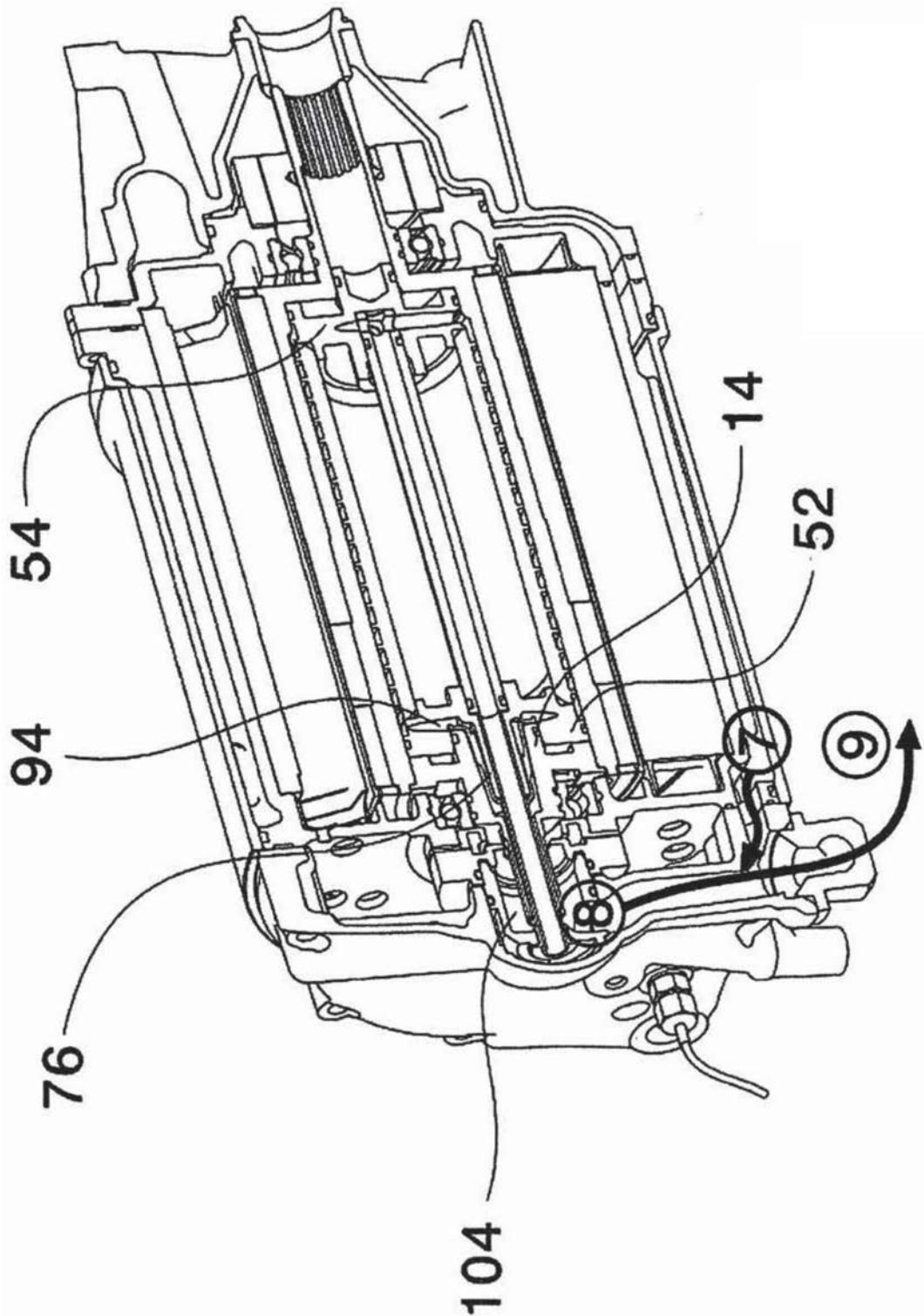


图6

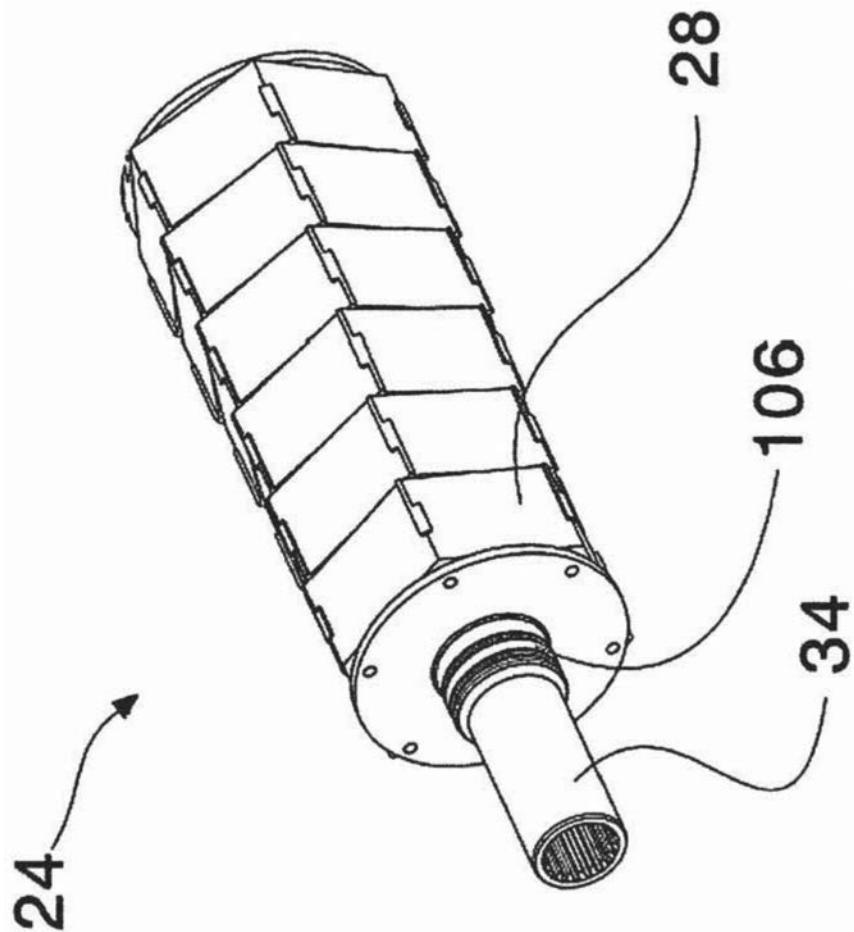


图7

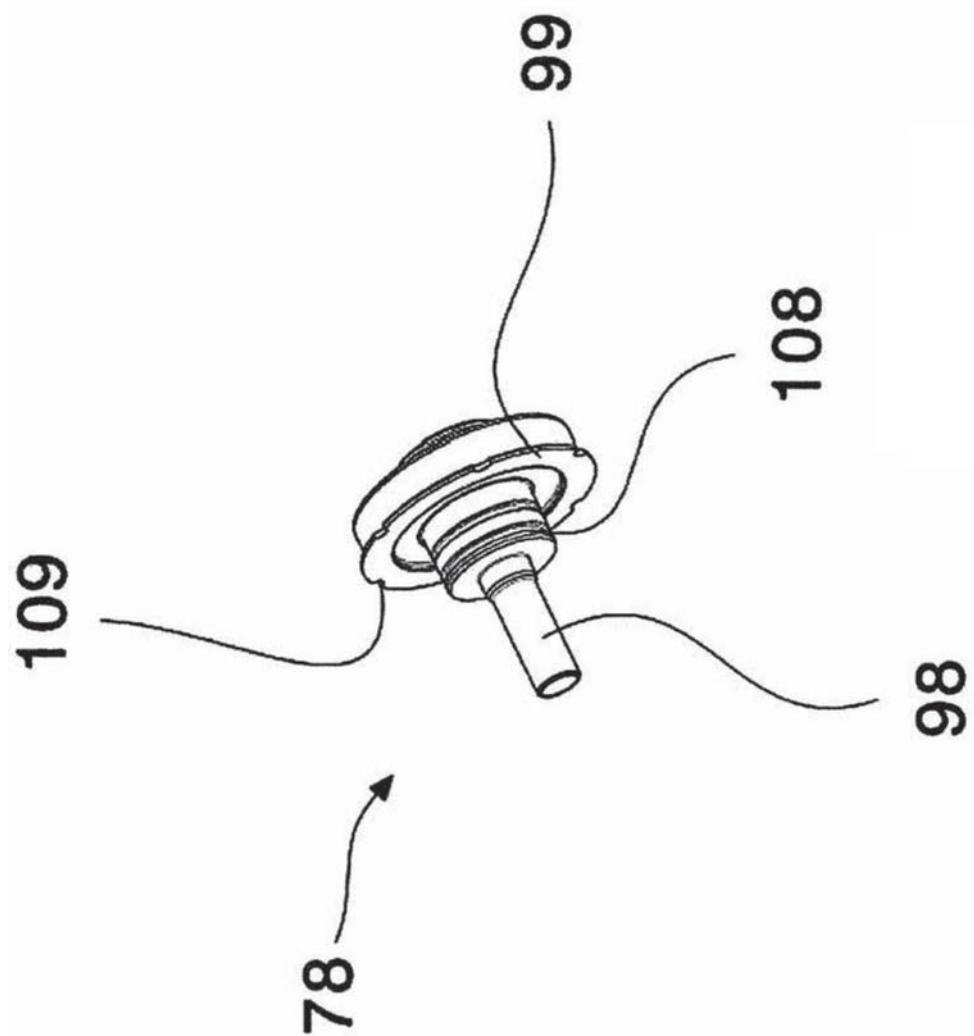


图8

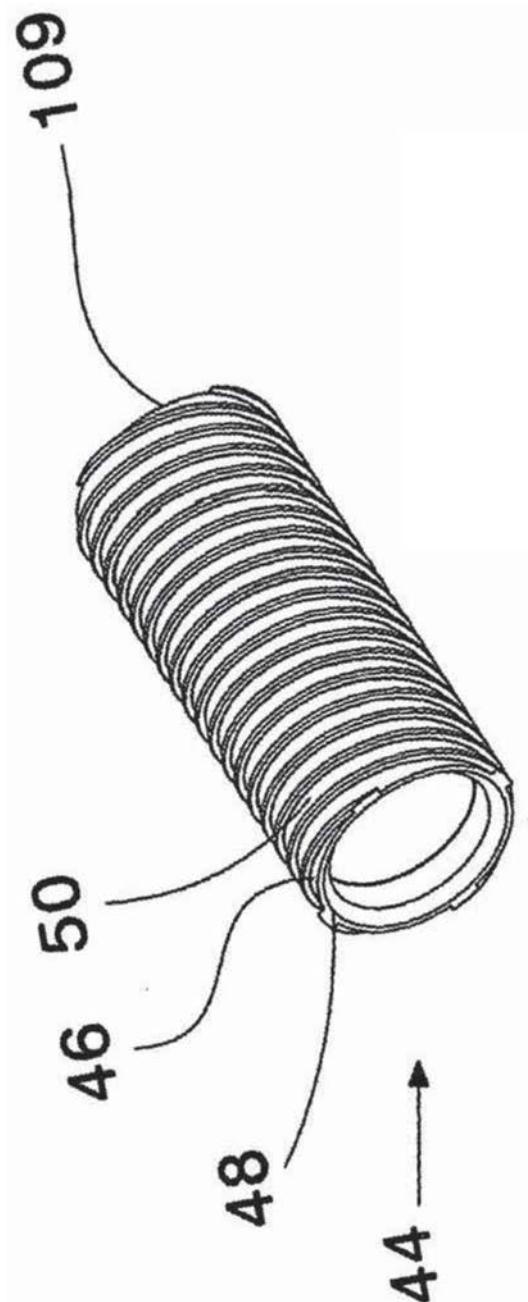


图9

