



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102007321 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 23

(21) 申请号 200880128622. 5

(22) 申请日 2008. 04. 17

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 10. 13

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2008/003028 2008. 04. 17

(87) PCT申请的公布数据
W02009/127228 EN 2009. 10. 22

(73) 专利权人 艾尔克能源研究和工程股份公司
地址 土耳其伊斯坦布尔

(72) 发明人 M·N·奥兹特克

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 吴鹏 马江立

(51) Int. Cl.

F16H 33/10(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2005/000623 A2, 2005. 01. 06,
US 2003/0159532 A1, 2003. 08. 28,
US 2389826 A, 1945. 11. 27,
DE 4337858 A1, 1995. 05. 11,
CN 1334905 A, 2002. 02. 06,

审查员 苏海新

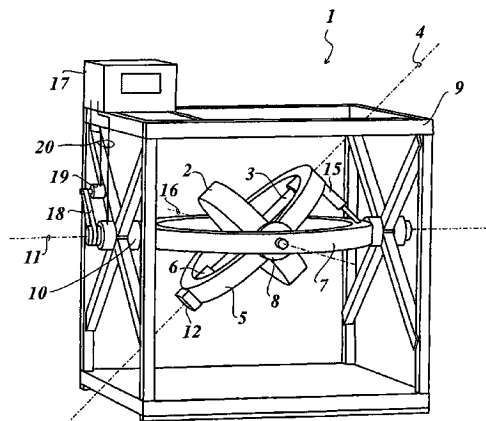
权利要求书8页 说明书30页 附图11页

(54) 发明名称

传动设备, 优选马达设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的传动设备、优选马达设备和一种用于提供旋转的方法。体部 (2) 安装成用于围绕第一轴线 (4)、第二轴线 (11) 和第三轴线 (16) 的旋转。第一轴线 (4) 取向成相对于第二轴线 (11) 成一倾斜角。第二轴线 (11) 和 / 或第三轴线 (16) 构成设备的所述至少一个输出轴线。体部 (2) 围绕第三轴线 (16) 的旋转引起倾斜角的改变。当第一轴线 (4) 相对于第二轴线 (11) 成大于 0 度且小于 90 度的选定的倾斜角时, 撞锤 (15) 在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线 (16) 向体部 (2) 施加转矩 (21)。限制体部 (2) 在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线 (16) 的旋转, 使得第一轴线 (4) 相对于第二轴线 (11) 的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度。体部 (2) 以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线 (4) 旋转, 从而达到恒定或减小的倾斜角。



1. 一种用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的马达设备,所述设备包括:

安装成用于围绕第一轴线(4)旋转、围绕第二轴线(11)旋转和围绕第三轴线(16)旋转的体部(2),所述第一轴线(4)取向为相对于所述第二轴线(11)成一倾斜角(θ),所述第二轴线(11)和/或所述第三轴线(16)构成所述设备的所述至少一个输出轴线,其中,所述体部(2)围绕所述第三轴线(16)的旋转引起所述倾斜角(θ)的改变;

用于当所述第一轴线(4)相对于所述第二轴线(11)成大于0度且小于90度的选定倾斜角(θ)时在增加倾斜角(θ)的方向上围绕所述第三轴线(16)向所述体部(2)施加转矩(21)的装置(15);以及

用于限制所述体部(2)在减小倾斜角(θ)的方向上围绕所述第三轴线(16)的旋转、从而使得所述第一轴线(4)相对于所述第二轴线(11)的倾斜角(θ)保持大于0度且小于90度的装置(210),

所述设备构造成使得能够将原动力源与所述体部(2)连接,以使所述体部(2)围绕所述第一轴线(4)旋转,以及

其中所述体部(2)以大于临界角速度(ω_c)的角速度(ω_{spin})围绕所述第一轴线(4)旋转,使得达到恒定或减小的倾斜角(θ),从而开始或增加所述体部(2)围绕作为所述至少一个输出轴线的所述第二轴线(11)和/或所述第三轴线(16)的旋转的输出角速度(ω_o)和/或输出转矩,其特征在于,

所述体部(2)具有小于每分钟20000转的特定临界角速度($\omega_{c, spec}$),从而增加围绕所述至少一个输出轴线的输出动力,

其中所述特定临界角速度($\omega_{c, spec}$)定义如下:

所述特定临界角速度($\omega_{c, spec}$)为所述体部(2)在以下情况下的临界角速度(ω_c):

当所述第一轴线(4)相对于所述第二轴线(11)的倾斜角(θ)为45度时,

当所述第一轴线(4)大致通过所述体部(2)的质心(CM)时,

当所述体部(2)取向成使得所述体部(2)围绕所述第一轴线的转动惯量大致被最大化时,

在所述体部(2)关于通过所述体部(2)的所述质心(CM)并且正交于所述第一轴线(4)的平面不对称的情况下,当在将所述体部(2)安装在所述第一轴线(4)上的可能的安装取向中选择导致所述体部(2)的所述质心(CM)与所述第三轴线(16)之间的距离更小的安装取向时,以及

当连接臂长度(l_c)

a) 在所述体部(2)的质量小于0.1kg的情况下为5mm时,

b) 在所述体部(2)的质量等于或大于0.1kg且小于100kg的情况下为25mm时,

c) 在所述体部(2)的质量等于或大于100kg且小于1000kg的情况下为50mm时,以及

d) 在所述体部(2)的质量等于或大于1000kg的情况下为100mm时,

其中所述连接臂长度(l_c)为连接平面(P_c)和所述第一轴线(4)的交点与所述第三轴线(16)之间的距离,其中所述连接平面(P_c)是正交于所述第一轴线(4)且与所述体部(2)相交并且与所述第三轴线(16)之间的距离最小的平面。

2. 如权利要求1所述的设备,还包括原动力源,所述原动力源与所述体部(2)连接以使所述体部(2)以大于所述临界角速度(ω_c)的所述角速度(ω_{spin})围绕所述第一轴线(4)

旋转。

3. 如权利要求 2 所述的设备,还包括用于将原动力从所述体部 (2) 围绕所述至少一个输出轴线的旋转传输到所述原动力源的反馈装置 (17, 18, 19, 20)。

4. 如权利要求 3 所述的设备,其中,所述反馈装置 (17, 18, 19, 20) 设置成用于当所述倾斜角 (θ)、围绕所述第三轴线 (16) 施加的转矩的值和围绕所述至少一个输出轴线的输出角速度 (ω_{out}) 恒定时将足够的原动力传输到所述原动力源,以克服由于所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 的旋转产生的摩擦而引起的能量损耗。

5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,还包括用于控制所述原动力源、以使所述体部 (2) 以大于所述临界角速度 (ω_c) 的所述角速度 (ω_{spin}) 围绕所述第一轴线 (4) 旋转的装置。

6. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述转矩施加装置 (15) 设置成用于当选定倾斜角 (θ) 大于 10 度且小于 80 度时围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加转矩 (21)。

7. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,还包括用于控制所述转矩施加装置 (15) 所施加的转矩 (21) 的值的装置。

8. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述限制装置 (210) 设置成限制所述体部 (2) 围绕所述第三轴线 (16) 的旋转,使得所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 的倾斜角 (θ) 大于 10 度且小于 80 度。

9. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,还包括用于调节所述倾斜角 (θ) 的调节装置。

10. 如权利要求 9 所述的设备,还包括用于选择围绕所述至少一个输出轴线的期望的输出角速度 (ω_{out}) 并使所述调节装置根据选定的所述输出角速度 (ω_{out}) 而调节所述倾斜角 (θ) 的装置。

11. 如权利要求 9 所述的设备,还包括用于选择所述设备的期望的输出转矩并根据选定的所述输出转矩而调节所述倾斜角 (θ) 的装置。

12. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述用于围绕所述第三轴线 (16) 施加转矩 (21) 的装置 (15) 包括弹簧。

13. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述用于围绕所述第三轴线 (16) 施加转矩 (21) 的装置 (15) 包括液压撞锤、气动撞锤、电磁撞锤中的一个或多个。

14. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述限制装置 (210) 设置成阻止所述体部 (2) 在减小倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 的任何旋转。

15. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述用于围绕所述第三轴线 (16) 施加转矩 (21) 的装置 (15) 附加地用作所述限制装置 (210)。

16. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述限制装置 (210) 包括抵挡件。

17. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述第一轴线 (4) 大致通过所述体部 (2) 的所述质心 (CM)。

18. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述第二轴线 (11) 大致通过所述体部 (2) 的所述质心 (CM)。

19. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述第一轴线 (4) 和所述第二轴线

(11) 相交。

20. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述第一轴线 (4) 和所述第二轴线 (11) 不相交,所述倾斜角 (θ) 定义为当沿连接所述第一轴线 (4) 和所述第二轴线 (11) 的最短线的方向看去时所述第一轴线 (4) 与所述第二轴线 (11) 之间的锐角。

21. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述体部 (2) 关于所述第一轴线 (4) 大致成圆柱形对称。

22. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述体部 (2) 包括毂、连板和环形边缘。

23. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述体部 (2) 由弹性模量高于 70GPa 的材料制成。

24. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,还包括用于安装所述设备的装置。

25. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,还包括安装成用于围绕所述第二轴线旋转的一个或多个平衡质量块。

26. 如权利要求 1 所述的设备,其中,围绕所述第三轴线 (16) 施加在所述体部 (2) 上的转矩 (21) 的向量与围绕所述第二轴线 (11) 的输出角速度 (ω_{out}) 的向量之间的角度介于 85 度与 93 度之间。

27. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,所述体部 (2) 安装在由弹性模量高于 70GPa 的材料制成的轴 (3,30) 上。

28. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,沿所述至少一个输出轴线的输出轴 (110) 由弹性模量高于 70GPa 的材料制成。

29. 如权利要求 1-4 中任一项所述的设备,其中,受可变量力作用的所述设备的部件由一种或多种弹性模量高于 70GPa 的材料制成。

30. 如权利要求 1 所述的设备,还包括用于测量一个或多个以下参数的值的一个或多个传感器:

围绕所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转,围绕所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转的角速度,所述体部 (2) 和 / 或所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的位置,围绕所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转的转矩,力。

31. 如权利要求 1 所述的设备,还包括用于机械地限制所述体部 (2) 在介于下限角度值与上限角度值之间的两个方向上围绕所述第三轴线 (16) 的旋转的装置、以及用于在所述设备操作期间将这些极限角度值调节为高于 0 度且低于 90 度的选定下限角度值和高于所述选定下限角度值且小于 90 度的上限角度值的装置。

32. 如权利要求 31 所述的设备,其中,所述用于机械地限制所述体部 (2) 的旋转的装置为一个或多个抵挡件。

33. 两个或多个马达设备的组件,每个所述马达设备包括如权利要求 1 所述的马达设备,并结合有用于使每个马达设备以大致相同的旋转速度、但以不同的相应的相位角旋转的装置和用于结合所述马达设备的输出角速度 (ω_{out}) 和 / 或结合所述马达设备的输出转矩的装置。

34. 一种通过如权利要求 1 所述的设备或通过如权利要求 33 所述的组件供给动力的车辆。

35. 如权利要求 34 所述的车辆,其形式为公路车辆。

36. 如权利要求 34 所述的车辆,其形式为飞行器。

37. 如权利要求 34 所述的车辆,其形式为水上车辆。

38. 一种发电机,包括如权利要求 1 所述的设备或如权利要求 33 所述的组件。

39. 一种提供围绕至少一个输出轴线的旋转的方法,所述方法包括:

将体部 (2) 安装成用于围绕第一轴线 (4) 旋转、围绕第二轴线 (11) 旋转和围绕第三轴线 (16) 旋转,所述第一轴线 (4) 取向为相对于所述第二轴线 (11) 成一倾斜角 (θ),所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 构成所述至少一个输出轴线,其中所述体部 (2) 围绕所述第三轴线 (16) 的旋转引起所述倾斜角 (θ) 的改变;

使所述体部 (2) 以大于临界角速度 (ω_c) 的角速度 (ω_{spin}) 围绕所述第一轴线 (4) 旋转;

当所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角 (θ) 时在增加倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加转矩 (21); 以及

限制所述体部 (2) 在减小倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 的旋转,使得所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 的倾斜角 (θ) 保持大于 0 度且小于 90 度,

从而达到恒定或减小的倾斜角 (θ),由此开始或增加所述体部 (2) 围绕作为所述至少一个输出轴线的所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转的输出角速度 (ω_{out}) 和 / 或输出转矩,其特征在于,所述方法还包括:

以小于每分钟 20000 转的特定临界角速度 ($\omega_{c, spec}$) 使用体部 (2),从而增加围绕所述至少一个输出轴线的输出动力,

其中所述特定临界角速度 ($\omega_{c, spec}$) 定义如下:

所述特定临界角速度 ($\omega_{c, spec}$) 为所述体部 (2) 在以下情况下的临界角速度 (ω_c):

当所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 的倾斜角 (θ) 为 45 度时,

当所述第一轴线 (4) 大致通过所述体部 (2) 的质心 (CM) 时,

当所述体部 (2) 取向成使得所述体部 (2) 围绕所述第一轴线的转动惯量大致被最大化时,

在所述体部 (2) 关于通过所述体部 (2) 的所述质心 (CM) 并且正交于所述第一轴线 (4) 的平面不对称的情况下,当在将所述体部 (2) 安装在所述第一轴线 (4) 上的可能的安装取向中选择导致所述体部 (2) 的所述质心 (CM) 与所述第三轴线 (16) 之间的距离较小的安装取向时,以及

当连接臂长度 (l_c)

a) 在所述体部 (2) 的质量小于 0.1kg 的情况下为 5mm 时,

b) 在所述体部 (2) 的质量等于或大于 0.1kg 且小于 100kg 的情况下为 25mm 时,

c) 在所述体部 (2) 的质量等于或大于 100kg 且小于 1000kg 的情况下为 50mm 时,以及

d) 在所述体部 (2) 的质量等于或大于 1000kg 的情况下为 100mm 时,

其中所述连接臂长度 (l_c) 为连接平面 (P_c) 和所述第一轴线 (4) 的交点与所述第三轴

线 (16) 之间的距离,其中所述连接平面 (P_c) 是正交于所述第一轴线 (4) 且与所述体部 (2) 相交并且与所述第三轴线 (16) 之间的距离最小的平面。

40. 如权利要求 39 所述的方法,还包括:

围绕所述第二轴线向所述体部 (2) 提供额外的外部转矩,以作用初始加速度。

41. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:选择大于 10 度且小于 80 度的选定倾斜角 (θ)。

42. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:控制围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加的转矩 (21) 的值。

43. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:限制所述体部 (2) 围绕所述第三轴线 (16) 的旋转,使得所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 的倾斜角 (θ) 大于 10 度且小于 80 度。

44. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:调节所述倾斜角 (θ)。

45. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

通过调节所述倾斜角 (θ) 而产生围绕所述至少一个输出轴线之一的期望的输出角速度 (ω_{out})。

46. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

通过调节所述倾斜角 (θ) 而产生围绕所述至少一个输出轴线之一的期望的输出转矩。

47. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:调节所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 的角速度 (ω_{spin})。

48. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

通过调节所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 的角速度 (ω_{spin}) 而产生围绕所述至少一个输出轴线之一的期望的输出角速度 (ω_{out})。

49. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

通过调节所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 的角速度 (ω_{spin}) 而产生围绕所述至少一个输出轴线之一的期望的输出转矩。

50. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:调节围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加的转矩 (21)。

51. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

通过调节围绕所述第三轴线 (16) 施加在所述体部 (2) 上的转矩 (21) 而产生围绕所述至少一个输出轴线之一的期望的输出角速度 (ω_{out})。

52. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

通过调节围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加的转矩而产生围绕所述至少一个输出轴线之一的期望的输出转矩。

53. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,其中,限制所述体部 (2) 围绕所述第三轴线 (16) 的旋转还包括:阻止所述体部 (2) 在减小倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 的任何旋转。

54. 如权利要求 39 或 40 所述的方法,还包括:

当所述倾斜角 (θ)、围绕所述第三轴线 (16) 施加的转矩 (21) 的值以及围绕所述至少

一个输出轴线的输出角速度 (ω_{out}) 恒定时,使用一部分围绕所述至少一个输出轴线提供的旋转动力来使所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 旋转。

55. 如权利要求 54 所述的方法,其中,所使用的旋转动力的量足以克服由于所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 的旋转产生的摩擦引起的能量损耗。

56. 如权利要求 39 所述的方法,还包括:

通过仅依靠所述体部 (2) 的重量施加转矩、或通过依靠外部装置并且还附加地依靠所述体部 (2) 的重量施加转矩而围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加转矩 (21)。

57. 如权利要求 39 所述的方法,还包括:

测量一个或多个以下参数的值:

围绕所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转,

围绕所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转的角速度,

所述体部 (2) 和 / 或所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的位置,

围绕所述第一轴线 (4) 和 / 或所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 的旋转的转矩,
力。

58. 如权利要求 39 所述的方法,还包括:

通过减小所述体部 (2) 的所述质心 (CM) 与所述第二轴线 (11) 之间的距离的变化而增加围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力。

59. 如权利要求 39 所述的方法,还包括:

通过减小所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 的角向运动的角速度向量与体部平面的法向量之间的角度的变化而增加围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力,其中所述体部平面定义为通过所述体部 (2) 的三个不共线的点的平面。

60. 如权利要求 59 所述的方法,还包括:保持所述变化小于 5 度。

61. 用于确定用于马达设备的设计和操作的参数的测试设备,

其中所述马达设备包括:与外支架稳固地连接的输出轴;转动轴线,该转动轴线为可旋转地设置在内支架中的体部的旋转轴线;以及垂直于所述输出轴的倾斜轴线,

所述转动轴线可旋转而在所述转动轴线与所述输出轴之间形成一倾斜角,所述转动轴线与体部结合地连接,并且围绕所述倾斜轴线施加转矩,所述测试设备包括:

构成竖直输出轴 (110) 的纵向轴线的输出轴线 (11),

构成被支撑在所述转动轴线 (4) 上的体部 (2) 的旋转轴线的转动轴线 (4),

垂直于所述输出轴线 (11) 并且能够围绕所述转动轴线 (4) 枢转而在所述转动轴线 (4) 与所述输出轴线 (11) 之间形成一倾斜角 (θ) 的倾斜轴线 (16),其特征在于,

