



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112867843 A

(43) 申请公布日 2021. 05. 28

(21) 申请号 201980067987.X

(22) 申请日 2019.09.10

(30) 优先权数据

62/729,763 2018.09.11 US

62/730,025 2018.09.12 US

62/783,088 2018.12.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.04.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2019/051274 2019.09.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/051692 EN 2020.03.19

(71) 申请人 勒托力提科技有限公司

地址 加拿大英属哥伦比亚发现之路201-39012

(72) 发明人 格雷格·约翰·蒙蒂

布莱恩·艾伦·卡拉威

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 孙玲

(51) Int.Cl.

F01C 19/00 (2006.01)

F01C 1/107 (2006.01)

F01C 21/08 (2006.01)

F01C 21/10 (2006.01)

F04C 2/107 (2006.01)

F04C 27/00 (2006.01)

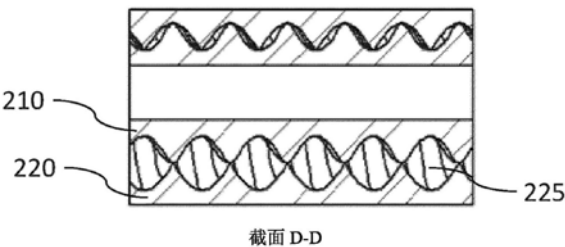
权利要求书6页 说明书22页 附图30页

(54) 发明名称

螺旋次摆线旋转机器中的密封

(57) 摘要

描述了基于次摆线几何形状的旋转正排量机器中的密封,所述旋转正排量机器包括螺旋转子,所述螺旋转子在螺旋定子内进行行星运动。密封件能够安装在转子、定子或两者上。转子能够具有圆内次摆线横截面,其中对应的定子空腔轮廓是转子在其进行行星运动时的外包络,或者定子空腔能够具有长短辐圆外旋轮线横截面,其中对应的转子轮廓是次摆线在其进行行星运动时的内包络。在一些实施例中,几何形状偏移的方式在旋转机器的密封方面提供了优点。在多级实施例中,转子-定子几何形状保持基本上恒定或沿着旋转机器的轴线改变。



1. 一种旋转机器,包括定子和设置在所述定子内的转子,

所述转子具有螺旋轮廓和转子轴线,并且沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有圆内次摆线形状,所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动,

所述定子具有螺旋轮廓、定子轴线,并且沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有一个形状,所述形状是当所述转子的所述圆内次摆线形状进行行星运动时形成的外包络,

其中所述旋转机器还包括安装在所述转子上的至少一个螺旋密封件和/或安装在所述定子上的至少一个螺旋密封件。

2. 根据权利要求1所述的旋转机器,其中:

所述圆内次摆线形状具有 n 个叶瓣,其中 n 是整数;

所述外包络形状具有 $(n-1)$ 个叶瓣;

所述转子的节距与所述定子的节距相同;并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。

3. 根据权利要求2所述的旋转机器,其中所述圆内次摆线形状是椭圆形,并且 $n=2$,其中所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

4. 根据权利要求1所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,并且所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的两个转子密封件和/或安装在所述定子上的定子密封件。

5. 根据权利要求1所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;以及

第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二转子螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中。

6. 根据权利要求1所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,并且所述定子具有单头螺旋轮廓,所述单头螺旋轮廓具有第一定子螺纹,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。

7. 根据权利要求1所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,所述单头螺旋轮廓具有第一定子螺纹,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;

第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二

螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中;以及

螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。

8. 根据权利要求1所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件通过使所述第一转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第一转子螺纹上;以及

第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件通过使所述第二转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第二转子螺纹上。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的旋转机器,其中所述旋转机器是多级机器,并且在所述转子和所述定子的协作表面之间形成多个腔室。

10. 根据权利要求9所述的旋转机器,其中所述多个腔室中的每个腔室具有大致相同的容积。

11. 根据权利要求10所述的旋转机器,其中所述多个腔室中的每个腔室具有大致相同的尺寸和形状。

12. 根据权利要求10所述的旋转机器,其中所述多个腔室中的至少一个腔室的尺寸与所述多个腔室中的另一个腔室的尺寸不同。

13. 根据权利要求9所述的旋转机器,其中所述多个腔室中的至少一个腔室的容积与所述多个腔室中的另一个腔室的容积不同。

14. 一种旋转机器,包括定子和设置在所述定子内的转子,

所述转子具有转子轴线和螺旋轮廓,其中所述转子沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有从圆内次摆线形状向内偏移的转子形状,所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动,并且

所述定子具有定子轴线和螺旋轮廓,其中所述定子沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有一个定子形状,所述定子形状是当所述转子形状进行行星运动时形成的外包络,

其中所述旋转机器还包括安装到所述转子的至少一个螺旋转子密封件和/或安装到所述定子的至少一个螺旋定子密封件。

15. 根据权利要求14所述的旋转机器,其中:

所述转子形状具有 n 个叶瓣,其中 n 是整数;

所述定子形状具有 $(n-1)$ 个叶瓣;

所述转子的节距与所述定子的节距相同;并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。

16. 根据权利要求15所述的旋转机器,其中所述圆内次摆线形状是椭圆形,并且 $n=2$,其中所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

17. 根据权利要求14所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,并且所述至少一个

螺旋密封件包括安装在所述转子上的两个转子密封件和/或安装在所述定子上的定子密封件。

18. 根据权利要求14所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;以及

第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二转子螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中。

19. 根据权利要求14所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,并且所述定子具有单头螺旋轮廓,所述单头螺旋轮廓具有第一定子螺纹,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。

20. 根据权利要求14所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,所述单头螺旋轮廓具有第一定子螺纹,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;

第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二转子螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中;以及

螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。

21. 根据权利要求14所述的旋转机器,其中所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓,并且所述至少一个螺旋密封件包括:

第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件通过使所述第一转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第一转子螺纹上;以及

第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件通过使所述第二转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第二转子螺纹上。

22. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器,其中所述旋转机器是多级机器,并且在所述转子和所述定子的协作表面之间形成多个腔室。

23. 根据权利要求22所述的旋转机器,其中所述多个流体腔室中的每个流体腔室具有大致相同的容积。

24. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器,其中所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹,并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹,并且其中所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子的所述至少一个向外突出的螺旋螺纹在与所述至少一个向外突出的螺旋螺纹正交的平面中的最小曲率半径与所述定子的所述至少一个向内突出的螺旋螺纹在与所述向内突出的螺旋

螺纹正交的平面中的曲率半径基本上相同。

25. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器, 其中所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹, 并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹, 并且其中所述转子和所述定子各自具有纵向轴线, 并且其中所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子的所述至少一个向外突出的螺旋螺纹在与所述转子的所述纵向轴线正交的平面中的最小曲率半径与所述定子的所述至少一个向内突出的螺旋螺纹在与所述定子的所述纵向轴线正交的平面中的曲率半径基本上相同。

26. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器, 其中所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹, 并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹, 并且其中:

所述转子在与所述至少一个向外突出的螺旋螺纹正交的平面中具有跨越所述螺旋螺纹的转子扫掠宽度;

所述定子在与所述至少一个向内突出的螺旋螺纹正交的平面中具有跨越所述螺旋螺纹的定子扫掠宽度; 并且

所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子扫掠宽度与所述定子扫掠宽度基本上相同。

27. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器, 其中所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹, 并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹, 并且其中:

所述转子和所述定子各自具有纵向轴线;

所述转子在与所述转子的所述纵向轴线正交的平面中具有跨越所述至少一个向外突出的螺旋螺纹的转子扫掠宽度;

所述定子在与所述定子的所述纵向轴线正交的平面中具有跨越所述至少一个向内突出的螺旋螺纹的定子扫掠宽度; 并且

所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子扫掠宽度与所述定子扫掠宽度基本上相同。

28. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器, 其中所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹, 并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹, 并且其中:

所述转子在与所述至少一个向外突出的螺旋螺纹正交的平面中具有围绕所述螺旋螺纹的转子弧长;

所述定子在与所述至少一个向内突出的螺旋螺纹正交的平面中具有围绕所述螺旋螺纹的定子弧长; 并且

所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子弧长与所述定子弧长基本上相同。

29. 根据权利要求14至21中任一项所述的旋转机器, 其中所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹, 并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹, 并且其中:

所述转子和所述定子各自具有纵向轴线;

所述转子在与所述转子的所述纵向轴线正交的平面中具有围绕所述至少一个向外突出的螺旋螺纹的转子弧长；

所述定子在与所述定子的所述纵向轴线正交的平面中具有围绕所述至少一个向内突出的螺旋螺纹的定子弧长；并且

所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子弧长与所述定子弧长基本上相同。

30. 一种旋转机器，包括定子和设置在所述定子内的转子，

所述定子具有螺旋轮廓、定子轴线，并且沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有长短辐圆外旋轮线形状，

所述转子具有螺旋轮廓和转子轴线，所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动并且沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有一个形状，所述形状是当所述定子的所述长短辐圆外旋轮线形状进行行星运动时形成的内包络，

其中所述旋转机器还包括安装到所述转子的至少一个螺旋转子密封件和/或安装到所述定子的至少一个螺旋定子密封件。

31. 根据权利要求30所述的旋转机器，其中：

所述定子的所述长短辐圆外旋轮线形状具有 $n-1$ 个叶瓣，其中 n 是整数；

所述转子的所述内包络形状具有 n 个叶瓣；

所述转子的节距与所述定子的节距相同；并且

所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。

32. 根据权利要求31所述的旋转机器，其中 $n=2$ ，所述转子的节距与所述定子的节距相同，并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为2:1。

33. 根据权利要求30所述的旋转机器，其中所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件。

34. 根据权利要求30所述的旋转机器，其中所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

35. 根据权利要求30所述的旋转机器，其中所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件和安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

36. 根据权利要求30所述的旋转机器，其中所述至少一个螺旋密封件包括：转子密封件，所述转子密封件通过使所述转子和所述转子密封件上的配合特征协作来安装在所述转子上；和/或定子密封件，所述定子密封件通过使所述定子和所述定子密封上的配合特征协作来安装在所述定子上。

37. 一种旋转机器，包括定子和设置在所述定子内的转子，

所述定子具有定子轴线和螺旋轮廓，其中所述定子沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有从长短辐圆外旋轮线形状向外偏移的定子形状，

所述转子具有转子轴线和螺旋轮廓，所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动，并且其中所述转子沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有转子形状，所述转子形状是当所述定子形状进行行星运动时形成的内包络，

其中所述旋转机器还包括安装到所述转子的至少一个螺旋转子密封件和/或安装到所

述定子的至少一个螺旋定子密封件。

38. 根据权利要求37所述的旋转机器, 其中:

所述定子形状具有 $n-1$ 个叶瓣, 其中 n 是整数;

所述转子形状具有 n 个叶瓣;

所述转子的节距与所述定子的节距相同; 并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。

39. 根据权利要求38所述的旋转机器, 其中 $n=2$, 所述转子的节距与所述定子的节距相同, 并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

40. 根据权利要求37所述的旋转机器, 其中所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件。

41. 根据权利要求37所述的旋转机器, 其中所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

42. 根据权利要求37所述的旋转机器, 其中所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件和安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

43. 根据权利要求37所述的旋转机器, 其中所述至少一个螺旋密封件包括: 转子密封件, 所述转子密封件通过使所述转子和所述转子密封件上的配合特征协作来安装在所述转子螺纹上; 和/或定子密封件, 所述定子密封件通过使所述定子和所述定子密封上的配合特征协作来安装在所述定子上。

螺旋次摆线旋转机器中的密封

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及于2018年9月11日提交的美国临时专利申请序列号62/729,763、2018年9月12日提交的美国临时专利申请序列号62/730,025和2018年12月20日提交的美国临时专利申请序列号62/783,088并要求所述美国临时专利申请的优先权权益,所述美国临时专利申请中的每个美国临时专利申请特此通过全文引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及旋转正排量机器中的密封,具体地基于次摆线几何形状的旋转机器中的密封,所述机器包括螺旋转子,所述螺旋转子在螺旋定子内进行行星运动。

背景技术

[0004] 其中至少一个转子在定子或壳体内具有行星运动的旋转机器可以用作例如正排量泵、旋转压缩机、真空泵、膨胀发动机等。

[0005] 泵是可以将工作流体从一个地方移动到另一个地方的装置。各种类型的泵都有广泛的最终用途,包含灌溉、消防、防洪、供水、供应汽油、制冷、化学品转移和污水输送。旋转泵通常是包括固定壳体、齿轮、凸轮、转子、叶片和类似元件的正排量泵。旋转泵通常具有紧密的运行间隙(在其移动部件与固定部件之间只有很小的距离或空隙),不需要吸入阀或排放阀,并且通常仅通过泵送的流体进行润滑。

[0006] 正排量泵通过将一定体积的流体捕获在腔室内并迫使所捕获的体积进入排放管中来移动流体。一些正排量泵在吸入侧采用扩大腔室并且在排放侧采用递减腔室。当吸入侧的腔室扩大时,流体流动到泵进口中,并且当腔室塌缩时,流体从排放管流出。对于每个操作循环,输出体积相同。理想的正排量泵可以在给定的泵速度下产生相同的流量,而与排放压力无关。

[0007] 基于次摆线几何形状的各种类型的旋转机器是已知的。此类旋转机器包括转子或定子,所述转子或定子的横截面由某种曲线族(称为次摆线或次摆线形状)界定。这些旋转机器包含具有以下配置的机器:

[0008] (1) 旋转机器,其中转子的横截面为圆内次摆线并且在定子内进行行星运动(绕其轴线自旋并偏心运行),所述定子被成形为所述转子的外包络(其中转子的顶点或凸角比定子空腔的顶点或凸角多一个);

[0009] (2) 旋转机器,其中定子空腔的横截面为圆内次摆线,并且转子在定子内进行行星运动并形成所述定子的内包络(其中转子的顶点或凸角比定子空腔的顶点或凸角少一个);

[0010] (3) 旋转机器,其中转子的横截面为长短辐圆外旋轮线并且在定子内进行行星运动,所述定子被成形为所述转子的外包络(其中转子的顶点或凸角比定子空腔的顶点或凸角少一个);以及

[0011] (4) 旋转机器,其中定子空腔的横截面为长短辐圆外旋轮线,并且转子在定子内进

行行星运动并形成所述定子的内包络(其中转子的顶点或凸角比定子空腔的顶点或凸角多一个)。

[0012] 因此,在所有这些配置中,转子或定子是次摆线组件,这意味着其横截面形状是次摆线。

[0013] 通常,如本文所使用的,当物体绕一条轴线自旋并绕另一轴线运行时,所述物体被称为进行“行星运动”。

[0014] 如上文所述的那些旋转机器可以被设计用于各种应用,包含例如泵、压缩机和膨胀发动机。不同旋转机器的设计、配置和操作可以为某些应用提供特定的优势。

[0015] 渐进式空腔泵(progressive cavity pump,PCP)是可以为某些应用提供优势的另一种类型的旋转正排量机器。在PCP中,转子设置在螺旋定子空腔内并且在所述螺旋定子空腔内偏心旋转。待泵送的材料(通常是流体)沿着泵送轴线遵循螺旋路径。转子通常由刚性材料形成,而定子(或定子衬里)由弹性或弹性体材料形成。转子通常是螺旋形的(其中圆形横向横截面从螺旋的轴线移位)并且限定单头螺旋。对应的定子空腔是螺旋方向与转子的螺旋方向相同的双螺旋(双头螺旋),并且在横向横截面中具有由一对间隔开的半圆形端部限定的外形,所述一对间隔开的半圆形端部由一对平行侧连结。定子的节距(相邻螺旋之间的轴向距离)与转子的节距相同,并且定子的导程(完整的一圈的轴向距离或前进量)是转子的导程的两倍。

[0016] 在PCP中,转子通常在其在弹性体定子内旋转时抵靠所述弹性体定子紧密密封,从而在转子与定子之间形成一系列离散的固定形状、恒定体积的腔室。当转子相对于定子转动时,流体在腔室内沿着泵的长度移动。体积流量与旋转速率成比例。离散的腔室朝其端部逐渐变细并且与其相邻的腔室重叠,使得流动面积基本上恒定,并且通常,由于腔室到达出口而引起的流动脉动很少或没有。与其它类型的泵的剪切速率相比,PCP中的剪切速率通常也较低。在转子接触定子的PCP中,接触表面通常相对于彼此横向行进,因此会产生较小的滑动接触区域。

发明内容

[0017] 在第一方面,一种旋转机器包括定子和设置在所述定子内的转子。所述转子具有螺旋轮廓和转子轴线,并且沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有圆内次摆线形状。所述定子具有螺旋轮廓、定子轴线,并且沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有一个形状,所述形状是当所述转子的所述圆内次摆线形状进行行星运动时形成的外包络。所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动。所述旋转机器还包括安装在所述转子上的至少一个螺旋密封件和/或安装在所述定子上的至少一个螺旋密封件。

[0018] 在根据上述第一方面的旋转机器的一些实施例中,所述圆内次摆线形状具有 n 个凸角,其中 n 是整数,所述外包络形状具有 $(n-1)$ 个凸角,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。在一些此类实施例中,所述圆内次摆线形状是椭圆形, $n=2$,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

[0019] 在根据上述第一方面的旋转机器的一些实施例中,所述转子具有双头螺旋轮廓,

所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的两个转子密封件和/或安装在所述定子上的定子密封件。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;以及第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中;以及螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件通过使所述第一转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第一转子螺纹上;以及第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件通过使所述第二转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第二转子螺纹上。

[0020] 在第二方面,一种旋转机器包括定子和设置在所述定子内的转子。所述转子具有转子轴线和螺旋轮廓,并且所述转子沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有从圆内次摆线形状向内偏移的转子形状。所述定子具有定子轴线和螺旋轮廓,并且所述定子沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有一个定子形状,所述定子形状是当所述转子形状进行行星运动时形成的外包络。所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动。所述旋转机器还包括安装到所述转子的至少一个螺旋转子密封件和/或安装到所述定子的至少一个螺旋定子密封件。

[0021] 在根据上述第二方面的旋转机器的一些实施例中,所述圆内次摆线形状具有 n 个凸角,其中 n 是整数,所述外包络形状具有 $(n-1)$ 个凸角,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。在一些此类实施例中,所述圆内次摆线形状是椭圆形, $n=2$,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

[0022] 在根据上述第二方面的旋转机器的一些实施例中,所述转子具有双头螺旋轮廓,所述双头螺旋轮廓具有第一转子螺纹和第二转子螺纹,所述定子具有单头螺旋轮廓。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的两个转子密封件和/或安装在所述定子上的定子密封件。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中;以及第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第一转子螺纹

的牙顶延伸的第一凹槽中;第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件安装在沿着所述螺旋转子的所述第二螺纹的牙顶延伸的第二凹槽中;以及螺旋定子密封件,所述螺旋定子密封件安装在沿着所述螺旋定子的所述第一定子螺纹的牙顶延伸的第一凹槽中。在一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:第一螺旋转子密封件,所述第一螺旋转子密封件通过使所述第一转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第一转子螺纹上;以及第二螺旋转子密封件,所述第二螺旋转子密封件通过使所述第二转子螺纹和所述第一螺旋转子密封件上的配合特征协作来安装在所述螺旋转子的所述第二转子螺纹上。