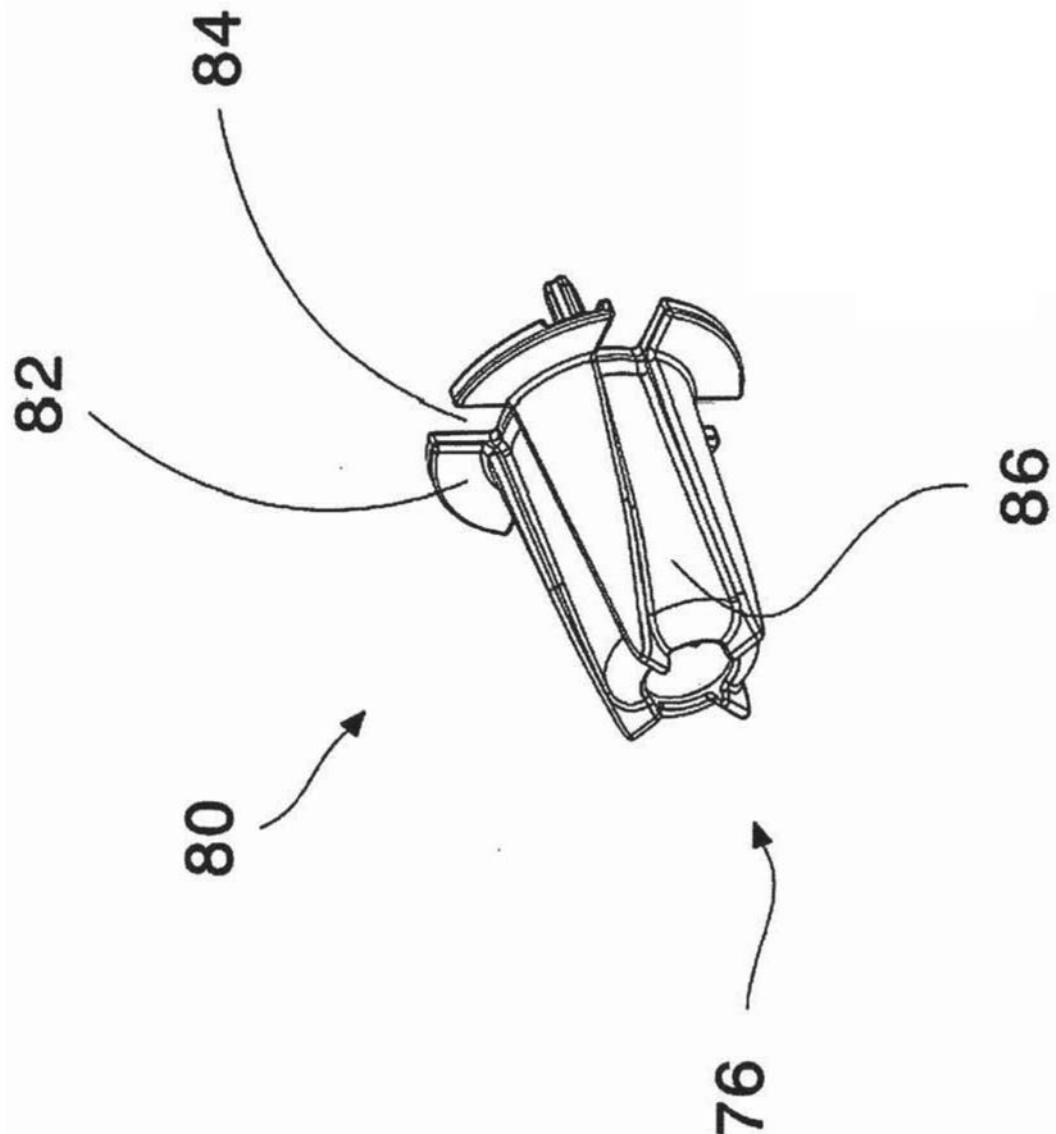


图10

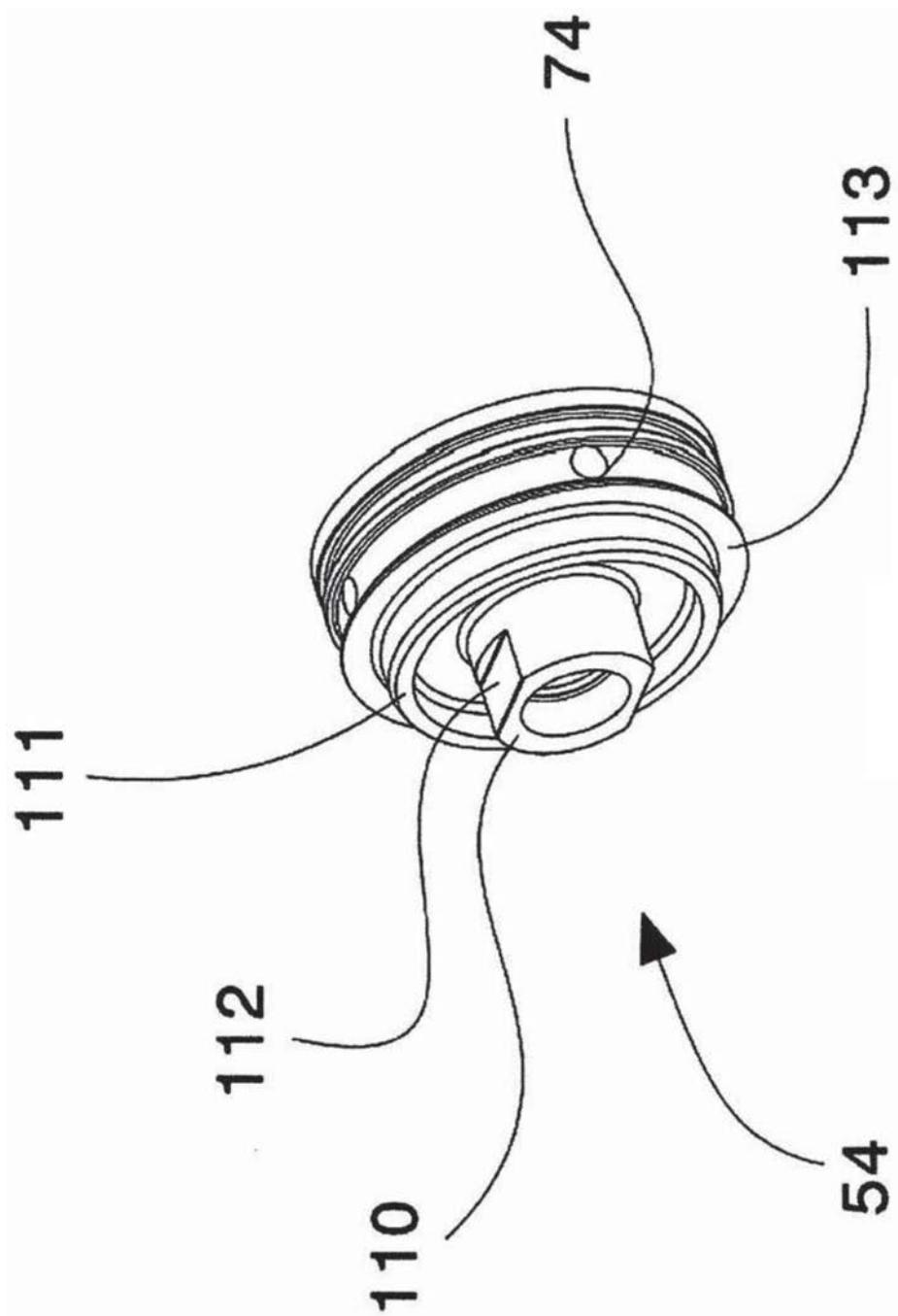


图11

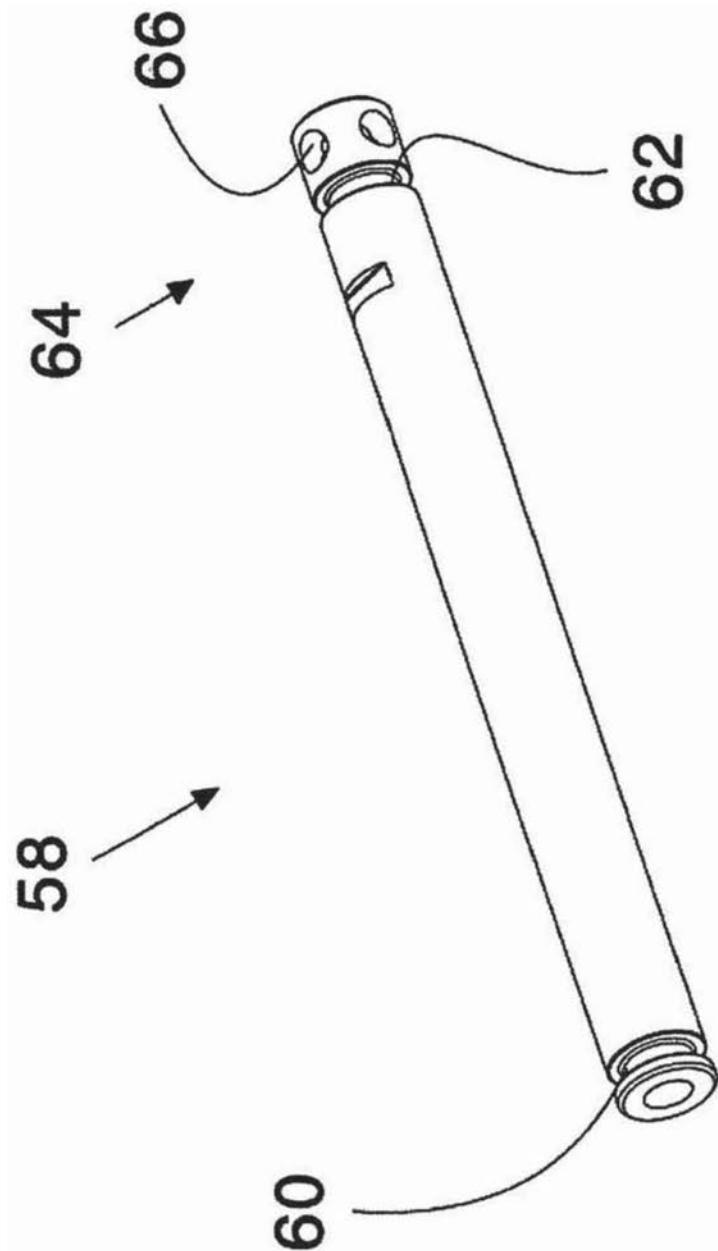


图12

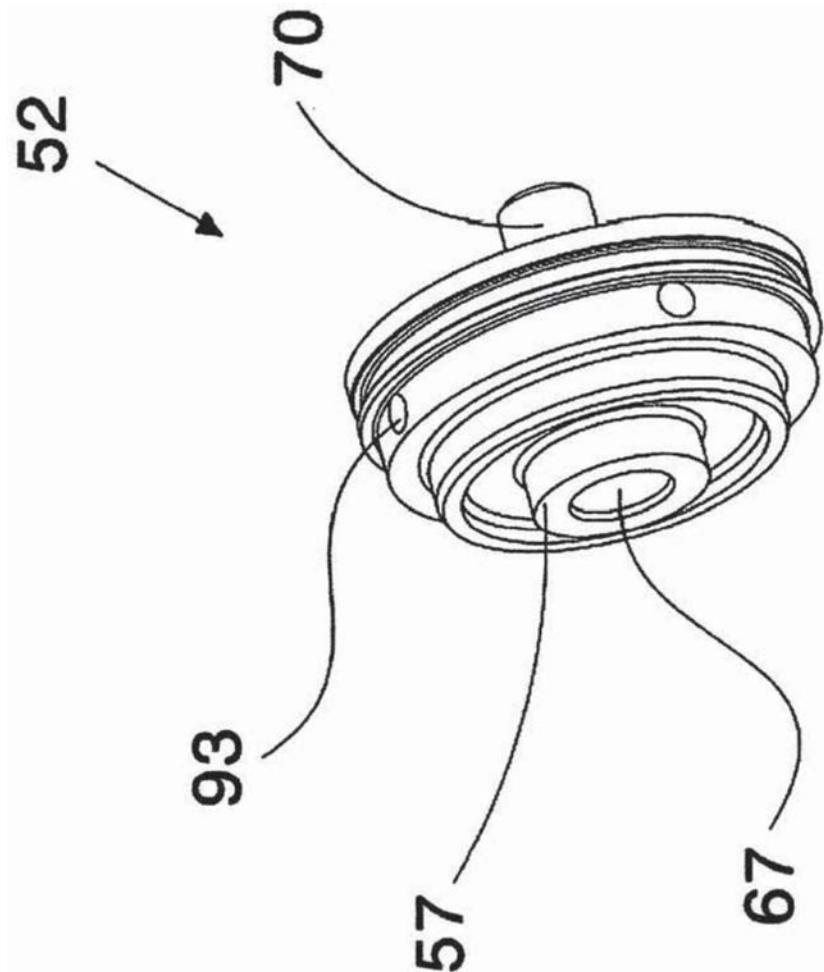


图13