所述体部 (2) 能够相对于所述倾斜轴线 (16) 偏心地设置,由此形成长度 $l > 0$ 的杆臂。

62. 用于确定用于马达设备的设计和操作的参数的方法,

其中所述马达设备包括:与外支架稳固地连接的输出轴;转动轴线,该转动轴线为可旋转地设置在内支架中的体部的旋转轴线;以及垂直于所述输出轴的倾斜轴线;其中所述转动轴线可旋转而在所述转动轴线与所述输出轴之间形成一倾斜角,所述转动轴线与体部

结合地连接,并且围绕所述倾斜轴线施加转矩;其中使用如权利要求 61 所述的测试设备,其特征在于,

将所述体部 (2) 围绕所述转动轴线 (4) 的角速度 (ω_{spin}) 调节为不同的值,其中通过测量所述转动轴线 (4) 围绕所述倾斜轴线 (16) 的旋转方向而针对各个所述不同的值判断调节后的角速度 (ω_{spin}) 是否大于或小于临界角速度 (ω_c)。

63. 一种用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的马达设备,所述设备包括:

安装成用于围绕第一轴线 (4) 旋转、围绕第二轴线 (11) 旋转和围绕第三轴线 (16) 旋转的体部 (2),所述第一轴线 (4) 取向为相对于所述第二轴线 (11) 成一倾斜角 (θ),所述第二轴线 (11) 构成所述设备的输出轴线,其中所述体部 (2) 围绕所述第三轴线 (16) 的旋转引起所述倾斜角 (θ) 的改变,

用于当所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角 (θ) 时在增加倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加转矩 (21) 的装置 (15);以及

用于限制所述体部 (2) 在减小倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 的旋转、使得所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 的倾斜角 (θ) 保持大于 0 度且小于 90 度的装置 (210),

所述设备构造成使得能够将原动力源与所述体部 (2) 连接,以使所述体部 (2) 围绕所述第一轴线 (4) 旋转,以及

所述体部 (2) 以大于临界角速度 (ω_c) 的角速度 (ω_{spin}) 围绕所述第一轴线 (4) 旋转,从而达到恒定或减小的倾斜角 (θ),由此开始或增加所述体部 (2) 围绕所述第二轴线 (11) 的旋转的输出角速度 (ω_{out}) 和 / 或输出转矩,其特征在於,

当所述倾斜角 (θ) 减小时,使用施加在所述第三轴线 (16) 上的负载作为限制装置,以便提取围绕所述第三轴线 (16) 的动力。

64. 一种提供围绕至少一个输出轴线的旋转的方法,所述方法包括:

将体部 (2) 安装成用于围绕第一轴线 (4) 旋转、围绕第二轴线 (11) 旋转和围绕第三轴线 (16) 旋转,所述第一轴线 (4) 取向为相对于所述第二轴线 (11) 成一倾斜角 (θ),所述第二轴线 (11) 和 / 或所述第三轴线 (16) 构成所述至少一个输出轴线,其中所述体部 (2) 围绕所述第三轴线 (16) 的旋转引起所述倾斜角 (θ) 的改变,

使所述体部 (2) 以大于临界角速度 (ω_c) 的角速度 (ω_{spin}) 围绕所述第一轴线 (4) 旋转,

当所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角 (θ) 时在增加倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 向所述体部 (2) 施加转矩,以及

限制所述体部 (2) 在减小倾斜角 (θ) 的方向上围绕所述第三轴线 (16) 的旋转,使得所述第一轴线 (4) 相对于所述第二轴线 (11) 的倾斜角 (θ) 保持大于 0 度且小于 90 度,

从而开始或增加所述体部 (2) 围绕所述第二轴线 (11) 的旋转的输出角速度 (ω_{out}) 和 / 或输出转矩,

其特征在於,所述方法还包括:

通过当所述倾斜角 (θ) 减小时限制所述体部 (2) 在减小倾斜角 (θ) 的方向上围绕所

述第三轴线(16)的旋转而提取围绕所述第三轴线(16)的动力。

传动设备, 优选马达设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种齿轮 / 传动设备、优选马达设备, 更具体地涉及一种能围绕至少一个输出轴线、响应于围绕不同轴线的输入旋转动力而供应输出旋转动力的传动设备、优选马达设备。此外, 本发明涉及一种用于提供旋转的方法, 以及用于确定用于这种传动设备、优选马达设备的设计和操作的参数的测试设备, 以及相应的方法。

背景技术

[0002] 当旋转体上作用有围绕与旋转轴线垂直的轴线的转矩时, 将使旋转轴线自身围绕另一轴线旋转, 所述另一轴线既垂直于所施加的转矩的轴线, 又垂直于旋转轴线。此原理在回转设备中是公知的。该效果称为“进动 (precession)”。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种利用前述原理的改进的传动设备、优选马达设备, 以及用于通过所述传动设备、优选马达设备提供旋转的相应的方法。

[0004] 由本发明通过在专利权利要求中阐明且在下面进行描述的不同方式实现此目的。

[0005] 方式 1 至 4 和方式 15 涉及作为传动设备、优选马达设备形成的设备方案。方式 5 至 12 和方式 16 涉及作为用于提供旋转的方法形成的方法方案。方式 13 涉及一种设备方案, 其作为用于确定用于根据本发明的传动设备、优选马达设备的设计和操作的参数的测试设备形成。方式 14 涉及一种方法方案, 其作为用于确定用于根据本发明的传动设备、优选马达设备的设计和操作的参数的方法形成。

[0006] 不同方式 1 至 16 在专利权利要求中给出。主权利要求由前序部分和特征部分构成。此结构是为了更好地理解权利要求的主题。特征分布在前序部分和特征部分中并不意味着前序部分的所有特征都是公知的和特征部分的所有特征都是新颖的, 或反之亦然。权利要求的特征的价值与它们是否在前述部分中或在特征部分中无关。

[0007] 根据方式 1的方案通过权利要求 1 的主题实现。权利要求 1 的主题提供了一种用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的传动设备、优选马达设备, 该传动设备、优选马达设备包括: 安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转的体部, 第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角, 第二轴线和 / 或第三轴线构成传动设备、优选马达设备的所述至少一个输出轴线, 其中体部围绕第三轴线的旋转引起倾斜角的改变; 用于当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上向体部施加围绕第三轴线的转矩的装置; 以及用于限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度的装置; 该传动设备构造成使得能够将原动力 (motive power) 源与体部连接以使体部围绕第一轴线旋转; 体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转, 从而达到恒定或减小的倾斜角, 由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩; 体部具有小于每分钟 20000 转的特定临界

角速度, 优选从而增加围绕所述至少一个输出轴线的输出动力, 其中所述特定临界角速度定义如下: 该特定临界角速度为体部在以下情况下的临界角速度: 当第一轴线相对于第二轴线的倾斜角为 45 度时; 当第一轴线大致通过体部的质心时; 当体部取向成使得体部的转动惯量大致被最大化时; 在体部关于通过体部的质心并且正交于第一轴线的平面不对称的情况下, 当在将体部安装在第一轴线上的可能的安装取向中选择导致体部的质心与第三轴线之间的距离较小的安装取向时; 以及当连接臂长度 a) 在体部的质量小于 0.1kg 的情况下为 5mm 时, b) 在体部的质量等于或大于 0.1kg 且小于 100kg 的情况下为 25mm 时, c) 在体部的质量等于或大于 100kg 且小于 1000kg 的情况下为 50mm 时, 以及 d) 在体部的质量等于或大于 1000kg 的情况下为 100mm 时, 其中所述连接臂长度为连接平面和第一轴线的交点与第三轴线之间的距离, 所述连接平面是正交于第一轴线且与体部相交并且与倾斜轴线相距的距离最小的平面。

[0008] 根据方式 2 的方案通过权利要求 26 的主题实现。权利要求 26 的主题提供了用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的传动设备、优选马达设备, 该传动设备、优选马达设备包括: 安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转的体部, 第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角, 第二轴线和 / 或第三轴线构成传动设备、优选马达设备的所述至少一个输出轴线, 其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的变化; 用于当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上向体部施加围绕第三轴线的转矩的装置; 以及用于限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度的装置; 该传动设备构造成使得能够将原动力源与体部连接, 以使体部围绕第一轴线旋转; 体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转, 从而达到恒定或减小的倾斜角, 由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩; 围绕第三轴线施加在体部上的转矩的向量与围绕第二轴线的输出角速度的向量之间的角度介于 85 度与 93 度之间, 优选接近 90 度。

[0009] 如果围绕第三轴线施加在体部上的转矩的向量与围绕第二轴线的输出角速度的向量之间的角度介于 85 度与 93 度之间、优选接近 90 度, 则围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力增加。当围绕第三轴线施加在体部上的转矩的向量 (即, 所施加的转矩向量) 与输出运动向量之间的角度高于 90 度时, 即使倾斜角是恒定的, 体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转也不能完全停止, 因此输出转矩减小。

[0010] 根据方式 3 的方案通过权利要求 30 的主题实现。权利要求 30 的主题提供了用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的传动设备、优选马达设备, 该传动设备、优选马达设备包括: 安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转的体部, 第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角, 第二轴线和 / 或第三轴线构成传动设备、优选马达设备的所述至少一个输出轴线; 体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的变化; 用于当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上向体部施加围绕第三轴线的转矩的装置; 以及用于限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度的装置; 该传动设备构造成使得能够将原动力源与体部连接, 以使体部围绕第一轴线旋转; 体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转, 从而达到恒定或减小的倾斜角, 由

此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩 ;还包括用于测量一个或多个以下参数的值的一个或多个传感器 :围绕第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的旋转,围绕第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的角速度,体部和 / 或第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的位 置,围绕第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的转矩,力。

[0011] 根据方式 4 的方案通过权利要求 31 的主题实现。权利要求 31 的主题提供了用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的传动设备、优选马达设备,该传动设备、优选马达设备包括 :安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转的体部,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成传动设备、优选马达设备的所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变 ;用于当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上向体部施加围绕第三轴线的转矩的装置 ;以及用于限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度的装置 ;该传动设备构 造成使得能够将原动力源与体部连接,以使体部围绕第一轴线旋转 ;体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩 ;还包括用于机械地限制体部在介于下限角度值与上限角度值之间的两个方向上围绕倾斜轴线的旋转的装置,以及用于在传动设备、优选马达设备操作期间将这些极限角度值调节为高于 0 度且低于 90 度的选定的下限角度值和高于选定的下限角度值且小于 90 度的上限角度值的装置。

[0012] 根据方式 5 的方案通过权利要求 39 的主题实现。权利要求 39 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括 :将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变 ;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转 ;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩 ;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩 ;该方法还包括以小于每分钟 20000 转的特定临界角速度使用体部,优选从而增加围绕所述至少一个输出轴线的输出动力,其中所述特定角速度定义如下 :该特定临界角速度为体部在以下情况下的临界角速度 :当第一轴线相对于第二轴线的倾斜角为 45 度时 ;当第一轴线大致通过体部的质心时 ;当体部取向成使得体部的转动惯量大致被最大化时 ;在体部关于通过体部的质心并且正交于第一轴线的平面不对称的情况下,当在将体部安装在第一轴线上的可能的安装取向中选择导致体部的质心与第三轴线之间的距离较小的安装取向时 ;以及当连接臂长度 a) 在体部的质量小于 0.1kg 的情况下为 5mm 时, b) 在体部的质量等于或大于 0.1kg 且小于 100kg 的情况下为 25mm 时, c) 在体部的质量等于或大于 100kg 且小于 1000kg 的情况下为 50mm 时,以及 d) 在体部的质量等于或大于 1000kg 的情况下为

100mm 时,其中所述连接臂长度为连接平面和第一轴线的交点与第三轴线之间的距离,所述连接平面是正交于第一轴线且与体部相交并且与倾斜轴线相距的距离最小的平面。

[0013] 根据方式 6 的方案通过权利要求 57 的主题实现。权利要求 57 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括至少部分地通过体部的重量围绕第三轴线向体部施加转矩。

[0014] 根据方式 7 的方案通过权利要求 58 的主题实现。权利要求 58 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括测量一个或多个以下参数的值:围绕第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的旋转,围绕第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的角速度,体部和 / 或第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的位置,围绕第一轴线和 / 或第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的转矩,力。

[0015] 根据方式 8 的方案通过权利要求 59 的主题实现。权利要求 59 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括机械地限制体部在介于下限角度值与上限角度值之间的两个方向上围绕倾斜轴线的旋转,以及在传动设备、优选马达设备的操作期间在提供旋转的同时将这些极

限角度值调节为高于 0 度且低于 90 度的选定的下限角度值和高于该选定的下限角度值且低于 90 度的上限角度值。

[0016] 根据方式 9 的方案通过权利要求 60 的主题实现。权利要求 60 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括通过减小体部质心与第二轴线之间的距离而增加围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力。

[0017] 根据方式 10 的方案通过权利要求 61 的主题实现。权利要求 61 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括通过减小第一框架平面的法向量与第二框架平面的法向量之间的角度的变化而增加围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力,框架平面定义为通过安装传动设备、优选马达设备的框架的三个不共线的点的平面。

[0018] 根据方式 11 的方案通过权利要求 63 的主题实现。权利要求 63 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括通过减小围绕所述至少一个输出轴线的输出角速度的向量与框架平面的法向量之间的角度的变化而增加围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力,框架平

面定义为通过安装传动设备、优选马达设备的框架的不共线的三个点的平面。

[0019] 根据方式 12 的方案通过权利要求 65 的主题实现。权利要求 65 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线、优选围绕传动设备、优选马达设备的至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和 / 或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕作为所述至少一个输出轴线的第二轴线和 / 或第三轴线的旋转的输出角速度和 / 或输出转矩;该方法还包括通过减小体部围绕第一轴线的角向运动的角速度向量与体部平面的法向量之间的角度的变化而增加围绕所述至少一个输出轴线供应的输出动力,体部平面定义为通过体部的不共线的三个点的平面。

[0020] 根据方式 13 的方案通过权利要求 67 的主题实现。权利要求 67 的主题提供了一种用于确定用于传动设备、优选马达设备的设计和操作的参数的测试设备,其中该传动设备、优选马达设备包括:与外支架稳固地连接的输出轴;转动轴线,该转动轴线为可旋转地设置在内支架中的体部的旋转轴线;以及垂直于输出轴的倾斜轴线;其中转动轴线可旋转而在转动轴线与输出轴之间形成一倾斜角,该转动轴线与体部结合地连接,并且围绕倾斜轴线施加转矩;该测试设备包括构成竖直输出轴的纵向轴线的输出轴线、构成被支撑在转动轴线上的体部的旋转轴线的转动轴线、垂直于输出轴线并且能够围绕转动轴线枢转而在转动轴线与输出轴之间形成一倾斜角的倾斜轴线;其中体部能够相对于倾斜轴线偏心地设置,由此形成长度 $l > 0$ 的杆臂。

[0021] 根据方式 14 的方案通过权利要求 68 的主题实现。权利要求 68 的主题提供了一种用于确定用于传动设备、优选马达设备的设计和操作的参数的方法,其中该传动设备、优选马达设备包括:与外支架稳固地连接的输出轴;转动轴线,该转动轴线为可旋转地设置在内支架中的体部的旋转轴线;以及垂直于输出轴的倾斜轴线;其中转动轴线可旋转而在转动轴线与输出轴之间形成一倾斜角,转动轴线与体部结合地连接,并且围绕倾斜轴线施加转矩;其中使用如权利要求 67 所述的测试设备;将体部围绕转动轴线的角速度调节为不同的值,以及通过测量转动轴线围绕倾斜轴线的旋转方向针对各个不同的值判断调节后的角速度是否大于或小于临界角速度。

[0022] 根据方式 15 的方案通过权利要求 69 的主题实现。权利要求 69 的主题提供了一种用于提供围绕至少一个输出轴线的旋转的传动设备、优选马达设备,所述设备包括:安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转的体部,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线构成所述设备的输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;用于当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩的装置;以及用于限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度的装置;所述设备构造成使得能够将原动力源与体部连

接以使体部围绕第一轴线旋转,并且其中体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转,从而达到恒定或减小的倾斜角,由此开始或增加体部围绕第二轴线的旋转的输出角速度和/或输出转矩;其中当倾斜角减小时,使用施加在第三轴线上的负载作为限制装置,以便提取围绕第三轴线的动力。

[0023] 根据方式 16 的方案通过权利要求 70 的主题实现。权利要求 70 的主题提供了一种提供围绕至少一个输出轴线的旋转的方法,该方法包括:将体部安装成用于围绕第一轴线的旋转、围绕第二轴线的旋转和围绕第三轴线的旋转,第一轴线取向为相对于第二轴线成一倾斜角,第二轴线和/或第三轴线构成所述至少一个输出轴线,其中体部围绕第三轴线的旋转引起该倾斜角的改变;使体部以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转;当第一轴线相对于第二轴线成大于 0 度且小于 90 度的选定倾斜角时,在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩;以及限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角保持大于 0 度且小于 90 度,从而开始或增加体部围绕第二轴线的旋转的输出角速度和/或输出转矩;其中该方法还包括通过当倾斜角减小时限制体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转而提取围绕第三轴线的动力。

[0024] 关于方式 15 和 16,可以叙述如下:当设备处于校准状态时,规定通过使用输出负载限制体部围绕第三轴线的旋转而围绕第三轴线产生动力。虽然动力是围绕第三轴线产生的,但体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线旋转。此方法仅能在倾斜角介于 0 度与 90 度之间时使用。为了此方法的连续性,应当存在两个不同的周期。第一周期:通过使用输出负载限制体部围绕第三轴线的旋转而围绕第三轴线产生动力。第二周期:通过使用输出负载或制动机构限制体部围绕第二轴线的旋转而增加倾斜角。通过在循环中相继地重复这些周期(周期 1、周期 2、周期 1、周期 2...),提供了从该设备产生动力的连续性。当制动机构用于限制体部围绕第二轴线的旋转时,动力仅围绕第三轴线产生。当使用输出负载代替制动机构来限制体部围绕第二轴线的旋转时,动力既围绕第二轴线又围绕第三轴线产生。例如,当使用位于输出轴与内支架之间的气动泵来限制体部围绕第三轴线的旋转时,当由于体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转而使泵的活塞被压缩时限定第一周期。在第一周期中,加压空气被传输到涡轮。因此通过旋转涡轮而产生动力。当通过使用制动机构或任何旋转输出负载如液压泵限制体部围绕第二轴线的旋转而使泵的活塞被泄压时限定第二周期。在此周期中,空气从外部进入泵的活塞。此周期也被认为是泵的吸入周期。