[0023] 在根据上述第二方面的旋转机器的一些实施例中,所述定子的所述螺旋轮廓限定至少一个向内突出的螺旋螺纹,并且所述转子的所述螺旋轴线限定至少一个向外突出的螺旋螺纹。在一些实施例中,所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子的所述至少一个向外突出的螺旋螺纹在与所述至少一个向外突出的螺旋螺纹正交的平面中的最小曲率半径与所述定子的所述至少一个向内突出的螺旋螺纹在与所述向内突出的螺旋螺纹正交的平面中的曲率半径基本上相同。在一些实施例中,所述转子和所述定子各自具有纵向轴线,并且其中所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子的所述至少一个向外突出的螺旋螺纹在与所述转子的所述纵向轴线正交的平面中的最小曲率半径与所述定子的所述至少一个向内突出的螺旋螺纹在与所述定子的所述纵向轴线正交的平面中的曲率半径基本上相同。在一些实施例中,所述转子在与所述至少一个向外突出的螺旋螺纹正交的平面中具有跨越所述螺旋螺纹的转子扫掠宽度;所述定子在与所述至少一个向内突出的螺旋螺纹正交的平面中具有跨越所述螺旋螺纹的定子扫掠宽度;并且所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子扫掠宽度与所述定子扫掠宽度基本上相同。在一些实施例中,所述转子和所述定子各自具有纵向轴线;所述转子在与所述转子的所述纵向轴线正交的平面中具有跨越所述至少一个向外突出的螺旋螺纹的转子扫掠宽度;所述定子在与所述定子的所述纵向轴线正交的平面中具有跨越所述至少一个向内突出的螺旋螺纹的定子扫掠宽度;并且所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子扫掠宽度与所述定子扫掠宽度基本上相同。在一些实施例中,所述转子在与所述至少一个向外突出的螺旋螺纹正交的平面中具有围绕所述螺旋螺纹的转子弧长;所述定子在与所述至少一个向内突出的螺旋螺纹正交的平面中具有围绕所述螺旋螺纹的定子弧长;并且所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子弧长与所述定子弧长基本上相同。在一些实施例中,所述转子和所述定子各自具有纵向轴线;所述转子在与所述转子的所述纵向轴线正交的平面中具有围绕所述至少一个向外突出的螺旋螺纹的转子弧长;所述定子在与所述定子的所述纵向轴线正交的平面中具有围绕所述至少一个向内突出的螺旋螺纹的定子弧长;并且所述转子形状从圆内次摆线形状向内偏移一定程度使得所述转子弧长与所述定子弧长基本上相同。

[0024] 在第三方面,一种旋转机器包括定子和设置在所述定子内的转子。所述定子具有螺旋轮廓、定子轴线,并且沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有长短辐圆外旋轮线形状。所述转子具有螺旋轮廓和转子轴线,并且沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有一个形状,所述形状是当所述定子的所述长短辐圆外旋轮线形状进行行星运动时形成的内包络。所述转子被

配置成在所述定子内进行行星运动。所述旋转机器还包括安装到所述转子的至少一个螺旋转子密封件和/或安装到所述定子的至少一个螺旋定子密封件。

[0025] 在根据上述第三方面的旋转机器的一些实施例中,所述定子的所述长短辐圆外旋轮线形状具有 $n-1$ 个凸角,其中 n 是整数,所述转子的所述内包络形状具有 n 个凸角,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。在一些此类实施例中, $n=2$,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

[0026] 在根据上述第三方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件。

[0027] 在根据上述第三方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

[0028] 在根据上述第三方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件和安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

[0029] 在根据上述第三方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:转子密封件,所述转子密封件通过使所述转子和所述转子密封件上的配合特征协作来安装在所述转子螺纹上;和/或定子密封件,所述定子密封件通过使所述定子和所述定子密封件上的配合特征协作来安装在所述定子上。

[0030] 在第四方面,一种旋转机器包括定子和设置在所述定子内的转子。所述定子具有定子轴线和螺旋轮廓,并且所述定子沿着所述定子的长度的至少一部分在横向于所述定子轴线的任何横截面处具有从长短辐圆外旋轮线形状向外偏移的定子形状。所述转子具有转子轴线和螺旋轮廓,并且所述转子沿着所述转子的长度的至少一部分在横向于所述转子轴线的任何横截面处具有转子形状,所述转子形状是当所述定子形状进行行星运动时形成的内包络。所述转子被配置成在所述定子内进行行星运动。所述旋转机器还包括安装到所述转子的至少一个螺旋转子密封件和/或安装到所述定子的至少一个螺旋定子密封件。

[0031] 在根据上述第四方面的旋转机器的一些实施例中,所述定子形状具有 $n-1$ 个凸角,其中 n 是整数,所述转子形状具有 n 个凸角,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的导程与所述定子的导程的比率为 $n:(n-1)$ 。在一些此类实施例中, $n=2$,所述转子的节距与所述定子的节距相同,并且所述转子的所述导程与所述定子的所述导程的比率为 $2:1$ 。

[0032] 在根据上述第四方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件。

[0033] 在根据上述第四方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

[0034] 在根据上述第四方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括安装在所述转子上的至少一个转子密封件和安装在所述定子上的至少一个定子密封件。

[0035] 在根据上述第四方面的旋转机器的一些实施例中,所述至少一个螺旋密封件包括:转子密封件,所述转子密封件通过使所述转子和所述转子密封件上的配合特征协作来安装在所述转子螺纹上;和/或定子密封件,所述定子密封件通过使所述定子和所述定子密封件上的配合特征协作来安装在所述定子上。

[0036] 在以上各个方面中描述的旋转机器的一些实施例中,所述旋转机器是多级机器,并且在所述转子和所述定子的协作表面之间形成多个腔室。在一些实施例中,多个流体腔室中的每个流体腔室具有大致相同的容积。在一些实施例中,所述多个腔室中的每个腔室具有大致相同的尺寸和形状。在一些实施例中,所述多个腔室中的至少一个腔室的尺寸与所述多个腔室中的另一个腔室的尺寸不同。在一些实施例中,所述多个腔室中的至少一个腔室的容积与所述多个腔室中的另一个腔室的容积不同。

附图说明

[0037] 图1A-1G(现有技术)是以横向横截面的形式示出了处于椭圆形转子的单次旋转的不同阶段的椭圆形转子和定子组合件的几何形状的示意图。

[0038] 图2A示出了转子-定子组合件的侧视图,其示出了定子的外圆柱形表面。图2B是图2A的转子-定子组合件沿箭头D-D的方向截取的横截面视图,其示出了设置在螺旋定子空腔内的螺旋转子。图2C示出了沿图2A中的箭头E-E的方向截取的端视图和三个横截面视图,其示出了具有两凸角椭圆形横向横截面的螺旋转子。

[0039] 图3A是具有椭圆形横向横截面的螺旋转子的侧视图。图3B是图3A的螺旋转子的另一侧视图,其与图3A的视图正交。图3C是图3A的螺旋转子沿图3B中的箭头A-A的方向截取的横截面视图。

[0040] 图4A是具有螺旋空腔的定子的端视图。图4B是图4A的定子的横向横截面视图。图4C是图4A的定子的等距视图(其中虚线指示定子空腔)。

[0041] 图5示出了转子-定子组合件的一部分,其示出了设置在半透明螺旋定子内部的螺旋转子。

[0042] 图6A示出了转子-定子组合件的侧视图,其示出了定子的外圆柱形表面。图6B是图6A的转子-定子组合件的横截面视图,其示出了设置在螺旋定子空腔内的螺旋转子。图6C示出了沿图6A中的箭头A-A、B-B和C-C的方向截取的端视图和各个横截面视图,其示出了具有三凸角横向横截面的螺旋转子。

[0043] 图7A是具有三凸角横向横截面的螺旋转子的侧视图。图7B是图7A的螺旋转子的等距视图。

[0044] 图8A是具有螺旋空腔的定子的侧视图,其示出了定子的外圆柱形表面。图8B是图8A的定子的纵向横截面视图。图8C是图8A的定子的另一纵向横截面视图,其与图8B的横截面视图正交。图8D是图8A的定子的等距视图。

[0045] 图9A是具有螺旋转子-定子组合件的旋转机器的侧视图,所述螺旋转子-定子组合件具有次摆线几何形状。图9B是图9A的旋转机器沿图9A中的箭头A-A的方向截取的横截面视图。

[0046] 图10是示出了绕旋转径向臂的头部旋转的椭圆的几何形状的示意图。

[0047] 图11是示出了旋转机器的转子-定子组合件的一部分的横截面图。

[0048] 图12是示出了用于转子和对应偏移的定子空腔轮廓的转子-定子几何形状的横向横截面视图,所述转子具有从椭圆上的每个点向内偏移的横截面轮廓。

[0049] 图13A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中没有偏移的螺旋定子空腔的横截面形状。图13B示出了从与图13的角度相同的角度看的图13A的螺旋定子空腔的反顶点的特

写视图。图13C示出了图13A的定子空腔在与定子反顶点的螺旋路径正交的平面中的横截面形状。图13D示出了从与图13C的角度相同的角度看的图13B的螺旋定子空腔的特写视图。

[0050] 图14A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中用于具有向内偏移的定子的螺旋定子空腔的横截面形状。图14B示出了从与图14A的角度相同的角度看的图14A的螺旋定子空腔的特写视图。图14C示出了图14A的定子空腔在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中的横截面形状。图14D示出了从与图14C的角度相同的角度看的反顶点区域的特写视图。

[0051] 图15A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中没有偏移的螺旋椭圆形转子的横截面形状。图15B示出了图15A的转子在与转子尖端的螺旋路径正交的平面中的横截面形状。

[0052] 图16A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中具有偏移的螺旋转子的横截面形状。图16B示出了图16A的偏移转子在与转子尖端的螺旋路径正交的平面中的横截面形状。

[0053] 图17A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中具有偏移的定子空腔的跨反顶点区域的扫掠宽度 W_1 。图17B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中图17A的偏移定子空腔的跨反顶点区域的扫掠宽度 W_2 。

[0054] 图18A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中没有偏移的转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_3 。图18B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中图18A的椭圆形转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_4 。

[0055] 图19A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中具有偏移的转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_5 。图19B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中图19A的转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_6 。

[0056] 图20示出了可以被容纳在形成于螺旋定子或转子中的对应凹槽中的螺旋密封件2000的实施例。

[0057] 图21A是示出了安装在定子的内表面中的凹槽中的螺旋密封件的横截面视图。图21B是图21A的组件沿图21A中的箭头A-A的方向截取的横截面视图。图21C是图21A的组件沿图21A中的箭头B-B的方向截取的横截面视图。

[0058] 图22A是具有螺旋密封件的转子-定子组件的一部分的等距视图。图22B是图22A的组件的横截面视图(横向于旋转轴线)。图22C是图22A的组件沿图22B中的箭头A-A的方向截取的横截面视图。图22D是图22A的组件沿图22B中的箭头B-B的方向截取的横截面视图。

[0059] 图23A以横向横截面(在与螺旋定子的轴线正交的平面中)示出了定子密封件的实施例。图23B以横向横截面示出了定子密封件的另一个实施例。图23C以横向横截面示出了定子密封件的另一个实施例。图23D以横向横截面示出了定子密封件的另一个实施例。

[0060] 图24A以横向横截面(在与螺旋转子的轴线正交的平面中)示出了转子密封件的实施例。图24B以横向横截面示出了转子密封件的另一个实施例。图24C以横向横截面示出了转子密封件的另一个实施例。图24D以横向横截面示出了转子密封件的另一个实施例。图24E以横向横截面示出了转子密封件的另一个实施例。图24F以横向横截面示出了转子密封件的另一个实施例。

[0061] 图25是具有转子密封件的螺旋转子的一部分的横截面视图,其中转子密封件的密

封件宽度与转子的扫掠宽度基本上相同。

[0062] 图26是螺旋定子和具有转子密封件的转子的一部分的横截面视图,其中转子密封件的密封件宽度明显小于转子的扫掠宽度。

[0063] 图27是示出了2级螺旋次摆线旋转泵的测试结果的图示,其中将泵的总效率和容积效率相对于循环次数进行绘图。

具体实施方式

[0064] 本申请涉及旋转机器,其中螺旋转子在定子内进行行星运动。所述旋转机器可以为各种应用提供优势,下面讨论所述旋转机器中的一些旋转机器。

[0065] 旋转机器基于次摆线几何形状,其中转子或定子具有次摆线几何形状(在横向横截面中,即垂直于其轴线)。转子可以是圆内次摆线,其中对应的定子空腔轮廓是转子在其进行行星运动时的外包络。可替代地,定子空腔可以具有长短辐圆外旋轮线横截面几何形状,其中对应的转子轮廓是次摆线在其进行行星运动时形成的内包络。在此类机器中,包络(无论是转子还是定子)上的一个或多个特定点与对应的组件连续接触,并且当所述组件执行其相对运动时,接触点描绘出次摆线轮廓。

[0066] 图1A-1G是示出了已知旋转机器的示例的几何形状的示意图,其中转子的横截面形状是圆内次摆线,并且定子空腔被成形为转子在其进行行星运动时的外包络。在该示例中,圆内次摆线转子是椭圆形转子。在椭圆形转子在定子内单次旋转期间的不同时间点示出了转子110和定子120。图1A示出了处于定子120内的第一位置中的椭圆形转子110。定子内表面125包括反顶点140。转子尖端130和135中的每个转子尖端的一部分与定子120的内表面125接触,并且转子110的外表面与反顶点140接触。转子110绕其中心自旋并在箭头X-X所指示的方向(逆时针)上绕轴线115偏心旋转。图1B示出了在转子110已经旋转之后处于第二位置中的椭圆形转子110。转子尖端130和135中的每个尖端的一部分保持与定子内表面125接触,并且转子110的外表面保持与反顶点140接触。图1C示出了在进一步旋转之后处于第三位置中的椭圆形转子110。图1D示出了处于第四位置中的椭圆转子110,其中其长轴竖直地朝向,如虚线V-V所指示。转子尖端130的一部分与反顶点140接触,并且转子尖端135的一部分与反顶点140正上方的定子内表面125接触。对于以下针对图1E-1G的描述的其余部分,为清楚起见省略了附图标记。图1E-1G示出了在逆时针方向上进一步旋转之后的椭圆形转子110。图1F示出了处于某一位置中的椭圆形转子110,在所述位置中,其长轴水平朝向,如虚线H-H所指示。因此,定子120的内表面125的横截面被设计成使得在椭圆形转子110的完整旋转期间,转子尖端130和135中的每个转子尖端的至少一部分始终与定子内表面125接触。在椭圆形转子110的完整旋转期间,反顶点140始终与椭圆形转子110的外表面接触。椭圆形转子110与定子120在如上所述的三个位置处的接触将定子120的内部容积分成三个腔室(例如,如图1F所示)。当椭圆形转子110仅在两个不同的位置(例如,当椭圆形转子110的长轴竖直朝向时,如图1D所示)处与定子120接触时,椭圆形转子110将定子120的内部容积分成仅两个腔室。可以根据需要为流体的流入和流出提供端口(在图1A-1G中未示出)。被输送的材料(通常是流体)通过旋转机器在弧形或圆周方向上移动。在美国专利申请公开第US20 15/0030492号中描述了此类机器的示例,所述美国专利申请公开通过引用并入本文。

[0067] 在本文中,参考具有所示出的特定朝向的附图来使用术语水平、竖直、前、后和与

朝向有关的类似术语。尽管如此,本文所述的旋转机器和相关子组合件可以以适合其最终用途的任何朝向放置。

[0068] 在本旋转机器的实施例中,圆内次摆线和外包络(分别为转子和定子横向横截面轮廓)各自沿着螺旋路径扫掠,这些螺旋的轴线是所述参考系中的那些组件的旋转轴线,其中两个部件都进行简单的旋转运动(那些组件的“中心”)。转子螺旋和定子螺旋的轴线彼此偏移的距离等于转子的偏心距。螺旋转子和对应的定子具有相同的节距,并且转子的导程与定子的导程的比率与其凸角的数量的比率相同(也与其起点的数量的比率相同)。如本文所使用的,“节距”被定义为相邻螺纹(或例如螺旋上的牙顶或根部)之间的轴向距离,而“导程”被定义为完整的一圈(360°)的轴向距离或前进量。节距和导程等于单头螺旋;对于多头螺旋,导程是节距乘以起点的数量。

[0069] 因此,在本旋转机器的实施例中,当在垂直于旋转轴线的任何平面中截取横向横截面时,圆内次摆线和包络(即,分别为转子和定子的横截面形状)被视为如同其在通常的二维轮廓中那样,例如,如图1A-1G所示。例如,在一个实施例中,螺旋转子的外表面由沿着螺旋路径扫掠的椭圆限定,并且对应的定子空腔是通过以螺旋转子的一半导程沿螺旋路径扫掠对应的外包络来限定。转子轮廓是双头螺旋,并且定子轮廓是单头螺旋空腔。对于此类机器,当在垂直于旋转轴线的任何平面中截取横向横截面时,转子的外部轮廓和定子的内部轮廓将类似于针对图1A-1G中的那些组件所示出的那些。

[0070] 图2A-C示出了此类机器的示例。图2A示出了定子220的侧视图。定子220的外表面是圆柱形的。图2B是沿图2A中的箭头D-D的方向截取的横截面视图并且示出了螺旋转子210,所述螺旋转子设置在由定子220限定的螺旋定子空腔225内。图2C示出了沿图2A中的箭头E-E的方向截取的端视图和各个横截面视图。如图2C所示,转子210具有椭圆形横向横截面。随着横截面E-E沿着转子210的旋转轴线前进,转子和定子的横截面轮廓以类似于转子110在定子120内的运动超时的方式前进,如图1A-1G所展示。在图2A-2C所示出的实施例中,转子210具有两个凸角,并且定子空腔225具有一个凸角。

[0071] 图3A是类似于图2A-C的转子210的螺旋转子300(具有椭圆形横向横截面)的侧视图。图3B是螺旋转子300的另一个侧视图,其与图3A的视图正交。图3C示出了沿图3B中的箭头A-A的方向截取的转子300的横截面视图。

[0072] 图4A是端视图,图4B是横截面视图,并且图4C是定子400的等距视图(其中虚线指示定子空腔)。定子400对应于图3A-C的转子300(换句话说,定子400可以与转子300一起使用)并且类似于图2A-C的定子220。

[0073] 图5示出了如图2A-2C所示出的机器的一部分的示例,其示出了设置在半透明螺旋定子520内部的螺旋转子510。转子的节距(相邻螺纹或牙顶之间的距离)由距离530指示,并且转子的导程由距离540指示。因为转子是双头螺旋,所以导程是节距的两倍。定子的节距由距离550指示,并且由于定子是单头螺旋,因此距离550也是定子的导程。转子节距530和定子节距550相同。在一些实施例中,转子和定子是塑料的。在本文所述的旋转机器的其它实施例中,转子和定子都可以是金属。在其它实施例中,根据应用,转子和/或定子可以由陶瓷、弹性体或其它合适的材料或材料的组合制成。转子的一种或多种材料可以与定子的一种或多种材料相同或不同。

[0074] 在图2A-2C所示出的实施例中,转子和定子表面在每个包络旋转中界定一个完整

的腔室或容积(每个容积构成机器或泵的单个级)。这些腔室的边界是“顶部”和“底部”(次摆线生成元件的路径,或包络上的“点”)的简单螺旋以及转子与定子之间的在“顺时针”和“逆时针”方向上的接触曲线。这些腔室在装置操作时不改变大小或形状。待泵送的材料(通常为流体)通过泵在轴向方向上移动,并且流动速度基本上恒定。

[0075] 在转子旋转期间,转子与定子的内部“脊”(或牙顶)之间始终存在准螺旋接触路径(就像图1A-1G所示出的机器中的转子与定子中的反顶点之间存在接触一样)。当转子相对于定子旋转时,与定子的接触路径跨转子的螺旋“脊”或牙顶来回移动或振荡(其方式类似于接触点跨图1A-1G的机器中的椭圆形转子来回移动的方式)。转子-定子接触路径随着泵送动作的进行而绕着机器旋转,从而使流体(或要泵送的材料)沿螺旋在螺旋路径中“螺旋穿过”,从而从定子空腔的一个端部轴向移动到另一个端部。

[0076] 因此,螺旋转子与定子之间的接触的周期性出现在空间中(随着时间沿着连续的接触路径移动),而不是在时间中(表面之间的间歇接触例如在图1A-1G所示出的机器中发生,其中转子尖端仅间歇地接触定子上的反顶点)。因此,在本旋转机器中,接触表面和任何相关联的密封件不是周期性地接合和脱离(或接触和分离),而是连续地在彼此上或彼此接近地滑动。转子与定子之间的这种连续接触线可以有助于在本机器的实施例中提供密封。