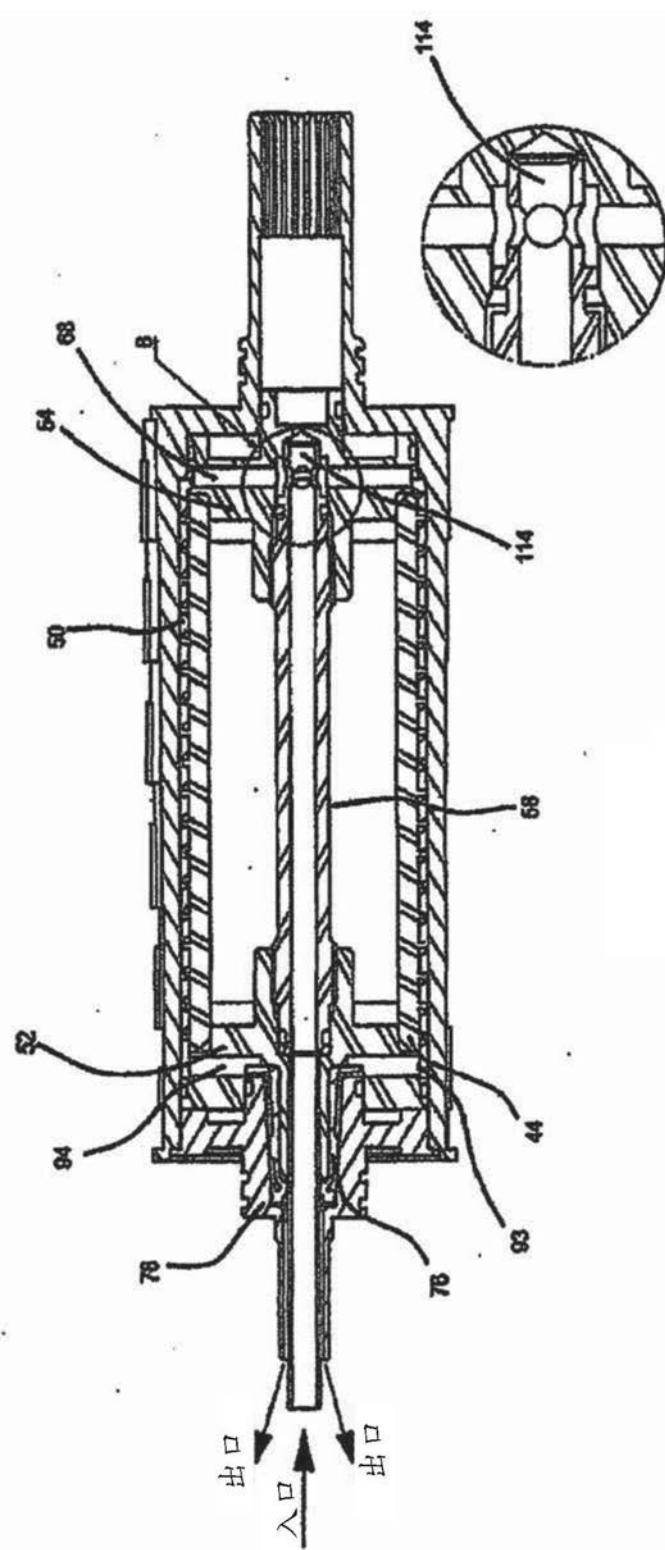


图14

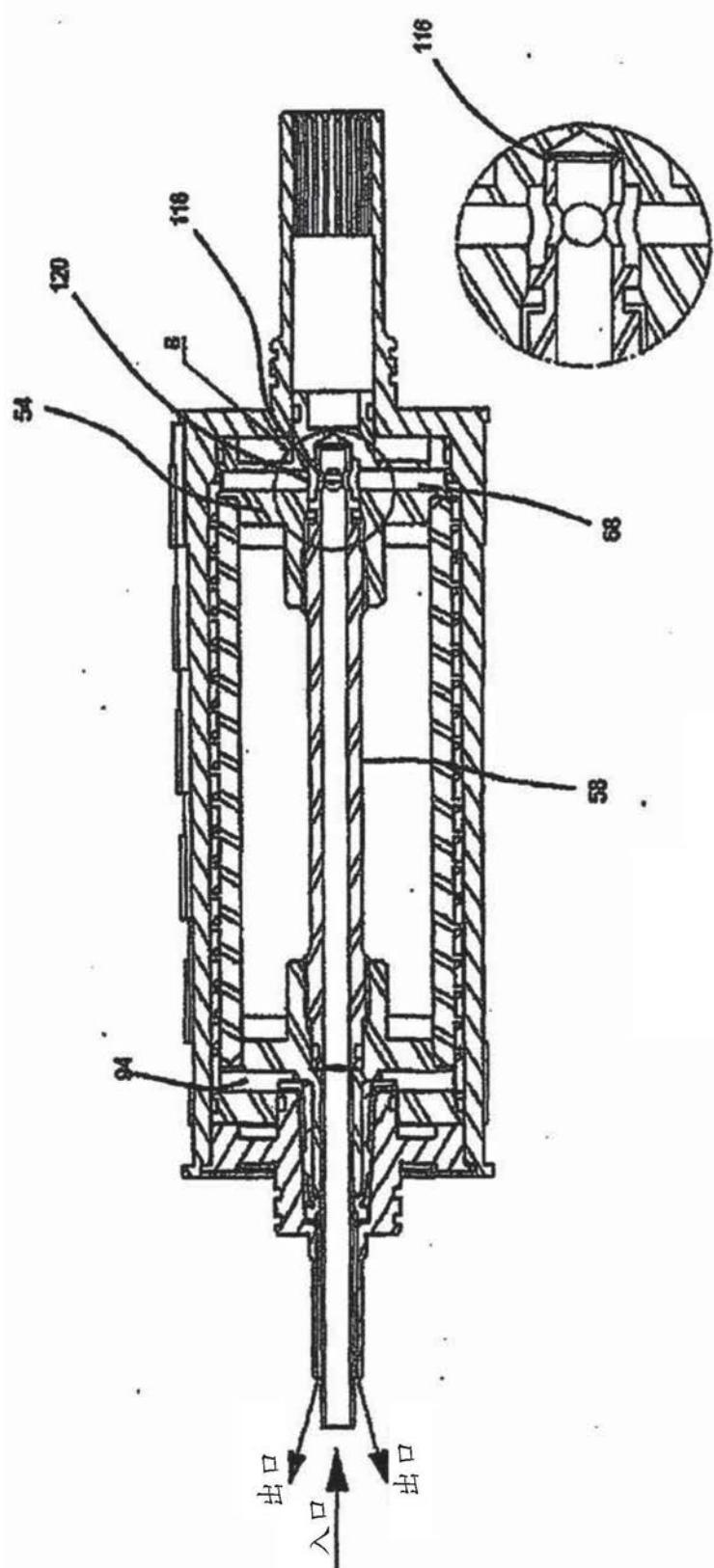


图15

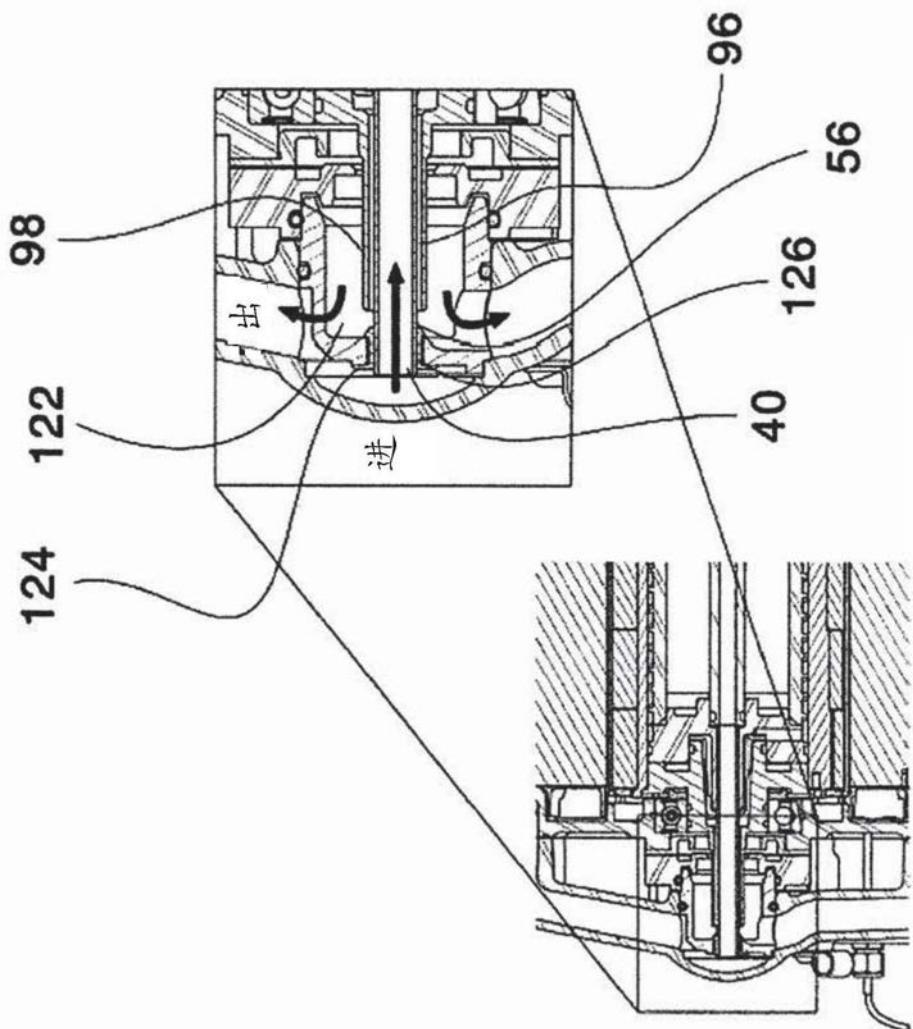


图16

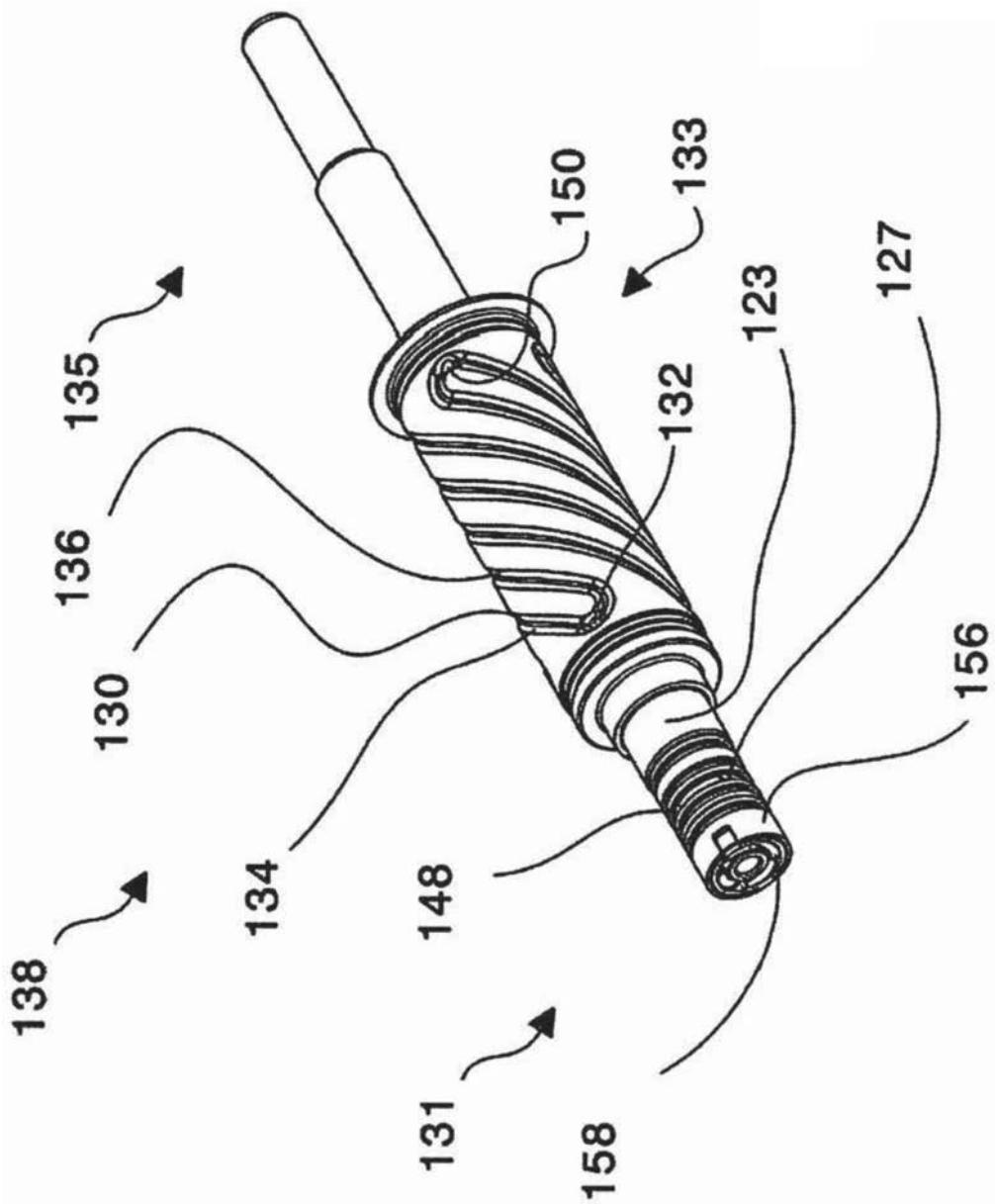


图17