[0025] 该传动设备、优选马达设备可被用作传动设备和/或马达设备。在本文中,术语“马达”一定不能理解为将非机械能转换为机械能的马达,例如汽油发动机或电动马达。这里,术语“马达”更适合被理解为将机械能转换为机械能的马达,类似于液压马达。当在本文中提及传动设备时,此术语应该理解为包括传动设备、优选马达设备。

[0026] 本发明的发明人已发现,当体部的旋转轴线(下面也称为第一轴线或转动轴线)被约束而围绕以下轴线旋转时:

[0027] (a) 与体部的旋转轴线成一锐角(下面也称为倾斜角)的第二轴线,以及

[0028] (b) 大致垂直于第一轴线和第二轴线两者的第三轴线(下面也称为倾斜轴线)

[0029] 在增加该锐角的方向上围绕倾斜轴线施加转矩导致第一轴线围绕第二轴线旋转。

[0030] 当体部的旋转速度超过一定临界值时,该施加的转矩引起反动转矩,该反动转矩的值大于所施加的转矩的值,并且其也围绕倾斜轴线定向,但在相反的方向上。该反动转矩

使第一轴线在减小倾斜角的方向上围绕倾斜轴线旋转。但是,如果例如通过机械装置限制这种围绕倾斜轴线的旋转,则体部围绕第二轴线的旋转速度增加,因而引起有用的原动力源。应该理解,对于这种系统,用来限制围绕倾斜轴线的旋转的装置无需能量源,因而提高了传动设备的效率。

[0031] 为了理解这些效果,当使体部围绕第一轴线以不同角速度旋转时考虑以下情况(i)至(iv)是有用的:

[0032] (i) 在体部根本不围绕第一轴线旋转的简单情形中,在增加锐角值的方向上围绕倾斜轴线施加转矩仅引起第一轴线在增加倾斜角的方向上围绕倾斜轴线的相应的旋转。

[0033] (ii) 如果使体部以小于临界角速度(即,临界旋转速度)的角速度(即,旋转速度)旋转,则会有第一轴线的两个作为结果发生的旋转:不仅有第一轴线在增加倾斜角的方向上围绕倾斜轴线的旋转(这与体部不旋转的情况(i)相同),而且有第一轴线围绕第二轴线的旋转。这种效果作为进动被已知。当体部的旋转速度增加时,第一轴线围绕倾斜轴线的旋转速度减小,而第一轴线围绕第二轴线的旋转速度增加。

[0034] (iii) 当体部的旋转速度等于临界角速度时,仍然有第一轴线围绕第二轴线的旋转,但是现在就不再有第一轴线围绕倾斜轴线的任何旋转。

[0035] (iv) 如果使体部以高于临界角速度的角速度旋转,则又有第一轴线的两个旋转,即:围绕第二轴线的旋转和围绕倾斜轴线的旋转,但在此情况下,围绕倾斜轴线的旋转是在减小倾斜角的方向上。仅当体部的旋转速度高于临界角速度时,传动设备才能提供围绕第二轴线和/或倾斜轴线的有用的旋转动力(即,原动力),该第二轴线和倾斜轴线中的任一者或两者能够用作传动设备的输出轴线。

[0036] 如果使体部以高于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转,则传动设备提供围绕第二轴线的输出运动(即,旋转)和/或围绕第三轴线的输出运动(即,旋转)。这两个旋转中的每一个均可以相应的角速度和相应的转矩为特征。在使体部以高于临界角速度的角速度围绕第一轴线旋转时,体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转也被称为反动运动。反动运动的角速度也被称为反动速度。反动运动的转矩也被称为反动转矩。

[0037] 已经发现,体部的临界角速度根据体部的几何形状、体部材料的密度、倾斜角、围绕第三轴线施加在体部上的转矩的值、和诸如环境温度和湿度之类的环境条件而变化。

[0038] 发明人已通过实验发现,供应到体部以使其旋转的输入原动力被用于产生形式为使得体部以极高的效率围绕此输出轴线旋转的输出原动力。结果,根据此原理制成的传动设备将特别实用。所述至少一个输出轴线为第二轴线和/或第三轴线。

[0039] 本发明人已发现,对于这种设置,传动设备的效率极高。此外,转矩施加装置方便地用作触发输出原动力的提供的开关。

[0040] 限制装置设置成阻止体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的任何旋转。如上所述,由于旋转限制装置无需移动,所以它能够由无需能量源的纯机械装置如止挡件构成,从而有助于传动设备的高效率。

[0041] 原动力源可与体部连接以便使其以超过临界角速度的旋转速度围绕第一轴线旋转。可选择地,可手动地产生体部围绕转动轴线的旋转。

[0042] 当围绕第三轴线向体部施加转矩以便增加倾斜角时,在体部本身上产生力场。例如,对于厚度为 dx 的圆柱形体部而言,力场的形状与被迫弯曲的杆件的圆形截面上出现的

力场相同。该力场与体部围绕第一轴线的旋转结合而构成一种运动。传输效率定义为将由力场构成的运动传输到围绕第二轴线的输出运动的效率。增加传输效率增加了输出转矩（即，围绕输出轴线提供的转矩），并且提高了传动设备的效率。传输效率取决于受可变量（相对于部件而言方向变化的力）作用的传动设备的部件的材料强度和通过这些部件的形状的强度。

[0043] 如果体部围绕第三轴线旋转，则引起倾斜角的改变。这意味着倾斜角发生改变，即，倾斜角增加或减小。

[0044] 连接臂长度定义为连接平面和第一轴线的交点与第三轴线、优选与第一轴线围绕第二轴线枢转安装的枢轴的中心之间的距离。有无穷多的平面与体部相交并正交于转动轴线。在这些平面中，与第三轴线、优选枢轴中心的距离最短的平面被定义为连接平面。

[0045] 为了测量体部的特定临界速度，必须将体部安装在根据方式 13 所述的测试设备上，使得：

[0046] a) 转动轴线通过体部的质心，

[0047] b) 转动轴线取成使得转动惯量被最大化，以及

[0048] c) 如果体部关于中央平面（通过体部的质心且正交于第一轴线的平面）不对称，则在两个可能的安装取向中，应当使用体部的质心与第三轴线、优选枢轴中心之间的距离较小的安装取向。

[0049] 通过从属权利要求给出的本发明的实施方式实现方式 1 至 14 的更多优点。

[0050] 关于方式 1 和 5，当第一轴线相对于第二轴线的倾斜角为 80 度而非 45 度时提供了确定特定临界角速度的可供选择的方式。如果阻碍围绕转动轴线 4 的旋转的摩擦力高，则由于阻碍围绕转动轴线的旋转的摩擦力造成从转动轴线向第二轴线的转矩传输率减小，此 80° 布置有助于增加和控制 / 确定特定临界角速度的测量精度。

[0051] 如果体部具有小于每分钟 15000 转的特定临界角速度，则提供了方式 1 和 5 的优选实施方式。如果体部具有小于每分钟 10000 转的特定临界角速度，则提供了方式 1 和 5 的另一优选实施方式。如果体部具有小于每分钟 5000 转的特定临界角速度，则提供了方式 1 和 5 的再另一优选实施方式。所有前述特定临界角速度的范围都能够结合所有权利要求实现。

[0052] 由于强制规定在传动设备操作期间体部的转动速度高于体部的临界速度，所以具有较高特定临界值的体部与具有较低特定临界速度的体部相比必须以较高的速度旋转。使体部以较低的转动速度值旋转是有益的，因为众所周知，摩擦损耗（例如空气摩擦、支承件摩擦）随转动速度按指数增加。此外，传动设备、优选马达设备中较高的转动速度要求马达的整体强度应更高，并且这将增加传动设备、优选马达设备的制造成本。

[0053] 对于具有相同密度的圆柱形体部而言，体部的特定临界角速度随着体部直径与体部厚度（即，圆柱高度）的比率的减小而增加。

[0054] 对于具有相同质量、相同厚度（即，高度）和相同密度但具有不同形状（即，一个呈圆柱形，另一个呈环形）的两个不同体部而言，具有环形的体部具有较低的临界角速度。

[0055] 具有高质量和高体积的体部不一定具有高特定临界角速度。这意味着，参数“体部的特定临界角速度”与参数“体部的质量和体积”不一定正相关。

[0056] 如果传动设备包括与体部连接以使体部以大于所述临界角速度的所述角速度围绕第一轴线旋转的原动力源,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0057] 如果传动设备包括用于将原动力从体部围绕所述至少一个输出轴线的运动传输到原动力源的反馈装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。这样,可将定义为输出转矩和输出旋转速度的乘积的输出动力的至少一部分反馈到传动设备中。反馈装置优选设置成将足够的原动力传输到原动力源,以克服由于体部在校准状态下围绕第一轴线的旋转产生的摩擦引起的能量损耗。校准状态定义为当倾斜角恒定、围绕第三轴线施加的转矩的值恒定并且围绕所述至少一个输出轴线的输出角速度恒定时的状态。

[0058] 如果传动设备包括用于控制原动力源以便使体部以超过临界角速度的所述旋转速度围绕第一轴线旋转的装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0059] 如果转矩施加装置设置成用于当选定的倾斜角在 10 度到 80 度的范围内时施加转矩,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0060] 用于施加转矩的装置可包括弹簧。另外或可供选择地,用于施加转矩的装置可包括以下中的一个或多个:液压撞锤;气动撞锤;电磁撞锤。

[0061] 如果传动设备包括用于控制转矩施加装置所施加的转矩的值的装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0062] 如果限制装置设置成限制体部围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角大于 10 度且小于 80 度,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0063] 已发现存在最佳倾斜角,该最佳倾斜角取决于各种因素,包括传动设备的期望输出转矩和传动设备的期望输出角速度。例如,当倾斜角接近 0 度时,围绕第二轴线的输出转矩最小,但围绕第二轴线的旋转速度最大。相反,当倾斜角接近 90 度时,围绕第二轴线的输出转矩最大,但围绕第二轴线的旋转速度最小。由于传动设备的输出动力是输出转矩和输出旋转速度的乘积,因而为了最大化输出动力,将需要选择使输出转矩和输出旋转速度的乘积最大化的倾斜角。

[0064] 因此,如果传动设备还包括用于调节倾斜角的调节装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。在这种情况下,也可设置用于选择传动设备的期望输出速度和 / 或期望输出转矩并相应调节倾斜角的装置。

[0065] 如果传动设备包括用于选择传动设备的期望输出角速度并使调节装置根据选定的输出角速度调节倾斜角的装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0066] 如果传动设备包括用于选择传动设备的期望输出转矩并使调节装置根据选定的输出转矩调节倾斜角的装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0067] 如果限制装置设置成阻止体部在减小倾斜角的方向围绕第三轴线的任何旋转,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0068] 用于施加转矩的装置被用来围绕倾斜轴线向体部施加转矩以便增加倾斜角。优选地,用于施加转矩的装置允许通过控制单元在传动设备操作期间控制转矩的值。如果使用合适的控制单元控制该用于施加转矩的装置如液压撞锤,则用于施加转矩的装置还可用作限制装置,以限制围绕倾斜轴线的反动运动,并按照期望的输出运动速度 / 输出转矩和 / 或期望的反动速度 / 反动转矩进一步将倾斜角调节为期望值。在此意义上,如果用于施加转矩的装置还用作限制装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0069] 所述用于施加转矩的装置用来对旋转轴施加转矩并从而还在增加倾斜角的方向上围绕第三轴线向体部施加转矩。所述用于施加转矩的装置还可用来阻止体部在与所施加的转矩相反的方向上围绕倾斜轴线旋转。所述用于施加转矩的装置还可用来将倾斜角调节为对应于期望的输出运动速度 / 输出转矩和 / 或期望的反动速度 / 反动转矩的期望值。

[0070] 为了在增加倾斜角的方向上围绕倾斜轴线向体部施加转矩、为了限制在减小倾斜角的方向上的反动运动、和为了将倾斜角调节为对应于期望的输出运动速度 / 输出转矩和 / 或期望的反动速度 / 反动转矩的期望值, 通过适当的控制单元控制所述用于施加转矩的装置的操作, 该控制单元被供应有来自传感器的输入信号, 例如位置信号、运动信号、速度信号、触碰信号、转矩信号和力信号。控制单元响应输入信号所产生的控制信号影响用于施加转矩的装置, 以调节围绕倾斜轴线向体部施加的转矩的值、限制反动运动和将倾斜角调节为期望值。

[0071] 如果限制装置包括单独的抵挡件, 则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。优选地, 抵挡件是能够在不消耗能量的情况下停止体部围绕倾斜轴线的旋转的装置, 例如止挡件或螺栓。

[0072] 如果第一轴线大致通过体部的质心且体部取向成使得体部的转动惯量被大致最大化, 则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。

[0073] 如果第一轴线和第二轴线相交, 则提供了方式 1 至 4 的第一优选实施例。优选地, 第一轴线和第二轴线中的任一者或两者大致通过体部的质心。减小体部的质心与第二轴线之间的距离并保持此距离的变化尽可能小增加了输出动力并提高了效率。当第二轴线通过体部的质心时, 在仅将该距离作为参数考虑的情况下, 效率最大。

[0074] 如果第一轴线和第二轴线不相交, 则提供了方式 1 至 4 的第二可供选择的实施例, 这种情况下, 倾斜角定义为当沿连接第一轴线和第二轴线的最短线的方向看去时第一轴线与第二轴线之间的锐角。表示这种几何关系的可供选择的方法是考虑第一轴线上的一点和考虑通过此点且平行于第二轴线的假想线。从而该倾斜角定义成第一轴线和此假想线相交形成的锐角。

[0075] 如果体部成型为如下形状, 则提供了方式 1 至 4 的优选实施例: 该形状确保了在体部围绕第一轴线旋转 360 度期间通过围绕第三轴线施加的转矩而在体部上构成的力场的改变被最小化。

[0076] 如果体部关于第一轴线成大致圆柱形对称且可包括圆柱, 则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。该体部可包括(轮)毂、连板和环形边缘。优选地, 毂的重量和连板的重量的总和低于边缘的重量。

[0077] 如果一个或多个下述传动设备构件由弹性模量高的材料制成, 则提供了方式 1 至 4 的优选实施例: 体部、用于安装体部的轴、沿着所述至少一个输出轴线的输出轴、受可变力作用的传动设备的部件。弹性模量高的材料包括弹性模量高于 70GPa、优选高于 100GPa 的任何材料。对于受可变力(相对于部件而言方向变化的力)作用的传动设备的部件使用弹性模量高的材料提高了传输效率并因此增加了输出转矩和提高了传动设备的效率。

[0078] 对体部使用弹性模量高的材料增加了输出转矩并且提高了传动设备的效率。对用于安装体部的轴使用弹性模量高的材料增加了输出转矩并且提高了传动设备的效率。对输出轴使用弹性模量高的材料增加了输出转矩并且提高了传动设备的效率。对于受可变力

(相对于部件而言方向变化的力)作用的传动设备的其它部件使用弹性模量高的材料增加了输出转矩并且提高了传动设备的效率。

[0079] 选择体部的材料使得其密度或密度分布适于提供所需的传动设备的输出原动力。因此,如果需要高输出原动力,则可使用具有高密度的材料,例如钢。但是,将钢成型为期望形状会很困难且因此很昂贵,因此,对于低的输出动力要求,可作为替代使用热塑性材料。

[0080] 对于传动设备,由于(a)传动设备的构件关于所述至少一个输出轴线的不对称性和/或(b)垂直于所述至少一个输出轴线定向的反动转矩的分量,可能会由于传动设备内的不平衡的力而产生不希望的振动。可通过依靠传动设备的安装装置安装/固定传动设备、优选通过将传动设备刚性地安装在固定的支撑件上来解决此问题。该固定的支撑件可为以下中的一个或多个:地面、地板、墙壁、天花板、外壳、容器、另一种类型的支撑件如架子、框架或构架。

[0081] 如果一个或多个平衡质量块安装成用于围绕第二轴线旋转,则提供了方式1至4的优选实施例。平衡质量块的作用可以是减少不对称性和通过产生平衡反动转矩的向心力来至少部分补偿这些不平衡的力。

[0082] 体部围绕第一轴线的旋转通过被称作“转动向量”的向量表示。转动向量等同于与体部围绕第一轴线的角向运动相关的角速度向量。在体部围绕第一轴线旋转时,如果在增加倾斜角的方向上在体部上施加转矩,则体部也开始围绕第二轴线旋转。体部围绕第二轴线的这种旋转通过以下被称为“输出运动向量”的向量表示。该输出运动向量等同于与体部围绕第二轴线的角向运动相关的角速度向量。

[0083] 当制造传动设备时,围绕第三轴线施加在体部上的转矩的向量(即,所施加的转矩向量)与输出运动向量之间的角度由于制造公差的存在而可能不是90度。如果所施加的转矩向量与输出运动向量之间的角度接近90度,则第二轴线的输出动力增加且传动设备的效率提高。在仅考虑此角度作为参数的情况下,当此角度为90度时输出动力及效率最大。

[0084] 如果传动设备包括用于调节围绕第三轴线施加在体部上的转矩的调节装置,则提供了方式1至4的优选实施例。

[0085] 为了减少马达的控制单元的复杂性,可使用多功能机构,以便在增加倾斜角的方向上施加转矩、限制在减小倾斜角的方向上的反动运动、和按照期望的输出运动速度/输出转矩和/或期望的反动速度/反动转矩将倾斜角调节为期望值。

[0086] 该多功能机构包括用于围绕倾斜轴线施加转矩的装置、用于机械地限制体部在介于下限角度值与上限角度值之间的两个方向上围绕倾斜轴线的旋转的装置、以及用于在马达操作期间将这些角度值调节为介于0度与90度之间(不包括0度和90度)的选定的下限角度值和介于选定的下限角度值与90度之间的上限角度值。

[0087] 该多功能机构优选包括力传感器、转矩传感器、位置传感器、运动传感器、速度传感器和触碰传感器。

[0088] 如果用于机械地限制体部在两个方向上围绕倾斜轴线的旋转的限制装置为至少一个抵挡件,则提供了方式1至4的优选实施例。

[0089] 又一种可选方案可以是提供多个传动设备,可将这些传动设备安装在一起且使它们以大致相同的频率但以彼此不同的相进行操作,该可选方案可单独使用或与上述方案中

的一个或两个结合使用。在这种情况下,如果传动设备的相间隔相等,则任何这样的振动都被最小化。这样,对于具有四个传动设备的系统,相可以是 0 度、90 度、180 度和 270 度。

[0090] 本发明因此扩展到一种上述类型的传动设备的组件,其结合有用于使每个传动设备以大致相同的旋转频率但以彼此不同的相位角旋转的装置和用于结合传动设备的输出原动力的装置。