[0077] 本旋转机器的一些实施例在螺旋转子与定子之间具有小的间隙、但是在螺旋转子与定子之间没有密封件的情况下操作。在一些实施例中,可能期望在这些组件之间设置密封件以减少级之间的流体泄漏。

[0078] 图6A-C展示了根据本方法的机器的另一个实施例,其中螺旋次摆线转子的横截面具有三个凸角,并且定子空腔具有两个凸角。通过沿螺旋路径扫掠这些轮廓限定转子和定子空腔。该实施例的转子/定子导程比率为3:2。图6A示出了圆柱形定子620的侧视图。图6B是沿图6A中的箭头D-D的方向截取的横截面视并且示出了螺旋转子610,所述螺旋转子设置在由定子620限定的定子空腔625内。图6C示出了沿图6A中的箭头A-A、B-B和C-C的方向截取的端视图和各个横截面视图。如图6C所示,转子610具有圆角三角形横向横截面。定子空腔具有大致为圆形的具有沿螺旋路径扫掠的两个反顶点区域620A和620B的横截面轮廓。当沿转子610的旋转轴线移动时,转子和定子的横截面轮廓以如图6C所示的方式前进。

[0079] 图7A是类似于图6A-C的转子610的螺旋转子700(具有3凸角圆角三角形横向横截面)的侧视图。图7B是转子700的等距视图。

[0080] 图8A是2凸角定子800的侧视图。图8B是定子800的纵向横截面视图,并且图8C是定子800的另一个纵向横截面视图(与图8B的横截面视图正交)。图8B和8C都示出了定子空腔的内表面。图8D是定子800的等距视图。定子800类似于图6A-C的定子620。

[0081] 图9A和9B示出了具有螺旋转子-定子组合件的旋转机器900的示例,所述螺旋转子-定子组合件具有次摆线几何形状。图9A是旋转机器900的侧视图,并且图9B是沿图9A中的箭头A-A的方向截取的横截面视图。主要参考图9B,旋转机器900包括螺旋转子910和限定定子空腔925的螺旋定子920。旋转机器900还包括入口壳体930和出口壳体935。驱动轴940固定到载体945并且通过太阳齿轮950和环形齿轮955机械地联接以引起转子910在定子空腔925内的偏心旋转。旋转机器900还包括推力轴承960和965、径向轴承970和轴密封件980。当转子910相对于定子空腔925旋转时,流体可以通过入口端口990被抽吸到旋转机器900中并且通过出口端口995排出。

[0082] 上面的大部分描述集中于具有次摆线转子(特别是椭圆形转子)和对应的外包络定子空腔的螺旋次摆线旋转机器的实施例。在其它实施例中,螺旋次摆线旋转机器可以具有各自沿着螺旋路径扫掠的长短辐圆外旋轮线定子空腔轮廓和对应的转子(内包络)轮廓。这些实施例具有与具有次摆线转子和对应的外包络定子空腔的机器相同的转子和定子的相对运动(具有相同的轨道和自旋)。

[0083] 本方法可以应用于基于圆内次摆线或长短辐圆外旋轮线转子(对应的定子空腔轮廓分别是当转子进行行星运动时转子的外包络或内包络)来生成螺旋旋转机器的实施例,其中组件具有多于两个或三个凸角。对于每一捕获体积的流体,此类机器将具有更多的腔室“边缘”,因此,如果使用动态密封件,则每级泄漏往往会更多、固体处理能力更差,和/或摩擦更大。然而,对于某些应用,例如泥浆马达,具有较低速度和较高扭矩的此类实施例可以提供优势。

[0084] 在本文描述的旋转机器中,转子(和/或任选地,定子)可以使用任何合适的驱动机构来旋转。下面简要讨论驱动机构的一些非限制性示例。

[0085] 基本工作原理与“固定”机器的哪个组件(如果存在)以及旋转的组件无关。例如,在一些实施例中,机器可以被操作成使得转子和定子各自绕其相应的中心旋转(一种内在平衡设计)。在此类实施例中,即使两个组件都绕其轴线旋转,但是所述组件的相对运动与固定定子实施例中的基本上相同。例如,在一些实施例中,机器可以被操作成使得定子被固定并且转子在其内进行行星运动。这在机械方面既简单又紧凑,但有时需要配重才能保持平衡。在其它实施例中,外部定子(或壳体)绕内部转子进行行星运动。其它变化是可能的。

[0086] 对于具有带有外包络定子空腔的圆内次摆线转子或带有内包络转子的长短辐圆外旋轮线定子的2:1(转子:定子凸角)旋转机器,合适的驱动机构的示例具有固定至定子的外部齿轮,所述外部齿轮与固定到转子的齿数为两倍的内部齿轮啮合,齿轮中心之间的距离等于圆内次摆线的偏心距,所述中心距离由固定到每个部件并与随转子中心旋转的元件相互作用的轴承维持;旋转元件由穿过太阳齿轮的轴驱动。这种类型的机构是已知的并且例如在Wankel旋转发动机中使用。可替代地,代替使用内部齿轮,可以使用一对外部齿轮啮合来实现2:1的齿轮比,其中输出以与输入的方向相同的方向旋转。

[0087] 对于具有其它比率的机器,可以相应地修改齿轮比。在具有三凸角转子和两凸角定子的机器中,齿轮比为3:2。通常,对于具有(n+1)凸角转子和n凸角定子的机器,齿轮比可以是(n+1):n。对于具有外包络的长短辐圆外旋轮线或具有内包络机器的圆内次摆线,可以将齿轮固定到对应的组件,例如,可以将外部齿轮固定到转子,并且将内部齿轮固定到定子。

[0088] 可以使用不涉及齿轮的其它驱动机构。例如,一些实施例是旋转机器,其中转子安装到挠性或成角度的轴(例如,装配有万向节)上,使得其偏心旋转,并且动力从驱动轴的一个端部的同心旋转传输到偏心旋转的转子。因此,轴可以联接至马达并由马达驱动,其中定子充当转子的引导件。其它示例使用例如施密特联轴器和/或摆线驱动机构代替齿轮,以提供转子和定子的相对运动。

[0089] 可以基于本方法制造一种具有单级、多级或在一些实施例中具有少于完整级(其中在泵的端部之间没有完整的被捕获的腔室或体积的流体)的机器,所述机器具有螺旋转子和定子。对于后者,可以在转子-定子的每个端部设置端板,其中在一个端板中设置入口

端口,并且在另一个端板中设置有出口端口。如果提供了多于一个完整的转子旋转(即,足够长度和数量的转子节距,从而使至少一个界定体积的流体同时与泵的两个端部隔离),则可能不需要端板。

[0090] 在如上所述的本机器的多级实施例中,如果转子-定子几何形状沿着机器的轴线保持基本上恒定,则在螺旋转子与定子之间形成的界定的容积或流体腔室的容积和尺寸将是相同的,并且随着转子在定子内旋转,在机器的操作期间,每个流体腔室的容积将保持恒定。参照图10对此进行进一步解释。

[0091] 图10是示出了绕旋转径向臂的头部旋转的椭圆的几何形状的示意图。在几何配置1000中,椭圆1010具有中心C、由虚线A-A指示的长轴和由虚线B-B指示的短轴。长轴A-A是椭圆1010的最长直径,并且短轴B-B是椭圆1010的最小直径。椭圆1010相对于参考系在逆时针方向上以角速度 w_1 绕中心C旋转,其中中心C是静止的。中心C位于旋转径向臂1020的头部处。径向臂1020的长度为 k 并相对于参考系沿逆时针方向以角速度 w_2 围绕固定端部0旋转,其中固定端部0是静止的。如果角速度 w_1 为负,则其指示椭圆1010绕中心C的旋转是相对于参考系沿顺时针方向的,其中中心C是静止的。如果角速度 w_2 为负,则其指示径向臂1020绕固定端部0的旋转是相对于参考系沿顺时针方向的,其中固定端部0是静止的。

[0092] 圆1030是径向臂1020的头部在其绕固定端部0旋转时的轨迹。线O-C也称为曲柄臂,并且长度 k 称为曲柄半径。

[0093] 几何配置1000可以在横向横截面中表示螺旋转子组合件。在本文所述的旋转机器的实施例中,期望的是,在椭圆形转子的完整旋转期间,对应的螺旋定子的反顶点(或脊或牙顶)始终与螺旋椭圆形转子的外表面接触。这可以通过配置几何形状1000以使得具有椭圆形横截面的转子的半长轴(在图10中示出为长度“ a ”)与转子的半短轴(在图10中示出为长度“ b ”)之间的差是曲柄半径 k 的两倍来实现。换句话说,在优选实施例中:

[0094] $a - b = 2k$

[0095] 如果转子和定子节距和所有尺寸(包含图10所示的 a 、 b 和 k)沿转子-定子组合件的长度保持恒定,则在转子与定子之间形成的流体腔室的容积和尺寸沿组合件的长度将是相同的。此类旋转机器可以用作例如泵,并且如果以恒定速度驱动,则可以提供相当稳定的体积流量或输出。

[0096] 在其它多级实施例中,转子-定子几何形状可以沿着旋转机器的轴线以连续或逐步的方式变化。在一些实施例中,此类变化可以引起流体腔室的容积沿机器的轴线变化,如对于例如压缩机或膨胀机应用而言可能是期望的。在其它实施例中,可能有利的是,沿着旋转机器的轴线改变转子-定子几何形状,同时保持沿着转子-定子组合件的长度在螺旋转子和定子之间形成的流体腔室的容积大致相同。在下面再次参考图10进一步详细描述此类实施例。

[0097] 代替转子和定子节距和其它参数(包含 a 、 b 和 k)沿机器的轴线恒定,转子-定子几何形状可以沿旋转机器的轴线变化,例如,如下:

[0098] (1) 通过改变转子和定子的节距。例如,节距可以在流动方向上增大,使得流体腔室的容积沿机器的轴线增大。例如,这对于压缩机应用可能是期望的。

[0099] (2) 通过改变转子的纵横比(a/b)并保持曲柄半径 k 恒定,其中负 b 保持等于 $2k$ 。对应的定子轮廓沿着其轴线相应地变化。

[0100] (3) 通过改变曲柄半径 k , 其中负 b 保持等于 $2k$ 。这还涉及通过改变尺寸 a 或 b 中的至少一个来改变转子的纵横比。对应的定子轮廓沿着其轴线相应地变化。当曲柄半径改变时, 转子和定子轴线将相对于彼此倾斜(即, 不平行)。

[0101] (4) 通过沿着转子的轴线改变转子相对于真正的椭圆(或圆内次摆线)的偏移程度, 并对应地改变沿着其轴线的定子轮廓。

[0102] 在一些实施例中, 改变这些参数中的一个或多个参数可以引起流体腔室的容积沿着机器的轴线变化, 例如变得越来越小或越来越大。在一些实施例中, 改变参数, 使得椭圆形转子横截面和对应的定子的大小在轴向方向上线性缩放或减小。

[0103] 在一些实施例中, 可以在机器的不同部分或段中使用不同的转子-定子几何形状或轮廓, 以满足各种要求。例如, 具有不同尺寸但排量相等或稍大的“预压缩机”区段可以用于减少泵中的净正吸入压头(NPSH)要求。可以在沿着泵的主体的下游使用更有利于密封的不同几何形状。在另一个示例中, 锥形实施例可以用作喷嘴或扩散器。

[0104] 在一些实施例中, 可以组合地改变多个参数, 使得在螺旋转子与定子之间形成的流体腔室的容积沿着转子-定子组合件的长度保持大致相同, 其中一个参数的变化至少部分地补偿关于对流体腔室容积的影响的另一参数的变化。例如, 在(2)和(3)中描述的变化可以改变通量面积, 但是例如可以通过增加转子-定子节距来补偿通量面积的变化。通过使转子-定子组合件的一个区段的几何形状与另一区段的几何形状不同来操纵其它特性可能是有利的, 即使沿着所述长度的流体吞吐量大致或基本上恒定。例如, 可能期望在进口附近具有高通量面积(以将流体吸入并包封), 并且然后逐渐朝排放端部改变几何形状。

[0105] 图11是以横截面示出了转子-定子组合件1100的一部分以展示一个实施例的示意图, 在所述实施例中, 多个参数组合改变, 使得在螺旋转子1110与对应定子1120之间形成的流体腔室的容积沿转子-定子组合件的长度保持大致相同。在该实施例中, 转子和定子轴线是不平行的。当转子和定子轴线不平行时, 转子和定子的“横截面”轮廓映射到垂直于两个轴线的球体的表面上, 而不是映射到垂直于两个轴线的平面上(球体的中心是转子轴线1115和定子轴线1125将相交(如果外推的话)的点)。

[0106] 曲柄半径 k 是转子1110的纵向轴线1115与定子1120的纵向轴线1125之间的弧长(在球体的表面上沿轴线的点处)。曲柄半径 k 沿着组合件的长度改变(朝所展示组合件的下端部减小), 并且转子和定子纵向轴线1115和1125不平行。在图11中示出了映射到球体上的椭圆形转子1110的短横轴的长度为 $2b$ 。如图10所示, 其中在沿着图11中的转子-定子组合件1100的长度的任何点处, $a-b=2k$, 椭圆形转子1110(映射到球体上)的长横轴($2a$)是 $2b+4k$ 。在图11所示出的实施例中, 曲柄半径 k 以及转子和对应定子的尺寸沿着组合件的长度连续缩放或减小, 使得转子和定子在任何轴向位置处的横向轮廓仅在其大小上不同。转子和定子的节距可以对应地增加, 使得在转子1110与定子1120之间形成的流体腔室的容积沿着转子-定子组合件的长度保持大致相同。在图1的实施例中, 节距是连续变化的, 并且沿组合件的长度在各对点之间的节距被示出为从 P_0 到 P_i 到 P_2 逐渐增大。为了在上述情况下保持恒定的腔室容积, 任何点处的瞬时节距与从球体中心(零偏心点)到所述点的距离的平方成反比。在节距无此类改变的情况下, 流体腔室的容积将减小, 并且此类机器可以例如用作压缩机。

[0107] 几何形状的变化可以是连续的或逐渐的, 或者可以是逐步变化。如果是后者, 则优

选地,泵的偏心距保持恒定,从而可以在整个机器中使用单个转子和定子部件,并且可以将两个或更多个转子区段作为单个组件驱动。在具有逐步变化的实施例,可能期望在区段之间提供空间或腔室,其中流体可以在流动路径之间切换。在该中间空间中的压力优选地是略微为正的,以减少气蚀的可能性。在一些实施例中,这可以通过在上游区段中提供稍小的移位来实现。可替代地,由跨泵的压差引起的滑动可以提供此正压。在某些情况下,可能还期望在中间空间中提供卸压装置,以控制上游泵区段的负载和/或下游泵区段的“马达驱动”。

[0108] 在本文所述的螺旋次摆线旋转机器的变型中,转子和定子轮廓可以沿着其平面横向横截面的法线偏移。例如,在其中转子是圆内次摆线并且在被成形为所述转子的外包络的定子内进行行星运动的一些此类实施例中,转子和定子可以具有向内偏移的横截面轮廓。在其中定子是长短辐圆外旋轮线并且转子在定子内进行行星运动并成形为所述定子的内包络的其它实施例中,转子和定子的横截面轮廓可以向外偏移。几何形状的此类变化可以提供另外的优点,同时仍然保留由螺旋次摆线旋转机器提供的益处中的至少一些益处。

[0109] 图12是转子-定子组合件1200的横向横截面视图,其中转子具有横截面轮廓1210,所述横截面轮廓从椭圆1215上的每个点向内偏移固定距离“d”,所述固定距离是垂直于椭圆1215在所述点处的切线测量的。所得的转子轮廓1210不是真正的椭圆。对应的定子空腔轮廓1220可以被限定为当转子轮廓1210进行行星运动时产生的外包络,或者被限定为由非偏移的圆内次摆线(椭圆1215)产生的外包络1225的对应向内偏移。

[0110] 再次参考图12,在具有这种“偏移”几何形状的情况下,定子的反顶点区域1240以“非偏移”几何形状的反顶点1245为中心的圆弧变圆。在图示的平面中,定子的反顶点区域1240与转子尖端之间的接触是连续的,但沿反顶点区域的圆弧在点1250与1255之间来回移动。这些点之间的距离沿圆弧是定子弧长(A_s),并且这两点之间的最短距离是反顶点区域的扫掠宽度(W_s)。在转子上,在一个转子尖端上的点1260a和1265a之间以及在另一转子尖端上的点1260b和1265b之间发生与定子的反顶点区域1240的接触。转子周围的点1260a和1265a(或1260b和1265b)之间的距离是转子弧长(A_R),并且这两个点之间的最短距离是转子的扫掠宽度(W_R)。

[0111] 对于螺旋转子-定子组合件,转子和定子之间的接触沿着曲线发生,所述曲线是每个横向“横截面”中转子和定子之间的接触点的轨迹。对于包络中非偏移次摆线产生点(即具有外包络的圆内次摆线的定子“反顶点”,或具有内包络的长短辐圆外旋轮线的“转子尖端”),该轨迹是真正的螺旋。对于偏移次摆线产生点,接触点跨定子或转子的弧长移动。该接触曲线偏离真正的螺旋,但是在视觉上基本上相似。

[0112] 次摆线与包络之间的接触点的轨迹更为复杂;在大多数实施例中,其跨明显更长的弧扫掠,因此接触路径是扭曲的螺旋。然后,当接触点跨次摆线产生点时,其被“中断”。所得的接触曲线是离散的段,外观大致呈螺旋,但不是真正的螺旋。这些接触曲线的斜率与产生接触的次摆线的连续曲线的斜率不同,并且在所述接触上的“桥接”点形成封闭的腔室。

[0113] 图13A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中没有偏移的螺旋定子空腔(如图4B和4C的定子空腔410)的横截面形状1310。图13B示出了从与图13A的角度相同的角度看的反顶点区域的特写视图。图13C示出了在与定子反顶点的螺旋路径正交的平面中相同定子空腔的横截面形状1320。图13D示出了从与图13C的角度相同的角度看的反顶点区域的特写

视图。在该横截面中,反顶点的尖端或峰尖锐得多(角度更锐利)。更广泛地,当使用给定的平面轮廓来产生螺旋泵时,顶点在至少一个方向上变得更窄和更锐利。实际上,使定子的内表面限定此类尖锐的螺旋螺纹或牙顶(其也是与转子的连续接触线)可能是有问题的。此尖锐的特征可能会快速磨损并且可能易碎且易于断裂。

[0114] 图14A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中定子的螺旋状定子空腔的横截面形状1410,所述定子具有与图13A-B的定子类似的大小,但是具有向内偏移(如参考图12所述)。图14B示出了从与图14A的角度相同的角度看的反顶点区域的特写视图。从这个观点来看,反顶点区域限定了具有圆 R_i 的半径的圆弧。图14C示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中相同定子空腔(具有向内偏移)的横截面形状1420。图14D示出了从与图14C的角度相同的角度看的反顶点区域的特写视图。反顶点区域限定具有最小曲率半径的非圆弧,所述最小曲率半径是圆 R_2 的半径。圆 R_2 的半径比圆 R_i 的半径小得多(同样,在该横截面中,特征更锐利)。然而,具有偏移几何形状的定子限定了向内突出的螺旋螺纹或牙顶,所述螺旋螺纹或牙顶比具有类似尺寸但没有偏移的螺旋定子中的螺纹或牙顶的锐度小。

[0115] 图15A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中螺旋圆内次摆线转子的横截面形状1510。转子没有偏移(其横截面为真正的椭圆形),并且对应于图13A中所示的定子空腔。转子的尖端具有最小的曲率半径,所述最小的曲率半径是圆 R_3 的半径。图15B示出了在与转子尖端的螺旋路径正交的平面中的转子的横截面形状1520。在该投影中,螺旋转子的螺纹或牙顶具有最小的曲率半径,所述最小的曲率半径是圆 R_4 的半径。圆 R_4 的半径比圆 R_3 的半径小得多。