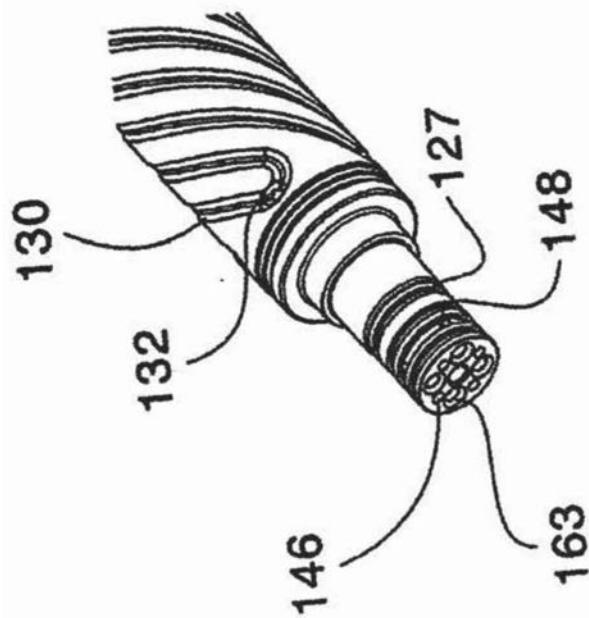


图18

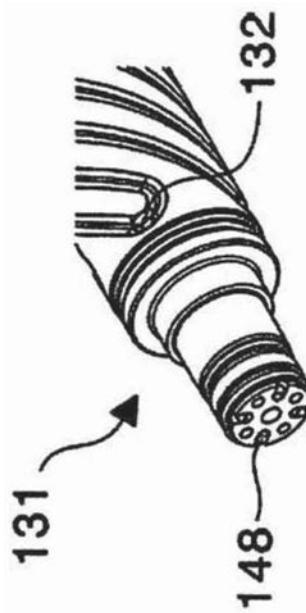


图19

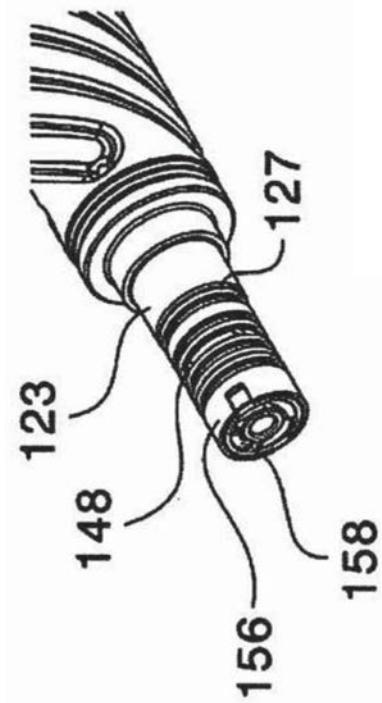


图20

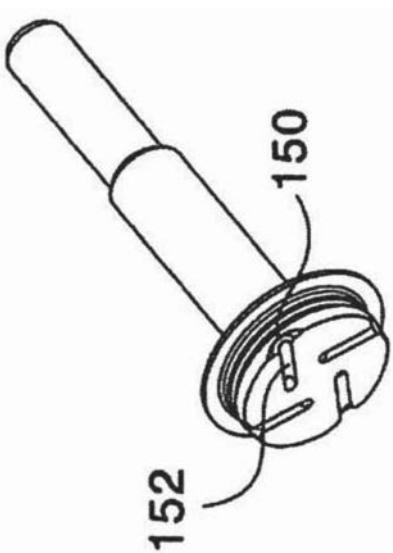


图21