[0091] 在这种情况下,优选的传动设备的数目为 4,且传动设备可有利地布置成 2×2 阵列。

[0092] 当使用包括多于一个传动设备的系统时,对于每一对传动设备而言,在传动设备操作期间保持传动设备的输出运动向量之间的角度的变化尽可能小增加了输出动力并提高了效率。

[0093] 当使用包括多于一个传动设备的系统时,对于至少一对传动设备而言,在传动设备操作期间,传动设备的输出运动向量之间的角度的变化优选小于 5 度。

[0094] 当使用包括多于一个传动设备的系统时,对于每一对传动设备而言,在传动设备操作期间保持传动设备的质心之间的距离的变化尽可能小增加了输出动力并提高了效率。

[0095] 本发明扩展到由如上所述的传动设备或传动设备的组件的输出原动力提供动力的车辆,例如公路车辆、飞行器或水运车辆。

[0096] 本发明还扩展到通过如上所述的传动设备或传动设备的组件的输出原动力提供动力的发电机。

[0097] 方式 1 至 4 的优选实施例通过一种传动设备、优选马达设备提供,该传动设备、优选马达设备包括:第二轴线,该第二轴线为第二可旋转支撑件的旋转轴线;第一轴线,该第一轴线为可旋转地设置在第一可旋转支撑件中的体部的旋转轴线,该第一轴线可旋转而在第一轴线与第二轴线之间形成一倾斜角;倾斜轴线,该倾斜轴线垂直于所述第二轴线,在增加倾斜角的方向上围绕该倾斜轴线在第一轴线上施加转矩;以及限制装置,该限制装置用于限制在减小倾斜角的方向上围绕倾斜轴线的旋转;其中体部以大于临界角速度的角速度旋转,使得产生减小的倾斜角;与第二支撑件稳固连接的所述第二轴线和/或所述倾斜轴线是至少一个输出轴线。

[0098] 由于在围绕第三轴线施加转矩的时间与围绕第三轴线施加的转矩产生第一轴线围绕传动设备的所述至少一个输出轴线的期望的旋转速度的时间之间由于体部的惯性而存在延迟,因此,在一些情形中通过围绕传动设备的第二轴线向体部提供额外的外部转矩来减少这种时间延迟是有利的,以便开始或加速第一轴线围绕传动设备的所述至少一个输出轴线的这种旋转。

[0099] 因此,如果该方法还包括围绕第二轴线向体部提供额外的外部转矩以作用初始加速度,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0100] 围绕传动设备的至少一个输出轴线向体部施加额外的外部转矩围绕传动设备的至少一个输出轴线向体部施加了初始加速度。这一点例如可通过手动地或借助附加的马达使传动设备的输出轴物理地旋转来实现。

[0101] 如果该方法还包括控制原动力源以使体部以大于体部的临界角速度的所述角速度围绕第一轴线旋转,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0102] 如果该方法还包括选择大于 10 度且小于 80 度的倾斜角(该倾斜角表示所述选定

的倾斜角),则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0103] 如果该方法还包括控制围绕第三轴线施加在体部上的转矩的值,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0104] 如果该方法包括限制体部围绕第三轴线的旋转、使得第一轴线相对于第二轴线的倾斜角大于 10 度且小于 80 度,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0105] 如果该方法还包括调节倾斜角,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。该方法还可包括通过调节倾斜角来产生围绕至少一个输出轴线之一的期望输出角速度。这样,在选择围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出速度之后,即,在选择围绕第二轴线或围绕第三轴线的期望输出速度之后,根据选定的输出速度调节倾斜角。该方法还可包括通过调节倾斜角来产生围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出转矩。这样,在选择围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出转矩之后,即,在选择围绕第二轴线或围绕第三轴线的期望输出转矩之后,根据选定的输出速度调节倾斜角。

[0106] 如果该方法还包括调节体部围绕第一轴线的速度,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。该方法还可包括通过调节体部围绕第一轴线的角速度来产生围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出角速度。这样,在选择围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出速度之后,即,在选择围绕第二轴线或围绕第三轴线的期望输出速度之后,根据选定的输出速度调节体部围绕第一轴线的速度。该方法也可还包括通过调节体部围绕第一轴线的角速度来产生围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出转矩。这样,在选择围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出转矩之后,即,在选择围绕第二轴线或围绕第三轴线的期望输出转矩之后,根据选定的输出转矩调节体部围绕第一轴线的速度。

[0107] 如果该方法还包括调节围绕第三轴线施加在体部上的转矩,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。该方法还可包括通过调节围绕第三轴线施加在体部上的转矩来产生围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出角速度。这样,在选择围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出速度之后,即,在选择围绕第二轴线或围绕第三轴线的期望输出速度之后,根据选定的输出速度调节围绕第三轴线施加在体部上的转矩。该方法也可还包括通过调节围绕第三轴线施加在体部上的转矩来产生围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出转矩。这样,在选择围绕该至少一个输出轴线之一的期望输出转矩之后,即,在选择围绕第二轴线或围绕第三轴线的期望输出转矩之后,根据选定的输出转矩调节围绕第三轴线施加在体部上的转矩。

[0108] 如果限制体部围绕第三轴线的旋转还包括阻止体部在减小倾斜角的方向上围绕第三轴线的旋转,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0109] 如果该方法还包括在校准状态下使用所提供的旋转动力的一部分来执行体部围绕第一轴线的旋转,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。在此情况下,因此使用的动力量优选足以克服由于体部围绕第一轴线的旋转产生的摩擦而引起的能量损耗。

[0110] 增加框架的刚性增加了输出动力并提高了效率。框架平面定义为通过框架上任何三个不共线的点的平面。对于所有可能的框架平面对,在传动设备操作期间保持第一平面的法向量与第二平面的法向量之间的角度的变化尽可能小增加了输出动力并且提高了效率(如果仅将此角度作为参数考虑)。这样,如果该方法还包括保持第一框架平面的法向量与第二框架平面的法向量之间的角度的变化小于 5 度,则提供了方式 5 至 12 的优

选实施例。

[0111] 在传动设备操作期间减少输出轴相对于框架的摇摆增加了输出动力并提高了效率。对于所有可能的框架平面而言,在传动设备操作期间保持输出运动向量与框架平面的法向向量之间的角度的变化尽可能小增加了输出动力并且提高了效率。对于所有可能的框架平面而言,如果输出运动向量与框架平面的法向向量之间的角度在传动设备操作期间未发生改变,则在仅将此角度作为参数考虑的情况下效率最大。因此,如果该方法还包括保持围绕该至少一个输出轴线的输出角速度的向量与框架平面的法向向量之间的角度的变化小于 5 度,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0112] 如果该方法还包括保持体部围绕第一轴线的角向运动的角速度向量与体部平面的法向向量之间的角度的变化小于 5 度,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例。

[0113] 对于根据本发明的提供旋转的方法而言,考虑围绕第二轴线的被称为“临界输出速度”的角速度是重要的。当负载沿第二轴线与输出轴连接时可理解围绕第二轴线的临界输出速度的重要性。如果沿第二轴线与输出轴连接的负载的阻力使得围绕第二轴线的输出运动的速度降低到围绕第二轴线的临界输出速度以下,则反动转矩将中止且马达的效率降低。可将围绕第二轴线的临界输出速度与汽车发动机的空转速度进行比较。

[0114] 可按以下方式确定围绕第二轴线的“临界输出速度”:

[0115] 1. 以大于临界角速度的角速度围绕第一轴线转动体部,使得存在反动运动。

[0116] 2. 制动体部围绕第二轴线的旋转,直到反动运动停止为止。在反动运动停止时围绕第二轴线的速度被称为围绕第二轴线的临界输出速度。

[0117] 围绕第二轴线的临界输出速度随转动速度(即,体部围绕第一轴线的角速度)、所施加的转矩的值、和倾斜角而变化。其它影响参数包括系统的结构和环境条件。

[0118] 传输效率还取决于传动设备操作期间体部相对于第一轴线的弯曲。体部平面定义为通过体部上任何三个不共线的点的平面。对于所有可能的体部平面而言,在操作期间保持转动向量与体部平面的法向向量之间的角度的变化尽可能小增加了输出动力并且提高了效率。对于所有可能的体部平面而言,如果转动向量与体部平面的法向向量之间的角度在传动设备操作期间未发生改变,则在仅将此角度作为参数考虑的情况下效率最大。

[0119] 如果该方法还包括以下步骤,则提供了方式 5 至 12 的优选实施例:调节围绕第二轴线施加在体部上的转矩,从而达到恒定或减小的倾斜角。换句话说,选择例如通过沿第二轴线施加在输出轴上的负载而围绕第二轴线施加的转矩的值,从而达到恒定或减小的倾斜角,即,使得反动转矩的值等于或大于围绕第三轴线施加在体部上的转矩的值。

[0120] 减小传动设备的摩擦阻力提高了效率。例如,使用磁支承件、和/或使用用于润滑支承件的润滑装置如油或油脂、和/或将传动设备置于真空容器中来减小摩擦阻力。

[0121] 由于传动设备所提供的动力是输出转矩与输出运动速度的乘积或反动转矩和反动速度的乘积,因此,为了使此动力最大化,将需要选择使输出转矩与输出运动速度的乘积或反动转矩与反动速度的乘积最大化的围绕第一轴线的转动速度、围绕第三轴线施加的转矩的值和倾斜角。

[0122] 如果传动设备还包括用于调节转动速度的装置、用于调节所施加的转矩的装置和用于调节倾斜角的装置,则提供了方式 1 至 4 的优选实施例。这种情况下,可设置用于选择传动设备的期望输出运动速度和/或期望输出转矩和相应地调节转动速度、所施加的转矩

以及倾斜角的装置。也可设置用于选择传动设备的期望反动速度和 / 或期望反动转矩和相应地调节转动速度、所施加的转矩以及倾斜角的装置。

[0123] 如果体部可与单独的旋转马达联接并可与该单独的旋转马达分离,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0124] 如果测试设备包括用于提供体部与该单独的旋转马达之间的联接的装置(其中,该联接装置作为插入式联轴器形成),则提供了方式 13 的优选实施例。

[0125] 如果体部暂时地、优选起始由单独的旋转马达驱动,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0126] 如果测试设备包括一个或多个用于测量一个或多个以下参数的测量装置,则提供了方式 13 的优选实施例:体部围绕转动轴线的角速度、体部围绕转动轴线的旋转方向、输出轴的角速度、输出轴的旋转方向、围绕倾斜轴线的角速度、围绕倾斜轴线的旋转方向、一个或多个前述参数的时间进程。

[0127] 如果能够更换体部以便改变一个或多个以下体部参数,则提供了方式 13 的优选实施例:质量、几何形状、弹性模量、转动惯量、密度分布。

[0128] 如果体部沿转动轴线的位置是可变的,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0129] 如果体部相对于杆臂的形成的位置是可变的,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0130] 如果测试设备包括用于限制转动轴线以最终倾斜角围绕倾斜轴线的运动的限制装置,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0131] 如果测试设备包括用于测量体部的支撑装置在最终倾斜角所施加的力的力测量装置,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0132] 如果限制装置包括设置在输出轴或体部的支撑装置上并与输出轴和 / 或体部的支撑装置配合的止挡件,则提供了方式 13 的优选实施例。

[0133] 如果测试设备包括用于围绕倾斜轴线施加转矩的装置(其中,所施加的转矩与体部的质量无关),则提供了方式 13 的优选实施例。

[0134] 根据方式 13 和 14 的术语“支架”是指用于支撑体部的任何类型的支撑设备,例如平衡架(gimbal)。

[0135] 如果该方法还包括在未观察到转动轴线围绕倾斜轴线的旋转的情况下确定体部围绕转动轴线的角速度(所确定的角速度为临界角速度),则提供了方式 14 的优选实施例。

[0136] 如果该方法还包括针对一个或多个以下参数的不同值确定临界角速度,则提供了方式 14 的优选实施例:杆臂、转动轴线的初始倾斜角。

[0137] 如果该方法还包括根据各种参数、特别是根据初始或最终倾斜角确定体部围绕转动轴线的角速度与输出轴的角速度的比率,则提供了方式 14 的优选实施例。

附图说明

[0138] 通过阅读以下结合附图对目前优选的示例性实施例的详细描述,将更好地理解本发明的这些及更多特征和优点,在附图中:

[0139] 图 1 示出按照本发明的一个优选实施例的传动设备的示意图;

[0140] 图 2 是示出图 1 的传动设备的构件的旋转轴线的相对取向的图;

[0141] 图 3 是示出作用转矩以提供图 1 的传动设备的输出原动力的方向的图;

- [0142] 图 4 显示了可供选择的施加转矩的方案；
- [0143] 图 5 显示了测试设备的一个实施例；
- [0144] 图 6 显示了测试设备的另一个实施例；
- [0145] 图 7 显示了作为图 6 的细节的限制装置的一个实施例；
- [0146] 图 8 显示了限制装置的另一个实施例；
- [0147] 图 9 显示了限制装置的第三实施例；
- [0148] 图 10 显示了传动设备阵列的一个实施例；
- [0149] 图 11 显示了力场的图解；
- [0150] 图 12 显示了向量的图解；以及
- [0151] 图 13 显示了体部的连接臂长度的图解。

具体实施方式

[0152] 参照图 1, 传动设备 1 包括共轴地安装在旋转轴 3 上以便随之围绕第一轴线 4 旋转的实心圆柱形轮形式的体部 2。旋转轴 3 通过内支承件 6 安装在内支架 5 中。内支架 5 通过外支承件 8 安装在外支架 7 内以便限制内支架 5 围绕倾斜轴线 16 的旋转, 而第二支架 7 又通过框架支承件 10 安装在框架 9 内, 这样第二支架 7 可相对于框架 9 围绕构成传动设备 1 的输出轴线的第二轴线 11 旋转。除第二轴线 11 以外或代替第二轴线 11, 倾斜轴线 16 构成传动设备 1 的输出轴线。

[0153] 通过电动马达 12 或任何其它输入原动力源使轮 2 的旋转轴 3 围绕第一轴线 4 旋转。电动马达 12 可由电池提供动力。旋转轴 3 安装成相对于传动设备 1 的输出轴线 11 成倾斜角 θ , 其中该倾斜角 θ 大于 0 度且小于 90 度。

[0154] 这可在图 2 中更加清楚地看出。轮 2 的旋转轴线沿着第一轴线 4。轮 2 安装成使得第一轴线 4 和第二轴线 11 在轮 2 的质心 CM 相交。第二轴线 11 和倾斜轴线 16 所在的平面 13 在图 2 中示出以更加清楚地示出轮 2 的空间位置, 并且沿三维笛卡尔坐标系的方向的三个向量纯粹是为了示出轴线 4、11、16 的相对取向而示出的。

[0155] 在图 1 所示的传动设备 1 中, 液压撞锤 15 用来围绕第三轴线 16 对旋转轴 3 并从而对轮 2 施加转矩, 该第三轴线 16 被限定为倾斜轴线, 其既垂直于第一轴线 4, 又垂直于第二轴线 11。撞锤 15 所施加的转矩被定向在增加倾斜角 θ 的方向上。

[0156] 该施加的转矩引起第一轴线 4 围绕传动设备 1 的第二轴线 11 的旋转。

[0157] 液压撞锤 15 还用来阻止第一轴线 4 在与所施加的转矩的方向相反 (即使得倾斜角 θ 减小) 的方向上围绕倾斜轴线 16 旋转。

[0158] 在传动设备 1 的操作中, 首先使轮 2 围绕第一轴线 4 旋转, 直到它超出预定的临界旋转速度 ω_c 为止。然后致动液压撞锤 15, 以便经由内支承件 6 和旋转轴 3 围绕倾斜轴线 16 且在增加倾斜角 θ 的方向上间接地向轮 2 施加转矩。这使得第一轴线 4 围绕输出轴线 11 旋转。但是, 由于轮 2 围绕第一轴线 4 的高于临界旋转速度 ω_c 的旋转, 产生了反动转矩 (reaction torque), 该反动转矩具有同样围绕倾斜轴线 16 但方向相反 (即在减小倾斜角 θ 的方向上) 的分量。此反动转矩导致第一轴线 4 在减小倾斜角 θ 的方向上围绕倾斜轴线 16 旋转。但是, 此运动随后被液压撞锤 15 阻止, 该液压撞锤用作停止旋转轴 3 的旋转的抵挡件。结果, 的轮 2 的旋转速度 ω_{spin} 、旋转轴 3 的旋转速度、第一支架 5 的旋转速度以及

第二支架 7 围绕第二轴线 11 (为输出轴线) 的旋转速度 ω_{out} 增加。在这个阶段,可向传动设备 1 的此输出轴线施加负载。

[0159] 液压撞锤 15 的操作由控制单元 17 控制,该控制单元 17 被供应有来自安装在液压撞锤 15 上的传感器 (未示出) 的位置信号。由控制单元 17 响应于位置信号产生的控制信号影响液压撞锤 15 中的液压压力,以便使内支架 5 相对于外支架 7 旋转到期望倾斜角 θ 。

[0160] 控制单元 17 提供用于控制轮 2 的旋转速度、倾斜角 θ 和所施加的转矩大小的控制信号。如上所述,倾斜角 θ 通过液压撞锤 15 控制。通过控制这些参数,可控制传动设备 1 的输出旋转速度 ω_{out} 。

[0161] 形式为带 18、交流发电机 (alternator) 19、电线束 (电线, electrical harness) 20 和控制单元 17 的反馈机构可用于将在第二轴线 11 处供应的输出原动力的一部分再供回给电动马达 12。

[0162] 图 3 中示出施加转矩所围绕的倾斜轴线 16 的取向以及转矩的方向,其中可看出轮 2 围绕第一轴线 4 旋转,该第一轴线 4 相对于第二 (即,输出) 轴线 11 成倾斜角 θ 。由液压撞锤 15 施加的转矩在箭头 21 所示的方向上施加,且在箭头 22 所示的方向上产生反动转矩。

[0163] 尽管在优选实施例中第一轴线 4 和第二轴线 11 在轮 2 的质心 CM 处相交,但是可设想其中第一轴线 4 和第二轴线 11 不相交的可供选择的设置,在这种情况下,第一轴线 4 或第二轴线 11 中任一者可通过轮 2 的质心 CM,或第一轴线 4 和第二轴线 11 两者都不通过轮 2 的质心 CM。

[0164] 应该理解的是,尽管优选实施例中的传动设备 1 的输出轴线 11 被示出是水平的,但是,在输出轴线 11 为任意希望的取向的情况下传动设备 1 也可以操作。