[0116] 图16A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中的螺旋转子的横截面形状1610。横向横截面中的螺旋转子具有与图15A的螺旋转子相同的大直径(A-A)和小直径(B-B),但不是真正的椭圆。其横向横截面形状1610从椭圆上的每个点向内偏移(通过虚线外形1615指示)固定距离“d”,所述固定距离是正交于椭圆在椭圆的每个点处的切线测量的。偏移定子对应于图14A中示出的定子空腔。偏移转子的尖端具有最小的曲率半径,所述最小的曲率半径是圆 R_5 的半径,圆 R_5 的半径小于圆 R_3 的半径,换句话说,偏移转子的横向横截面比类似大小的椭圆形(真正的圆内次摆线)转子更“尖”。图16B示出了在与转子尖端的螺旋路径正交的平面中的偏移转子的横截面形状1620。在该角度下,螺旋转子的牙顶具有最小曲率半径,所述最小曲率半径是圆 R_6 的半径。圆 R_6 的半径小于圆 R_5 的半径并且比圆 R_4 的半径小得多。

[0117] 对于图13A-D中所示出的没有偏移的定子,跨反顶点的扫掠宽度无限小。图17A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中具有横截面形状1410的具有偏移的定子空腔(与图14A中相同)跨反顶点区域的扫掠宽度 W_i 。图17B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中具有相同横截面形状1420(与图14C中相同)的相同定子空腔的跨反顶点区域的扫掠宽度 W_2 。图18A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中具有横截面形状为1510(与图15A中相同)的椭圆形转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_3 。图18B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中具有横截面形状1520(与图15B中相同)的相同椭圆形转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_4 。图19A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中具有横截面形状为1610(与图16A中相同)的偏移转子的跨转子尖端的扫掠宽度 W_5 。图19B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中具有横截面形状1620(与图16B中相同)的相同转子的跨转

子尖端的扫掠宽度 W_6 。

[0118] 对于图13A-D中所示出的没有偏移的定子,跨反顶点的弧长无限小。图17A示出了在与定子的纵向通道正交的平面中具有横截面形状1410的具有偏移(与图14A中相同)的定子空腔的跨反顶点区域的弧长 A_i 。图17B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中具有横截面形状1420(与图14C中相同)的相同定子空腔的跨反顶点区域的弧长 A_2 。图18A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中具有横截面形状1510(与图15A中相同)的椭圆形转子的跨转子尖端的弧长 A_3 。图18B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中具有横截面形状1520(与图15B中相同)的相同椭圆形转子的跨转子尖端的弧长 A_4 。图19A示出了在与转子的纵向通道正交的平面中具有横截面形状1610(与图16A中相同)的偏移转子的跨转子尖端的弧长 A_5 。图19B示出了在与定子反顶点区域的螺旋路径正交的平面中具有横截面形状1620(与图16B中相同)的相同椭圆形转子的跨转子尖端的弧长 A_6 。

[0119] 总之,偏移转子具有比非偏移转子更尖锐的特征,而偏移定子具有比非偏移定子更圆的反顶点区域。对于偏移组件和非偏移组件,螺旋化都使特征比转子-定子组合件的直线(非螺旋化形式)特征更尖锐。因为定子的导程比转子的导程短(在2:1转子凸角:定子凸角旋转机器的情况下是一半),所以定子特征在螺旋化后的“尖锐化”比对应转子更剧烈。

[0120] 可以选择偏移程度以给出期望的相对转子和定子轮廓。具体地,可以选择偏移程度以实现可以提供实际优势的特定设计目标。

[0121] 在一种方法中,可以基于转子的向外突出的螺纹或牙顶的曲率半径相对于定子的向内突出的反顶点区域(或螺纹或牙顶)的曲率半径来选择偏移几何形状。例如,在一些实施例中,可以选择偏移程度,使得图16B中的圆 R_6 (针对转子)具有与图14D中的圆 R_2 (针对定子)大约相同的半径。选择定子-转子组合件的偏移几何形状使得这些半径近似或精确地匹配可以帮助平衡旋转机器中的应力并提高耐用性。如果这些半径之间存在很大差异,则一个组件可能比另一个组件更容易发生故障。例如,在极小的偏移或没有偏移的情况下,定子的向内突出的螺纹或牙顶将非常尖锐。如果在旋转机器的操作期间,转子与定子之间沿其接触线的接触负荷较大,则易碎的定子螺纹或牙顶可能易于断裂或过度磨损。可以通过使用偏移几何形状来增加定子螺纹或牙顶的最小曲率半径使得其等于或甚至大于转子螺纹或牙顶的最小曲率半径(当在与螺旋螺纹正交的平面中观察时)来提高转子-定子组合件的耐用性。

[0122] 在其它实施例中,可以选择偏移程度,使得图16A中的圆 R_5 (针对转子)具有与图14B中的圆 R_i (针对定子)大约相同的半径。

[0123] 在另一种方法中,可以基于转子和定子的相对扫描宽度来选择偏移几何形状。在一些实施例中,可以选择偏移程度,使得螺旋转子上的扫掠宽度与对应的螺旋定子上的扫掠宽度大约相同(分别在转子与定子的螺旋路径正交的平面中),或者使得转子上的扫掠宽度甚至小于定子上的扫掠宽度。例如,可以选择偏移程度,使得图17B中针对定子的扫描宽度 W_2 与图19B中针对转子的扫掠宽度 W_6 大约相同。例如,如果在转子和定子上使用动态密封件,则考虑相对的转子/定子扫掠宽度可能很重要。例如,如果扫掠宽度相同或相似,则可以使转子和定子密封件的性质更相似。在本文所述的包含转子和/或定子密封件的旋转机器的实施例中,转子密封件的宽度可以大于、基本上等于或小于转子扫掠宽度,和/或定子密封件宽度可以大于、基本上等于或小于定子扫掠宽度。在一些实施例中,可能期望的是,

转子密封件宽度与转子扫掠宽度基本上相同,并且定子密封件宽度与定子扫掠宽度基本上相同。在后面的一些实施例中,可能期望的是,转子密封件宽度、转子扫掠宽度、定子密封件宽度和定子扫掠宽度都基本上相同。

[0124] 在其它实施例中,可以选择偏移程度,使得图17A中针对定子的扫描宽度 W_i 与图19A中针对转子的扫掠宽度 W_5 大约相同。

[0125] 在另一种方法中,可以基于转子和定子上的相对弧长来选择偏移几何形状。例如,可以选择偏移程度,使得螺旋转子上的弧长与对应的螺旋定子上的弧长大约相同(分别在转子与定子的螺旋路径正交的平面中),或者使得转子上的弧长短于定子上的弧长。例如,可以选择偏移程度,使得图17B中针对定子的弧长 A_2 与图19B中针对转子的弧长 A_6 大约相同。相对转子和定子弧长可能很重要,例如,与每个组件的遭受磨损趋势相关。弧长较短的组件可能会更容易磨损。可能期望使两个组件的磨损更均匀,或者使易于修理或更换的组件(通常是转子)成为趋于更快磨损的组件。在本文所述的包含转子和/或定子密封件的旋转机器的实施例中,转子密封件的弧长可以大于、基本上等于或小于转子的弧长,和/或定子密封件的弧长可以大于、基本上等于或小于定子上的弧长。在一些实施例中,可能期望的是,转子密封件宽度的弧长与转子上的弧长基本上相同,并且定子密封件的弧长与定子上的弧长基本上相同。在后面的一些实施例中,可能期望的是,转子上的弧长、定子上的弧长、转子密封件的弧长和定子密封件的弧长都基本上相同。

[0126] 在其它实施例中,可以选择偏移程度,使得图17A中针对定子的弧长 A_i 与图19A中针对转子的弧长 A_5 大约相同。

[0127] 还可以选择定子-转子组合件的偏移几何形状,以减少在定子与转子之间(在其各个接触点处)存在或形成流体泄漏路径的趋势。例如,如果流体泄漏被假定为转子与定子之间的间隔距离以及转子与定子之间的收缩路径的长度的函数,则可以调节这些变量以减小泄漏的趋势。对于非偏移实施例,泄漏路径看起来更像是孔口,而对于偏移实施例,泄漏路径看起来更像是管道或通道。

[0128] 对于基于是长短辐圆外旋轮线的定子以及被成形为所述定子的内包络的转子的旋转机器,转子和定子可以具有沿着其平面横向横截面的法线向外偏移的横截面轮廓。即使偏移在此类机器中是相反的,也可以基于与以上讨论的考虑类似的考虑来选择偏移程度。

[0129] 在本文所述的螺旋次摆线旋转机器的其它变型中,代替沿其平面横向横截面的法线偏移,转子和定子轮廓可以分别沿其外部或内部主体表面的法线偏移。在几何上,例如,这将等同于向转子或定子的内表面添加基本上均匀厚度的涂层,并且从对应的定子或转子上去除基本上均匀厚度的层。例如,在其中转子是圆内次摆线并且在被成形为所述转子的外包络的定子内进行行星运动的实施例中,转子轮廓可以向内偏移,其方式等同于从转子的外表面去除基本上均匀厚度的层,其中对应的定子轮廓向内偏移的方式等同于向定子的内表面或空腔体中添加基本上均匀厚度的层。在其中定子是长短辐圆外旋轮线并且转子在定子内进行行星运动并成形为所述定子的内包络的其它实施例中,转子和定子的横截面轮廓可以分别沿其外部和内部表面的法线向外偏移,其方式等同于向转子添加基本上均匀厚度的层并从定子的内表面或空腔体中去除基本上均匀厚度的层。

[0130] 螺旋次摆线旋转机器中的密封

[0131] 存在各种方法来减少旋转机器的转子与定子之间以及级之间的泄漏。在一种方法中,转子和定子的简单紧密配合可以减少泄漏路径的趋势。可以使用高公差制造,以使组件彼此之间非常接近地移动,然而,这种方法通常很昂贵,并且对于某些机器几何形状或架构而言可能具有挑战性。例如,其也难以适应定子的内径和/或转子的外径的热膨胀/收缩。此类热膨胀或收缩会增加泄漏的趋势,或导致在机器的操作期间组件的堵塞或过分磨损。

[0132] 柔性或弹性体的转子和/或定子(或弹性体的套筒或衬里)可以用于在组件之间提供弹性的过盈配合,然而,当长时间与工作流体接触时,此类材料可能遭受磨损和/或可能易于降解。

[0133] 可以使用研磨的表面来提供紧密的公差配合,然而此类表面在磨料流体的情况下倾向于具有较高的磨损率,通常需要磨合期,并且通常表面之一必须由较软的材料制成,所述较软的材料可能在某些应用中具有局限性。

[0134] 如上所述,对于本文所述的螺旋旋转机器,螺旋转子与定子之间的接触的周期性发生在空间中(随着时间沿着物理上连续的接触路径移动),而不是在时间中(其中在表面之间具有间歇性接触)。因此,在本旋转机器中,接触表面和任何相关联的密封件不是周期性地接合和脱离(或接触和分离),而是连续地以一种相对于彼此的“剪式移动”动作的方式在彼此上或彼此接近地滑动。在具有椭圆形螺旋转子的实施例中,螺旋转子的两个向外突出的牙顶(或螺纹)中的每一个的至少某些部分连续地接触定子,并且定子的螺旋反顶点区域(或牙顶)的至少一些部分连续接触转子。在转子在定子中旋转期间,这些接触区域沿着转子螺旋螺纹的牙顶和定子的螺旋反顶点区域移动。在转子在定子内旋转期间的某个时间点,定子的整个内表面区域和转子的整个外表面区域被扫掠。因此,在转子旋转期间,转子与定子之间始终存在准螺旋接触路径(就像在图1A-1G的机器中的转子尖端与定子之间以及定子的反顶点与转子之间存在接触一样)。转子-定子接触路径随着泵送动作的进行而绕着机器旋转,从而使流体(或要泵送的材料)沿螺旋在螺旋路径中“螺旋穿过”,从而从定子空腔的一个端部轴向移动到另一个端部。

[0135] 在本文描述的旋转机器的类型中,转子密封件和定子密封件(如果两者均存在)不是间歇性地相互碰撞的,而是在彼此上滑动。在转子和定子之间具有一个或多个连续的接触路径可以有助于在本机器的实施例中提供密封。在一些实施例中,可能期望在转子和定子组件之间设置一个或多个密封件,以减少级之间的流体泄漏。此类密封件可以安装在转子或定子或两者上。它们可以被设计成与转子和/或定子上的与其它组件连续接触的区域(线或带)共同延伸。例如,在具有偏移几何形状的本旋转机器的实施例中,密封件可以跨越转子和定子上的弧长,如参考图17-19所描述的。

[0136] 例如,在一些实施例中,螺旋密封件可以设置在定子中,当包络被扫掠以产生定子空腔时,所述螺旋密封件沿着次摆线产生点的轨迹定位,和/或可以沿着横截面为椭圆形的对应螺旋转子的两个螺纹的牙顶设置密封件。在两种情况下,密封件都会替代转子或定子横截面的限定部分。虽然接触路径不一定是精确螺旋的,但密封件可以是螺旋的,其中接触路径跨一定宽度的密封件表面扫掠。在一些实施例中,根据组件的制造公差,密封件可以从转子或定子的表面略微突出。这可以有意地进行以为密封件供能。

[0137] 图20示出了螺旋密封件2000的示例,所述螺旋密封件可以例如被容纳在形成于螺旋定子或转子中的对应凹槽中,其中密封件导程距离与对应的定子或转子的导程相匹配。

[0138] 图21A-21C示出了螺旋密封件2100,所述螺旋密封件沿着反顶点区域的轨迹(即沿着向内突出的牙顶)安装在定子2120的内表面中的凹槽2105中。定子密封件2100连续地接触转子2110,当转子2110在定子2120内进行行星运动时,与转子的接触路径沿着定子密封件2100连续地移动。图21A是横截面视图(横向于转子2110的旋转轴线),并且图21B和21C是如图21A中的A-A和B-B所指示的横截面视图。

[0139] 图22A-22D示出了沿着两个向外突出的螺旋螺纹或牙顶安装在螺旋转子2210的外表面中的对应凹槽中的一对密封件2200a和2200b。密封件2200a和2200b连续地接触定子2220,当转子2210在定子2220内进行行星运动时,随着时间的推移,与定子的接触路径沿着转子密封件2200a和2200b连续地移动。图22A是具有螺旋密封件的转子-定子组合件的一部分的等距视图。图22B是横截面视图(横向于旋转轴线垂直),并且图22C和22D是如图22B中的A-A和B-B所指示的横截面视图。在图22A和22C中,示出定子2220被部分切除以更清楚地显示设置在其中的转子2210,并且为了清楚起见,密封件2200a和2200b被部分切除以示出转子的在适当位置中没有密封件的一部分。

[0140] 定子和转子密封件可以由任何合适的材料或材料的组合制成,但要遵守密封件设计和操作的典型考虑因素以及工作流体的性质。例如,较软的材料有时可以减少泄漏的趋势,而硬质的材料可以更耐用且不易磨损。

[0141] 此外,可以设计用于转子和/或定子密封件的密封件和对应的配合特征,使得在旋转机器的操作期间将密封件牢固地保持在适当的位置。定子密封件轮廓的一些非限制性示例在图23A-D中示出,其以横向横截面(在与螺旋定子的轴线正交的平面中)示出了定子(2310A至D)的局部视图,其中安装有各种定子密封件(2300A-D)。转子密封件轮廓的一些非限制性示例在图24A-F中示出,其以横向横截面(在与螺旋转子轴线正交的平面中)示出了转子(2410A-F)的局部视图,其中安装有各种转子密封件(2400A-F)。

[0142] 图23A所示的定子密封件2300A具有平行侧,而图23B所示的定子密封件2300B具有锥形侧。密封件2300A可能倾向于相对于对应的定子2310A保持更好的密封。例如,当密封件磨损,弯曲或移出定子中的对应凹槽时(即,在旋转-定子组合件中径向向内),与密封件2300B相比,流体不太可能在密封件2300A下方通过,在其处,在密封件下方可能有空隙在这种情况下开放。然而,如果在密封件上存在压差,使得将其推压到凹槽的一个侧壁上,则可以减轻在密封件2300B周围的这种泄漏的趋势。在图23C和23D分别所示的定子密封件2300C和2300D中,密封件的拐角是圆角的而不是尖锐的。

[0143] 类似地,与具有转子2410C的锥形转子密封件2400C相比,转子密封件2400A、2400B和2400D可能倾向于相对于对应的凹槽转子2410A、2410B和2410D分别保持更好地密封。转子密封件2400E在其中具有平行侧凹槽2420E,并且沿着转子2420E的牙顶存在对应的突出脊2430E,所述突出脊配合到密封凹槽2420E中。密封凹槽2420E趋于使密封件更加柔韧性和弹性,使得其适应径向向内弯曲和向外弯曲和/或转子密封件的磨损。转子密封件2400F具有突出的脊2420F,所述突出的脊配合到转子2410F中的对应锥形凹槽2430F中。密封脊2420F趋于使密封件变硬,这在某些情况下可能是有利的。密封件2400E和2400F较蓬松(相对于密封件2400A-D提供了更大的弹性扫掠宽度),并且如上所述,可以通过选择材料和轮廓来控制其刚度。

[0144] 转子上的密封件可以被供能或推向定子,以提供更紧密的密封,并在旋转机器的

操作期间自动调节或补偿磨损。可以以多种方式来实现供能,包含例如使用下游高压流体在密封件的底面上施加力,或者像常规密封件设计那样使用弹力。例如,转子密封件可以被制成具有稍微太大或大小过大的密封半径(见图20)。通过沿图20中箭头T所示的方向旋转密封件的端部,可以将密封件拧紧(径向收缩)以安装在转子上。然后,密封件将倾向于压在定子的内表面上,并且随着转子密封件的磨损,密封件将趋于径向(向外)膨胀并继续压在定子的内表面上。类似地,定子密封件可以制成具有稍微太小或大小过小的密封件半径(见图20)。然后,密封件将被转子向外推入定子的凹槽中,从而沿图20所示箭头L所示的方向打开定子密封件。当定子密封件磨损时,它将趋于径向(向内)收缩并继续紧紧压在转子上。以这种方式,螺旋转子和/或定子密封件的类似弹簧的特性可以用于给密封件供能,增强密封件的弹性和/或适应磨损和热膨胀/收缩。

[0145] 如上所述,在本文所述的旋转机器的一些实施例中,在转子或定子上使用的密封件不一定必须跨越转子和定子之间的整个接触宽度或接触区域。例如,转子或定子密封件的宽度可以小于对应的转子或定子的扫掠宽度和/或转子或定子密封件的弧长可以小于对应的转子或定子的弧长。

[0146] 图25是具有转子密封件的螺旋转子的一部分的横截面视图,并且示出了转子密封件2500的示例,其中转子密封件(在转子的表面处)的密封件宽度WRS基本上与转子2510的扫掠宽度WR相同。

[0147] 图26是螺旋定子2620和转子2610的一部分的横截面视图,其中转子密封件2600安装在转子2610中的凹槽2615中。在该示例中,转子密封件2600的密封宽度WRS明显小于密封件2610的扫掠宽度WR。密封件2600的尺寸可以设定成使得当转子相对于定子旋转时,密封件2600稍微从凹槽2615中出来,并沿其长度的至少一部分从转子2610的表面突出,因此,它仍然可以接触定子2620的内表面,从而在定子和转子之间保持某种密封功能。此类布置可能是有益的。例如,较窄的密封件比相同材料的较厚的密封件更具柔性和弹性——这可以增强其动态密封能力。而且,与用于容纳密封件的较宽的凹槽相比,较窄的凹槽可以较少损害转子的强度和耐久性,并且当凹槽本身较窄时,转子的密封件可以被凹槽的较厚壁更好地支撑。定子密封件可以采用类似的方法。

[0148] 在旋转机器的操作中,摩擦力将倾向于使转子和/或定子密封件螺旋地移动,从而将它们从安装有它们的对应的转子或定子中旋出。可以在密封件的一端或两端(和/或沿着密封件的长度的一个或多个位置)处使用各种特征,以限制或防止密封件行进。这些包含例如在凹槽中并入“死端”,在密封件的端部处的大于密封件凹槽的特征,和/或在密封件的一端处的销或紧固件。