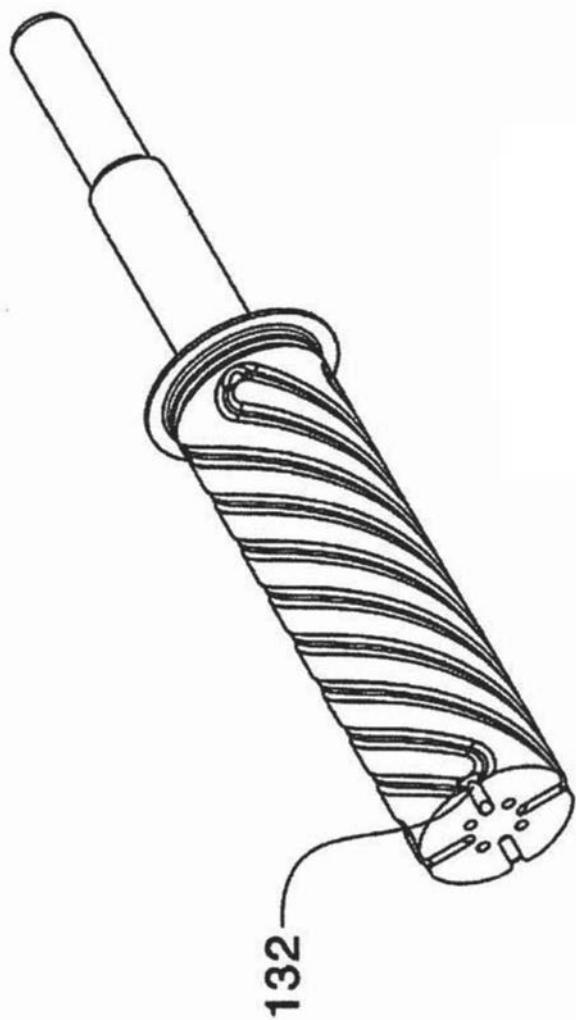


图22

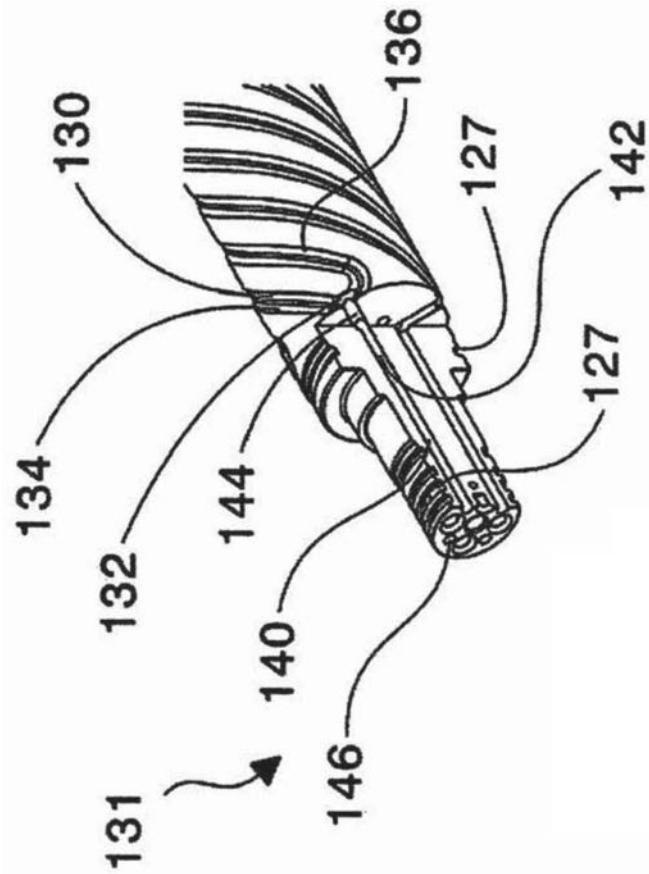


图23

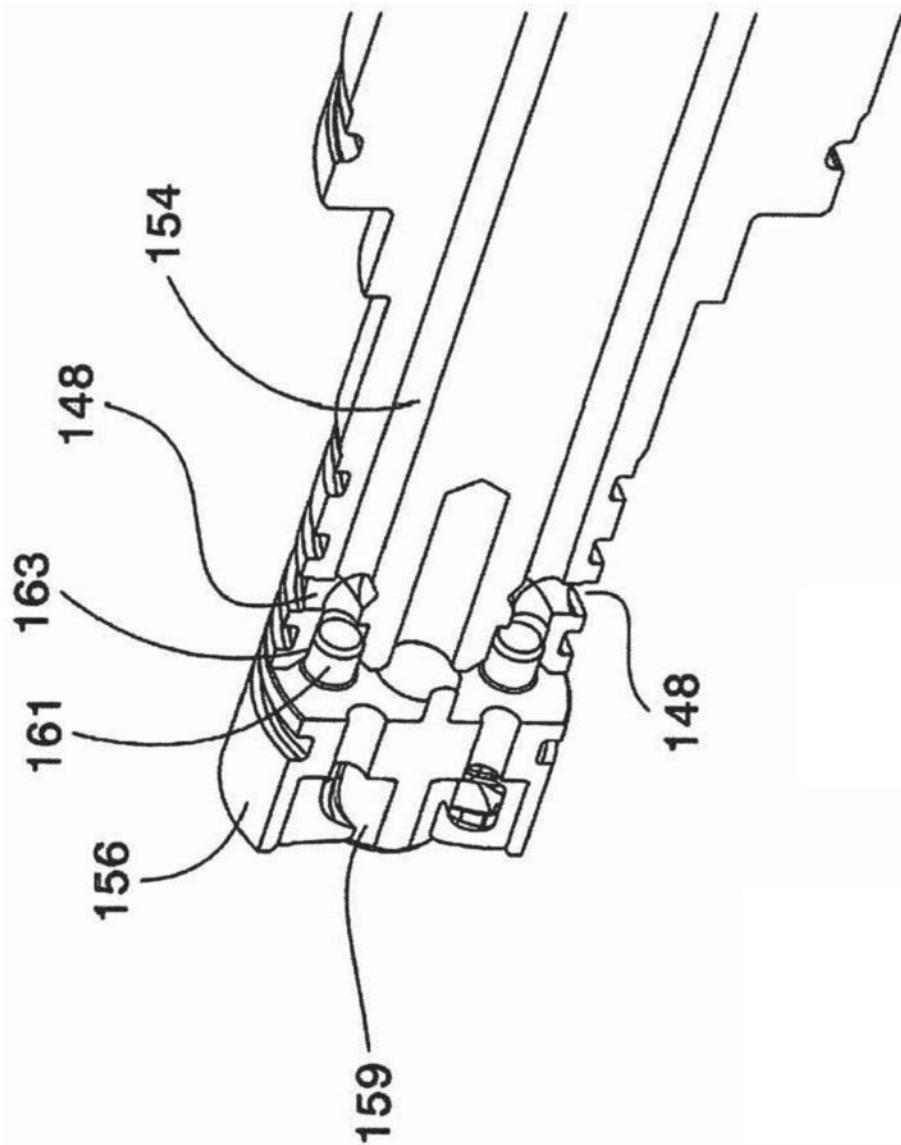


图24

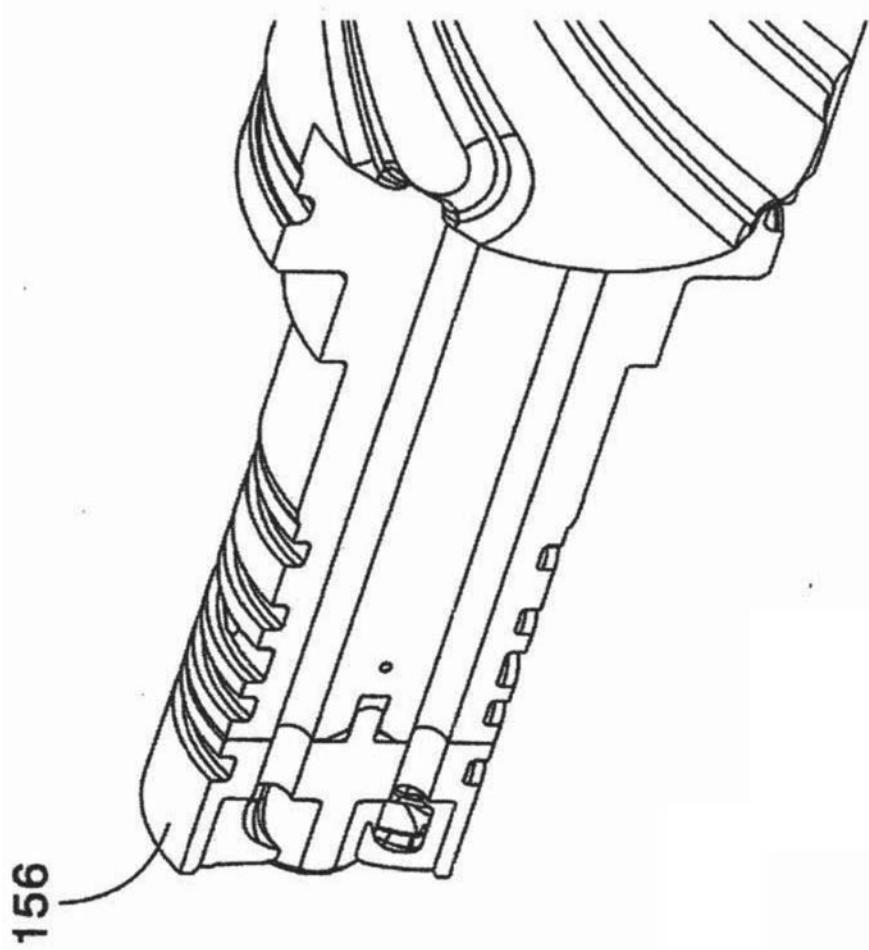


图25