[0165] 为了分别确定和估计用于如结合图 1 至图 3 在前面描述中所述的传动设备的设计和操作的参数,已开发一种测试设备。此测试设备的设计及其操作功能在图 4 的示意图中描述。

[0166] 此方案的主要特征是通过偏心地安装的体部 2——例如具有质量 m 的实心圆柱形轮——向倾斜轴线 16 施加转矩,并且不需要用于施加转矩的外部设备,例如如图 1 所示的撞锤 15。图 4 所示的方案与图 3 所示的传动设备的方案相比构成了改型和简化,因为不需要用于施加转矩的外部设备。图 4 所示的方案的另一个显著特征是用于限制转动轴线 4 围绕倾斜轴线 16 的旋转的限制装置。

[0167] 该测试设备能够以不同实施例设计。测试设备的两个不同实施例在下面详细描述图 5 和图 6 中示出。

[0168] 测试设备的目的是提供用于在测量其它参数的同时改变参数的可能性。为此,该测试设备的具体实施例具有特别的设备,例如能实现使用不同旋转体的联接设备、用于调节杆臂的调节设备、可调的限制装置以及用于测量诸如不同旋转轴线的旋转速度和旋转方向之类的参数的各种测量单元。

[0169] 图 4 示意性地示出其中体部 2 的质量 m 用于围绕倾斜轴线 16 施加转矩的情形。体部 2 围绕构成转动轴线的第一轴线 4 旋转。转动轴线 4 相对于构成输出轴线的竖直的第二轴线 11 成倾斜角 θ 。转动轴线 4 能够围绕既垂直于转动轴线 4 又垂直于竖直的输出轴线 11 的倾斜轴线 16 旋转。同时,转动轴线 4 能够围绕输出轴线 11 旋转。这样,体部 2 能够围

绕三个不同轴线旋转,即:围绕转动轴线 4、围绕竖直的输出轴线 11 以及围绕水平的倾斜轴线 16。

[0170] 体部 2 安装在第一轴线 4 上而与第一轴线 4、输出轴线 11 和倾斜轴线 16 相交的交点 IP 间隔开。体部 2 的质心 CM 与倾斜轴线 16 之间的距离为 l ,这样构成了长度为 l 的杆臂。体部 2 承受重力,产生作用在体部 2 的质心 CM 上的重力

$$[0171] \quad F_G = mg \quad (\text{式 1})$$

[0172] 其中 g 为平均值为 9.81m/s^2 的重力加速度。施加在体部 2 上的力 F_G 施加围绕倾斜轴线 16 的转矩 T 。转矩 T 的值为

$$[0173] \quad T = F_G l \sin \theta = m g l \sin \theta \quad (\text{式 2})。$$

[0174] 转矩 T 在箭头 21 所示的方向上被施加。如果体部 2 以大于临界角速度 ω_c 的角速度 ω_{spin} 围绕第一轴线 4 旋转,则反动转矩在箭头 22 所示的方向上产生。由于反动转矩的值大于由于体部重量产生的转矩 T 的值,所以反动转矩导致倾斜角 θ 减小。如果体部 2 以小于临界角速度 ω_c 的角速度 ω_{spin} 围绕第一轴线 4 旋转,则反动转矩的值小于由于体部重量产生的转矩 T 的值,并且倾斜角 θ 增加。

[0175] 已在实验中测量并记录了体部 2 围绕转动轴线 4、输出轴线 11 和倾斜轴线 16 的旋转,这些实验将在下面通过测量值进行证明。转动轴线 4 围绕输出轴线 11 的旋转被认为与刚体理论中公知的进动作用相关。

[0176] 图 5 的测试设备

[0177] 图 5 显示了根据图 4 所示方案进行工作的测试设备的一个实施例。

[0178] 图 5 的测试设备与图 1 所示传动设备的实施例相比的主要不同之处在于,图 5 所示测试设备的体部 2 被偏心地安装而构成长度为 l 的杆臂。术语“偏心”这里是指体部 2 的质心 CM 并不是像图 1 至 3 所示的体部那样定位在交点 IP 处。因此,体部 2 承受重力,即:质量为 m 的体部 2 施加围绕倾斜轴线 16 的转矩。

[0179] 该测试设备包括体部 2,例如实心圆柱形轮,其共轴地安装在旋转轴 3 上以便随之旋转。旋转轴 3 的纵向轴线是沿转动轴线 4 设置的。旋转轴 3 通过内支承件 6 可旋转地安装在内平衡架 5 中。内平衡架 5 安装在外平衡架 7 内以便通过外支承件 8 围绕倾斜轴线 16 旋转。第二平衡架 7 安装在输出轴 110 上,该输出轴 110 的纵向轴线是沿竖直输出轴线 11 设置的。

[0180] 竖直输出轴 110 由支承件 40 支承,使得输出轴 110 可围绕其纵向轴线旋转。支承件 40 附装在支撑件 41 如三脚架上,以便沿竖直输出轴线 11 保持输出轴 110。例如通过螺钉将支撑件安装在地面上。

[0181] 转动轴线 4 相对于输出轴线 11 成倾斜角 θ 。体部 2 安装在第一轴线 4 上而与第一轴线 4、输出轴线 11 和倾斜轴线 16 的交点 IP 间隔开。体部 2 的质心 CM 与倾斜轴线 3 相距距离 l 。体部 2 承受重力,造成作用在体部 2 的质心 CM 上的重力 $F_G = m g$,其中 m 为体部 2 的质量,而 g 为平均值为 9.81m/s^2 的重力加速度。作用在体部 2 上的力 F_G 施加围绕倾斜轴线 16 的转矩 T 。转矩 T 的值为 $T = F_G l \sin \theta = m g l \sin \theta$ 。

[0182] 旋转轴 3 包括用于与外部原动力源容易联接的联接装置 33。外部原动力源例如手摇钻 (brace) 或钻机 (drill) 被用于使体部 2 围绕转动轴线 4 以角速度 ω_{spin} 转动。但是,也可通过任何其它输入原动力源提供体部 2 的角速度 ω_{spin} ,例如通过固定地设置在体部 2

或旋转轴 3 上的电动马达。

[0183] 该测试设备还包括用于限制倾斜角 θ 的允许范围的限制装置 210。限制装置 210(图 5 中未详细示出)可结合在外支承件 8 中。限制装置 210 将旋转轴 3 的枢转运动限制在介于最小倾斜角 θ_{\min} 与最大倾斜角 θ_{\max} 之间的枢转范围内。

[0184] 使体部 2 以角速度 ω_{spin} 旋转。体部 2 的角速度与体部 2 围绕倾斜轴线 16 所施加的转矩相结合造成输出轴 110 的旋转。

[0185] 对于体部 2 而言,存在临界角速度 ω_c ,该临界角速度 ω_c 依赖于倾斜角 θ 。目的是确定体部 2 的临界角速度 ω_c 。对于介于 0° 与 90° 之间的倾斜角 θ ,可按如下方式确定临界角速度 ω_c 。假设体部 2 围绕转动轴线 4 以角速度 ω_{spin} 旋转。如果角速度 ω_{spin} 导致旋转轴 3 在增加倾斜角 θ 的方向上(即图 5 中向下)围绕倾斜轴线 16 旋转,则体部 2 的角速度 ω_{spin} 低于临界角速度 ω_c 。如果角速度 ω_{spin} 导致旋转轴 3 在减小倾斜角 θ 的方向上(即图 5 中向上)围绕倾斜轴线 16 旋转,则体部 2 的角速度 ω_{spin} 大于临界角速度 ω_c 。如果角速度 ω_{spin} 未导致旋转轴 3 围绕倾斜轴线 16 的旋转,则体部 2 的角速度 ω_{spin} 等于临界角速度 ω_c 。

[0186] 可将对于临界角速度 ω_c 的确定归纳在以下程序中:

[0187] 步骤 1:选择体部 2 围绕转动轴线 4 的角速度的值 ω_{spin} 。

[0188] 步骤 2:如果角速度 ω_{spin} 导致在增加倾斜角 θ 的方向上围绕倾斜轴线 16 的旋转,则进行步骤 3;

[0189] 如果角速度 ω_{spin} 导致在减小倾斜角 θ 的方向上围绕倾斜轴线 16 的旋转,则进行步骤 4;

[0190] 如果角速度 ω_{spin} 未导致围绕倾斜轴线 16 的旋转,则确定体部 2 的临界角速度 ω_c 为: $\omega_c = \omega_{\text{spin}}$ 。

[0191] 步骤 3:增加 ω_{spin} 的值并进行步骤 2。

[0192] 步骤 4:减小 ω_{spin} 的值并进行步骤 2。

[0193] 临界角速度 ω_c 取决于体部 2 的几何形状和质量、体部的材料的密度分布、转动轴线 4 与输出轴线 11 之间的倾斜角 θ 、距离 l (即,转矩的值)以及特定的环境条件如环境温度和湿度。

[0194] 图 5 的测试设备的优点在于,可采用两种不同方式中的任一种容易地定位体部 2。在第一种方式中,可将体部 2 偏心地安装在旋转轴 3 上,如图 5 所示,使得体部 2 的质心 CM 与交点 IP 之间的距离为 l 。在此情形中,体部 2 的质量 m 围绕倾斜轴线 16 施加值为 $T = m g l \sin \theta$ 的转矩 T 。在替换方式中,可将体部 2 安装在旋转轴 3 上,使得体部 2 的质心 CM 位于交点 IP 处,这对应于极端情况 $l = 0$ 。在此情形中,体部 2 的质量 m 未围绕倾斜轴线 16 施加转矩。在此替换情况下,为了围绕倾斜轴线 16 施加转矩,需要提供外部的转矩施加装置,例如在整个倾斜角范围上施加恒定转矩的撞锤。

[0195] 图 6 的测试设备

[0196] 图 6 显示了根据图 4 所示方案进行工作的测试设备的另一个实施例。

[0197] 除平衡架 5 和 7 之外,图 6 的测试设备类似于图 5 的测试设备。代替平衡架 5 和 7,图 6 的测试设备包括输出轴 110 和枢转臂 30。枢转臂 30 通过枢轴 31 以枢转方式安装在输出轴 110 上,使得枢转臂 30 可围绕倾斜轴线 16 旋转。枢转臂 30 向下延长超出枢轴 31

以使枢转臂 30 能够与限制装置 210 配合。关于枢转臂 30 的质量,枢转臂 30 的质心相对于枢轴 31 定位成使得没有转矩单独施加在枢转臂 30 上。

[0198] 枢转臂 30 包括支承件 32,从而体部 2 可以围绕构成枢转臂 30 的纵向轴线的转动轴线 4 旋转。支承件 32 的位置可沿枢转臂变化以便调节杆臂的长度 1。

[0199] 该测试设备还包括用于限制倾斜角 θ 的允许范围的限制装置 210。限制装置 210 可与输出轴 110 或枢转臂 30 稳定地连接。限制装置 210 将枢转臂 30 的枢转运动限制在介于最小倾斜角 θ_{\min} 与最大倾斜角 θ_{\max} 之间的枢转范围内。图 7 显示了限制装置 210 的详图。

[0200] 优选地,图 5 和图 6 的测试设备的元件、特别是体部 2 由具有优选高于 70GPa 的高弹性模量的材料制成,例如刚性材料如钢或铝。

[0201] 限制装置

[0202] 图 7 显示了用于限制倾斜角 θ 的范围的限制装置 210 的第一实施例。限制装置 210 包括在枢轴 31 下方固定地设置在输出轴 110 上的一对平行金属板 221。金属板 221 彼此间隔开以形成竖直通廊,枢转臂 30 可在其中围绕倾斜轴线 16 自由地上下移动。各金属板 221 包括成列的孔 213。两个金属板 221 的成列的孔相对于彼此对齐,使得金属螺栓 214、215 可穿过两个对齐的孔 213 水平滑动。下部的金属螺栓 214 插入下部位置,从而在最小倾斜角 θ_{\min} 形成用于枢转臂 30 的止挡件。上部的金属螺栓 215 插入上部位置,从而在最大倾斜角 θ_{\max} 形成用于枢转臂 30 的止挡件。

[0203] 图 8 显示了用于限制倾斜角 θ 的范围的限制装置 210 的可供选择的实施例。除了限制装置 210 的位置之外,图 8 的限制装置 210 的功能类似于图 7 的限制装置 210 的功能。与图 7 的一对金属板 221 相反,图 8 的一对金属板定位在枢轴 31 表面和上方。下部的金属螺栓 214 插入下部位置,从而在最大倾斜角 θ_{\max} 形成用于枢转臂 30 的止挡件。上部的金属螺栓 215 插入上部位置,从而在最小倾斜角 θ_{\min} 形成用于枢转臂 30 的止挡件。

[0204] 图 9 显示了限制装置 210 的再另一个实施例。限制装置 210 包括:圆形金属板 50,其具有接近板 50 的圆周的曲线形孔 51;第一止挡件 52 和第二止挡件 53,它们从板 50 突出并且可沿孔 51 移动;以及螺栓 54,其可在第一止挡件 52 与第二止挡件 53 之间移动。板 50 与图 1 所示的传动设备 1 的外支架 7 固定地连接,使得倾斜轴线 16 通过板 50 的中心并垂直于板 50 的平面。沿倾斜轴线 16 的枢轴 31 通过板的中心并从板 50 突出。螺栓 54 的一端与突出的枢轴 31 固定地连接,使得螺栓 54 从倾斜轴线 16 成 90 度延伸。选择螺栓 54 的长度使得螺栓 54 围绕倾斜轴线 16 的枢转运动被第一止挡件 52 和第二止挡件 53 限制。

[0205] 即使在传动设备 1 操作期间也可单独改变第一止挡件 52 和第二止挡件 53 的位置。例如可通过传动机构实现第一止挡件 52 或第二止挡件 53 的位置的改变。第一止挡件 52 和第二止挡件 53 的相应位置限定了允许螺栓 54 围绕倾斜轴线 16 枢转的最大角度范围 α 。这样,即使在传动设备 1 的操作期间也可限定和改变介于第一轴线 4 与第二轴线 11 之间的倾斜角 θ 的允许范围。

[0206] 阵列

[0207] 图 10 显示了四个传动设备的优选的 2×2 阵列。该 2×2 阵列包括具有图 1 所示传动设备 1 的类型的四个传动设备,其中该四个传动设备的框架 9 已被组装在单个阵列框架 90 中。沿四个传动设备的第二轴线 11 的输出轴 110 从阵列框架 90 的前侧突出。各输

出轴 110 的输出原动力通过四个斜齿轮 29 回转,以便使四个传动设备的相应的输出原动力集中到一个总的输出轴 36 中。四个传动设备均包括具有带 18 和交流发电机 19 的反馈装置,以便将输出原动力反馈到传动设备中。

[0208] 力场

[0209] 图 11 显示了作用在厚度为 dx 的圆柱形体部 2 上的力场 201。图 11 显示了体部 2 的平面 200 相对于体部 2 的旋转轴线垂直设置。图 11 的平面显示了沿三维笛卡尔坐标系的方向的三个向量 x 、 y 、 z ,以示出平面 200 和力场 201 的取向。转矩围绕第三轴线 16 施加在体部 2 上。

[0210] 第三轴线 16 沿笛卡尔坐标系的 x 向方向延伸并通过体部平面 200 的点 A 和点 B。转矩向量指向笛卡尔坐标系的 x 向。使用右手法则确定该转矩产生的旋转方向 21:使用右手,将姆指指向转矩向量的方向。卷曲的手指显示旋转方向。

[0211] 力场 201 由力向量组成。图 11 中示例性地示出了力场 201 的四个力向量 100 至 103。对于厚度为 dx 的圆柱形体部 2 而言,图 11 所示的力场的形状与在被迫弯曲的杆件的圆形截面上产生的力场相同。力向量 100 和 101 是具有最大值的力场 201 的力向量。它们分别指向正和负 z 方向。力向量 102 和 103 是具有较小值的力场 201 的力向量,取决于它们在体部平面 201 上的位置。它们分别指向正和负 z 方向。

[0212] 向量

[0213] 图 12 示出了与根据本发明的一个实施例的传动设备中出现的旋转运动相关的向量的取向。图 12 显示了传动设备的圆柱形轮 2。轮 2 的质心位于第一轴线 4、第二轴线 11 和第三轴线 16 相交的交点 IP 处。该平面纯粹是为了清楚表明轴线 4、11、16 与轮 2 的相对取向而示出的。

[0214] 轮 2 旋转,其中轮 2 的旋转轴线沿第一轴线 4。轮 2 围绕第一轴线 4 的角向运动的角速度向量被称为转动向量 V_1 。

[0215] 在增加第一轴线 4 与第二轴线 11 之间的倾斜角的方向上围绕第三轴线 16(即倾斜轴线)在轮 2 上施加转矩。围绕第三轴线 16 施加的转矩的转矩向量被称为围绕第三轴线施加的转矩向量 V_3 。

[0216] 围绕第三轴线 16 施加的转矩使第一轴线 4 围绕第二轴线 11 进动。第一轴线 4 围绕第二轴线 11 的角向运动的角速度向量被称为输出运动向量 V_2 。

[0217] 连接臂长度

[0218] 图 13 显示了用于说明连接臂长度的定义的图解。图 13 显示了根据本发明的传动设备的第一轴线 4 和第二轴线 11。两个轴线 4、11 均设置在图 13 的图面内。第一轴线 4 通过枢轴以枢转方式安装在第二轴线 11 上,使得第一轴线 4 可围绕枢轴 34 的中心在图 13 的图面内旋转。第一轴线 4 相对于第二轴线 11 定方向成一倾斜角 θ 。第一轴线 4 构成体部 2 的转动轴线(即旋转轴线)。

[0219] 图 13 显示了体部 2 的外形,该体部安装在传动设备上以便围绕转动轴线 4 旋转,从而使得转动轴线 4 通过体部 2 的质心 CM 并且体部 2 的转动惯量被最大化。

[0220] 图 13 显示了体部 2 关于中央平面 250(即通过体部 2 的质心 CM 且正交于第一轴线 4 的平面)不对称的情况。在此情况下,在两个可能的安装取向中,使用体部 2 的质心 CM 与第三轴线 16 之间的距离较小、优选通过枢轴 34 的中心的安装取向。

[0221] 有无穷多个平面与体部 3 相交并正交于转动轴线 4。在这些平面当中,将与枢轴 34 的中心之间的距离最小的平面定义为连接平面 P_c 。按照连接平面 P_c ,将连接臂的长度 l_c 定义为连接平面 P_c 和转动轴线 4 的交点与枢轴 34 的中心之间的距离。连接臂的长度 l_c 不同于被定义为体部 2 的质心 CM 与第三轴线 16 之间的距离的杆臂的长度。