[0149] 在一些实施例中,每个转子密封件在转子密封件的一个端部(当转子旋转时,转子密封件趋于从其行进的端部)而不是在另一端部处附接到螺旋转子,使得转子相对于定子的摩擦将使密封件保持张紧状态,从而使密封件趋于向内吸入转子通道中,因此减少相对于定子的楔入、偏心或过度摩擦的趋势。在一些实施例中,定子密封件未附接到定子,但是容纳密封件的凹槽或通道可以具有壁或死端(至少在定子密封件随着转子旋转而趋向于向其行进的端部处),所述壁或死端约束或阻止密封件沿定子空腔进一步移动。然后,定子密封件将邻接或触底到定子中凹槽的端部。然后,这将趋向于增加定子密封件的半径,这继而减小了定子相对于转子的楔入、偏心或过度摩擦的趋势。

[0150] 转子和定子密封件的安装和/或约束方式可以取决于驱动机器的方式。在一些无齿轮的实施例中,转子联接到马达并由马达驱动(通过轴),并且定子充当转子的引导件,以使转子的运动集中和约束所述运动。在一些此类实施例中,可能期望的是,定子密封件具有等于密封件深度的通道深度,使得相邻转子和定子密封件之间的接触始终传递引导力。类似地,可能期望的是,在定子引导转子运动的情况下转子也具有在其相应的通道中触底的转子密封件,从而允许转子维持受控路径。如果通道的深度比转子和/或定子上的密封件的深度深,则密封件可能缩回到通道中,并且不再因与定子的相互作用而提供稳定的转子引导。

[0151] 在本旋转机器的一些实施例中,转子和/或定子密封件被设计成是可移除的并且是易于更换的。例如,在某些旋转机器中,从定子上移除螺旋转子并更换转子密封件可以使相对简单的。在比定子密封件更容易更换转子密封件的情况下,将定子密封件设计成比转子密封件更耐用是有益的。

[0152] 在本文描述的旋转机器的一些实施例中,各种组件(例如,转子、定子空腔以及转子和定子密封件)是真正的螺旋性的或具有数学上的螺旋轮廓或形状。在本文描述的旋转机器的其它实施例中,将理解的是,描述性术语“螺旋”被更广泛地使用以涵盖具有一般或近似形式的螺旋或为“准螺旋”的组件,并且还涵盖螺旋形式的变体,例如可变节距螺旋或圆锥形螺旋组件。

[0153] 与其它正排量机器一样,本文所述的机器的实施例可以用作液压马达、泵(包含真空泵)、压缩机、膨胀机、发动机等。相对于例如PCP,本文所述的螺旋旋转机器可以针对其大小提供相对高的排量/泵容积。

[0154] 在一个应用中,本文描述的机器的实施例可以在电动潜水泵(ESP)系统中用作例如石油和天然气工业中的井下泵,所述井下泵用于将生产流体泵送到地面。

[0155] 在同一应用中,本文所述的机器的实施例可以用于由将表面安装驱动系统连接至泵的旋转轴驱动的顶部驱动潜水泵,例如,所述顶部驱动潜水泵用作石油和天然气工业中的用于泵送生产液体流到表面的井下泵。

[0156] 本文描述的机器的各种不同实施例可以特别适合于:

[0157] 在剪切力低并且泵腔室具有恒定的形状和容积(除非另外设计)时,处理高粘性流体;

[0158] 在可以容易地提供多个级时,以适度的比流量处理大的压差;

[0159] 在它们被完全清除时,用作真空泵和压缩机;

[0160] 处理具有大量气体或固体内含物的流体(由于其低剪切操作,特别是如果使用附加特征来增强固体处理或耐受性);

[0161] 需要沿着狭窄的形式进行的泵送应用(例如,电动潜水泵(ESP))。

[0162] 优先考虑以稳定流量进行正排量泵送的应用(例如,非常稠密的材料,如混凝土;流量计量或投予,例如填充注模)。

[0163] 常规渐进式空腔泵(PCP)与具有本文所述架构的旋转机器之间存在一些重要差异。在具有本文所述架构的旋转机器中,转子与定子之间存在连续的接触线。在一些实施例中,可以在定子和转子之间使用金属弹簧密封件(类似于弹性玩具或活塞环)以提供没有弹性体的正密封。在PCP中,定子通常由弹性体制成或衬有弹性体,以提供密封。这种材料通常

会降解并且需要更换。在PCP中,转子至少在两个朝向上与定子的特定部分相互作用。在本文所述的旋转机器中,沿螺旋转子的牙顶的移动接触线仅在一个朝向上与定子相互作用,这可以提供操作优势。典型的PCP转子-定子组合件的横向横截面视图示出了定位于或容纳在定子轮廓的两个平行侧之间的圆形转子。当如沙子或另一种硬质物质等外来颗粒被捕获在该接触区域中时,这种布置限制了转子移动的能力。结果是潜在的高磨损状况。具有本文所述架构的旋转机器中的转子不以此方式受到约束。此外,本文描述的旋转机器具有与PCP不同的流动特性,这对于某些应用可能是更有利的。

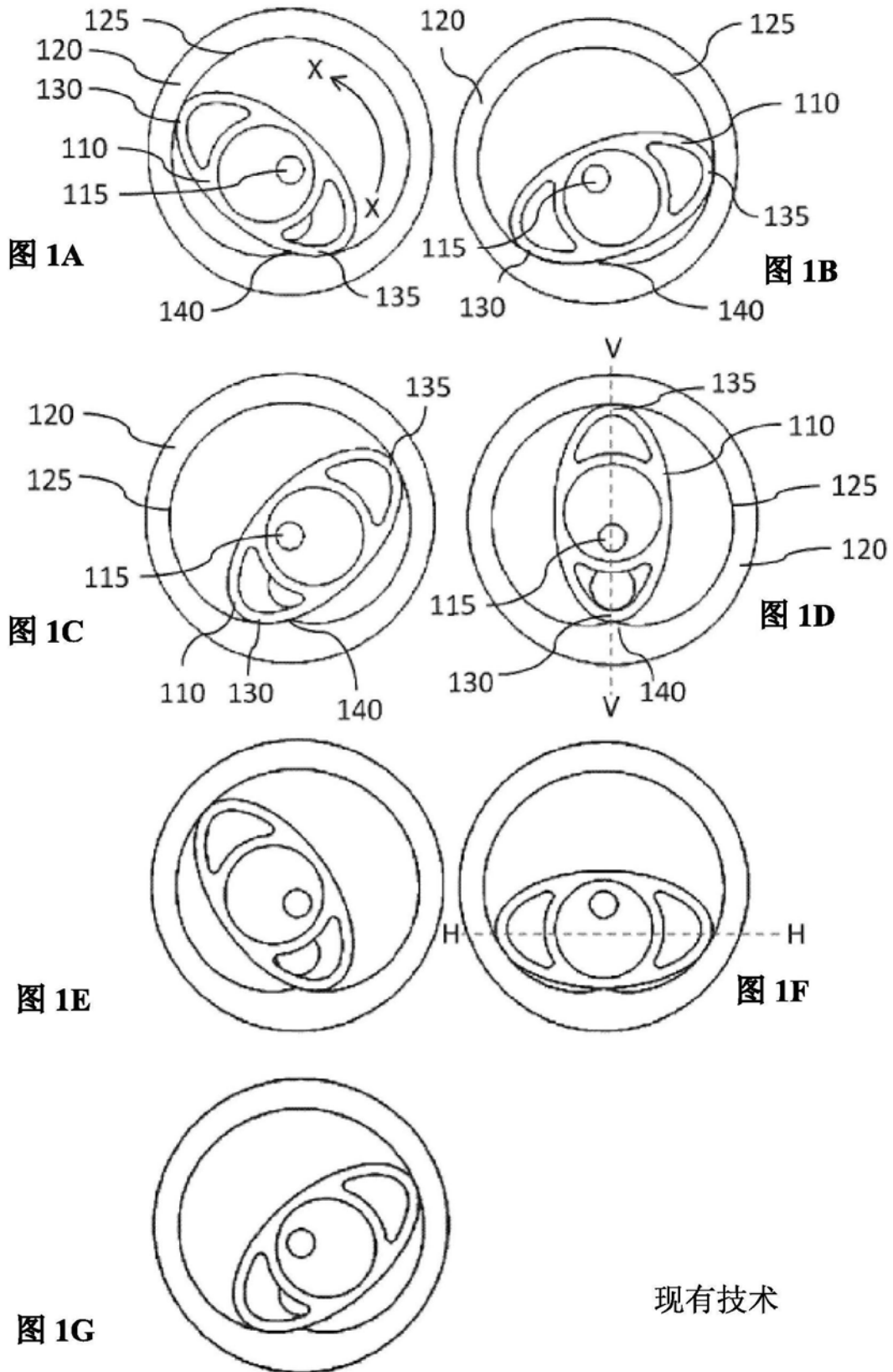
[0164] 与具有弹性体的PCP相比,全金属PCP通常具有较低的容积效率和较低的整体泵效率。与全金属PCP相比,在PCP中使用弹性体通常还可以提高泵的固体处理能力,从而在许多应用中具有更长的使用寿命。例如,在一项针对高温油井应用的研究中,全金属泵的总效率在约20-50%的范围内,其中使用寿命少于500天,而相当的弹性体PCP的操作效率在25-65%的范围内,其中使用寿命长约30天。两种类型的PCP的效率在泵的操作期间趋于迅速下降。

[0165] 已经示出了本文所述的螺旋次摆线旋转机器的实施例,以提供了高容积效率和总体效率,并且随着时间的推移操作效率降低较小。

[0166] 实例

[0167] 对具有向内偏移的转子(相对于椭圆形横向转子横截面)使得转子和定子峰具有相似的最小半径的2级螺旋次摆线旋转泵(长12英寸(30.48cm)、直径2.8英寸(7.11cm))执行寿命测试。转子和定子由4140硬化钢制成。工作流体是矿物密封油,一种粘度为3cP的井眼模拟流体,其旨在模拟具有水切的油的井下提升应用。泵以400RPM操作,其中压力设置为每级25psi(总计为50psi)并且流量为25GPM。在这些条件下,在136天的时间段内对所述泵进行操作和测试,在400RPM下代表7800万次循环。图27是示出泵的总效率(曲线A)和容积效率(曲线B)相对于循环次数的图示。总效率是将多少轴功率转换为有用功的量度。容积效率是滑动的量度。滑动是泵在给定压力下输送的实际流量与其理论流量的比率,其中理论流量可以通过将泵的每转排量乘以其驱动速度来计算。观察到的体积和总体效率值较高,尤其是考虑到转子和定子都是金属制成的并且泵在转子或定子上不具有动态密封件的情况下。从图27可以看出,所述泵在整个测试期间的整体效率和容积效率的损失非常小,并且在前7000万次循环中几乎没有损失。

[0168] 虽然已经示出和描述了本发明的特定元件、实施例和应用,但应当理解,本发明并不限于此,因为本领域的技术人员可以在不脱离本公开的范围的情况下,特别是借鉴前述教导作出修改。



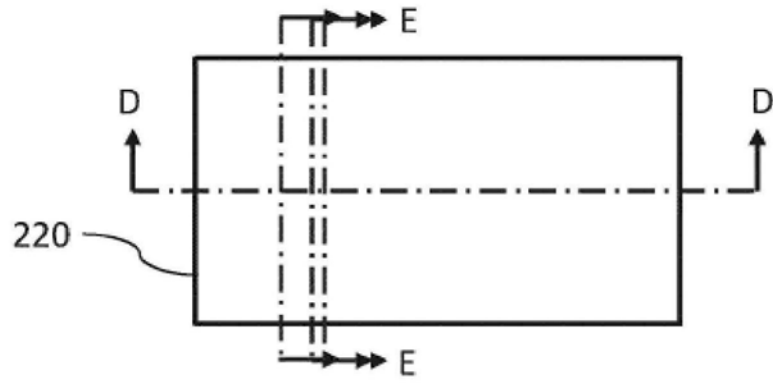
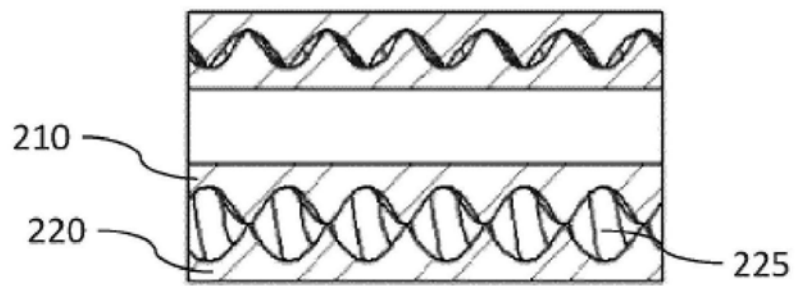


图2A



截面 D-D

图2B

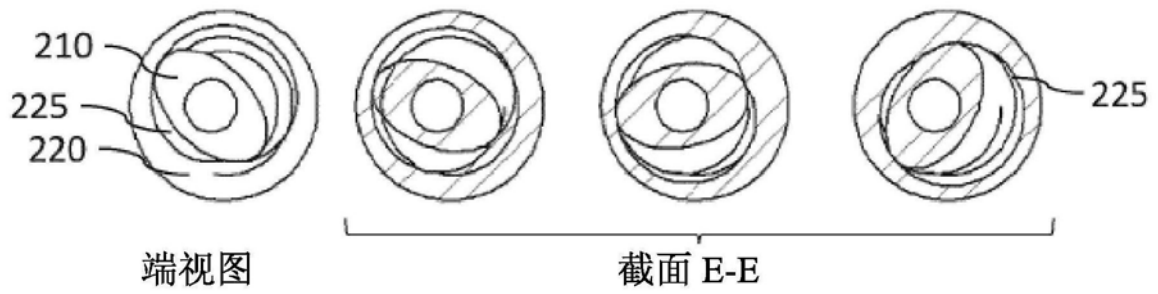


图2C



图3A

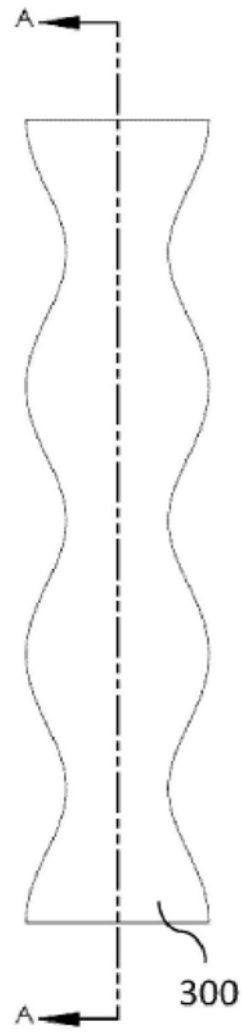
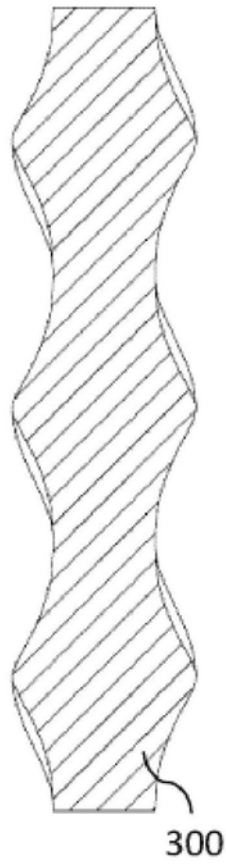


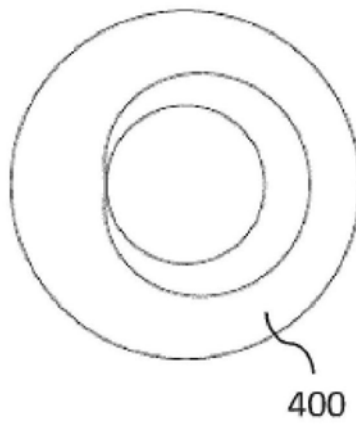
图3B



300

截面 A-A

图3C



400

图4A

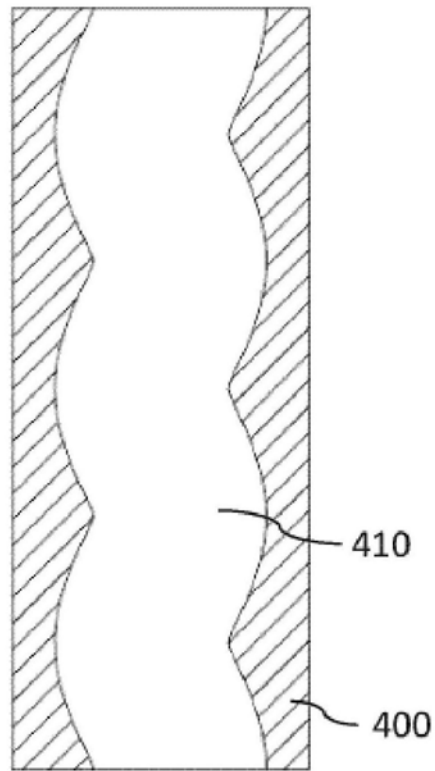


图4B

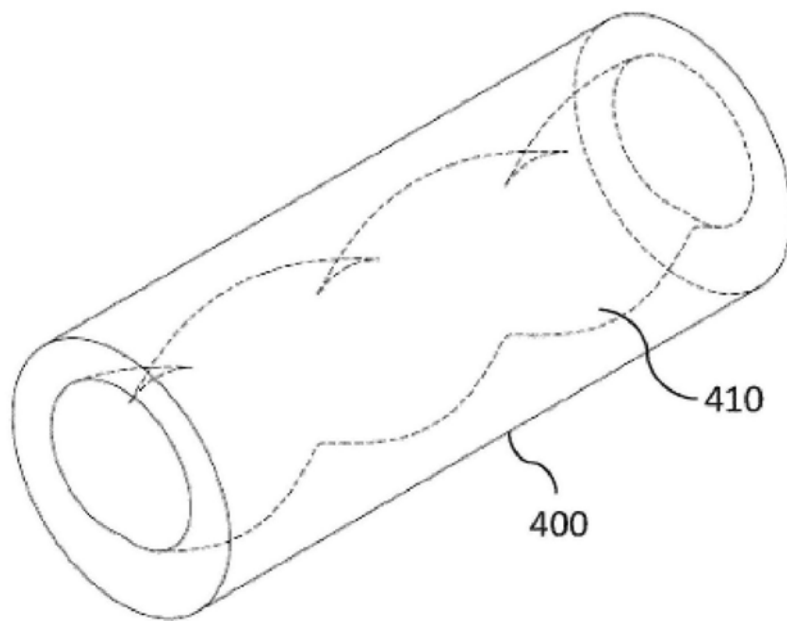


图4C

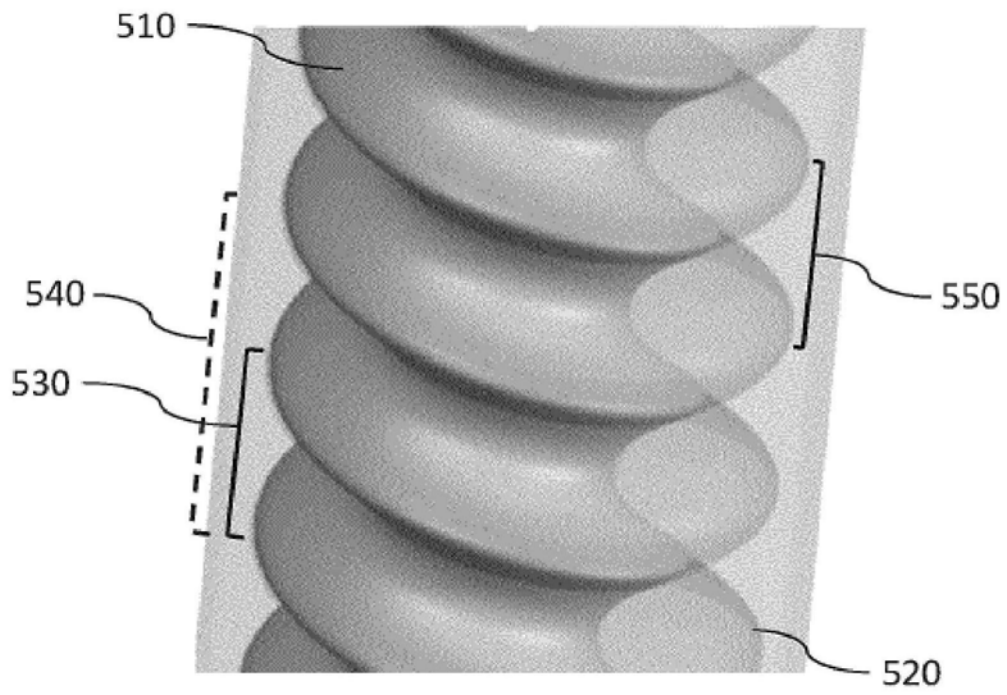


图5

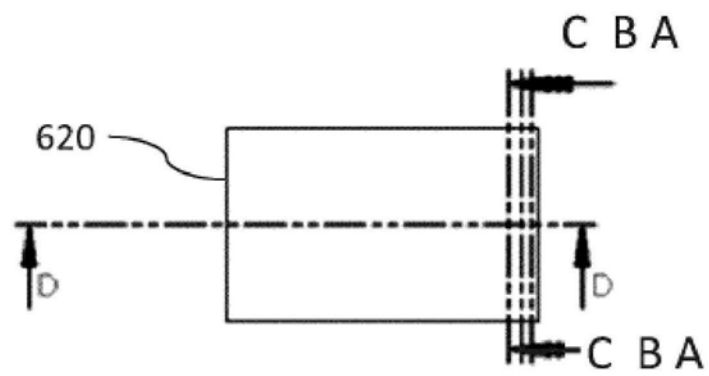
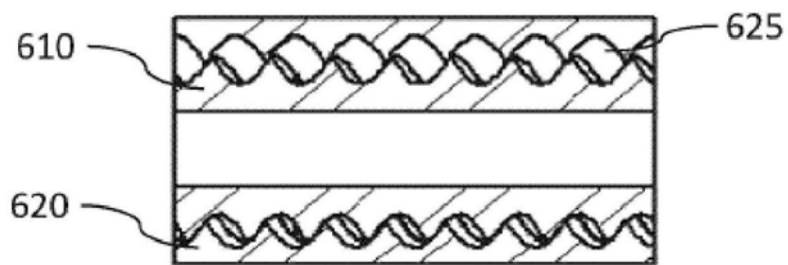