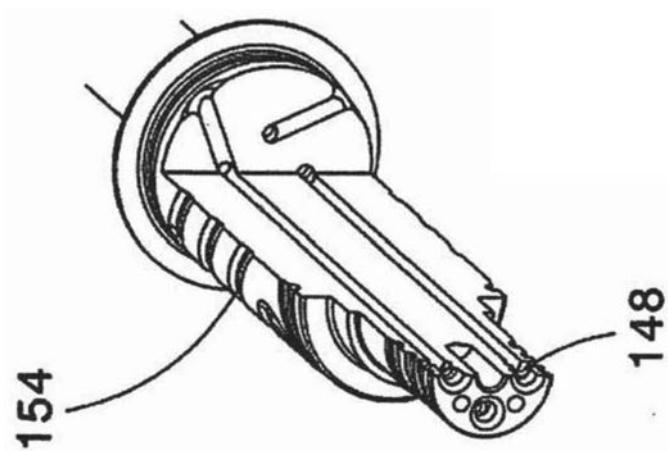


图26

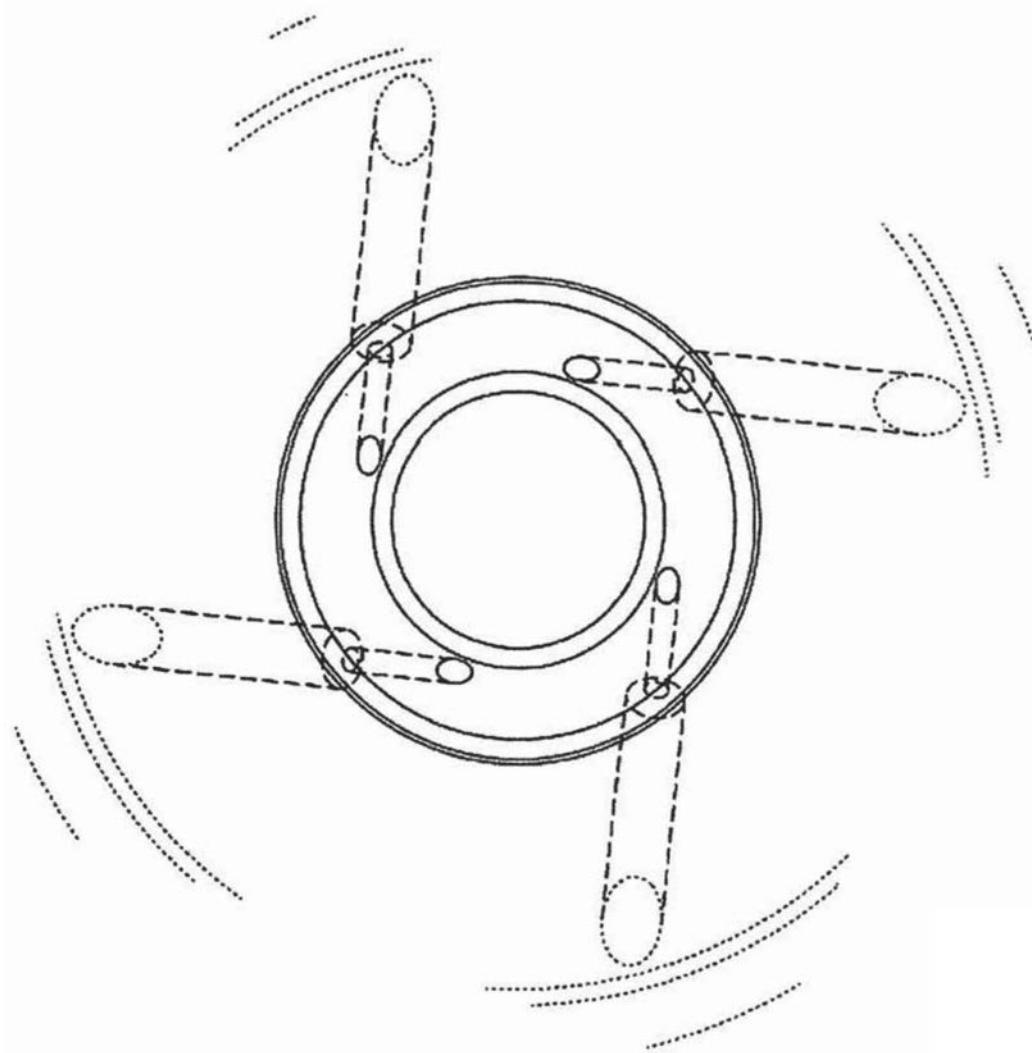


图27

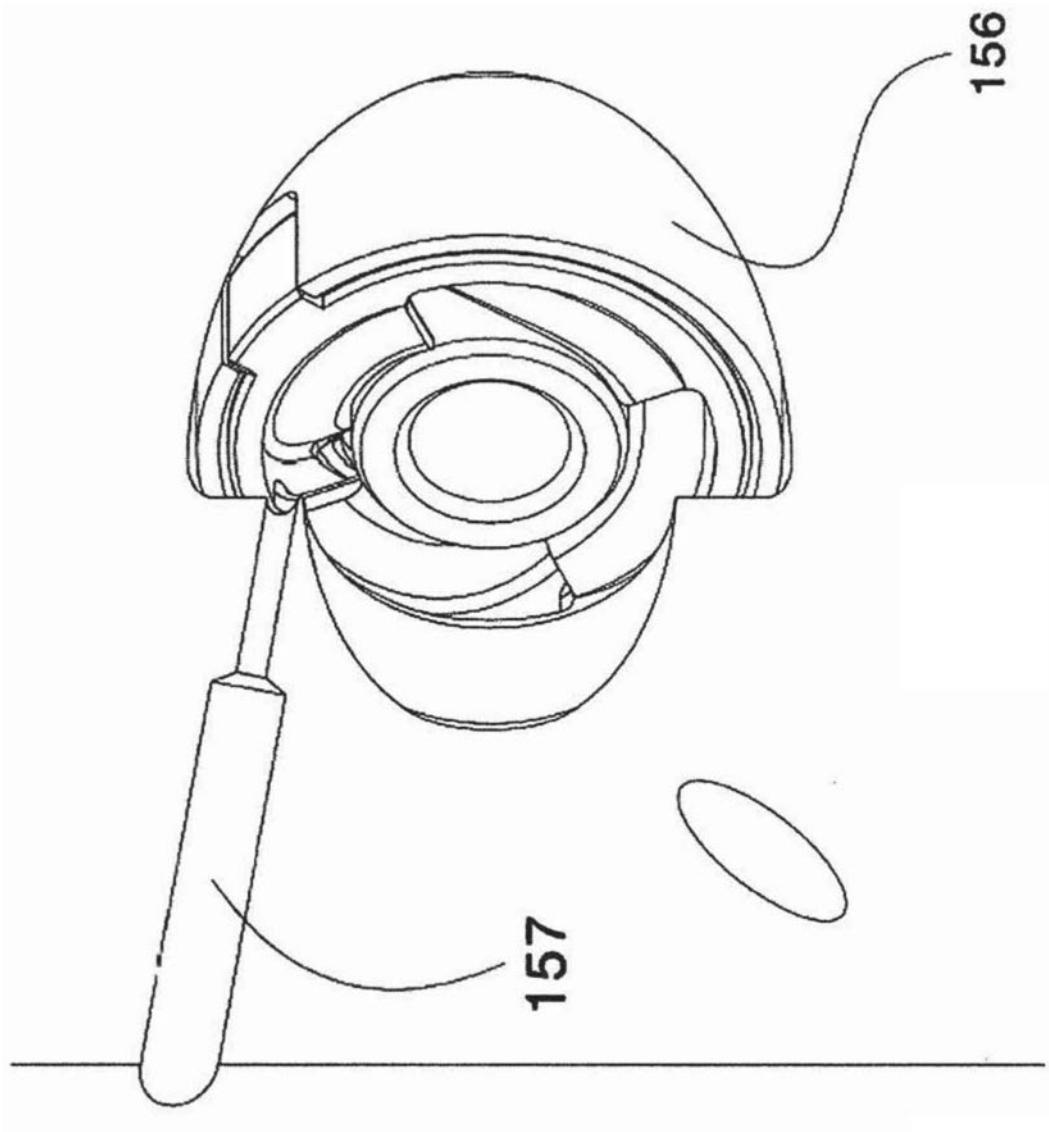


图28

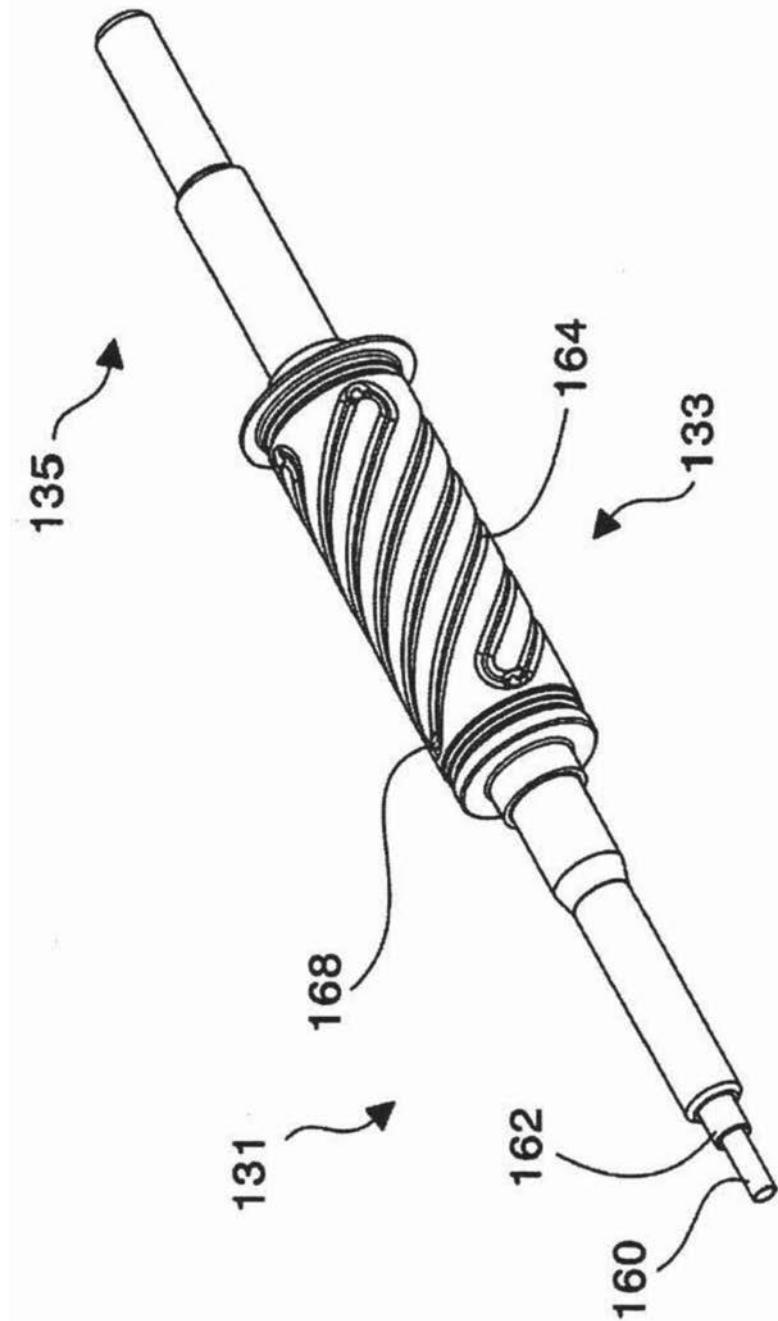


图29

