



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103347448 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 09

(21) 申请号 201180061591. 8

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

(22) 申请日 2011. 10. 24

代理人 张兰英

(30) 优先权数据

61/405, 784 2010. 10. 22 US

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 06. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/057517 2011. 10. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02012/054926 EN 2012. 04. 26

(71) 申请人 戈尔企业控股股份有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 T·W·施林 T·L·托尔特

C·G·奥克利 R·W·丹尼

D·R·迪茨 M·J·弗内什

C·T·诺德豪森

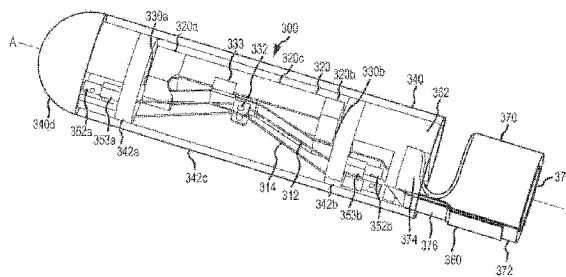
权利要求书8页 说明书22页 附图20页

(54) 发明名称

带有形状记忆合金致动器的导管

(57) 摘要

可用于负载的摆动运动的致动器。一种改进的致动器可包括至少第一形状记忆构件,其可致动以影响负载的摆动运动的至少一部分。致动器还可包括第二形状记忆构件,其可致动以影响负载的摆动运动的至少第二部分。一个或多个形状记忆构件的使用有利于以紧凑的方式实现负载的可控且可靠的摆动运动。这样的致动器可以在具有超声换能器的成像导管中使用,该超声换能器设置成进行摆动运动,以横跨所关注的内部区域进行扫描。这样的成像导管可用于生成三维的和/或实时三维(4D)的图像。



1. 一种导管,包括:
细长的导管主体;
远端部,所述远端部可支承地设置在所述导管主体的远端处,并且限定包含流体的封闭体;
超声换能器,所述超声换能器浸入所述流体中,并且设置成在所述封闭体内绕枢转轴在一角度范围内进行摆动、枢转运动,所述枢转轴相对于所述远端部固定;以及
第一和第二形状记忆构件,所述第一和第二形状记忆构件与所述超声换能器可操作地相关联,其中所述第一形状记忆构件能通过造成所述第一形状记忆构件的状态上的变化而被致动,其中所述第二形状记忆构件能通过造成所述第二形状记忆构件的状态上的变化而被致动,其中所述第一和第二形状记忆构件能以至少部分地错开的时间关系致动,以影响所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的至少一部分。
2. 根据权利要求1所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件与所述封闭体内的所述超声换能器可操作地相关联,并且还包括:
第一和第二隔热层,所述第一和第二隔热层分别绕所述第一和第二形状记忆构件的至少一部分设置,并且浸入所述流体中。
3. 根据权利要求2所述的导管,其特征在于,所述流体为液体。
4. 根据权利要求3所述的导管,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自包含含氟聚合物。
5. 根据权利要求4所述的导管,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自包含选自下列的至少一种材料:
聚四氟乙烯;以及
膨胀型聚四氟乙烯。
6. 根据权利要求3所述的导管,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自包含疏水的至少一种材料。
7. 根据权利要求3所述的导管,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自包含呈微孔的至少一种材料。
8. 根据权利要求3所述的导管,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自具有当在约25°C下测量时约0.05W/mK和0.08W/mK之间的导热率。
9. 根据权利要求8所述的导管,其特征在于,所述第一和第二隔热层包含膨胀型聚四氟乙烯。
10. 根据权利要求3所述的导管,其特征在于,还包括:
第一和第二外层,所述第一和第二外层分别附着地设置在所述第一和第二隔热层周围,并且浸入所述流体中。
11. 根据权利要求10所述的导管,其特征在于,所述第一和第二外层各自具有至少约500kV/m的绝缘耐受电压。
12. 根据权利要求10所述的导管,其特征在于,所述第一和第二外层各自包含疏水材料。
13. 根据权利要求12所述的导管,其特征在于,所述第一和第二外层具有小于约50达因/平方厘米的表面能。

14. 根据权利要求 1 所述的导管,其特征在于,所述第一形状记忆构件能致动,以使所述超声换能器沿第一方向绕所述枢转轴线旋转,而所述第二形状记忆构件能致动,以使所述超声换能器沿第二方向绕所述枢转轴线旋转,所述第一方向与所述第二方向相反。

15. 根据权利要求 14 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件分别由对应的第一和第二形状记忆线材段限定,其中所述第一形状记忆线材段的第一端部在所述枢转轴线的一侧以固定关系互连到所述远端部和所述超声换能器中的一个,并且其中所述第二形状记忆线材段的第一端部在所述枢转轴线的与所述一侧相对的另一侧、以固定关系互连到所述远端部和所述超声换能器中的一个。

16. 根据权利要求 15 所述的导管,其特征在于,所述第一形状记忆线材段在第一互连位置处互连到所述超声换能器和所述远端部中的对应的另一个,并且所述第二形状记忆线材段在第二互连位置处互连到所述超声换能器和所述远端部中的对应的另一个,所述第一和第二位置在所述枢转轴线的相对侧上。

17. 根据权利要求 16 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段中的每一个具有以固定关系互连到所述远端部和所述超声换能器中的所述对应一个的对应的第二端部,并且所述第一和第二形状记忆线材段分别在所述对应的第一和第二互连位置处在它们对应的第一和第二端部之间互连到所述远端部和所述超声换能器中的对应的另一个,所述第一和第二互连位置在所述枢转轴线的相对侧偏移。

18. 根据权利要求 17 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段各自包括对应的第一和第二部分,所述对应的第一和第二部分分别限定在它们之间的对应的第一和第二夹角。

19. 根据权利要求 18 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段布置成使所述第一和第二夹角分别响应于所述第一和第二形状记忆线材段的对应致动和不致动而增加和减小。

20. 根据权利要求 16 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二互连位置离所述超声换能器的所述枢转轴线基本上等距离。

21. 根据权利要求 20 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段关于所述超声换能器对称地设置。

22. 根据权利要求 16 所述的导管,其特征在于,所述第一互连位置位于所述枢转轴线的所述另一侧上,并且其中所述第二互连位置位于所述枢转轴线的所述一侧上。

23. 根据权利要求 15 所述的导管,其特征在于,所述第一形状记忆线材段具有对应的第二端部,所述第二端部以固定关系互连到所述远端部和所述超声换能器中的所述对应的一个,并且还包括:

接合构件,所述接合构件以固定关系互连到所述远端部和所述超声换能器中的另一个,第一形状记忆线材段的所述第一和第二端部互连到所述另一个,其中所述第一形状记忆线材段在所述第一形状记忆线材段的致动期间接合到所述接合构件内,以使所述超声换能器沿所述第一方向旋转。

24. 根据权利要求 23 所述的导管,其特征在于,所述第二形状记忆线材段具有以固定关系互连到所述远端部和所述超声换能器中的所述对应的一个的对应的第二端部,其中所述第二形状记忆线材段在所述第二形状记忆线材段的致动期间接合到所述接合构件内,以

使所述超声换能器沿所述第二方向旋转。

25. 根据权利要求 15 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段可分别包括物理上分离的第一和第二线材。

26. 根据权利要求 15 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段由连续的形状记忆线材的对应的不同区段限定。

27. 根据权利要求 1 所述的导管,其特征在于,还包括:

驱动能量源,所述驱动能量源用于在对应的第一和第二时间段期间利用在每个第一时间段的末尾和每个第二时间段的开始之间的第一时间间隔分别向所述第一和第二形状记忆构件反复地提供第一和第二能量信号,以改变所述第一和第二形状记忆构件的状态,其中至少所述第二形状记忆构件设置成在每个第一时间间隔的至少一部分期间弹性拉伸,以使得所述第二形状记忆构件能操作成在每个第一时间间隔期间影响所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的至少一部分。

28. 根据权利要求 27 所述的导管,其特征在于,所述驱动能量源借助在每个第二时间段的末尾和每个第一时间段的开始之间的第二时间间隔反复地提供所述第一和第二能量信号,并且其中所述第一形状记忆构件设置成在每个第二时间间隔的至少一部分期间弹性拉伸,以使得所述第一形状记忆构件能操作成在每个第二时间间隔期间影响所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的至少一部分。

29. 根据权利要求 28 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件设置成影响对应于所述角度范围的相对端部的所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的不同部分。

30. 根据权利要求 1 所述的导管,其特征在于,还包括:

第一磁性构件,所述第一磁性构件可支承地连接到所述远端部和所述超声换能器中的一个,并且定位成影响所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的至少第一部分。

31. 根据权利要求 30 所述的导管,其特征在于,所述第一磁性构件包括永磁体。

32. 根据权利要求 30 所述的导管,其特征在于,所述第一磁性构件包括电磁构件。

33. 根据权利要求 30 所述的导管,其特征在于,还包括:

第二磁性构件,所述第二磁性构件可支承地连接到所述远端部和所述超声换能器中的一个,并且定位成影响所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的至少第二部分。

34. 根据权利要求 33 所述的导管,其特征在于,所述超声换能器的所述摆动、枢转运动的所述第一和第二部分对应于所述预定角度范围的相对端部。

35. 根据权利要求 33 所述的导管,其特征在于,所述第一和第二磁性构件中的每一个能操作成将吸引力和排斥力之一施加到至少一个可磁化构件,所述至少一个可磁化构件互连到所述远端部和所述超声换能器中的对应的另一个。

36. 根据权利要求 1 所述的导管,其特征在于,所述远端部能相对于所述导管主体选择性地定位在一系列角度范围内。

37. 根据权利要求 1 所述的导管,其特征在于,所述远端部能相对于所述导管主体选择性地旋转。

38. 一种用于在具有超声换能器的导管中使用的方法,所述超声换能器浸入流体中并且设置成在封闭体内绕枢转轴进行枢转运动,所述封闭体由可支承地设置在细长的导管

主体的远端处的远端部限定,所述方法包括:

第一致动步骤,在所述第一致动步骤中,致动与所述超声换能器可操作地相关联的第一形状记忆构件,以使所述超声换能器沿第一方向枢转;

第二致动步骤,在所述第二致动步骤中,致动与所述超声换能器可操作地相关联的第二形状记忆构件,以使所述超声换能器沿与所述第一方向相反的第二方向枢转;

按照预定循环重复所述第一和第二致动步骤,以影响所述超声换能器相对于所述枢转轴轴线在一角度范围内的摆动、枢转运动;以及

操作所述超声换能器,以在每次进行所述第一和第二致动步骤中的至少一个的至少一部分期间进行通过所述流体发送和接收声信号中的至少一者。

39. 根据权利要求 38 所述的方法,其特征在于,所述第一致动步骤包括:

第一施加步骤,在第一施加步骤中,施加第一电信号至所述第一形状记忆构件以将所述第一形状记忆构件从第一构型改变为第二构型,从而将第一力赋予所述超声换能器;并且

其中所述第二致动步骤包括:

第二施加步骤,在第二施加步骤中,施加第二电信号至所述第二形状记忆构件以将所述第二形状记忆构件从第一构型改变为第二构型,从而将第二力赋予所述超声换能器。

40. 根据权利要求 39 所述的方法,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件分别由对应的第一和第二形状记忆线材段限定,其中所述第一形状记忆线材段在所述第一施加步骤期间缩短,而所述第二形状记忆线材段在所述第二施加步骤期间缩短。

41. 根据权利要求 40 所述的方法,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段中的每一个具有以固定关系互连到所述远端部的对应的第一和第二端部,并且其中所述第一和第二形状记忆线材段在从所述枢转轴轴线偏移的对应的第一和第二互连位置处、在它们对应的第一和第二端部之间互连到所述超声换能器,所述第一和第二互连位置在所述枢转轴轴线的相对侧上。

42. 根据权利要求 41 所述的方法,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段各自包括对应的第一和第二部分,所述对应的第一和第二部分分别远离它们对应的第一互连位置和第二互连位置延伸,以限定对应的第一和第二夹角,并且其中所述方法还包括:

在所述第一施加步骤期间增加所述第一夹角和减小所述第二夹角;以及

在所述第二施加步骤期间增加所述第二夹角和减小所述第一夹角。

43. 根据权利要求 39 所述的方法,其特征在于,还包括:

使用所述第一力将所述第二形状记忆构件从其第二构型恢复至其第一构型;以及

使用第二力将所述第一形状记忆构件从其第二构型恢复至其第一构型。

44. 根据权利要求 43 所述的方法,其特征在于,所述超声换能器的所述摆动、枢转运动以在 1 和 50Hz 之间的频率发生。

45. 根据权利要求 43 所述的方法,其特征在于,所述超声换能器的所述摆动、枢转运动以在 8 和 30Hz 之间的频率发生。

46. 根据权利要求 43 所述的方法,其特征在于,所述超声换能器的所述摆动、枢转运动以至少 10Hz 的频繁发生。

47. 根据权利要求 43 所述的方法,其特征在于,所述超声换能器的所述摆动、枢转运动

以至少 50Hz 的频繁发生。

48. 根据权利要求 39 所述的方法,其特征在于,所述预定循环包括在所述第一施加步骤的末尾和所述第二施加步骤的开始之间的第一时间间隔,并且其中所述方法还包括:

在每个第一间隔期间采用所述第二形状记忆构件的弹性响应来启动所述超声换能器沿所述第二方向的枢转运动。

49. 根据权利要求 48 所述的方法,其特征在于,所述预定循环包括在所述第二施加步骤的末尾和所述第一施加步骤的开始之间的第二时间间隔,并且其中所述方法还包括:

在每个第二间隔期间采用所述第一形状记忆构件的弹性响应来启动所述超声换能器沿所述第一方向的枢转运动。

50. 根据权利要求 39 所述的方法,其特征在于,至少一个磁体互连到所述远端部和所述超声换能器中的一个,并且其中所述方法还包括:

采用所述至少一个磁体向所述超声换能器施加磁力以影响所述摆动、枢转运动的至少一部分。

51. 根据权利要求 39 所述的方法,其特征在于,第一磁体互连到所述超声换能器并且第二磁体互连到所述远端部,并且其中所述方法还包括:

采用所述第一磁体和所述第二磁体来施加磁力以影响所述摆动、枢转运动的不同部分。

52. 根据权利要求 38 所述的方法,其特征在于,还包括:

在每次发生所述第一和第二致动步骤中的至少一个的至少一部分期间操作所述超声换能器,以通过所述流体接收声信号,并且提供对应的输出信号;以及在超声成像系统中使用所述输出信号。

53. 根据权利要求 38 所述的方法,其特征在于,还包括:

在每次发生所述第一和第二致动步骤中的至少一个的至少一部分期间操作所述超声换能器,以通过所述流体接收声信号,并且提供对应的输出信号;以及利用计算机处理器处理所述输出信号,以生成至少三维图像。

54. 根据权利要求 53 所述的方法,其特征在于,还包括:

在用户界面上显示所述三维图像。

55. 一种用于负载的摆动运动的致动器,包括:

封罩,所述封装限定包含流体的封闭体;

第一和第二形状记忆构件,所述第一和第二形状记忆构件各自与所述负载可操作地相关联,其中所述第一和第二形状记忆构件能致动以影响所述负载的所述摆动运动的至少一部分,并且所述第一形状记忆构件的至少一部分和所述第二形状记忆构件的一部分被浸入所述流体内;以及

第一和第二隔热层,所述第一和第二隔热层分别设置在所述第一形状记忆构件的所述部分和所述第二形状记忆构件的所述部分周围。

56. 根据权利要求 55 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自包含含氟聚合物。

57. 根据权利要求 56 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自包含选自下列的至少一种材料:

聚四氟乙烯；以及

膨胀型聚四氟乙烯。

58. 根据权利要求 55 所述的致动器,其特征在于,所述流体为液体。

59. 根据权利要求 58 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二隔热层各自具有当在约 25° C 下测量时约 0.05W/mK 和 0.08W/mK 之间的导热率。

60. 根据权利要求 59 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二隔热层包含膨胀型聚四氟乙烯。

61. 根据权利要求 59 所述的致动器,其特征在于,还包括分别附着地设置在所述第一和第二隔热层周围并且浸入所述流体的第一和第二外层。

62. 根据权利要求 61 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二外层各自具有至少约 500kV/m 的绝缘耐受电压。

63. 根据权利要求 61 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二外层各自包含疏水材料。

64. 根据权利要求 61 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二外层各自具有小于约 50 达因 / 平方厘米的表面能。

65. 根据权利要求 55 所述的致动器,其特征在于,所述第一形状记忆构件能致动以使所述负载沿第一方向绕所述枢转轴线旋转,并且所述第二形状记忆构件能致动以使所述负载沿第二方向绕所述枢转轴线旋转,所述第一方向与所述第二方向相反。

66. 根据权利要求 65 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件分别由对应的第一和第二形状记忆线材段限定,其中所述第一形状记忆线材段的第一端部在所述枢转轴线的一侧以固定关系互连到所述封罩和所述负载中的一个,并且所述第二形状记忆线材段的第一端部在与所述枢转轴线的所述一侧相对的另一侧以固定关系互连到所述封罩和所述负载中的一个。

67. 根据权利要求 66 所述的致动器,其特征在于,所述第一形状记忆线材段在第一互连位置处互连到所述负载和所述封罩中的对应的另一个,并且所述第二形状记忆线材段在第二互连位置处互连到所述负载和所述封罩中的对应的另一个,所述第一和第二位置在所述枢转轴线的相对侧上。

68. 根据权利要求 67 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段中的每一个具有对应的第二端部,所述对应的第二端部以固定关系互连到所述封罩和所述负载中的所述对应一个,并且所述第一和第二形状记忆线材段分别在所述对应的第一和第二互连位置处、在它们对应的第一和第二端部之间互连到所述封罩和所述负载中的对应的另一个,所述第一和第二互连位置在所述枢转轴线的相对侧上偏移。

69. 根据权利要求 68 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段各自包括对应的第一和第二部分,所述对应的第一和第二部分分别限定在它们之间的对应的第一和第二夹角。

70. 根据权利要求 69 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段布置成使得所述第一和第二夹角分别响应于所述第一和第二形状记忆线材段的对应致动和不致动而增加和减小。

71. 根据权利要求 67 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二互连位置与所述负

载的所述枢转轴线基本上等距离。

72. 根据权利要求 71 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段关于所述负载对称地设置。

73. 根据权利要求 55 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件分别由对应的第一和第二形状记忆线材段限定,所述第一和第二形状记忆线材段中的每一个具有以固定关系互连到所述封罩的对应的第一和第二端部,并且所述第一和第二形状记忆线材段在与所述负载的枢转轴线偏移的对应的第一和第二互连位置处、在它们对应的第一和第二端部之间互连到所述负载,所述第一和第二偏移位置在所述枢转轴线的相对侧上。