[0222] 实验

[0223] 以下四个实验 1 至 4 是使用图 6 所示的测试设备执行的。在实验中使用了如下表 1 限定的九个不同体部:

[0224] 表 1:体部 A、B、C、D、E、F、G、H 和 J 的参数

[0225]

	形状	材料	质量 [kg]	外径 [mm]	内径 [mm]	高度 [mm]
体部 A	环形	钢	11.324	520	480	20
体部 B	圆柱形	钢	9.785	390	-	10
体部 C	圆柱形	铝	3.846	390	-	10
体部 D	圆柱形	铝	9.684	240	-	80
体部 E	圆柱形	钢	0.107	60	-	5
体部 F	圆柱形	钢	0.172	60	-	8
体部 G	圆柱形	钢	0.431	60	-	20
体部 H	环形	钢	0.694	60	30	40
体部 J	环形	钢	0.858	60	30	50

[0226] 所使用的钢的密度为 7850kg/m^3 ,所使用的铝的密度为 2700kg/m^3 。

[0227] 实验 1

[0228] 在此实验中,我们对如表 1 中所示的四个体部 A、B、C 和 D 进行测试,对于两个不同倾斜角测量了这些体部的临界角速度 ω_c 。在图 6 的测试设备中进行该实验。体部的质心 CM 设置在与交点 IP 相距大约 0.072m 的距离 l 处。

[0229] 在第一轮实验中,将倾斜角 θ 设为 45 度。测出的值在表 2a 中给出。

[0230] 表 2a:在 $\theta = 45^\circ$ 时的临界角速度 ω_c ,使用图 6 的测试设备在实验 1 中测量

[0231]

	围绕倾斜轴线施加的转矩的值 [Nm]	临界角速度 ω_c [rpm]
体部 A	9.14	99
体部 B	5.58	381
体部 C	2.20	192
体部 D	6.48	410

[0232] 单位“rpm”是指“转每分”,即 60rpm 对应于 1Hz。

[0233] 在第二轮实验中,将倾斜角 θ 设为 25 度。测出的值在表 2b 中给出。

[0234] 表 2b :在 $\theta = 25^\circ$ 时的临界角速度 ω_c ,使用图 6 的测试设备在实验 1 中测量
[0235]

	围绕倾斜轴线施加的转矩的值 [Nm]	临界角速度 ω_c [rpm]
体部 A	5.46	85
体部 B	3.33	280
体部 C	1.31	160
体部 D	3.81	355

[0236] 实验 2

[0237] 此实验的目的是为了表明,当体部的角速度 ω_{spin} 小于临界角速度 ω_c 时,体部 2 下落,即 :在与体部 2 的质量 m 上的重力引起的、所施加的转矩相同的方向上围绕倾斜轴线 16 旋转。

[0238] 可将该实验归纳在以下步骤中 :

[0239] 1. 利用外部的原动力源使体部 2 围绕转动轴线 4 旋转直到初始角速度 ω_{spin} ,该初始角速度 ω_{spin} 低于体部针对初始倾斜角 θ_{min} 的临界角速度 ω_c 。

[0240] 2. 将体部 2 定位在初始倾斜角 θ_{min} 。

[0241] 3. 在初始倾斜角 θ_{min} 释放体部 2。

[0242] 4. 测量体部 2 在初始倾斜角 θ_{min} 开始并在最终倾斜角 θ_{max} 结束的、围绕倾斜轴线 16 旋转的持续时间。

[0243] 5. 在此旋转期间,测量输出轴 11 的最大输出角速度 ω_{out} 。

[0244] 已对表 1 中指定的三个体部 A、B 和 C 进行这五个步骤。已按如下方式执行具有前述五个步骤的实验。

[0245] 将体部 2 定位在枢转臂 30 上,与倾斜轴线 16 相距距离 $l = 0.072\text{m}$ 。调节限制装置 210 使得它们将倾斜角 θ 限制在介于最小倾斜角 $\theta_{min} = 30^\circ$ 与最大倾斜角 $\theta_{max} = 80^\circ$ 之间的范围。

[0246] 将枢转臂 30 最初定位在倾斜角 $\theta_{min} = 30^\circ$,然后释放。如果体部 2 不旋转,则它在重力作用下下落,并且枢转臂 30 在增加倾斜角 θ 的情况下围绕倾斜轴线 16 旋转。从初始倾斜角 $\theta_{min} = 30^\circ$ 下落到最终倾斜角 $\theta_{max} = 80^\circ$ 的持续时间小于 0.5 秒。

[0247] 如果体部 2 转动到小于体部 2 的临界角速度 ω_c 的初始角速度 ω_{spin} 并在初始倾斜角 $\theta_{min} = 30^\circ$ 释放,则枢转臂 30 在缓慢增加倾斜角 θ 的情况下围绕竖直输出轴线 11 进动。体部 2 的进动使输出轴 110 以输出角速度 ω_{out} 旋转。枢转臂 30 在稳定增加倾斜角 θ 的情况下的螺旋运动持续到枢转臂 30 在最终倾斜角 $\theta_{max} = 80^\circ$ 触碰上部的金属螺栓 215 为止。

[0248] 表 3 给出对表 1 的体部 A、B、C 进行的该实验的结果。

[0249] 表 3 :枢转臂的下落和进动

[0250]

	初始角速度 ω_{spin} [rpm]	初始倾斜角 θ_{min} [°]	最终倾斜角 θ_{max} [°]	进动(下落)的持续时间 [s]	最大输出角速度 ω_{out} [rpm]
体部 A, B, C	0	30	80	<0.5 (下落)	0
体部 A	75	30	80	30	37
体部 B	140	30	80	81	38
体部 C	140	30	80	18	47

[0251] 实验 3

[0252] 实验 3 与实验 2 的不同之处在于,体部 2 的初始角速度 ω_{spin} 大于体部 2 的临界角速度 ω_c 。

[0253] 此实验的目的是为了表明,当体部 2 的角速度 ω_{spin} 大于临界角速度 ω_c 时,体部 2 上升,即:在与体部 2 的质量 m 上的重力所引起的、所施加的转矩相反的方向上围绕倾斜轴线 16 旋转。体部 2 的这种上升可称为“反动运动”。此实验也证实了停止反动运动的效果,即,输出轴 110 的输出角速度的明显增加。

[0254] 可将该实验归纳在以下步骤中:

[0255] 1. 利用外部的原动力源使体部 2 围绕转动轴线 4 旋转直到初始角速度 ω_{spin} ,该初始角速度 ω_{spin} 大于针对初始倾斜角 θ_{max} 的体部 2 的临界角速度 ω_c 。

[0256] 2. 将体部 2 定位在初始倾斜角 θ_{max} 。

[0257] 3. 在初始倾斜角 θ_{max} 释放体部 2。

[0258] 4. 测量体部 2 在初始倾斜角 θ_{max} 开始并在最终倾斜角 θ_{min} 结束的、围绕倾斜轴线 16 旋转的持续时间。

[0259] 5. 测量输出轴 11 在反动运动期间的最大输出角速度 ω_{out} 。

[0260] 6. 在限制角 θ_{min} 停止反动运动。当体部 2 刚好在限制角 θ_{min} 斜靠在限制装置上时测量体部 2 的角速度 ω_{spin} 。

[0261] 7. 测量输出轴 11 在反动运动停止时的最大输出角速度 ω_{out} 。

[0262] 8. 当体部 2 的角速度 ω_{spin} 下降到临界角速度 ω_c (例如,由于摩擦损耗) 时,体部 2 开始下落。

[0263] 已对表 1 中指定的四个体部 A、B、C 和 D 进行这八个步骤。已按如下方式执行具有前述八个步骤的实验。

[0264] 将体部 2 定位在枢转臂 30 上,与倾斜轴线 3 相距距离 $l = 0.072\text{m}$ 。该测试设备还包括用于将倾斜角 θ 限制在介于最小倾斜角 $\theta_{\text{min}} = 25^\circ$ 与最大倾斜角 $\theta_{\text{max}} = 30^\circ$ 之间的范围内的限制装置 210。

[0265] 枢转臂 30 定位在初始倾斜角 $\theta_{\text{max}} = 30^\circ$ 处。体部 2 转动到大于体部 2 的临界角速度 ω_c 的初始角速度 ω_{spin} ,且枢转臂 30 在初始倾斜角 $\theta_{\text{max}} = 30^\circ$ 处释放。枢转臂 30 在

缓慢减小倾斜角 θ 的情况下围绕竖直输出轴线 11 旋转。枢转臂 30 的螺旋上升使输出轴 110 以输出角速度 ω_{out} 旋转。枢转臂 30 在稳定减小倾斜角 θ 的情况下的螺旋运动持续到枢转臂 30 触碰上部的金属螺栓 215 为止, 并且反动运动在最终倾斜角 $\theta_{max} = 25^\circ$ (即, 限制角) 停止。

[0266] 表 4 给出对表 1 的四个体部 A、B、C、D 进行的该实验的结果。

[0267] 表 4: 枢转臂的上升 (即, 反动运动), 初始倾斜角 $\theta_{max} = 30^\circ$, 最终倾斜角 $\theta_{min} = 25^\circ$

[0268]

1	2	3	4	5	6
	初始角速度 ω_{spin} [rpm]	上升持续时间 [s]	在上升期间的最大输出角速度 ω_{out} [rpm]	刚好在停止反动运动之前的角速度 ω_{spin} [rpm]	在达到 θ_{min} 之后的最大输出角速度 ω_{out} [rpm]
体部 A	300	111	9	230	107
体部 A	400	93	6	315	187
体部 B	600	29	7	540	110
体部 C	600	13	8	480	220
体部 D	600	22	26	492	70

[0269] 列 2 给出体部 2 的初始角速度 ω_{spin} , 其中该初始角速度 ω_{spin} 高于针对倾斜角 $\theta_{max} = 30^\circ$ 的临界角速度 ω_c 。列 3 给出了体部 2 在初始倾斜角 $\theta_{max} = 30^\circ$ 时释放与在最终倾斜角 $\theta_{min} = 25^\circ$ 时上升 (即, 反动运动) 结束之间的时间。列 4 给出在枢转臂 30 上升期间观察到的输出轴 110 的最大输出角速度 ω_{out} 。列 5 给出体部 2 在枢转臂 30 在最终倾斜角 $\theta_{min} = 25^\circ$ 时仅触碰下部的金属螺栓 214 这一时刻的角速度 ω_{spin} 。列 6 给出在最终倾斜角 $\theta_{min} = 25^\circ$ 时在枢转臂 30 的上升已被下部的金属螺栓 214 停止之后观察到的输出轴 110 的最大输出角速度 ω_{out} 。

[0270] 如从表 4 的列 2、3 和 4 可以看出, 增加初始角速度 ω_{spin} 增加了反动速度, 但是, 在反动运动期间观察到的最大输出角速度 ω_{out} 减小。当反动运动在最终倾斜角停止时, 输出角速度 ω_{out} 过度增加, 并且当体部的初始角速度 ω_{spin} 更高时增加的量更多。

[0271] 实验 4

[0272] 为了允许对不同体部在根据本发明的传动设备中的合适性进行对比, 定义特定临界角速度 $\omega_{c, spec}$ 。对于倾斜角 θ 和连接臂长度 l_c 的体部的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ (也称为“特定临界角速度”) 被定义为, 当倾斜角为 θ 且连接平面与枢轴中心之间的距离为 l_c 时使用图 6 的测试设备测出的体部的临界速度 ω_c 。

[0273] 此实验的目的是为了表明针对固定在 25mm 处的连接臂的长度 l_c 和 45 度的倾斜角 θ 的不同体部的指定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 的测量。通过使用图 6 的测试设备进行该实验。

[0274] 在此实验中使用表 1 中的直径较小的体部 E、F、G、H、J, 因为难以使较大尺寸的体部在较高的旋转速度下旋转。

[0275] 表 5 给出了对表 1 指定的三个体部测量的特定临界角速度 $\omega_{c, spec}$ 。

[0276] 表 5: 针对连接臂长度 $l_c = 25\text{mm}$ 和倾斜角 $\theta = 45^\circ$ 的特定临界角速度 $\omega_{c, spec}$

[0277]

	特定临界角速度 $\omega_{c, spec}$
	[rpm]
体部 E	2400
体部 F	2600
体部 G	3200
体部 H	2500
体部 J	3000

[0278] 体部 2 的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 仅表示体部 2 的形状和体部 2 的质量分别在效率方面的合适程度。在两个不同的体部中, 可以认为特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 较低的体部在体部的形状和体部的质量分布方面更有效。但是, 体部的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 不表示体部的材料强度是否适合传动设备的所需输出动力。还应当对于传动设备的期望输出动力所需的施加的转矩值下、在强度和刚度方面对体部进行测试。如果体部的材料强度不足, 则在传动设备带载操作期间该传动设备的效率可能下降。

[0279] 由于体部 2 的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 是根据倾斜角和连接臂的长度 l_c 确定的体部 2 的特性, 所以体部 2 的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 针对倾斜角 θ 和连接臂长度 l_c 这两个参数的不同 (参数) 对 (θ, l_c) 可以变化。因此, 为了对比不同体部, 应当对比体部针对相同 (θ, l_c) 参数对的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 。因此, 使用相同的 (θ, l_c) 参数对来对比不同体部是重要的。针对相同的 (θ, l_c) 参数对, 可以认为特定临界速度较低的体部在体部的形状和体部的质量分布方面更有效。

[0280] 我们假设两个不同体部针对相同 (θ, l_c) 参数对具有不同的特定临界速度值 $\omega_{c, spec}$ 。那么, 对于确定的、包括倾斜角 θ 、所施加的转矩的值以及转动速度 ω_{spin} 的三重 (即, 三个一组) 参数, 包括输出速度值 ω_{out} 和输出转矩值的值对对于这两个体部而言是不同的。这意味着, 即使针对这两个体部保持相同的倾斜角 θ 、所施加的转矩的值以及转动速度 ω_{spin} , 该传动设备针对这两个体部中的每一个也将提供不同的输出速度值 ω_{out} 和输出转矩值。

[0281] 如果待测试的体部的尺寸或质量不适合该测试设备, 则可从其它体部的特定临界速度通过数学计算推导出该体部的特定临界速度, 所述其它体部按比例因子成比例缩放, 使得这些其它体部可使用该测试设备进行测试。

[0282] 用于确定输出动力的变量之一是所施加的转矩的值。为了获得较高的输出动力, 需要在保持其它操作条件的情况下使用较高的转矩。同样, 对于选定的倾斜角而言, 如果所施加的转矩的值增加, 则临界速度 ω_c 也增加。因此, 如果在同一体部上使用的转矩值高于

当确定特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 时使用的转矩值, 则对应于该新转矩值的新临界速度值将高于针对该倾斜角的特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 。

[0283] 由于强制规定在传动设备的操作期间体部的转动速度 ω_{spin} 应当高于临界速度 ω_c , 所以特定临界值 $\omega_{c, spec}$ 较高的体部与特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 较低的体部相比必须以较高的速度旋转。

[0284] 实际上, 使用转动速度值 ω_{spin} 较低的体部是有益的, 因为众所周知, 摩擦损耗 (例如空气摩擦、支承件摩擦) 随转动速度 ω_{spin} 按指数增加 (参考表 6)。此外, 该传动设备、优选马达设备中较高的转动速度要求应当使马达的整体强度更高, 并且这将增加该传动设备、优选马达设备的制造成本。

[0285] 用于测量特定临界速度 $\omega_{c, spec}$ 的测试设备应当具有一些特别的特征以提高测量精度。由阻碍围绕转动轴线 4 的旋转的摩擦力造成的、从转动轴线 4 向第二轴线 11 的转矩的传输率影响特定临界速度值 $\omega_{c, spec}$ 。为了减小此影响, 阻碍围绕转动轴线 4 的旋转的摩擦力应当尽可能接近为零的理论最佳值。阻碍围绕第二轴线 11 的旋转的摩擦力减小围绕第二轴线 11 的旋转速度并因此增加特定临界速度值 $\omega_{c, spec}$ 。为了减小此影响, 阻碍围绕第二轴线 11 的旋转的摩擦力应当尽可能接近为零的理论最佳值。

[0286] 表 6 给出了用于转动体部 F 的电动马达 (即, 转动马达) 的电流消耗。

[0287] 表 6: 当使体部 F 转动到不同转动速度 ω_{spin} 时电动转动马达的电流消耗

[0288]

转动速度 ω_{spin} [rpm]	转动马达的电流消耗 [mA]
3000	800
4000	870
5000	1100
6000	1800
7000	3000

[0289] 图中给出的实施例具有在对于附图的说明中所述的功能。但是, 这些实施例还具有在说明中未描述、而仅在权利要求中描述的功能。此外, 可在附图中给出的实施例或其改型中实现所有权利要求的主题。

[0290] 附图标记列表

[0291] 1 传动设备

[0292] 2 体部

[0293] 3 旋转轴

[0294] 4 第一轴线 (即, 转动轴线)

[0295] 5 内支架

[0296] 6 内支承件

- [0297] 7 外支架
- [0298] 8 外支承件
- [0299] 9 框架
- [0300] 10 框架支承件
- [0301] 11 第二轴线
- [0302] 12 电动马达
- [0303] 13 平面
- [0304] 15 液压撞锤
- [0305] 16 第三轴线 (即, 倾斜轴线)
- [0306] 17 控制单元
- [0307] 18 带
- [0308] 19 交流发电机
- [0309] 20 电线束
- [0310] 21 所施加的转矩, 方向
- [0311] 22 反动转矩, 方向
- [0312] 29 斜齿轮
- [0313] 30 枢转臂
- [0314] 31 枢轴
- [0315] 32 支承件
- [0316] 33 联接装置
- [0317] 36 总输出轴
- [0318] 40 支承件
- [0319] 41 支撑件
- [0320] 50 板
- [0321] 51 孔
- [0322] 52-53 挡件
- [0323] 54 螺栓
- [0324] 90 阵列框架
- [0325] 100-103 力向量
- [0326] 110 输出轴
- [0327] 200 平面
- [0328] 201 力场
- [0329] 210 限制装置
- [0330] 211-212 板
- [0331] 213 孔
- [0332] 214-215 螺栓
- [0333] 221 板
- [0334] 250 中央平面
- [0335] CM 体部的质心