图6A



截面 D-D

图6B

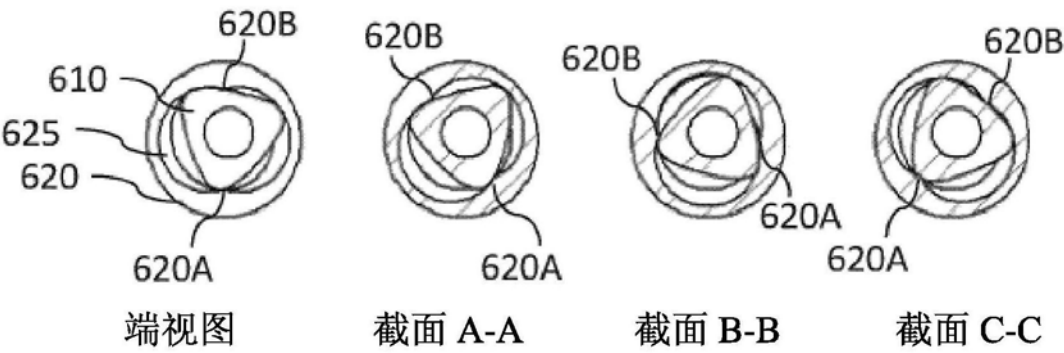


图6C

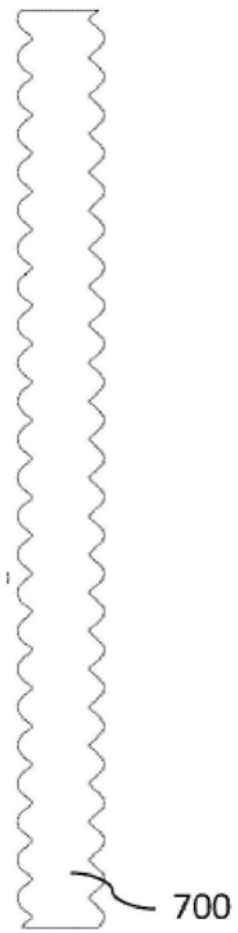


图7A

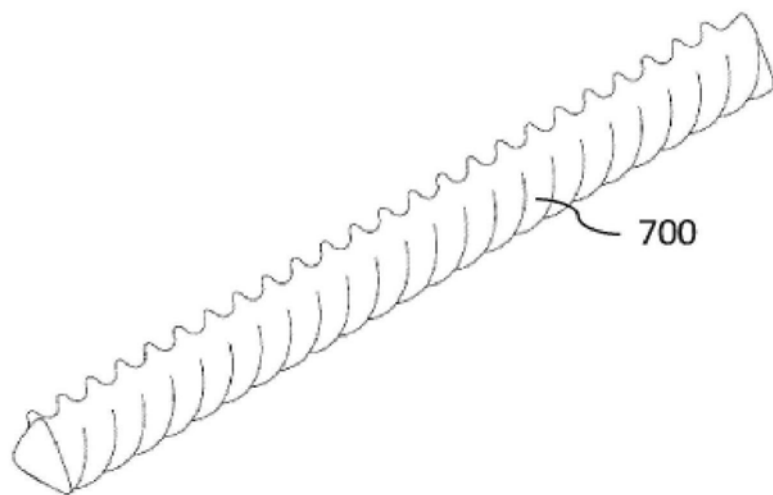


图7B

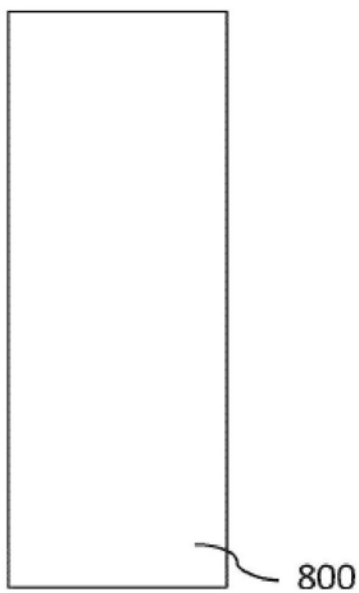


图8A

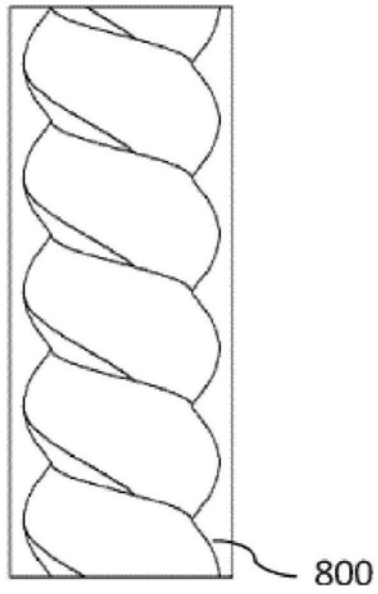


图8B

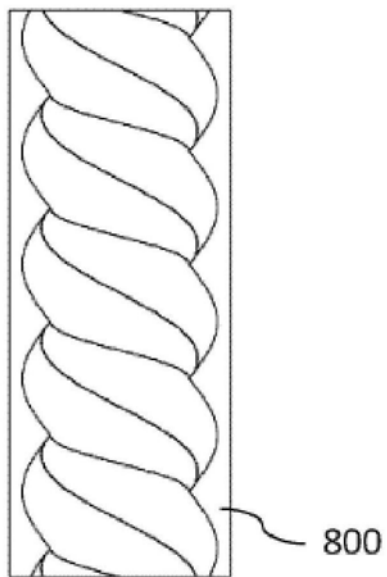


图8C

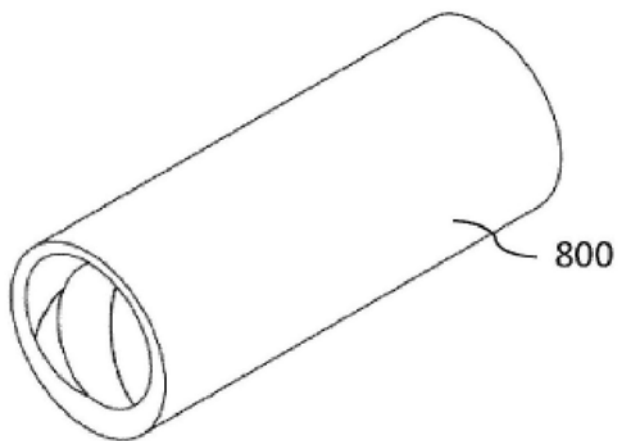


图8D

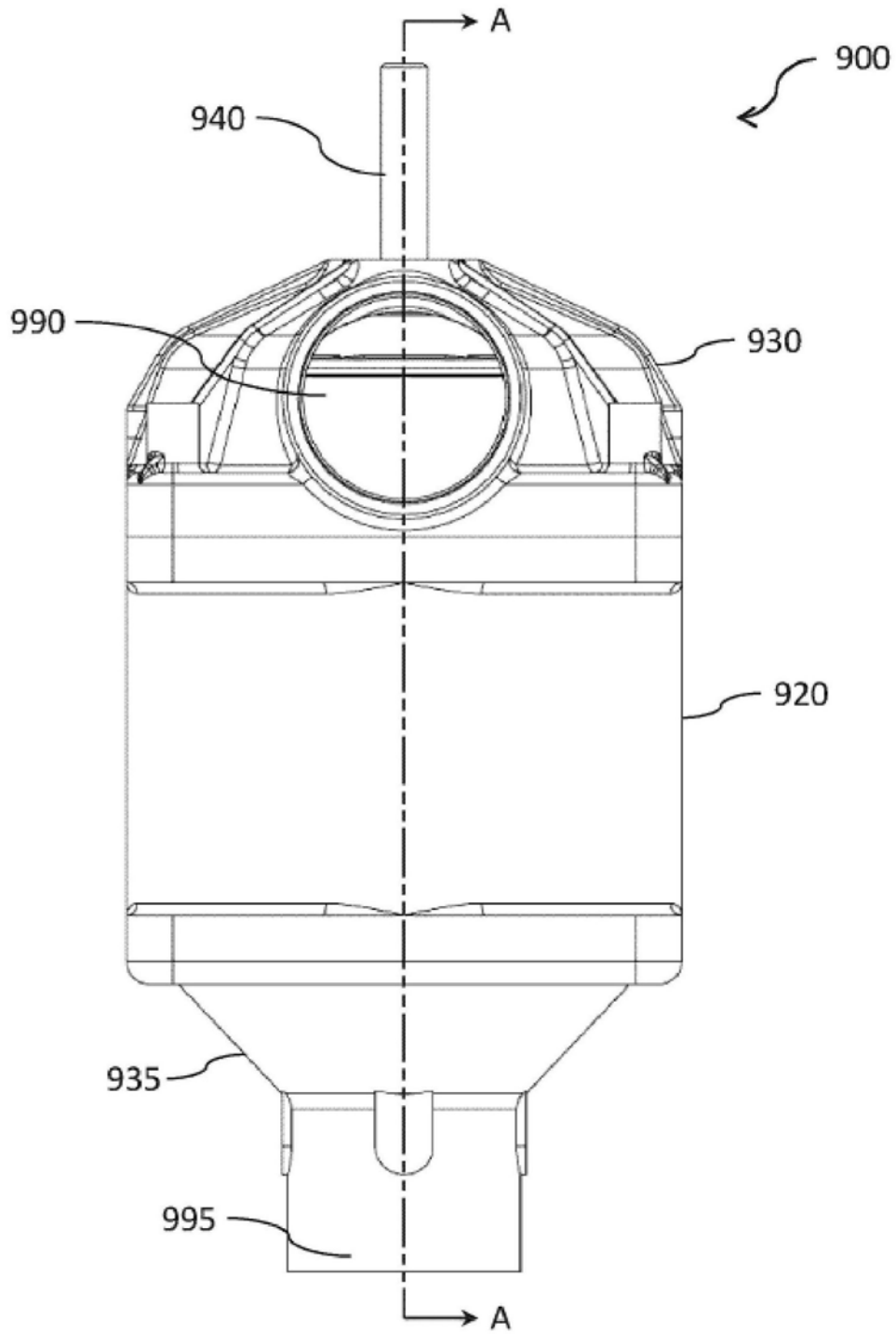


图9A

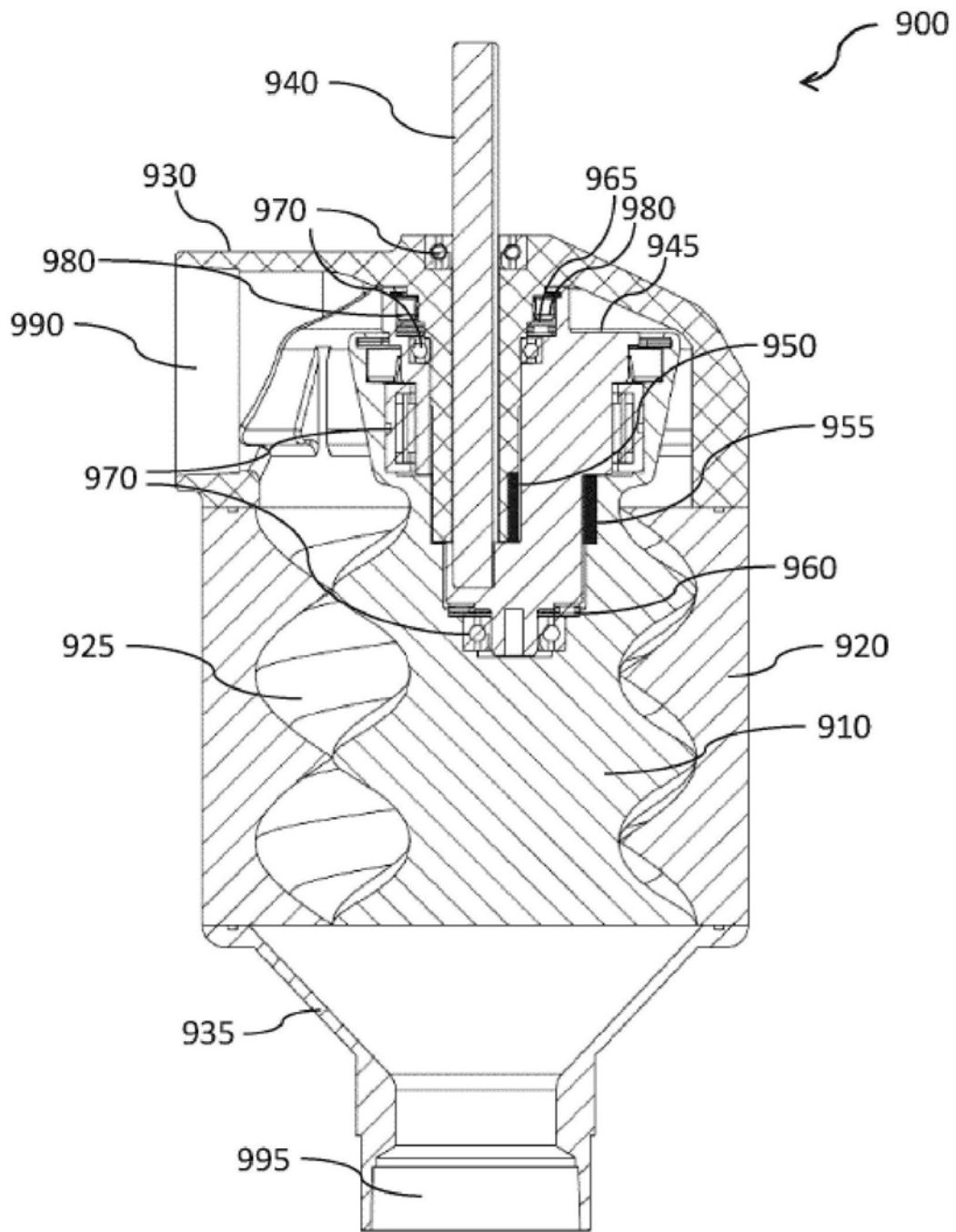


图9B

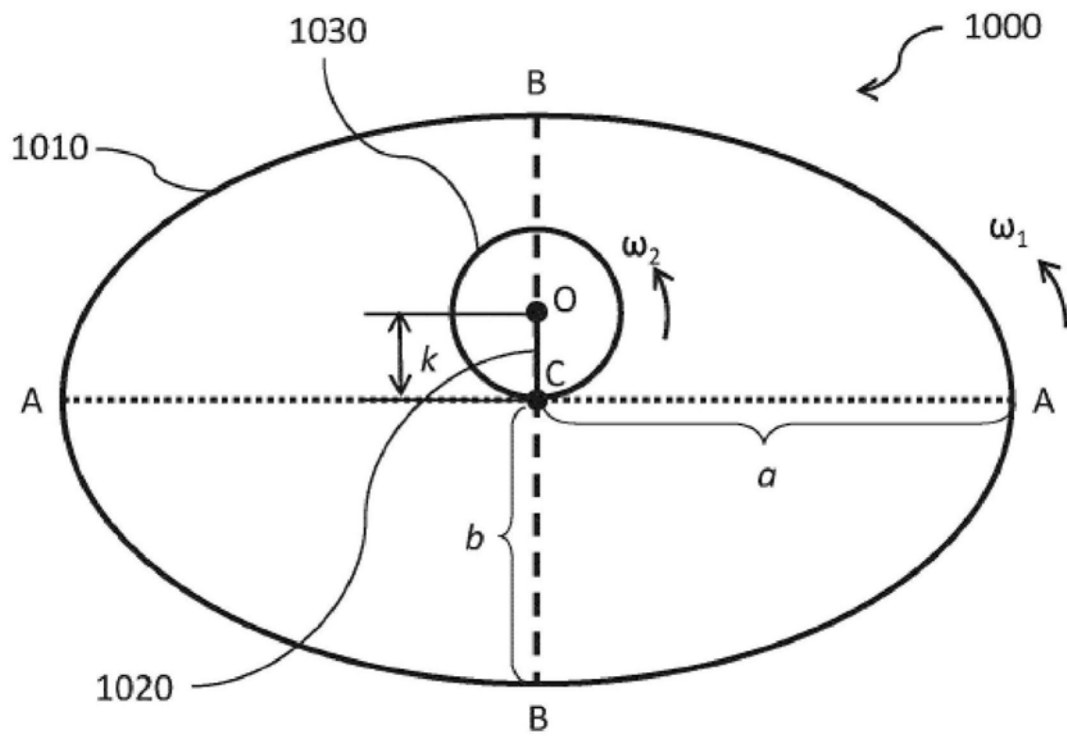


图10

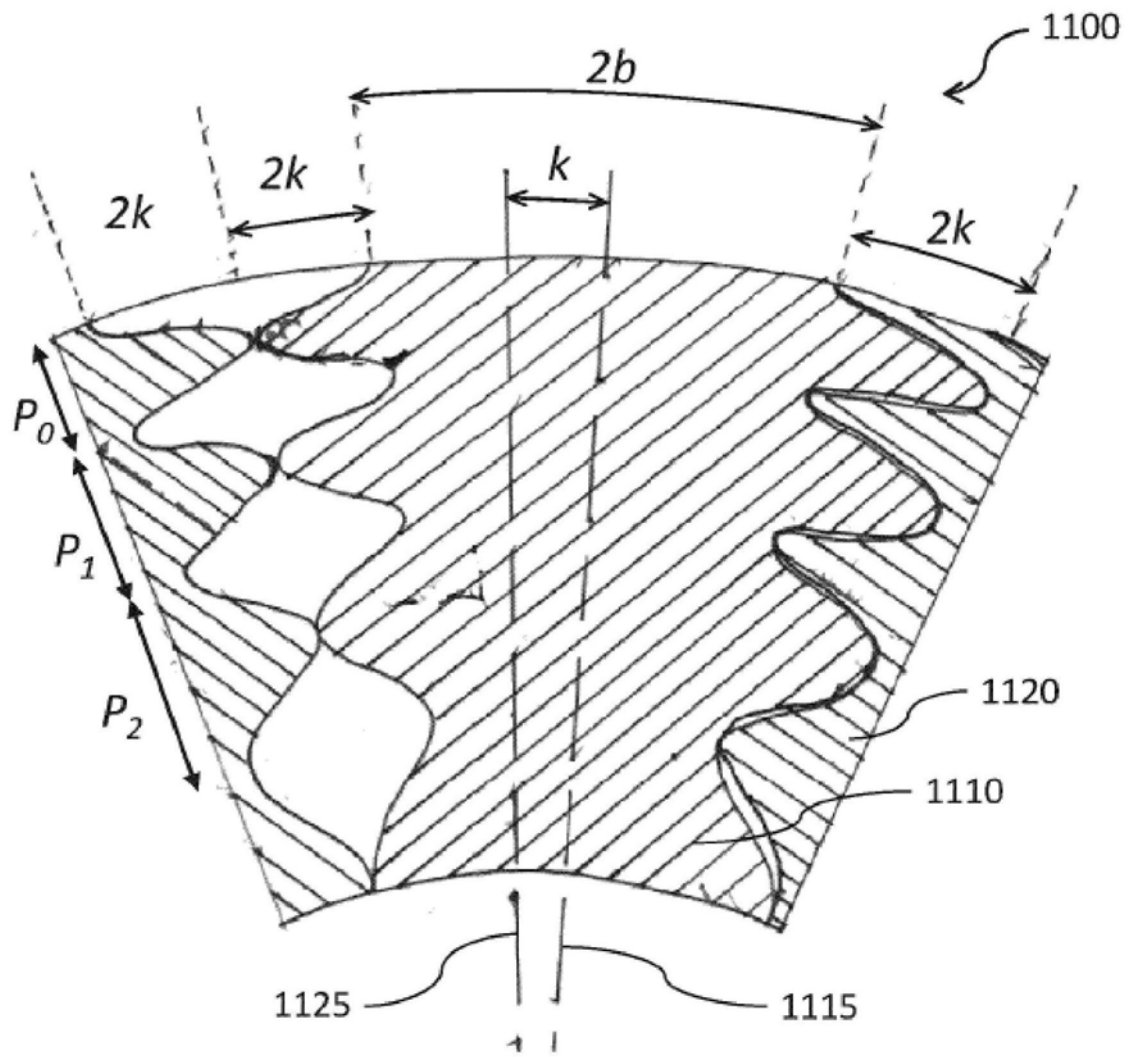


图11

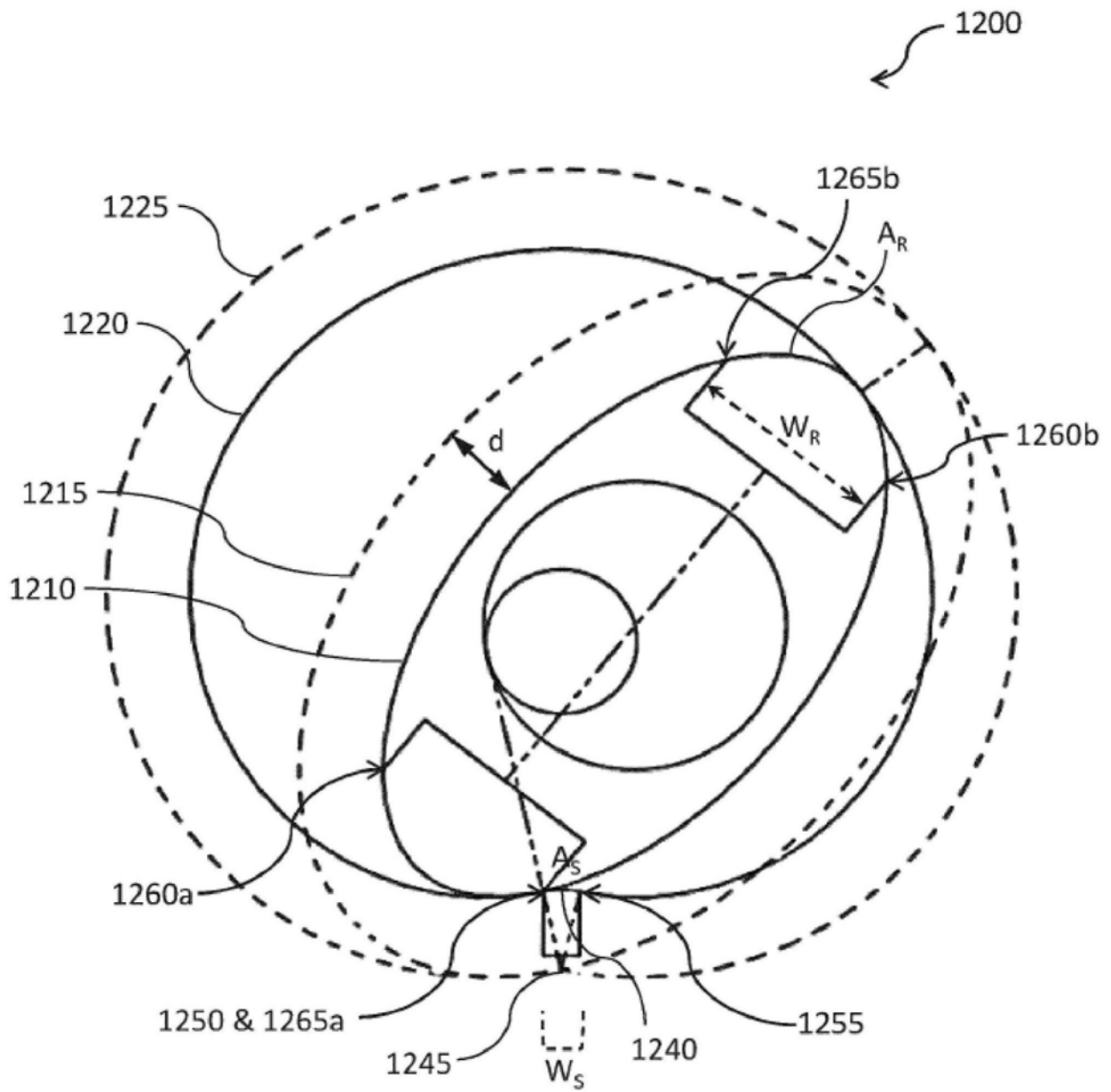


图12

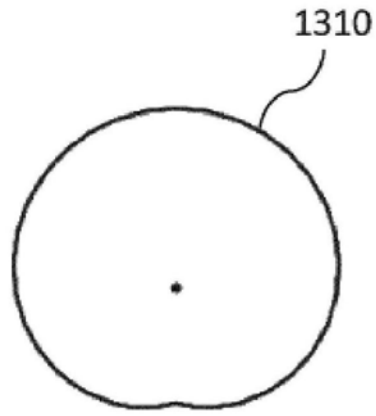


图13A



图13B

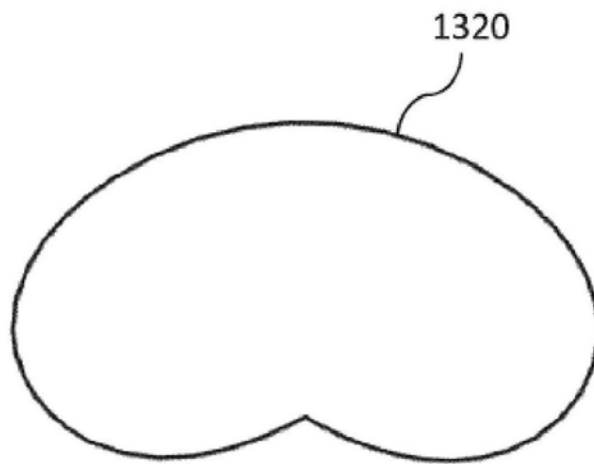


图13C



图13D

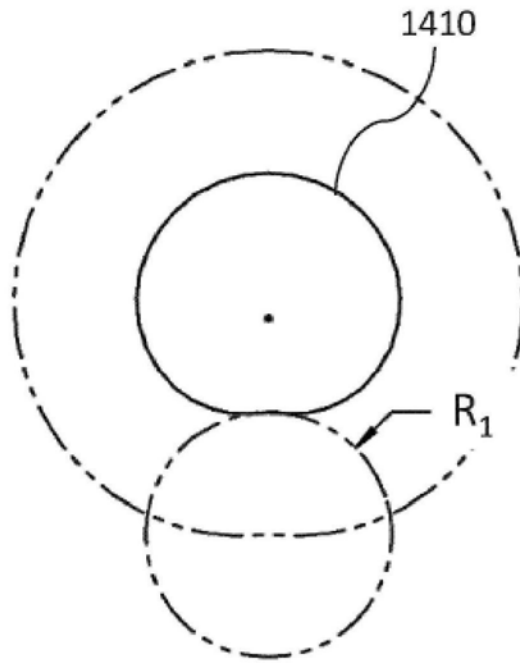


图14A



图14B

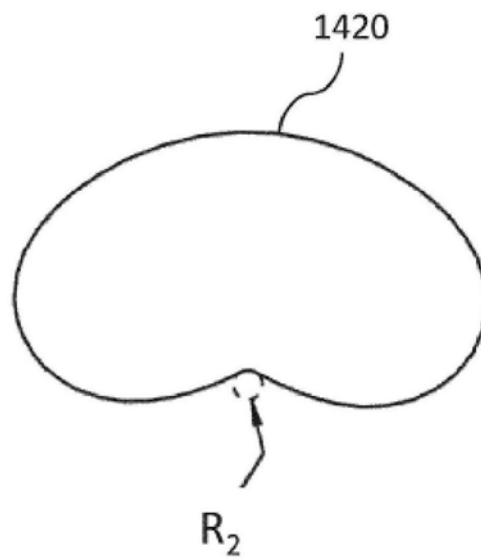