74. 根据权利要求 73 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段各自包括对应的第一和第二部分,所述对应的第一和第二部分分别远离它们对应的第一互连位置和第二互连位置延伸,以分别限定对应的第一和第二夹角。

75. 根据权利要求 74 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段布置成使得所述第一和第二夹角分别响应于所述第一和第二形状记忆构件的对应致动和不致动而增加和减小。

76. 根据权利要求 75 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二互连位置与所述枢转轴线基本上等距离。

77. 根据权利要求 76 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆线材段相对于所述负载对称地设置。

78. 根据权利要求 55 所述的致动器,其特征在于,还包括:

驱动信号源,所述驱动信号源用于在对应的第一和第二时间段期间利用在每个第一时间段的末尾和每个第二时间段的开始之间的第一时间间隔分别向所述第一和第二形状记忆构件反复地提供第一和第二致动信号,其中至少所述第二形状记忆构件设置成在每个第一时间间隔的至少一部分期间弹性拉伸,以使得所述第二形状记忆构件能操作成在每个第一时间间隔期间影响所述负载的所述摆动运动的至少一部分。

79. 根据权利要求 78 所述的致动器,其特征在于,所述驱动信号源利用在每个第二时间段的末尾和每个第一时间段的开始之间的第二时间间隔反复地提供所述第一和第二致动信号,并且所述第一形状记忆构件设置成在每个第二时间间隔的至少一部分期间弹性拉伸,以使得所述第一形状记忆构件能操作成在每个第二时间间隔期间影响所述负载的所述摆动运动的至少一部分。

80. 根据权利要求 79 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二形状记忆构件设置成影响对应于预定运动范围的相对端部的所述负载的所述摆动运动的不同部分。

81. 根据权利要求 55 所述的致动器,其特征在于,还包括:

第一磁性构件,所述第一磁性构件定位成影响所述负载的所述摆动运动的至少第一部分。

82. 根据权利要求 81 所述的致动器,其特征在于,所述第一磁性构件包括永磁体。

83. 根据权利要求 81 所述的致动器,其特征在于,所述第一磁性构件包括电磁构件。

84. 根据权利要求 81 所述的致动器,其特征在于,还包括可支承地定位成影响所述负载的所述摆动运动的至少第二部分的第二磁性构件。

85. 根据权利要求 84 所述的致动器,其特征在于,所述负载的所述摆动运动的所述第

一和第二部分对应于预定运动范围的相对端部。

86. 根据权利要求 84 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二磁性构件中的至少一个能操作成向互连到所述负载的至少一个可磁化构件施加吸引力。

87. 根据权利要求 84 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二磁性构件中的至少一个能操作成向互连到所述负载的另一个磁体施加吸引力。

88. 根据权利要求 84 所述的致动器,其特征在于,所述第一和第二磁性构件中的至少一个能操作成向互连到所述负载的另一个磁体施加排斥力。

带有形状记忆合金致动器的导管

[0001] 相关专利申请

[0002] 本申请根据 35U. S. C. § 119 要求提交于 2010 年 10 月 22 日的名称为“CATHETER WITH SHAPE MEMORY ALLOY ACTUATOR”（带有形状记忆合金致动器的导管）的美国临时专利申请 No. 61/405, 784 的优先权, 该申请全文以引用方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及可用于负载的摆动运动的致动器, 并且更具体地涉及采用一个或多个形状记忆构件的致动器。本发明尤其适于具有超声换能器的成像导管, 该超声换能器设置成用于摆动运动以扫描包含所关注的内部解剖区域的体积。

背景技术

[0004] 致动器在多种应用中被用于机构或负载的受控运动。致动器应用已被越来越多地认识到具有小的空间、高可靠性和低的功率要求, 这提出了独特的设计挑战。

[0005] 致动器可以采用形状记忆材料来产生运动。形状记忆材料是在施加诸如温度或磁场的外部刺激时经受尺寸变化的材料。存在能实现热致可逆形状变化的两种类型的形状记忆材料: 1) 形状记忆合金 (SMA), 它是在温度变化时发生在两种不同的晶相之间的可逆相变的金属合金; 2) 形状记忆聚合物 (SMP), 它通常由两种聚合物组分和两种相组成, 一种具有比另一种更高的熔融温度。当形状记忆聚合物被加热至高于具体的玻璃化转变温度时, 一种相通常为橡胶相, 并且能容易地变形。当随后冷却至低于该玻璃化转变温度时, SMP 保持其给定的永久形状。SMP 相比于所有其它聚合物的独特特征在于, 这种尺寸变化的特点是急剧的转变温度和橡胶稳定区以及能够在不产生永久性局部材料破损的情况下能够产生较大应变的能力。

[0006] 重要的形状记忆合金 (SMA) 的示例为镍和钛的合金、即镍钛诺、铜基合金和 FeMnSiCrNi 形状记忆不锈钢。这些金属合金的特征在于它们可以被加热至产生对应的马氏体到奥氏体的晶相转变, 这导致长度的减小。形状记忆合金的后续冷却可导致奥氏体到马氏体的相变, 并且形状保持不变, 由此它可以在施加的应力下返回其初始长度。如果形状记忆材料可操作地与其它构件相关联, 则可利用相变来产生力, 这种力可用来产生其它构件的运动。这样的加热可通过使电流穿过形状记忆材料而形成。

[0007] 导管是可以插入人体脉管、腔体或管道并且利用伸出身体的部分进行操纵的医疗装置。通常, 导管是相对较薄而柔韧, 以方便沿非直线的路径前进 / 回缩。导管可用于多种目的, 包括诊断和 / 或治疗装置的体内定位。例如, 导管可用来定位内部成像装置 (例如, 超声换能器), 用来部署可植入装置 (例如, 支架、支架移植物、腔静脉过滤器), 和 / 或用来递送治疗 (例如, 消融导管、药物递送)。

[0008] 就这一点而言, 使用超声成像技术来获得结构的可视图像正日益普遍。宽泛地讲, 向通常包括多个布置成阵列的单独致动的压电元件的超声换能器提供合适的驱动信号, 以使得超声能的脉冲行进到患者体内。超声能在具有变化的声阻抗的结构之间的交界处被反