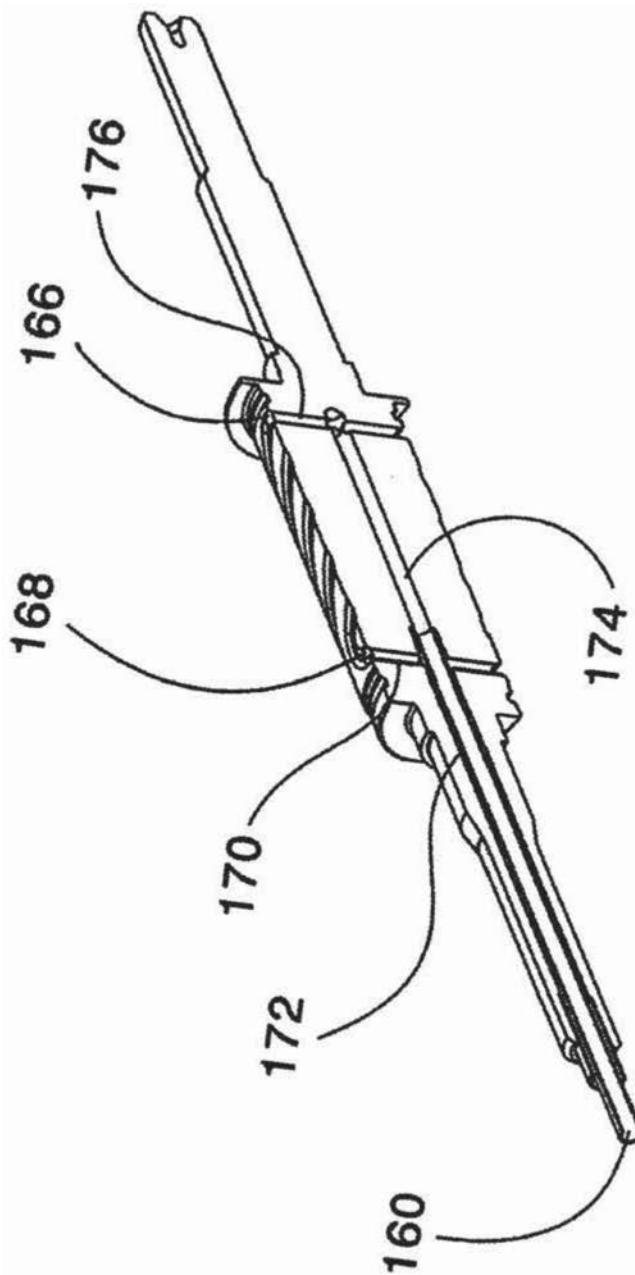


图30

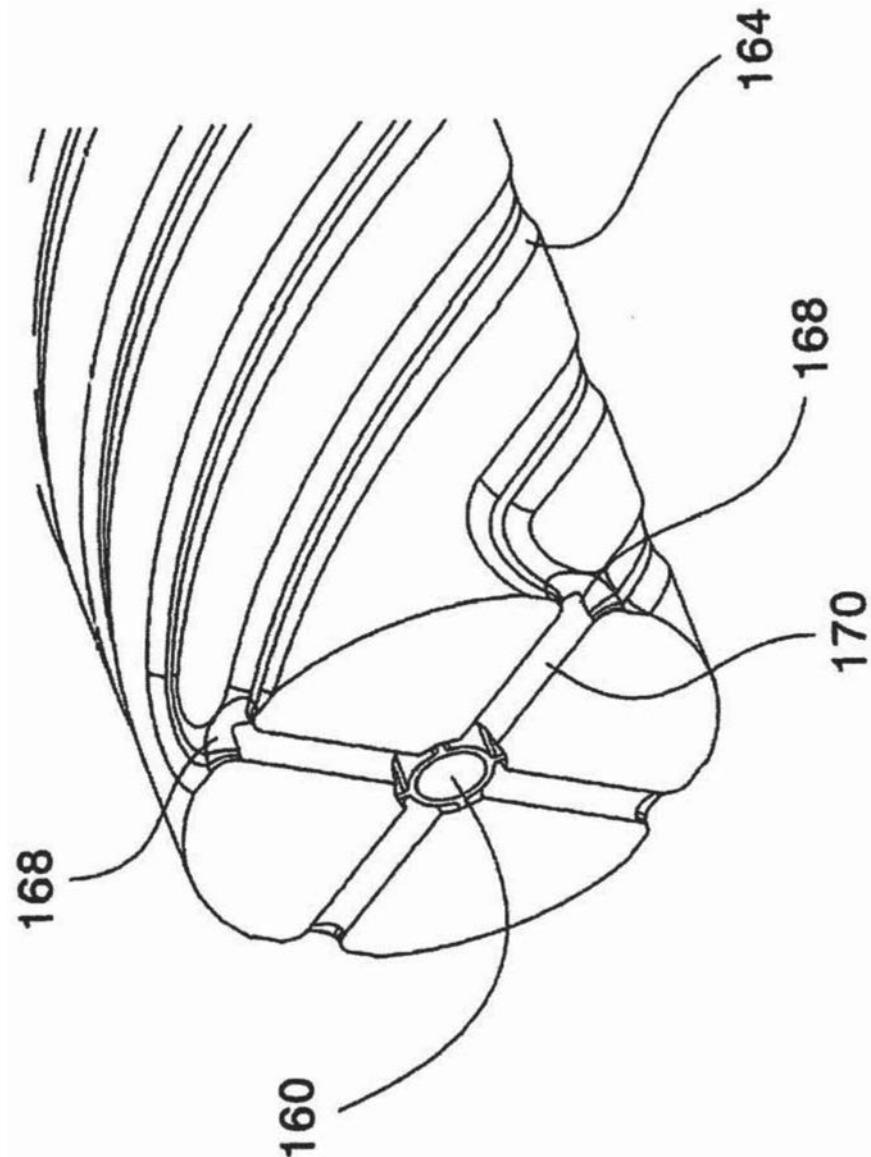


图31

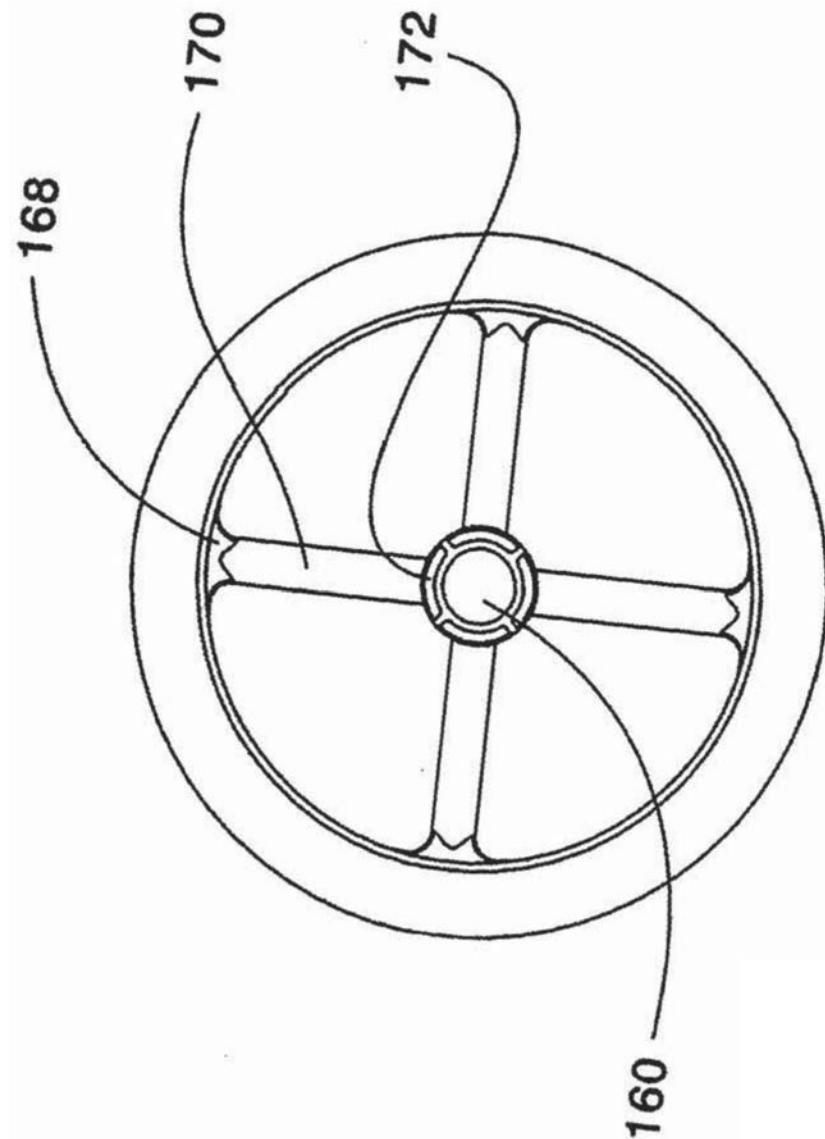


图32

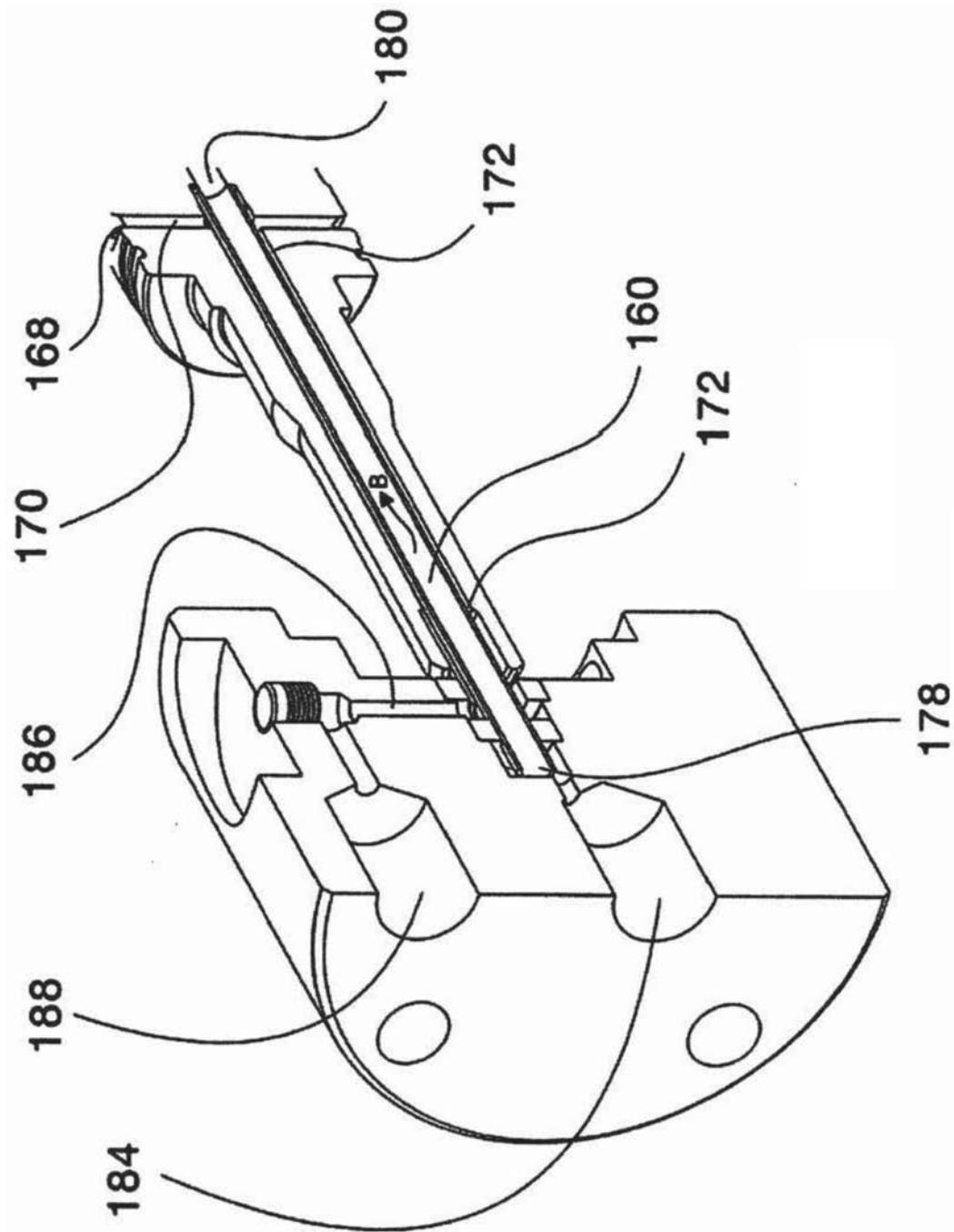


图33