图14C

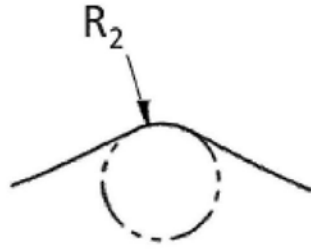


图14D

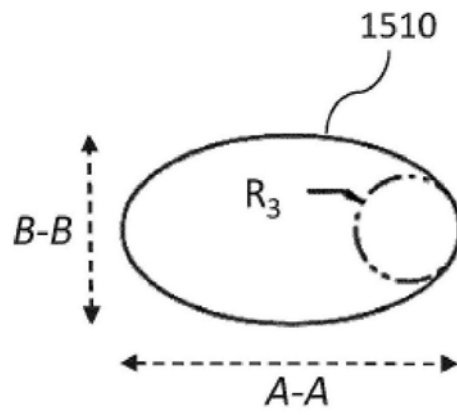


图15A

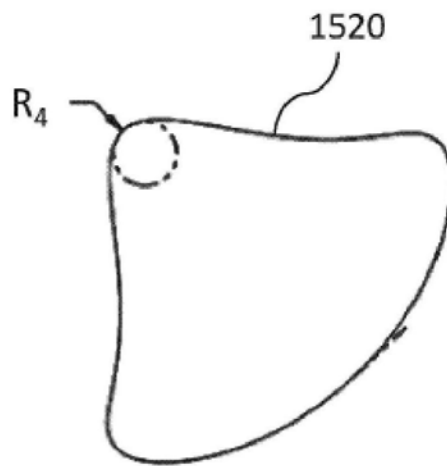


图15B

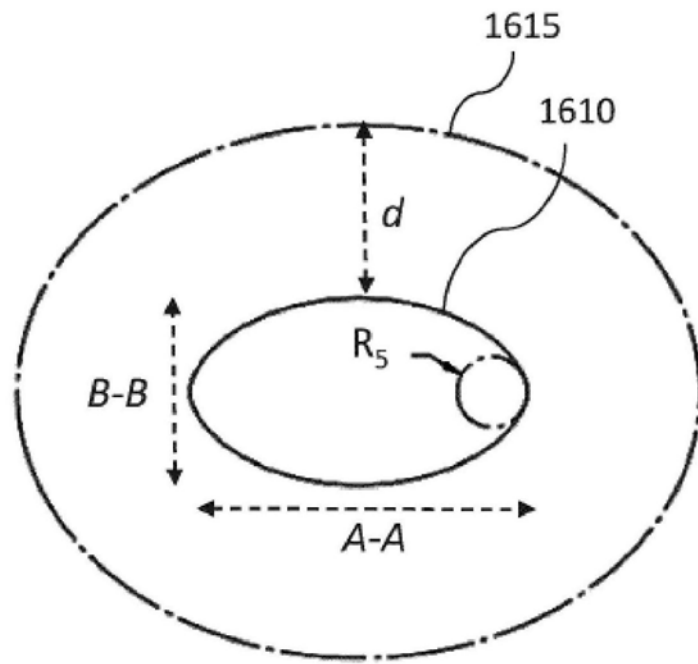


图16A

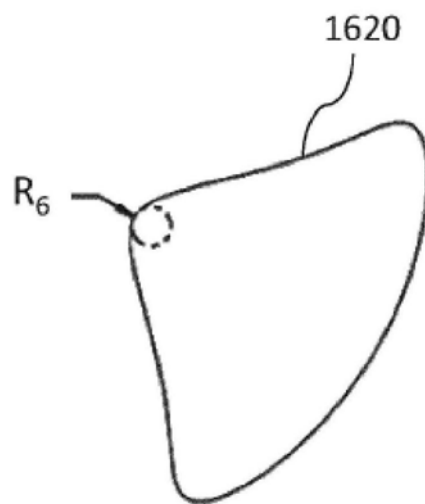


图16B

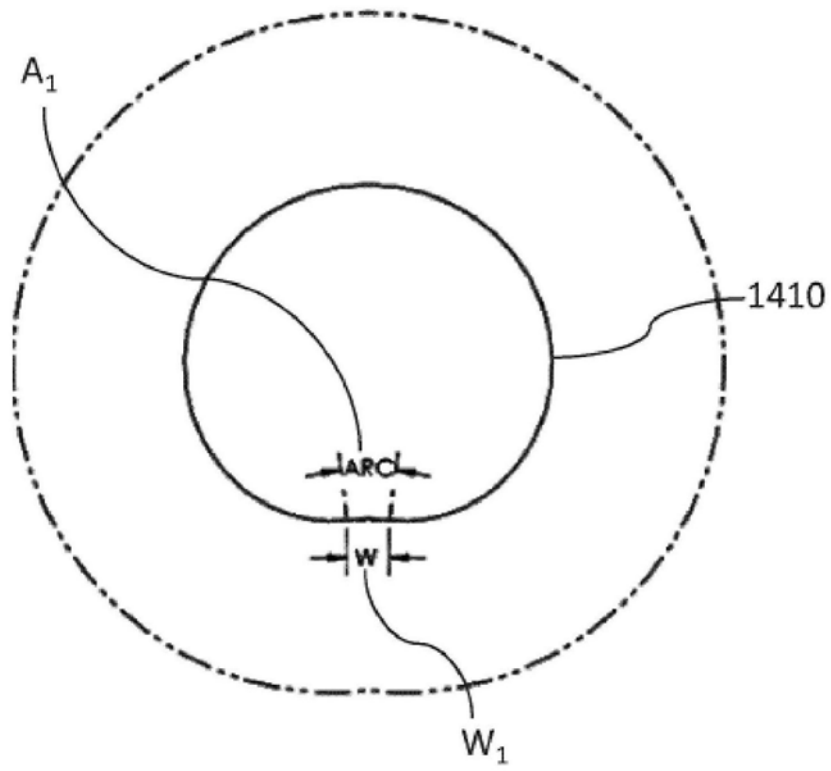


图17A

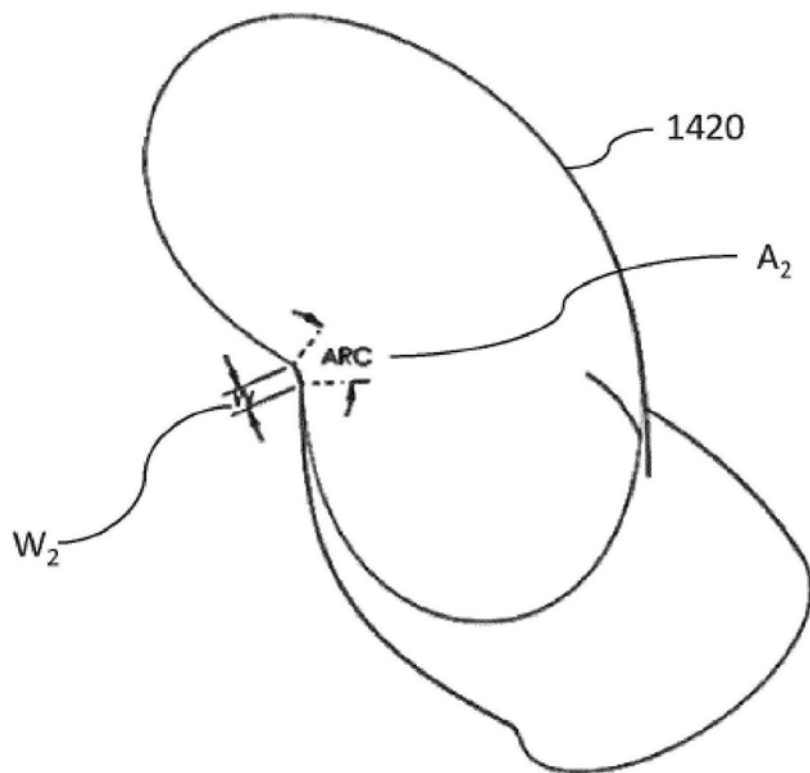


图17B

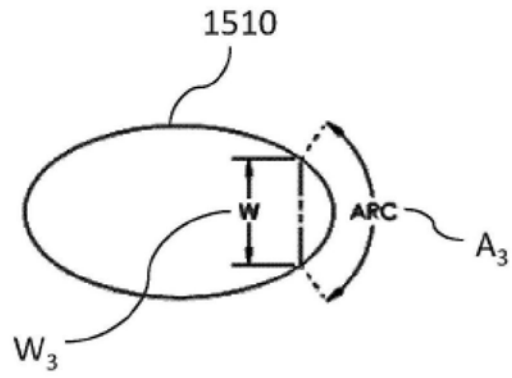


图18A

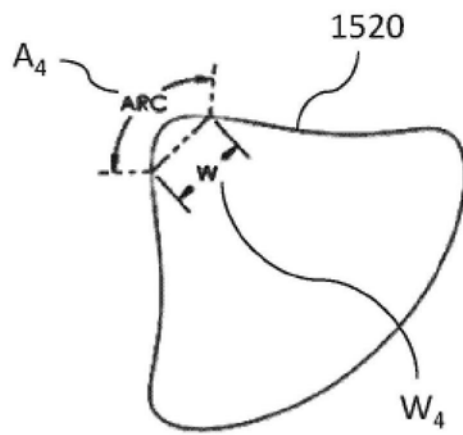


图18B

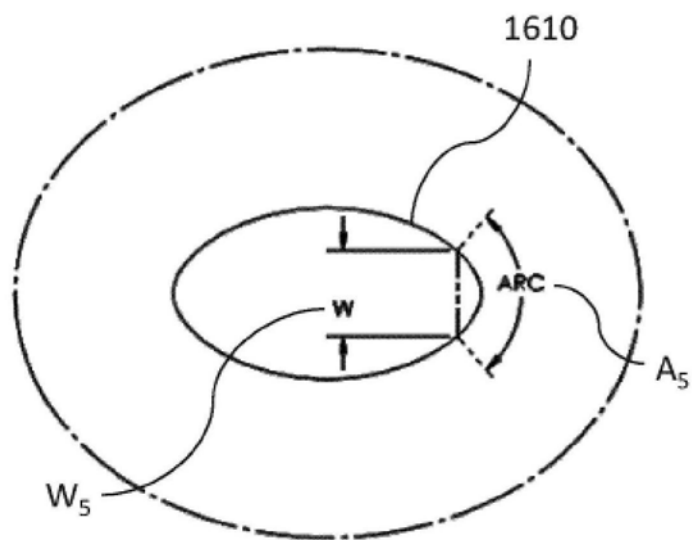


图19A

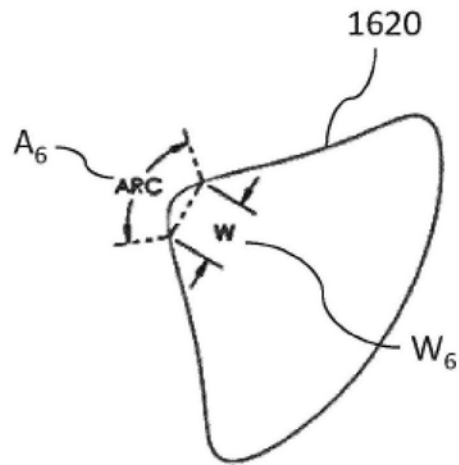


图19B

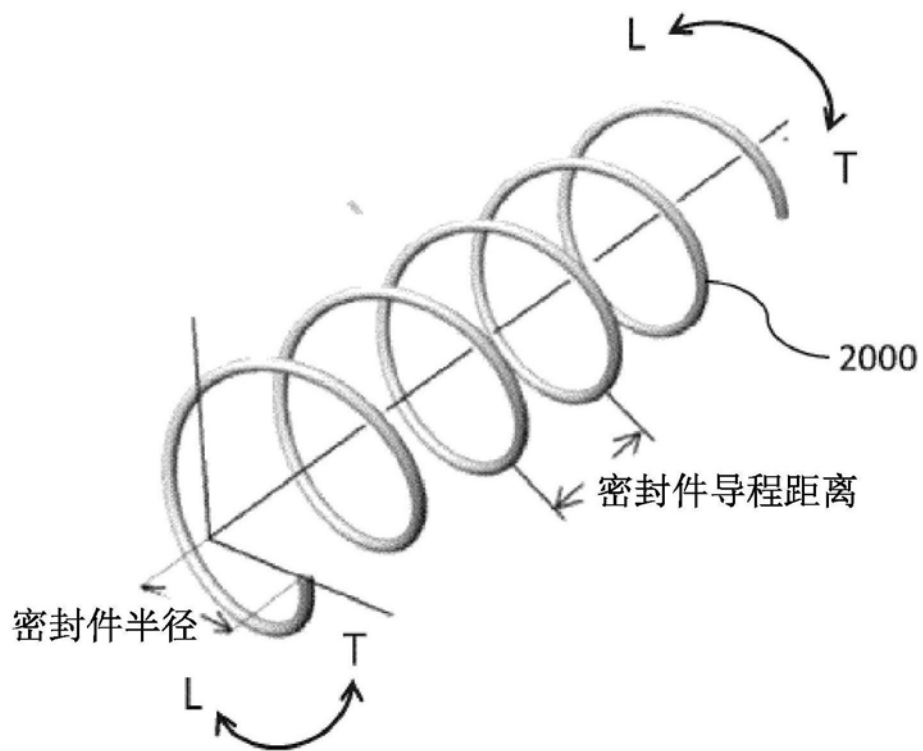


图20

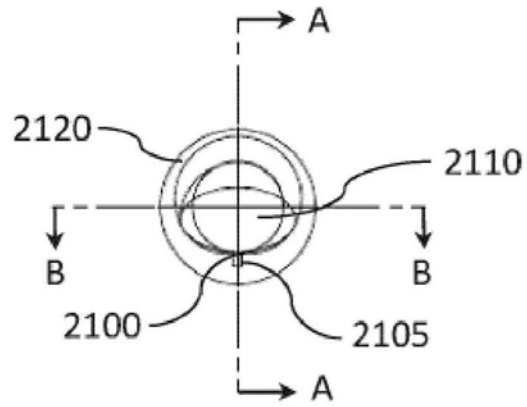


图21A

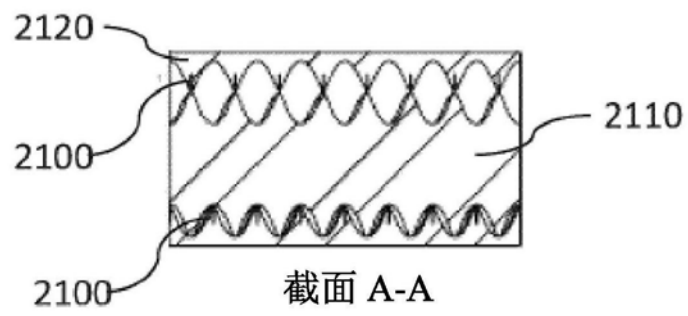


图21B

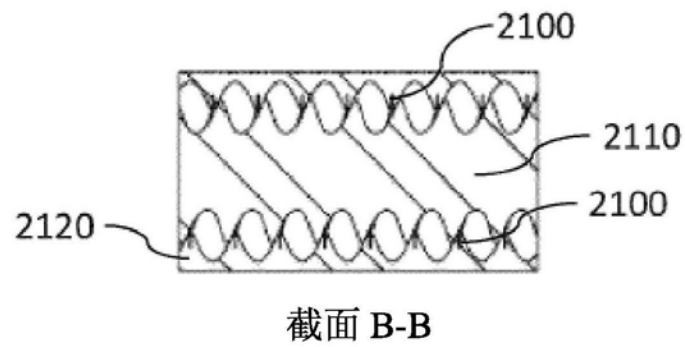


图21C

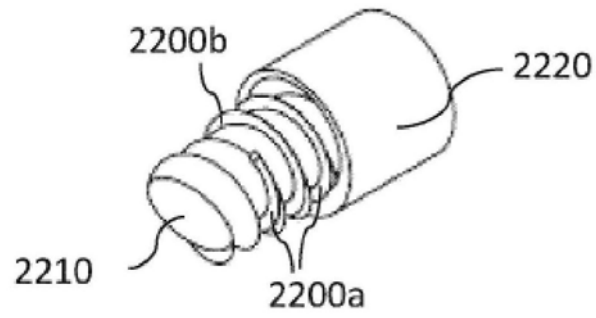