射。相同或不同的换能器检测返回能的接收,并提供对应的输出信号。该信号能以已知方式被处理以产生在结构之间的交界部的和因此结构本身的在显示屏上可见的图像。

[0009] 心腔内超声心动图描记术(ICE)导管已成为用在构造心脏干预的较佳成像设备,这是因为它们对于心脏软组织结构提供高分辨率的二维超声图像。此外,ICE 成像不构成对于手术的电离辐射。在它们的正常处理流程范围内且无需增加其它医务人员的情况下,ICE 导管可由干预心脏病专家和工作人员来使用。然而,现有的 ICE 导管技术的确具有局限性。常规的 ICE 导管局限于仅生成二维图像。此外,临床医生必须操纵和重定位导管,以便捕获解剖体内的多个图像平面。获得具体的二维图像平面所需的导管操纵需要使用者花费大量时间来熟悉导管操纵机构。

[0010] 运行新的三维经食道(TEE)探头的飞利浦 iE33 超声心动描记术系统(可从美国马萨诸塞州安杜佛的飞利浦医疗公司获得)呈现了第一个市售实时三维(四维(4D)) TEE 超声成像装置。该系统为临床医生提供了更复杂的干预所需的 4D 成像能力,但存在与该系统相关联的若干重大缺点。由于 TEE 探针较大的尺寸(50mm 的周长和 16.6mm 的宽度),患者需要在探头引入之前被麻醉或重度镇静(G. Hamilton Baker, MD 等人, Usefulness of Live Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography in a Congenital Heart Disease Center, Am J Cardiol (美国心脏学期刊)2009 ;103 :1025 - 1028)。这要求麻醉医师在场以将麻醉剂引入患者并监测麻醉剂。此外,患者的血流动力状况可能需要监测。此外,的确存在由 TEE 探针使用导致的轻度和重度并发症,这包括从喉咙痛到食道穿孔的并发症。飞利浦 TEE 系统和探针的复杂性需要诸如麻醉师、心回波仪和超声波技术人员的额外的人员的参与。这增加了手术时间和成本。

[0011] 特别要关注的是用于小型致动器的成像导管应用。本发明人已意识到需要一种具有三维实时(4D)成像能力的成像平台,该平台基于导管并且足够小,以便经皮进入。在干预期间使用这样的基于导管的成像系统来例如在实时基础上可视化心脏的三维(3D)构造从临床医生的角度来看是高度期待的,因为它将有利于诸如左心耳封堵、二尖瓣修复和心房颤动消融的更复杂的手术。3D 成像还将允许临床医生完全确定结构的相对位置。在不存在典型解剖结构的中的结构异常的情况下,这种能力将具有特别的重要性。二维换能器阵列提供了一种生成 3D 图像的手段,但目前可用的 2D 阵列需要大量的元件,以便提供足够的孔径尺寸和对应的图像分辨率。如此多的元件数量导致相对于临床上可接受的导管轮廓来说不可接受的 2D 换能器。

[0012] 随着内部诊断和治疗程序的持续发展,本发明人已意识到利用紧凑而可操纵的导管来加强手术过程成像。更具体地说,本发明人认识到期望提供以下导管特征,即,便于位于导管远端处的成像部件的选择性定位(例如,为了产生实时 3D 图像),同时保持相对小的型面(外形),由此获得对于各种临床应用的增强功能。应当理解,超声换能器在导管上的使用面临尺寸上的挑战,特别是对于脉管应用来说。例如,对于心血管应用来说,可能希望在将成像导管前进到右心房或心脏的其它室的过程中保持小于约 12 弗伦奇(Fr)、并且更优选地小于约 10 弗伦奇的最大横截面尺寸。由于某些解剖位置(例如在心脏中的位置)的尺寸约束,希望能在狭小的解剖空间、例如具有小于约 3cm 的最大横截面尺寸的空间内获得对于实现所需视角必要的选择性定位。

发明内容

[0013] 本发明涉及可用于负载的摆动运动的致动器。一种改进的致动器可包括至少第一形状记忆构件（例如，包括形状记忆材料），其可致动以影响负载的摆动运动的至少一部分。在设想到的实施例中，致动器还可包括第二形状记忆构件（例如，包括形状记忆材料），其可致动以影响负载的摆动运动的至少第二部分。一个或多个形状记忆构件的使用有利于以紧凑而低功率的方式实现负载的可控且可靠的摆动运动。第一和第二形状记忆构件可以至少部分地错开的时间关系致动，以影响负载的摆动运动的至少一部分。

[0014] 在一个方面，致动器可包括限定封闭体的封罩。封闭体可包含流体。流体可以是液体（例如，以有利于声信号发送）。致动器的第一形状记忆构件的至少一部分可浸入流体中，并且可以在第一形状记忆构件的浸入部分周围设置有第一隔热层。类似地，致动器的第二形状记忆构件的至少一部分可浸入流体中，并且可以在第二形状记忆构件的浸入部分周围设置有第二隔热层。应当理解，在一个或多个形状记忆构件上设置隔热层可以有利地影响在所包含的流体和（多个）形状记忆构件之间的热能传递率。例如，在这样的方面中，负载可包括超声换能器。

[0015] 在一种实施方式中，将负载浸入流体中，并且设置成在封闭体内绕枢转轴线在一角度范围内的摆动运动，其中枢转轴线相对于封闭体固定。就这一点而言，致动器可包括与负载可操作地相关联的第一和第二形状记忆构件，其中第一和第二形状记忆构件可以至少部分地错开的时间关系致动，以进行负载的枢转运动的至少一部分。例如，这样的实施方式可以呈导管的形式，该导管具有细长的导管主体和远端部，该远端部可支承地设置在导管主体的远端处，并且限定包含负载和流体的封闭体。在这样的实施方式中，负载可以是超声换能器，并且超声换能器可以浸入流体中以用于超声信号发送和 / 或接收。

[0016] 在某些实施例中，第一和第二形状记忆构件可以互连到封闭体内的负载，并且浸入所包含的流体中。继而，第一和第二隔热层可以分别绕第一和第二形状记忆构件的至少一部分设置在封闭体内且浸入流体中。此外，第一和第二形状记忆构件可以单独地绝缘以便电气隔离。