- [0336] F_g 重力
- [0337] l 距离, 长度
- [0338] l_c 连接臂的长度
- [0339] IP 交点
- [0340] P_c 连接平面
- [0341] $V1$ 转动向量
- [0342] $V2$ 输出运动向量
- [0343] $V3$ 围绕第三轴线施加的转矩向量
- [0344] α 角度范围
- [0345] θ 倾斜角
- [0346] θ_{\min} 最小倾斜角
- [0347] θ_{\max} 最大倾斜角
- [0348] ω 角速度
- [0349] ω_c 临界角速度
- [0350] $\omega_{c, \text{spec}}$ 特定临界角速度
- [0351] ω_{out} 围绕输出轴线的角速度
- [0352] ω_{spin} 体部 2 围绕转动轴线 4 的角速度

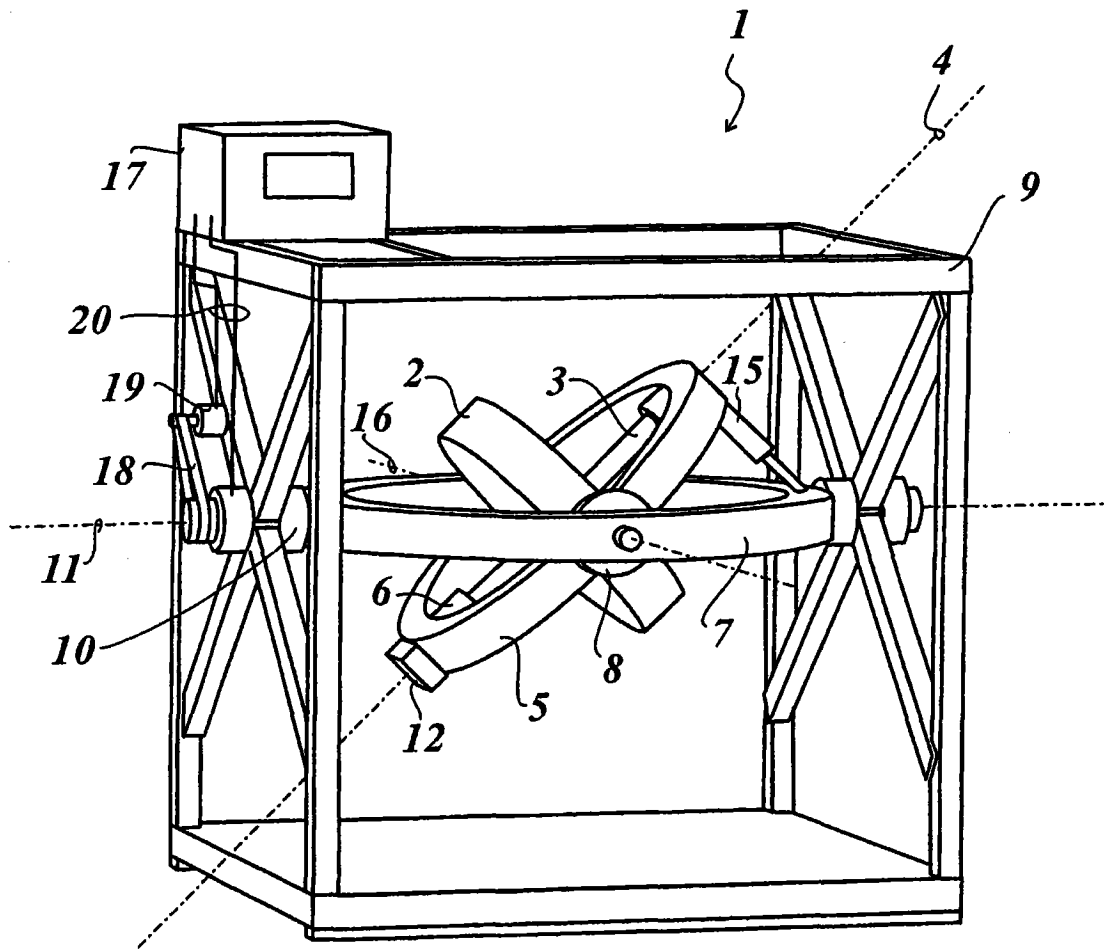


图 1

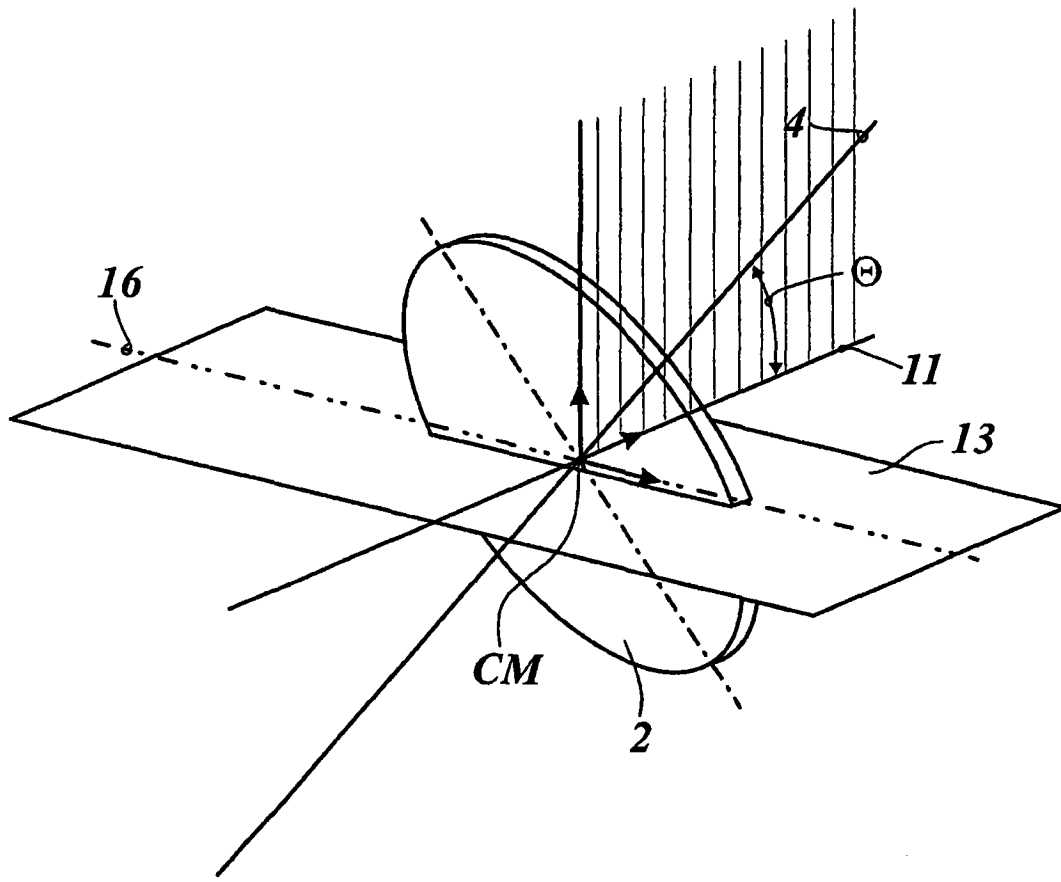


图 2