图22A

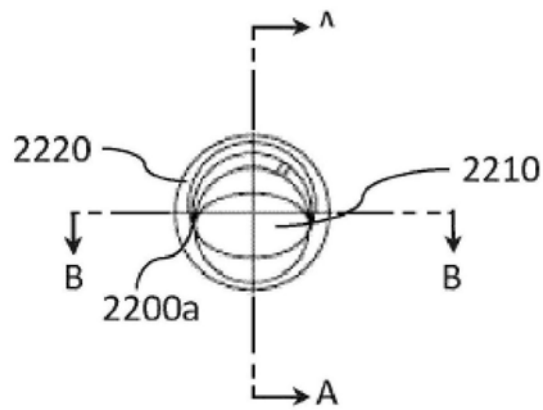
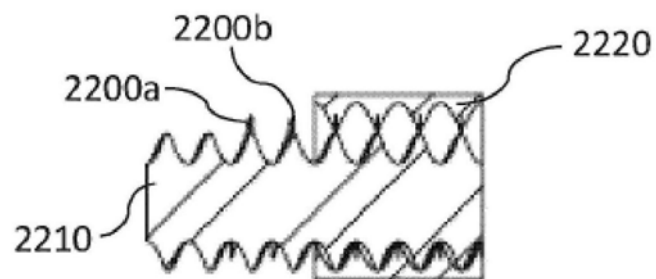
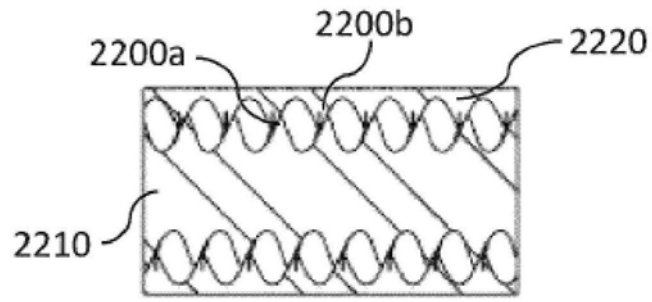


图22B



截面 A-A

图22C



截面 B-B

图22D

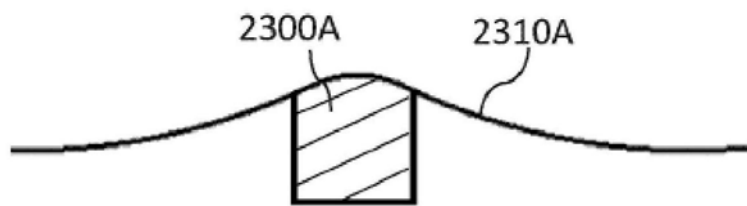


图23A

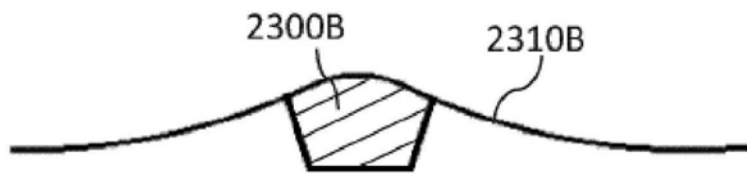


图23B

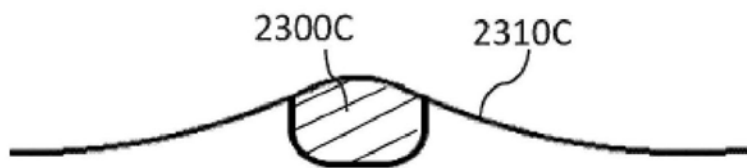


图23C

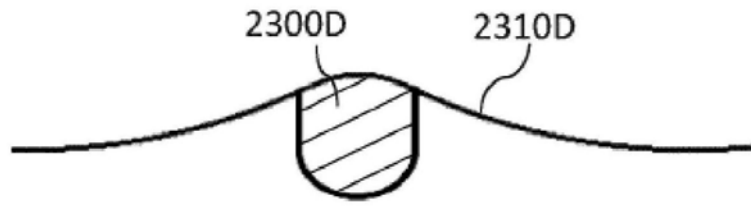


图23D

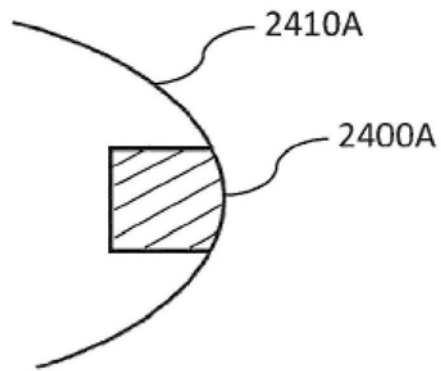


图24A

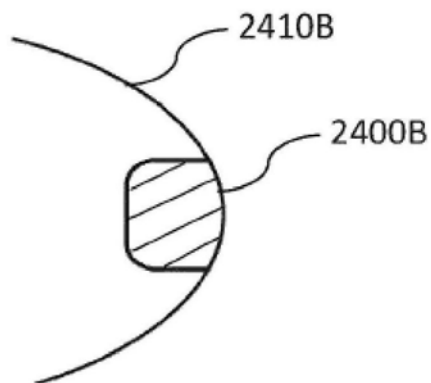


图24B

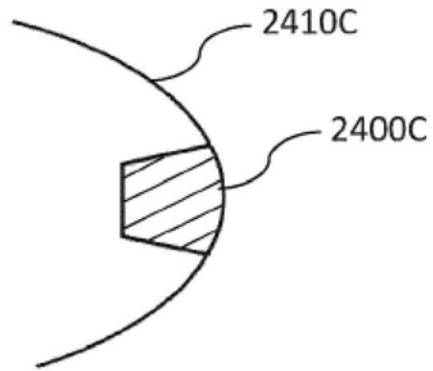


图24C

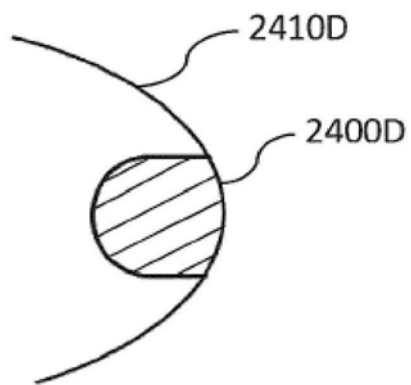


图24D

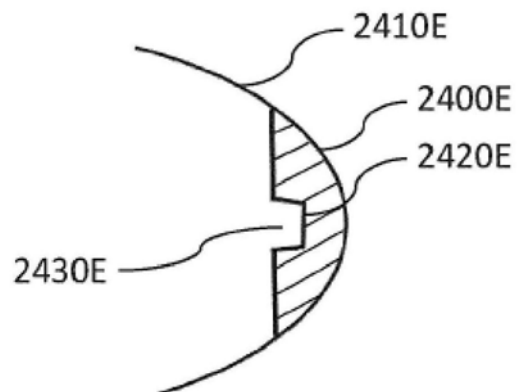


图24E

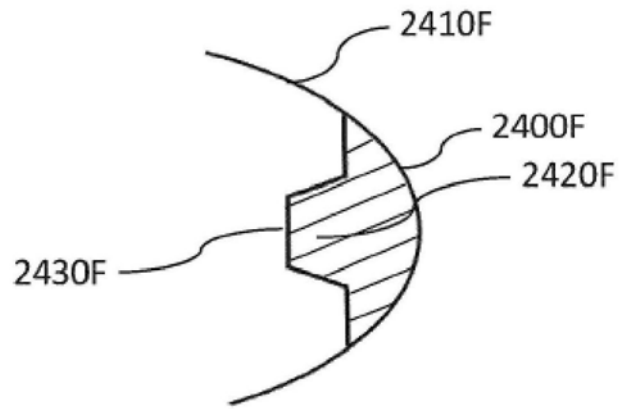


图24F

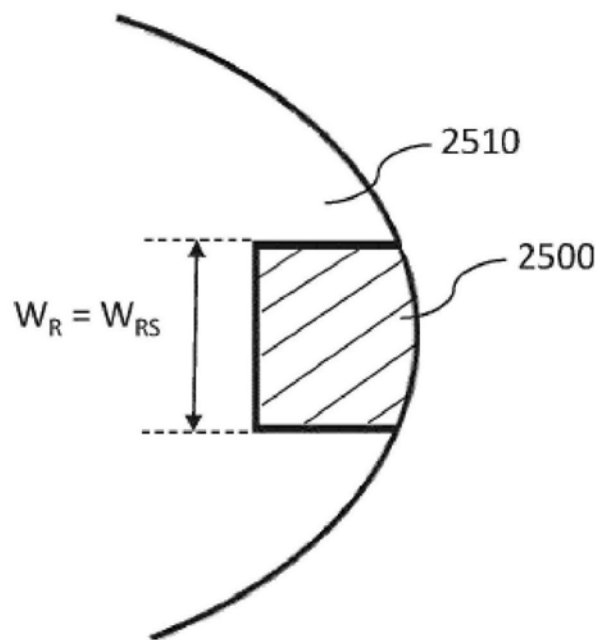


图25

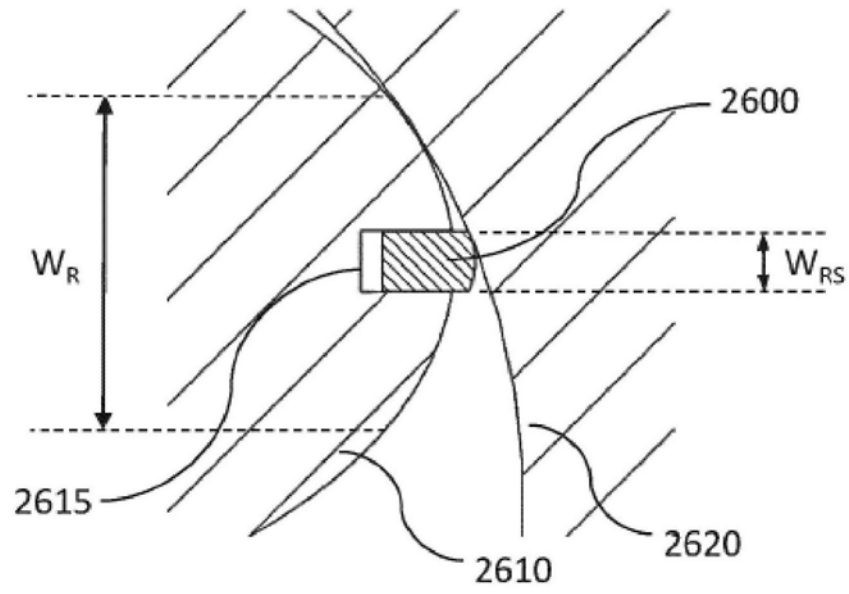


图26

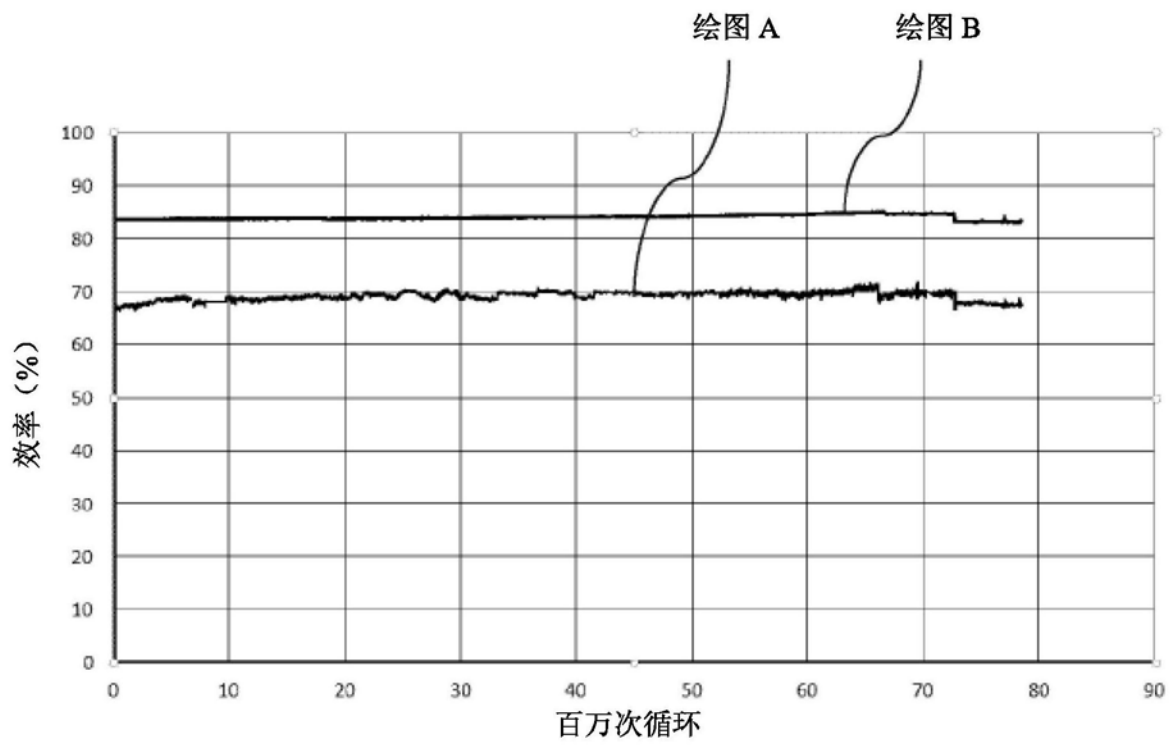


图27