[0017] 在布置中，当在约 25° C 下测量时，第一和 / 或第二隔热层可具有在约 0.03 瓦 / 米 · 开尔文 (W/mK) 和 0.20W/mK 之间的导热率。在布置中，当在约 25° C 下测量时，第一和 / 或第二隔热层可具有在约 0.05W/mK 和 0.08W/mK 之间的导热率。在一种方案中，第一和 / 或第二隔热层可包括含氟聚合物。在一个实施方式中，第一和 / 或第二隔热层可包括选自下列的至少一种材料：聚四氟乙烯 (PTFE)、膨胀型聚四氟乙烯 (ePTFE)、静电喷雾涂布的 PTFE、氟化乙丙烯、膨胀型氟化乙丙烯、全氟烷氧基共聚物、聚偏二氟乙烯、聚氨酯、硅橡胶、等离子涂布的聚合物膜（例如，低温等离子增强的三甲基硅烷）、PARYLENE™、以及它们的混合物和共聚物。也可以采用具有类似的导热率的其它材料。在一种方案中，第一和 / 或第二隔热层可包括微孔材料。

[0018] 除了如上所述第一和 / 或第二隔热层之外，致动器可分别包括分别设置（例如，附着地设置）在第一和 / 或第二隔热层周围的对应的第一和 / 或第二外层。就这一点而言，第一和 / 或第二外层可以有利地适合浸渍在封罩内的所包含的流体中。就这一点而言，第一和 / 或第二外层可各自包括疏水材料。在一种方案中，第一和 / 或第二外层可以选择成具有小于约 50 达因 / 平方厘米的表面能。附加地或备选地，第一和 / 或第二外层可选择成

具有至少约 500kV/m 的绝缘耐受电压。

[0019] 在一个方案中,除了如上所述第一和 / 或第二隔热层的热特性之外,第一和 / 或第二隔热层可以有利地适合或构造成浸渍在封罩内所包含的流体内。就这一点而言,第一和 / 或第二隔热层可执行第一和 / 或第二隔热层的上述功能和第一和 / 或第二外层的上述功能。因此,第一和 / 或第二隔热层可各自包括疏水材料。在一种方案中,第一和 / 或第二隔热层可以选择成具有小于约 50 达因 / 平方厘米的表面能。附加地或备选地,第一和 / 或第二隔热层可以选择成具有至少约 500kV/m 的绝缘耐受电压。就这一点而言,第一和 / 或第二隔热层可能能够提供上述绝缘特性以及上述疏水性和绝缘耐受电压。

[0020] 设置在第一和第二形状记忆构件的至少一部分周围的层,例如上述第一和 / 或第二隔热层和上述第一和 / 或第二外层,可具有允许所述层在形状记忆构件改变长度时随形状记忆构件运动的伸长模量。就这一点而言,所述层可操作成与形状记忆构件一起延长和收缩,而不会剥离、开裂或分层。所述层可以粘结性地联结到形状记忆构件。

[0021] 在一个实施例中,在封闭体内,电活性部件可以被绝缘以限制不期望的电流(例如,短路)。这样的电活性部件可包括例如与浸入流体中的形状记忆构件和超声换能器的电气互连。当封闭体内的流体为液体时,这样的绝缘可能尤其有利。

[0022] 在另一方面,第一形状记忆构件可致动成使负载(例如,超声换能器)沿第一方向绕枢转轴线旋转。反之,第二形状记忆构件可致动成使负载(例如,超声换能器)沿第二方向绕枢转轴线旋转,其中第一方向与第二方向相反。

[0023] 在一种布置中,形状记忆构件可操作成由于致动而将长度改变至少约 1%(例如,通过加热,通过使电流流经)。在另一种布置中,形状记忆构件可操作成由于致动而将长度改变至少约 2%。在一种特定布置中,形状记忆构件可由于致动而将长度改变约 4%。

[0024] 在各种实施例中,第一和第二形状记忆构件可以分别由对应的第一和第二形状记忆线材段来限定。在一种方案中,第一和第二形状记忆线材段可包括物理上分离的第一和第二线材。在另一种方案中,第一和第二形状记忆线材段可由连续的形状记忆线材的不同的区段、例如,第一和第二段限定。

[0025] 第一形状记忆线材段的第一端部可以在枢转轴线的第一侧以固定关系互连到封罩(例如,在导管的远端部处)和负载(例如,超声换能器)中的一个。类似地,第二形状记忆线材段的第一端部可以在与第一侧相对的枢转轴线的第二侧以固定关系互连到封罩(例如,在导管的远端部处)和负载(例如,超声换能器)中的一个。

[0026] 在一种方案中,第一形状记忆线材段可在第一互连位置处互连到负载(例如,超声换能器)和封罩中的对应的另一个。此外,第二形状记忆线材段可以在第二互连位置处互连到负载(例如,超声换能器)和封罩中的对应的另一个,其中第一和第二互连位置位于枢转轴线的相对侧上。

[0027] 在一个实施例中,第一和第二形状记忆线材段中的每一个可具有对应的第二端部,该第二端部以固定关系互连到封罩和负载(例如,超声换能器)中的对应的一个。此外,第一和第二形状记忆线材段可以在它们相对的第一和第二端部之间互连到封罩和负载(例如,超声换能器)中的对应的另一个。就这一点而言,所述第一和第二互连位置可以在枢转轴线的相对侧上偏移。在一个具体实施中,第一和第二偏移的位置可以与枢转轴线基本上等距离。在这样的布置中,第一和第二形状记忆线材段可以相对于负载(例如,超声换

能器)对称地设置。

[0028] 第一和第二形状记忆线材段可以设置成各自包括对应地限定第一和第二夹角的对应的第一和第二部分。继而,第一和第二形状记忆线材段可以布置成使得第一和第二夹角分别响应于第一和第二形状记忆构件的对应致动和不致动而增加和减小,以使负载移位。通过将第一和第二形状记忆线材段布置成包括这样的夹角,可以实现线材段的至少约10%至20%的有效移位。换句话说,可以实现至少约10%至20%的有效伸长率,其中有效伸长率是由设置成大致垂直于负载且设置在与具有夹角的形状记忆线材段类似的空间内的形状记忆构件产生类似的负载运动所需要的伸长率。

[0029] 在另一个实施例中,第一形状记忆线材段可包括在枢转轴线的第一侧互连到封罩(例如,在致动器的远端部处)的第一端部和在与第一侧相反的枢转轴线的第二侧互连到负载(例如,超声换能器)的第二端部。类似地,第二形状记忆线材段可具有在枢转轴线的第一侧互连到封罩的第一端部和在枢转轴线的第二侧互连到负载(例如,超声换能器)的第二端部。