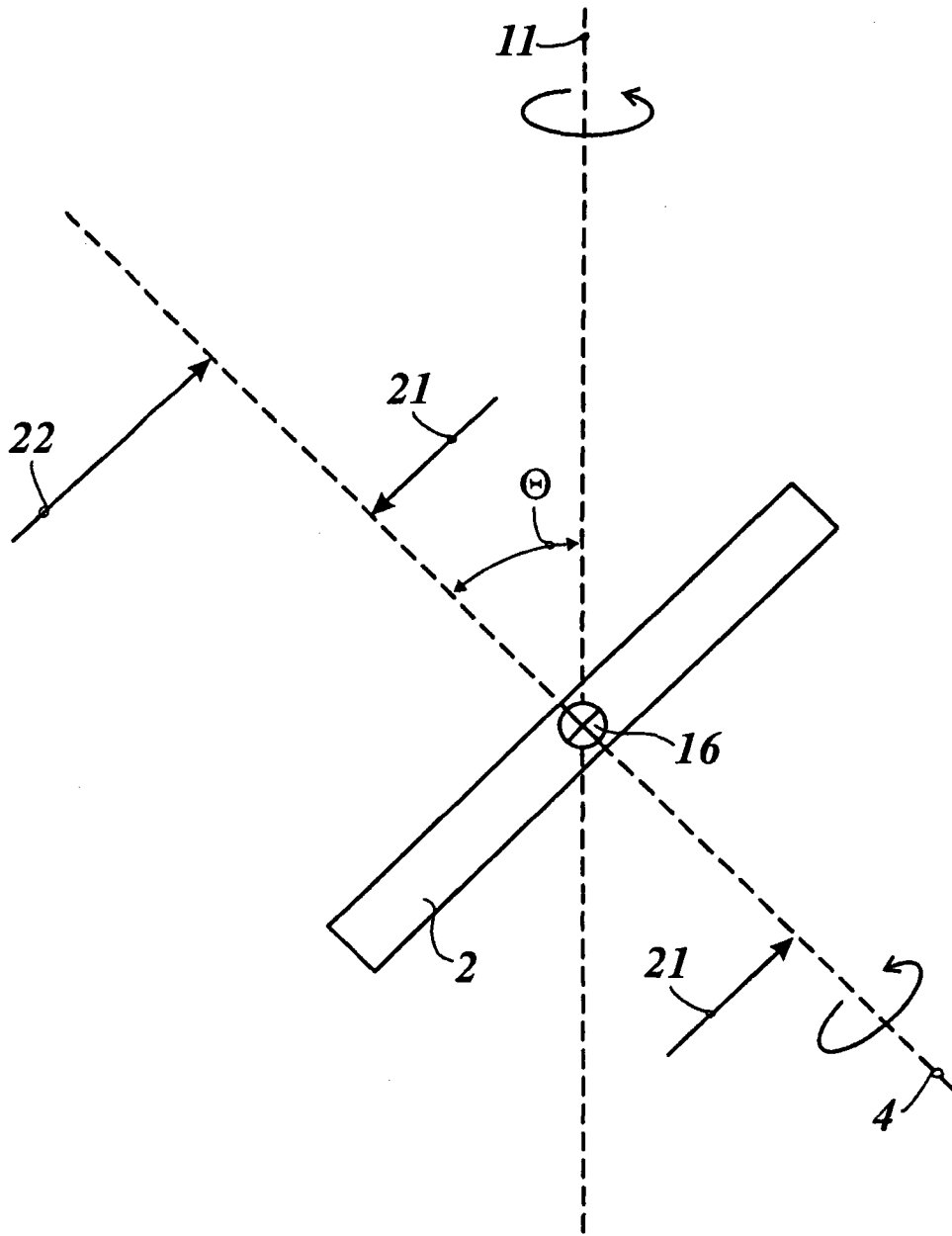


图 3

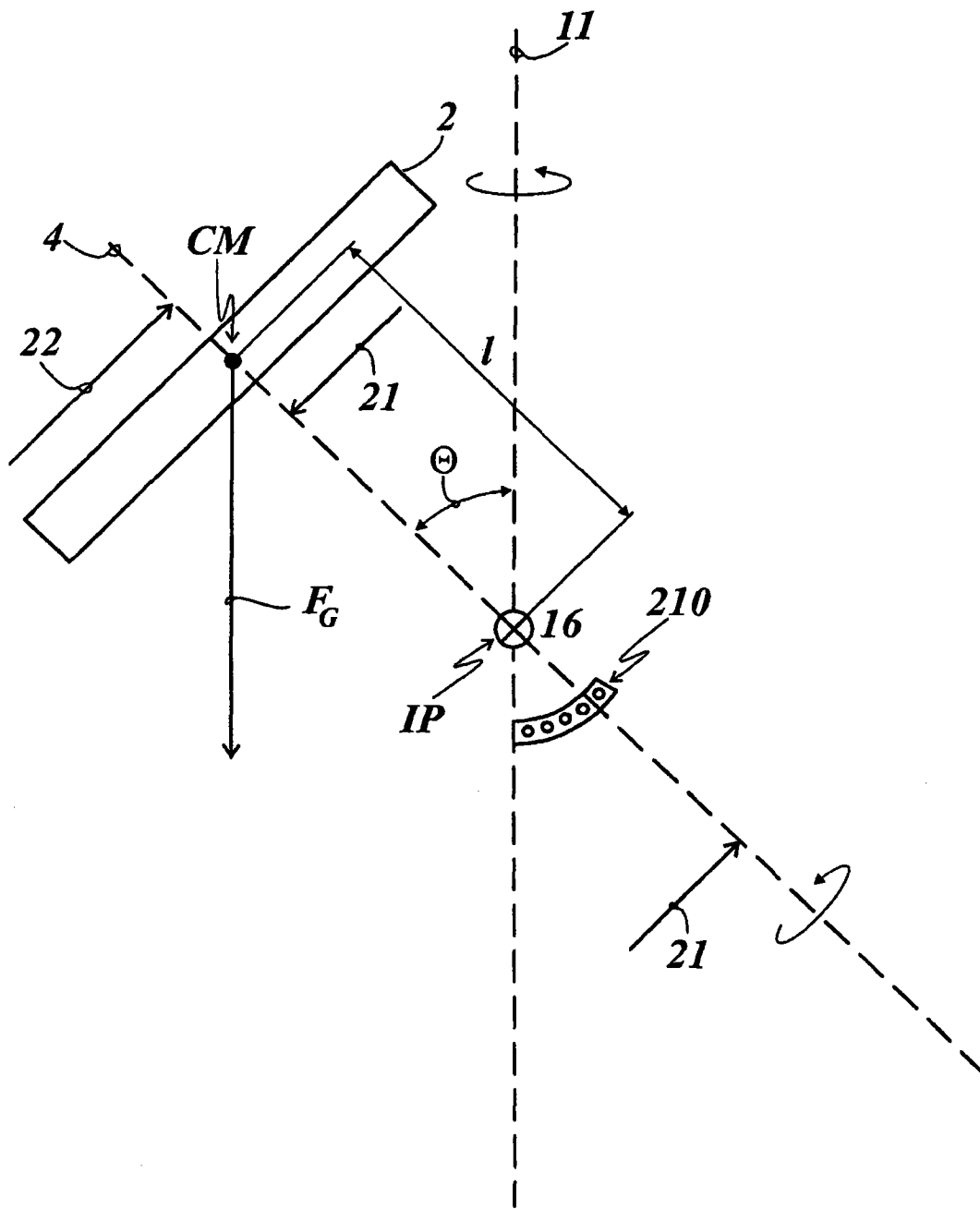


图 4

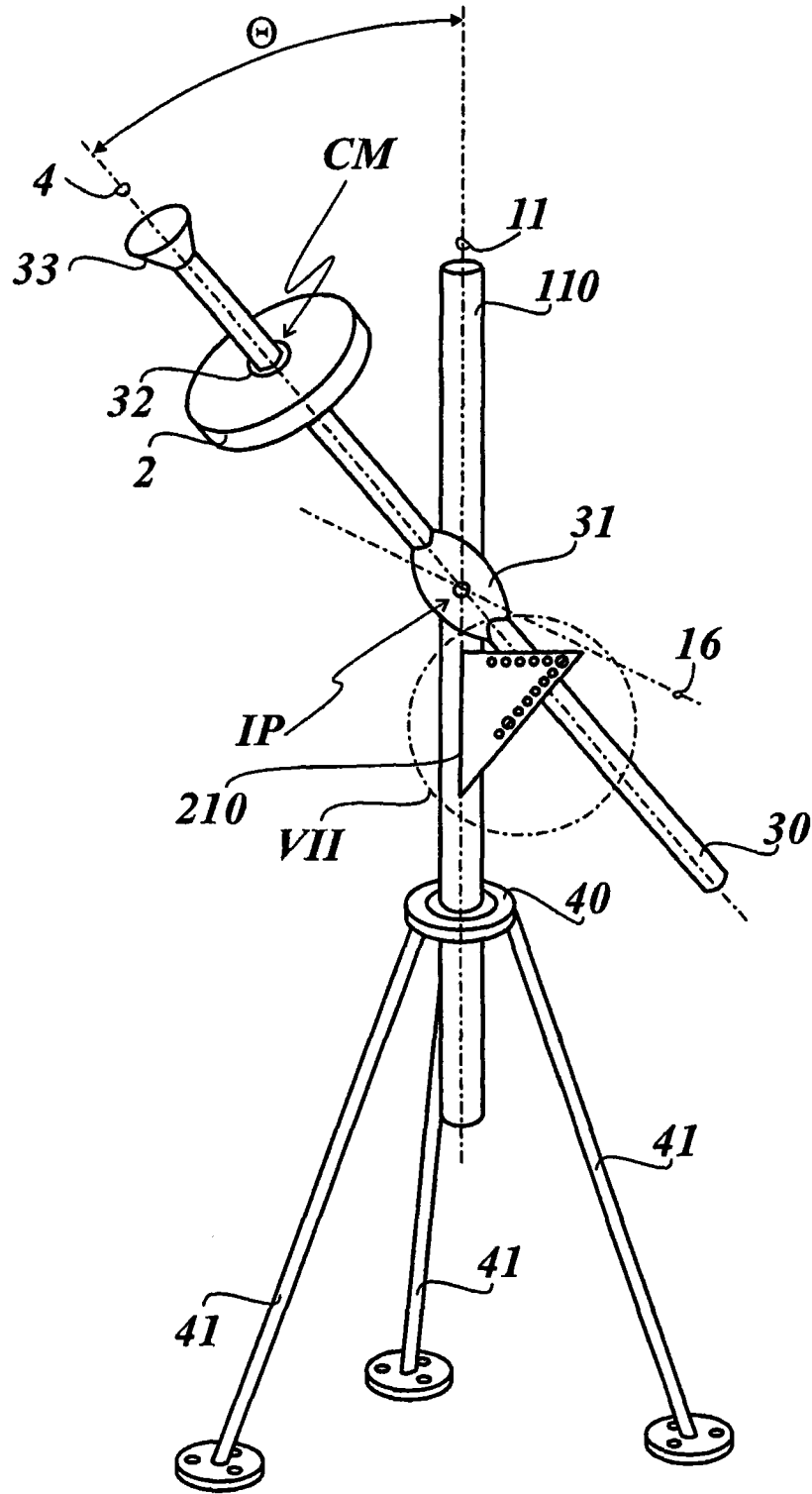


图 6

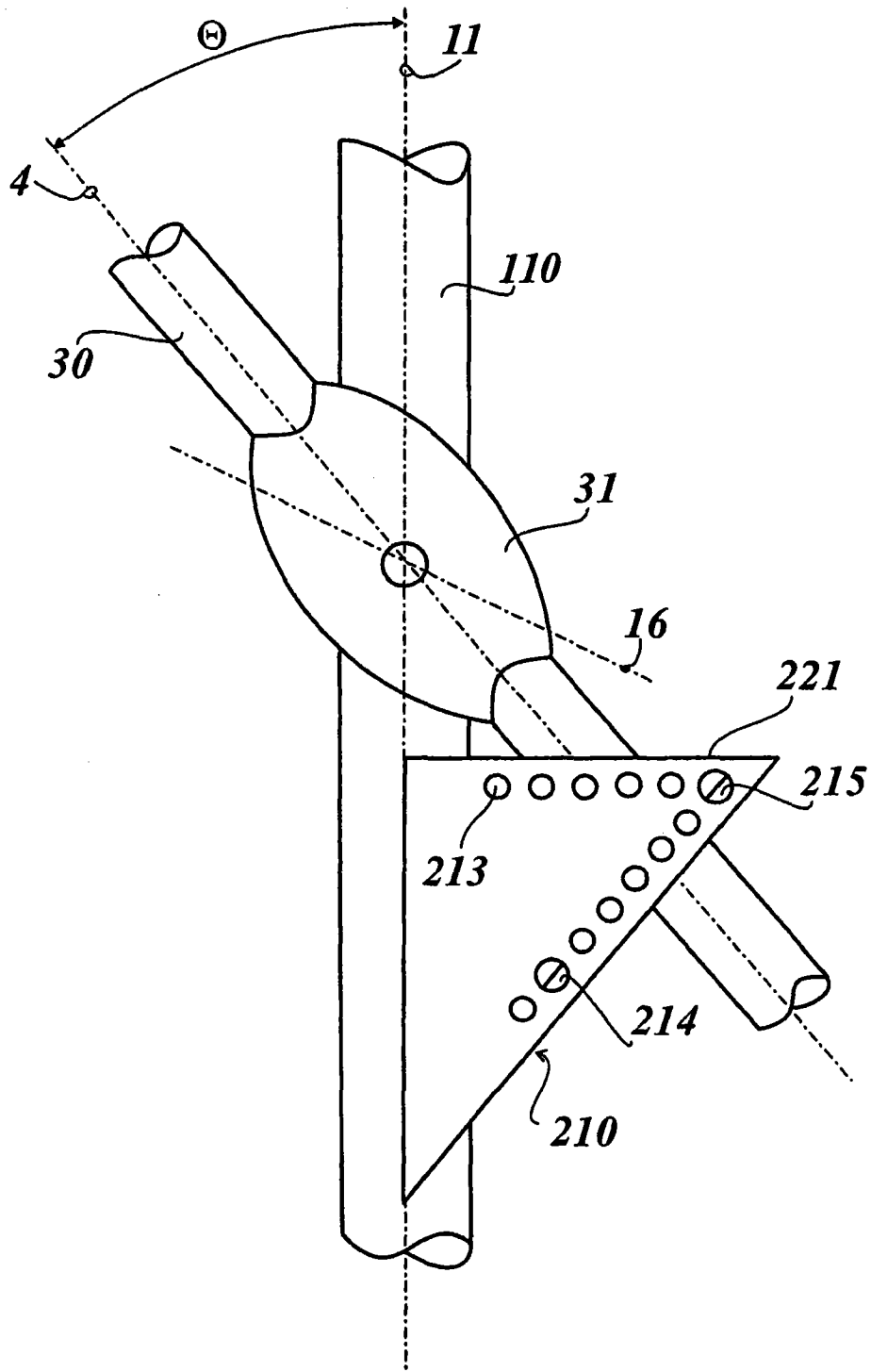


图 7

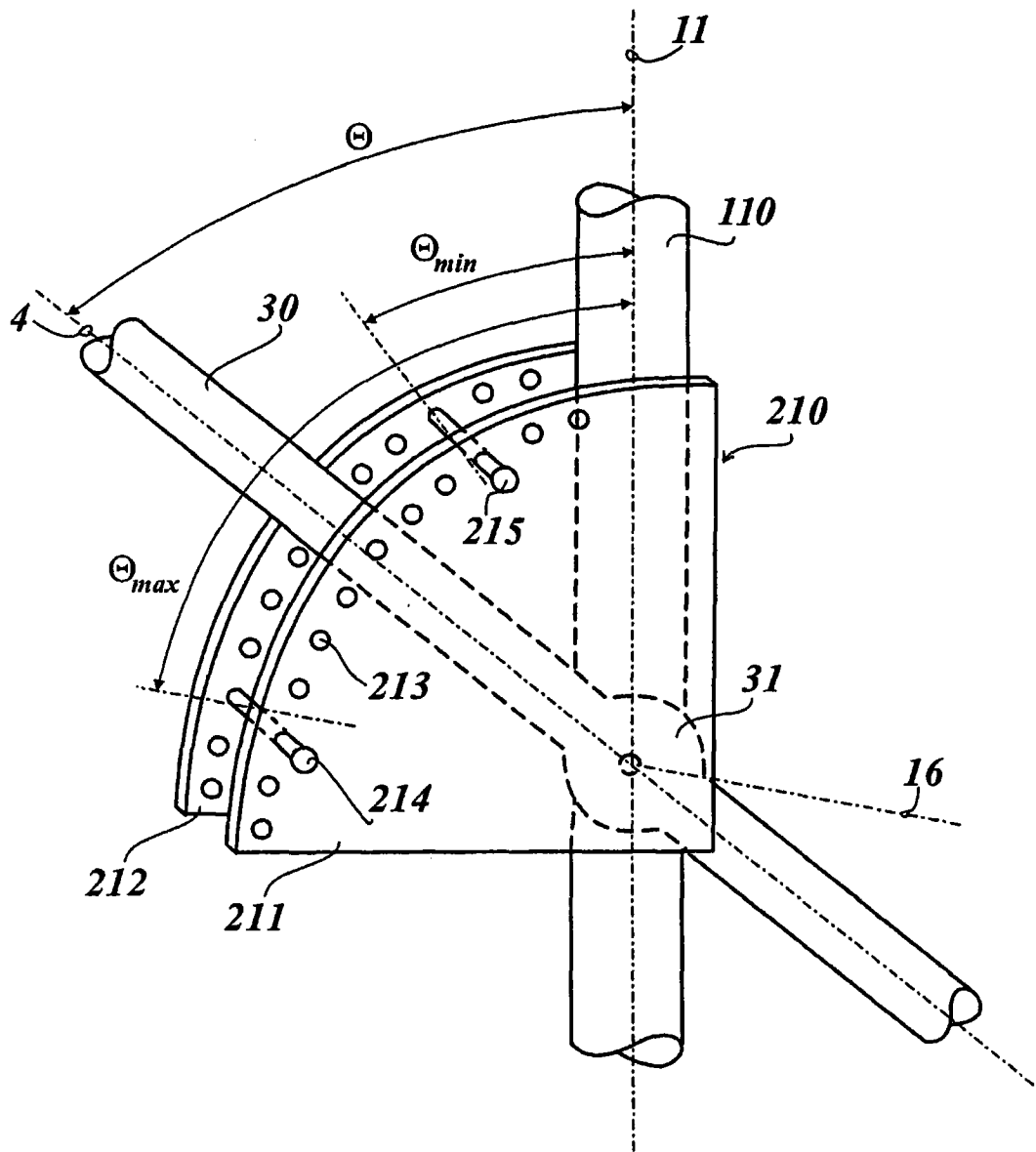


图 8

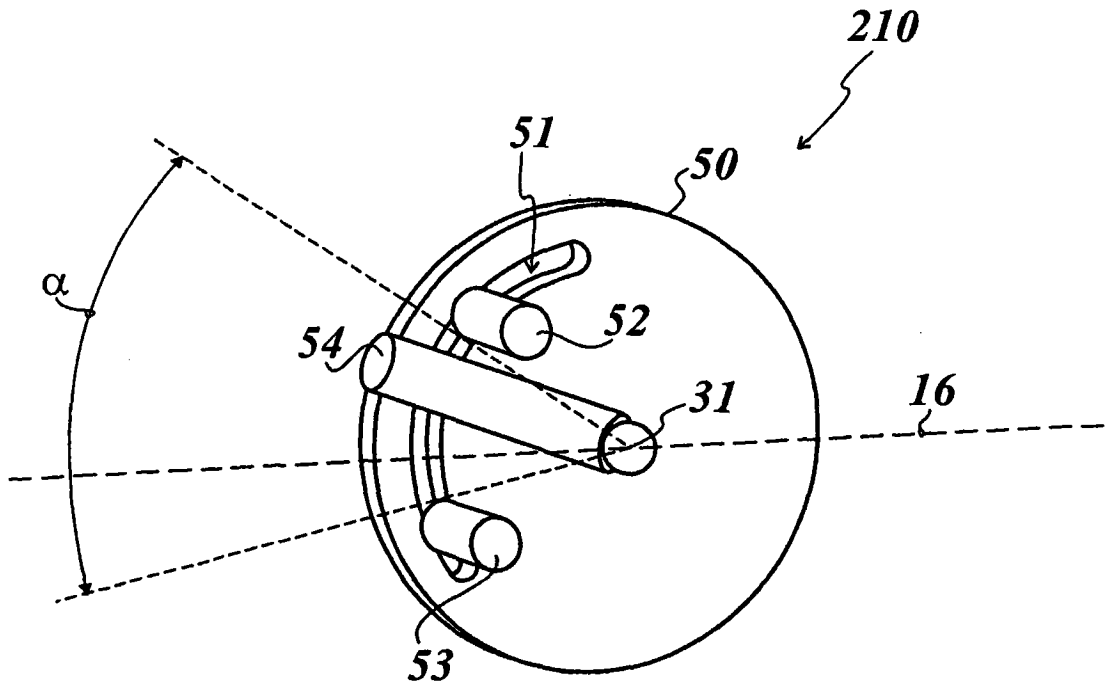


图 9

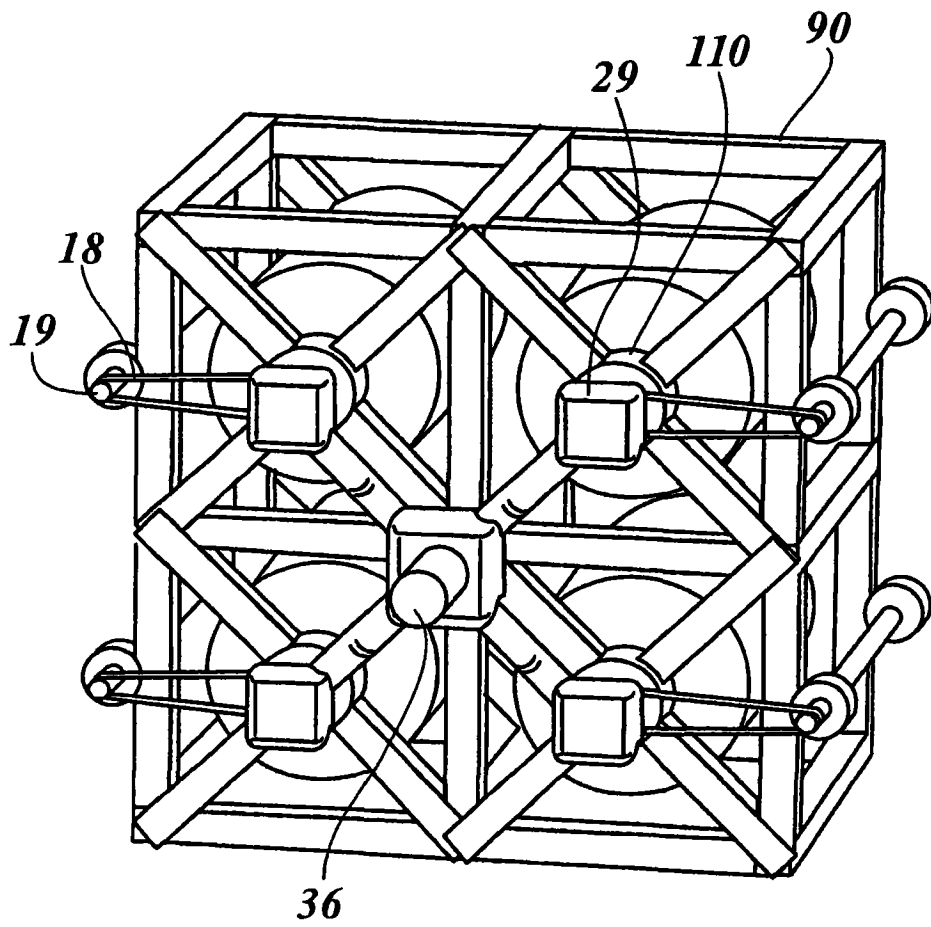


图 10

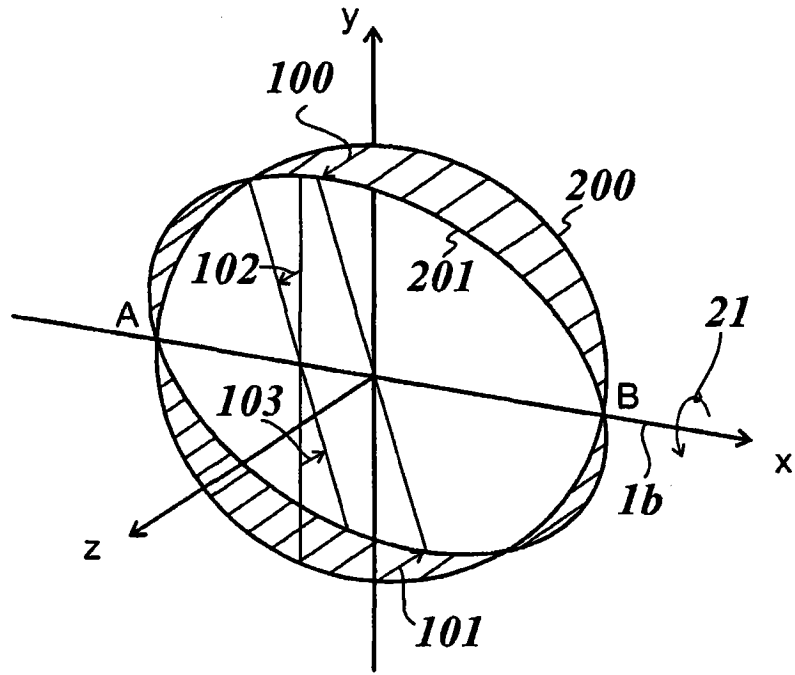


图 11

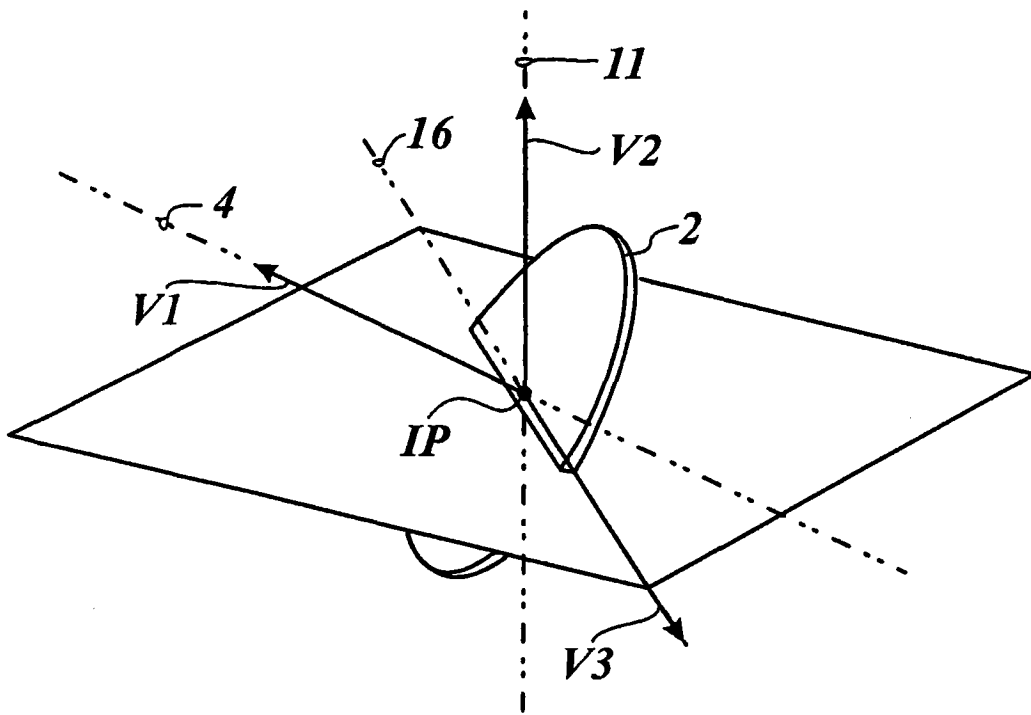


图 12

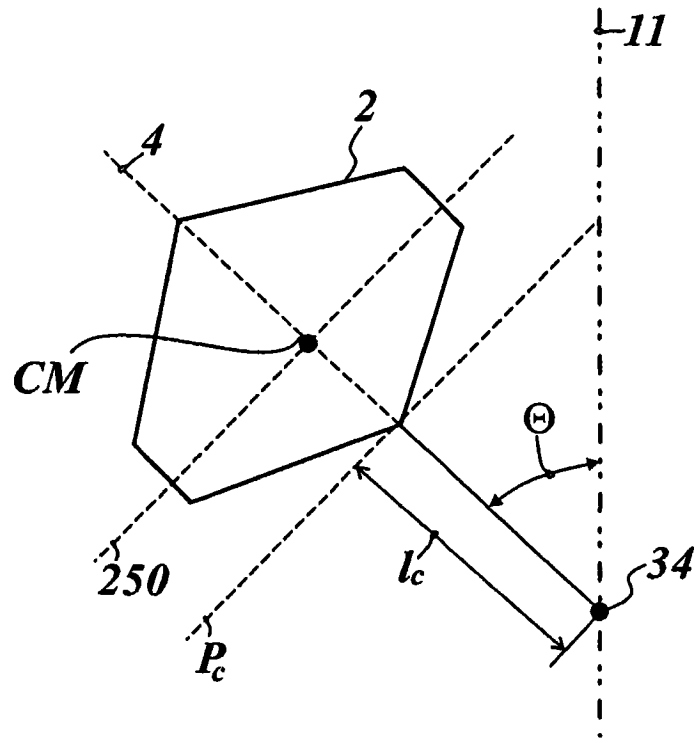


图 13