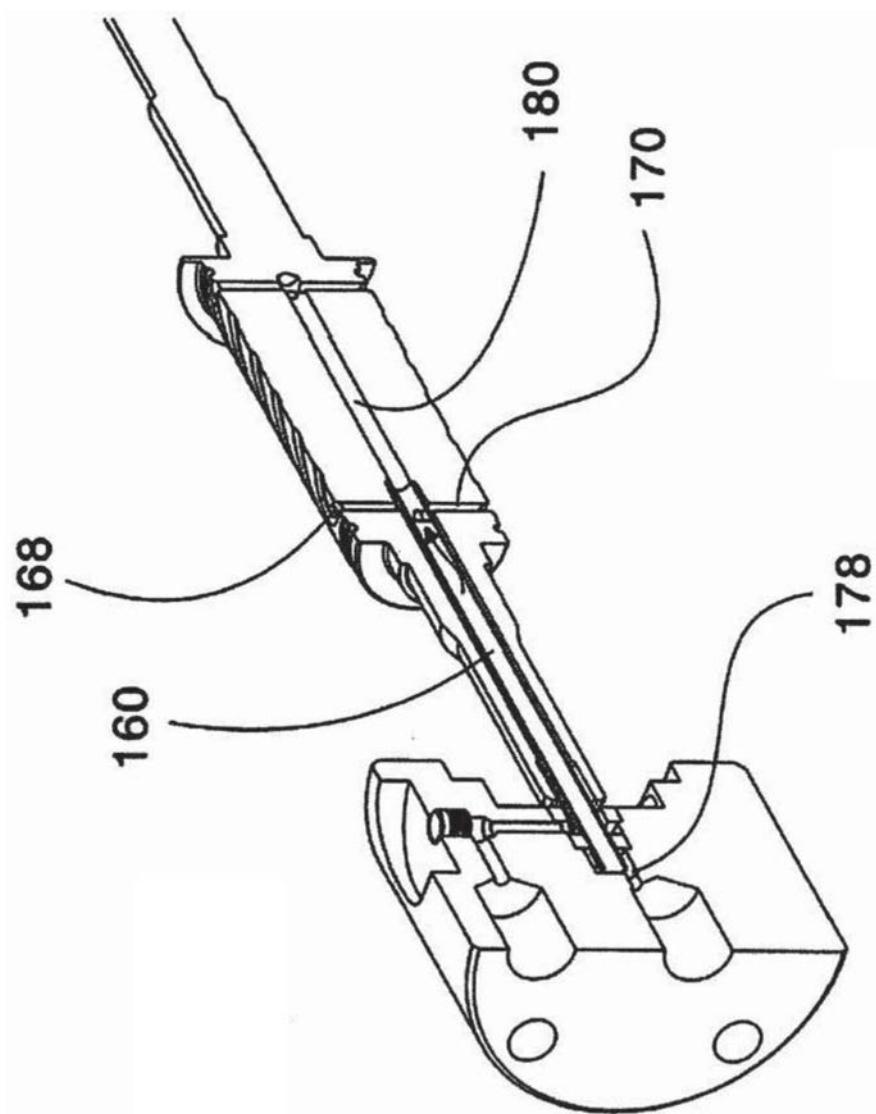


图34

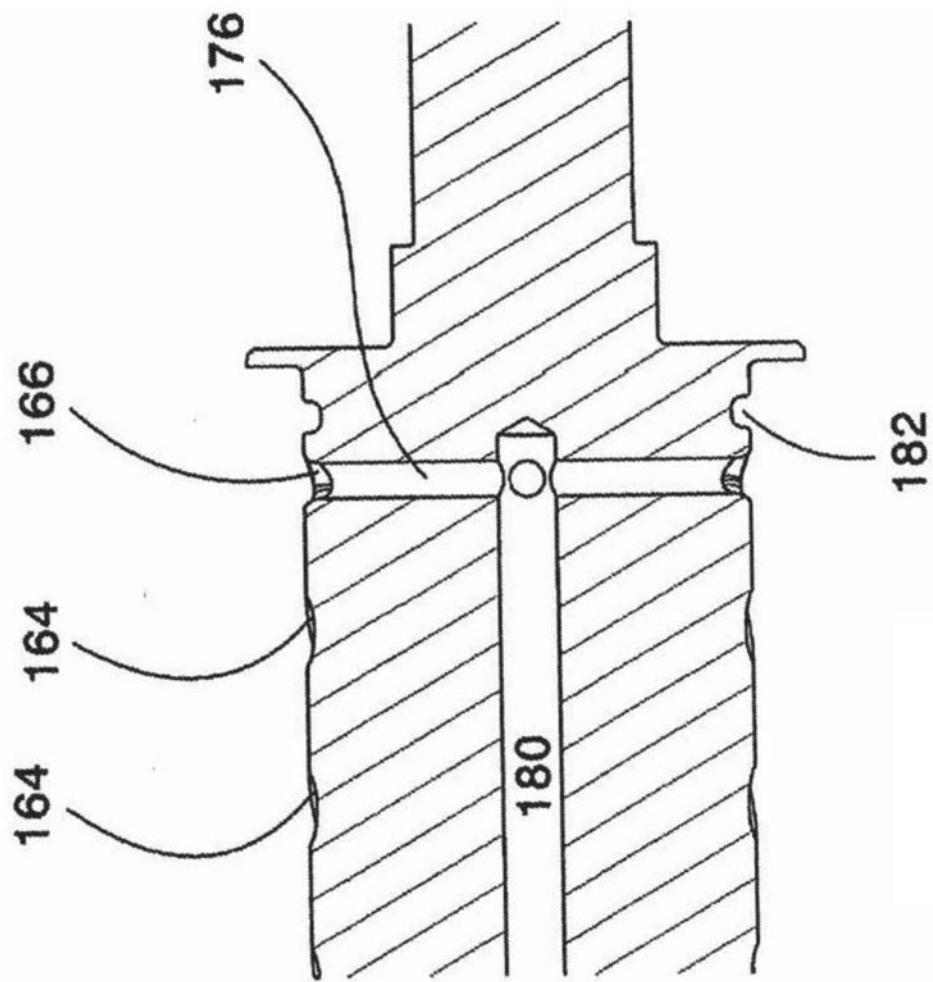


图35

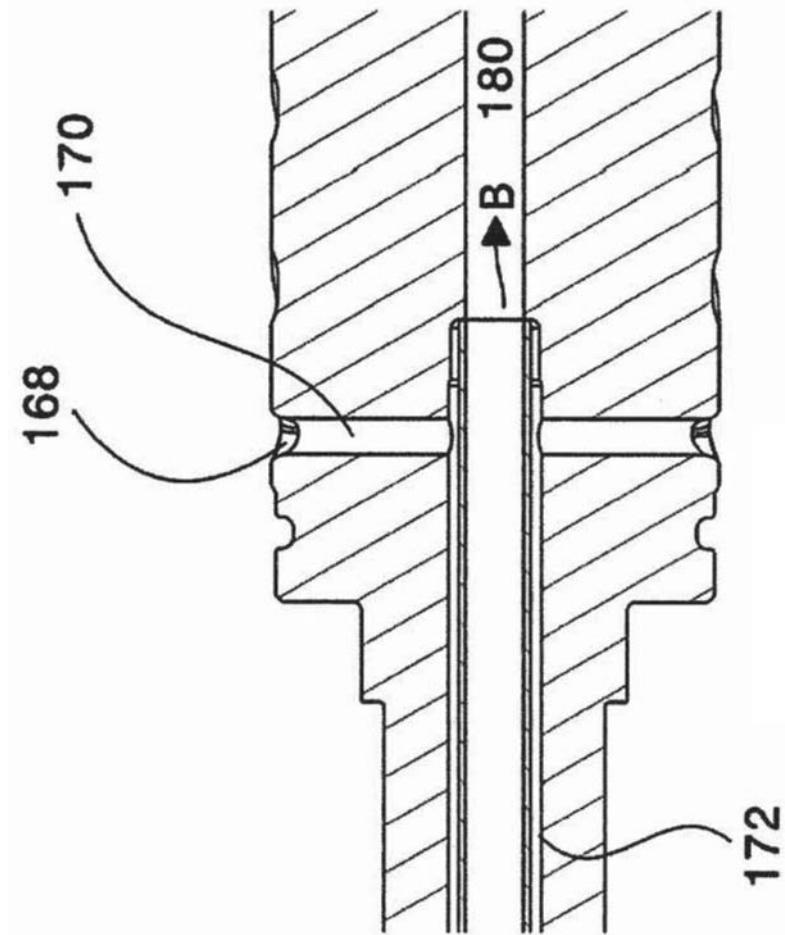


图36

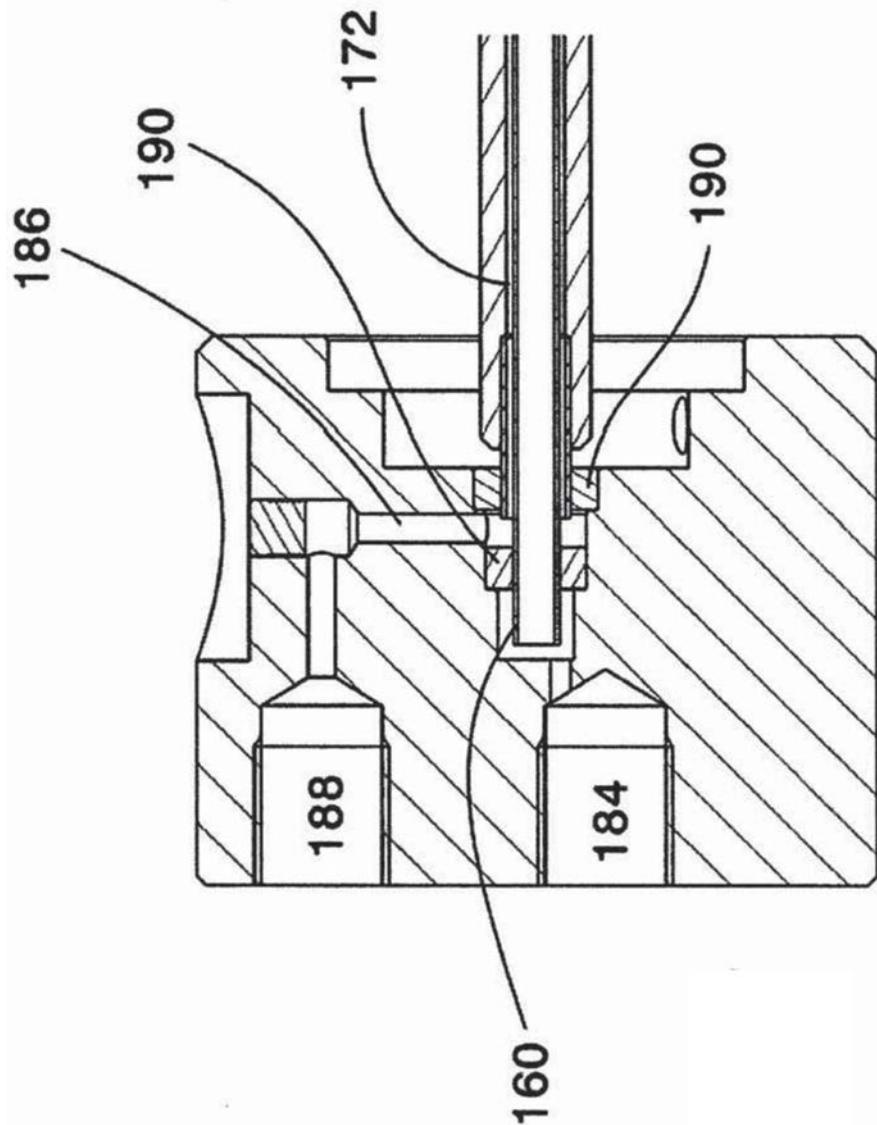


图37