[0030] 在又一个实施例中,第一形状记忆线材段可包括以固定关系互连到封罩(例如,在导管的远端部处)和负载(例如,超声换能器)中的一个的第一和第二端部。此外,可以将接合构件(例如,支柱、柱等)以固定关系设置到封罩和负载中的另一个,其中第一形状记忆线材段在第一形状记忆线材段致动期间与接合构件接合,以使负载沿第一方向旋转。类似地,第二形状记忆线材段可包括以固定关系互连到封罩和负载中的所述一个的第一端部和第二端部,其中第二形状记忆线材段在第二形状记忆线材段致动期间与接合构件接合,以使负载沿第二方向旋转。

[0031] 在一些实施例中,负载(例如,超声换能器)的中心轴线可以平行于枢转轴线。在其它实施例中,这样的中心轴线可以与枢转轴线重合。

[0032] 在各种实施例中,可以包括驱动能量源,以在对应的第一和第二时间段期间分别向第一和第二形状记忆构件反复地提供第一和第二能量信号。驱动能量源可操作成限定在每个第一时间段的末尾和每个第二时间段的开始之间的第一时间间隔,其中至少第二形状记忆构件被设置成在每个第一时间间隔的至少一部分期间弹性拉伸,以使得第二形状记忆构件操作成在每个第一时间间隔期间进行负载(例如,超声换能器)的摆动、枢转运动的至少一部分。此外,驱动能量源可操作成以限定于每个第二时间段的末尾和每个第一时间段的开始之间的第二时间间隔反复地提供第一和第二能量信号。继而,第一形状记忆构件可以被设置成在每个第二时间间隔的至少一部分期间弹性拉伸,以使得第一形状记忆构件操作成在每个第二时间间隔期间影响负载(例如,超声换能器)的摆动、枢转运动的至少一部分。应当理解,第一和第二形状记忆构件可用来影响对应于枢转运动的角度范围的相对端部的负载的摆动、枢转运动的不同部分。

[0033] 在某些实施方式中,至少第一磁性构件可支承地互连到封罩(例如,在导管的远端部处)和负载(例如,超声换能器)中的一个,并且定位成影响负载(例如,超声换能器)的摆动枢转运动的至少一部分。在一种方案中,第一磁性构件可包括永磁体,例如包含涂布的钕铁硼或钐钴的永磁体。在另一种方案中,第一磁性构件可包括电磁构件。

[0034] 相关地,第二磁性构件可以可支承地互连到封罩和负载中的一个,以影响负载的摆动、枢转运动的至少第二部分。就这一点而言,负载的摆动、枢转运动的第一和第二部分

可以对应于负载的枢转运动的预定角度范围的相对端部。在某些实施方式中,第一磁性构件和/或第二磁性构件可操作成施加吸引力。类似地,在某些布置中,第一磁性构件和/或第二磁性构件可操作成施加排斥力。由第一和/或第二磁性构件可将力施加到互连到封罩和负载中的另一个的可磁化构件。在另一个实施方式中,由第一和/或第二磁性构件可将力施加到互连到封罩和负载中的另一个的至少一个附加磁性构件。

[0035] 如上所述,上述致动器尤其适用于导管实施方式。就这一点而言,第一和第二形状记忆构件可以设置在封罩中,以在导管的远端部处进行超声换能器阵列的摆动运动。此外,远端部可以设置成可由使用者相对于导管主体选择性地定位。在一些实施例中,远端部可以设置成相对于导管主体在一系列角度内选择性地成角度。举例来说,导管可包括用于将远端部互连到导管主体的铰链。在其它实施例中,远端部可以设置成相对于导管主体绕一系列角度选择性地旋转。

[0036] 在又一方面,提供了一种影响负载的摆动、枢转运动的方法。该方法可包括第一致动步骤以及随后的第二致动步骤,在第一致动步骤中致动与负载可操作地相关联的第一形状记忆构件以使负载沿第一方向枢转,然后在第二致动步骤中致动与负载可操作地相关联的第二形状记忆构件以使负载沿与第一方向相反的第二方向枢转。该方法还可包括按照预定循环重复第一和第二致动步骤以相对于枢转轴线在一角度范围内影响负载的摆动、枢转运动。在一个实施例中,该方法可以是用于在导管中使用的方法,其中负载为浸入流体内且设置成绕枢转轴线在封闭体内作枢转运动的超声换能器,其中封闭体由可支承地设置在细长导管主体的远端处的远端部限定。在这样的实施例中,该方法还可包括操作超声换能器以在每次发生第一和/或第二致动步骤的至少一部分期间通过流体发送和/或接收声信号。

[0037] 在一个方案中,第一致动步骤可包括第一施加步骤,在该第一施加步骤中,施加第一电信号至第一形状记忆构件以将第一形状记忆构件从第一构型改变为第二构型,从而向负载赋予第一力。该方案还可包括第二致动步骤,该第二致动步骤包括第二施加步骤,在该第二施加步骤中施加第二电信号至第二形状记忆构件,以将第二形状记忆构件从第一构型改变为第二构型,从而向负载赋予第二力。该方法可包括使用第一力将第二形状记忆构件从其第二构型恢复至其第一构型,并且使用第二力将第一形状记忆构件从其第二构型恢复至其第一构型。

[0038] 在一个具体实施中,通过重复第一和第二致动步骤而实现的超声换能器的摆动、枢转运动可以在1和50Hz之间、或在8和30Hz之间的频率发生。在另一个具体实施中,通过重复第一和第二致动步骤而实现的超声换能器的摆动、枢转运动可以以至少10Hz的频率发生;在又一个具体实施中,频率可以为至少50Hz。

[0039] 在一种布置中,第一形状记忆构件可以在第一施加步骤期间缩短,并且第二形状记忆构件可以在第二施加步骤期间缩短。形状记忆构件可以呈形状记忆线材的形式。

[0040] 在各种实施例中,第一和第二形状记忆构件可以分别由对应的第一和第二形状记忆线材段来限定。在一种方案中,第一和第二形状记忆线材段可包括物理上分离的第一和第二线材。在另一种方案中,第一和第二形状记忆线材段可以由连续的形状记忆线材的不同的第一和第二段限定。第一和第二部分可由连续的形状记忆线材的不同的第一和第二段或由物理上分离的第一和第二线材限定。

[0041] 在某些实施方式中,第一和第二形状记忆构件可各自包括分别限定对应的第一和第二夹角的对应的第一和第二部分。在这样的实施方式中,该方法可包括在第一施加步骤期间增加第一夹角并减小第二夹角,以及在第二施加步骤期间增加第二夹角并减小第一夹角。

[0042] 在一个方案中,预定循环可包括在第一施加步骤的末尾和第二施加步骤的开始之间的第一时间间隔。这样的方案可包括在每个第一间隔期间采用第二形状记忆构件的弹性响应来启动负载沿第二方向的枢转运动。预定循环可包括在第二施加步骤的末尾和第一施加步骤的开始之间的第二时间间隔,并且该方案还可包括在第二间隔的每次发生期间采用第一形状记忆构件的弹性响应来启动负载沿第一方向的枢转运动。

[0043] 在一种布置中,该方法可包括采用磁体向负载施加磁力以影响摆动枢转运动的至少一部分。该方法还可包括采用第二磁体施加磁力以影响摆动枢转运动的至少不同部分。在一种方案中,第一和第二磁体可以影响角度范围的相对端部。

[0044] 在考虑下文提供的实施例描述之后,本发明的许多附加特征和优点对于本领域的技术人员将变得显而易见。

附图说明

[0045] 图 1 是包括本发明的致动器的一个实施例的侧视图。

[0046] 图 2A 是图 1 的致动器实施例的选定部件的立体图。

[0047] 图 2B 是图 1 的致动器实施例的选定部件以及替代的致动器部件的立体图。

[0048] 图 3A 和 3B 是在不同操作时间显示的图 1 的致动器实施例的选定部件的端视图。

[0049] 图 3C 是具有磁性辅助的第一示例的图 1 的致动器实施例的选定部件的端视图。

[0050] 图 3D 是具有磁性辅助的第二示例的图 1 的致动器实施例的选定部件的端视图。

[0051] 图 4A 是包括本发明的致动器的另一个实施例的侧视图。

[0052] 图 4B 是包括本发明的致动器的附加实施例的侧视图。

[0053] 图 4C 是包括本发明的致动器的又一个实施例的侧视图。

[0054] 图 5A、5B 和 5C 是在不同操作时间显示的图 4A 的致动器实施例的选定部件的端视图。

[0055] 图 5AA、5BB 和 5CC 是在不同操作时间显示的图 4A 的致动器实施例的修改布置的选定部件的端视图。

[0056] 图 6 是包括本发明的致动器的另一个实施例的侧视图。

[0057] 图 7 是包括本发明的致动器的另一个实施例的侧视图。

[0058] 图 8 和 9 示出了由铰链连接到图 7 的致动器实施例的导管主体的远端。

[0059] 图 10 示出了具有柄部、导管和图 7 的致动器实施例的超声成像系统。

[0060] 图 11 和 12 示出了将用于心腔内超声心动图的包括图 7 的致动器实施例的可操纵导管实施例放置于心脏的右心房内。

[0061] 图 13 示出了将图 11 的实施例放置于心脏的右心房内,其中图 7 的致动器实施例处于第二位置。

[0062] 图 14 示出了将图 11 的实施例放置于心脏的右心房内,其中图 7 的致动器实施例处于第三位置。

[0063] 图 15A 是用来驱动形状记忆构件的驱动信号和被驱动的负载的对应位置的坐标图。

[0064] 图 15B 是用来驱动形状记忆构件的另一个驱动信号和被驱动的负载的对应位置的坐标图。

具体实施方式

[0065] 图 1 示出了包括第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 的致动器 10 的一个实施例,第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 可致动以完成负载 20 绕枢转轴线 AA 的摆动、枢转运动。就这一点而言,枢转轴线 AA 可由轴构件 30 限定,轴构件 30 轴颈支撑在每一端处,并且可相对于封罩 40 旋转。封罩 40 包括第一端件 42a、第二端件 42b 和外壳 42c(在图 1 中显示为透明的)。继而,负载 20 可支承地安装到轴构件 30,以便随之进行枢转。

[0066] 第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 可各自包括一段形状记忆材料(如,镍和钛的金属合金、即镍钛诺),其中第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 可以以至少部分地错开的时间关系被加热,以产生对应的马氏体到奥氏体的相变和在每个构件的长度上的对应减小(例如,收缩)。应当理解,这样的交替长度减小导致轴构件 30 来回旋转,从而导致负载 20 以摆动方式绕枢转轴线 AA 来回枢转。这样的加热可通过向形状记忆构件 12、14 施加电能而实现。施加的能量可以呈施加的电压的形式,该电压在形状记忆构件 12、14 中引起电流,这产生加热。第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 可各自包括一段形状记忆线材或任何其它合适的形状记忆形式(例如,形状记忆带、诸如多丝线材的多元件构件、线圈、螺旋缠绕的股线)。

[0067] 现在参看图 1 以及图 2A、图 3A 和图 3B,其中示出了在第一形状记忆构件 12、第二形状记忆构件 14 和轴构件 30 之间的操作接口。为了进行说明,负载 20、第一端件 42a 和第二端件 42b 以及外壳 42c 在图 2A 至 3D 中未示出。在图示实施例中,第一形状记忆构件 12 可以在第一端部 12a 处固定地互连到锚定件 52a。锚定件 52a 可以互连到可弹性变形的构件(例如,诸如弹性可压缩构件的弹簧状构件)53a,可弹性变形的构件又互连到第一端件 42a。就这一点而言,通过可弹性变形的构件 53a 的压缩,锚定件 52a 能够相对于第一端件 42a 移动一有限量。第一形状记忆构件 12 可以在第二端部 12b 处固定地互连到锚定件 52b(在图 2A 中部分可见)。同样,锚定件 52b 可以互连到可弹性变形的构件 53b,可弹性变形的构件 53b 又互连到第二端件 42b。类似地,第二形状记忆构件 14 可以在第一端部 14a 处固定地互连到锚定件 54a。锚定件 54a 可以互连到可弹性变形的构件 55a,可弹性变形的构件 55a 又互连到第一端件 42a。第二形状记忆构件 14 可以在第二端部 14b 处固定地互连到锚定件 54b(在图 2A 中部分可见)。锚定件 54b 可以互连到可弹性变形的构件 55b,可弹性变形的构件 55b 又互连到第二端件 42b。

[0068] 可弹性变形的构件 53a、53b、55a、55b 可以操作成以这样的方式弹性变形(例如,有回弹力地压缩和解压缩),即,当形状记忆构件 12、14 的各段同时改变长度(例如,当形状记忆构件 12、14 中的一个变长时,另一个可以收缩长度)时补偿形状记忆构件 12、14 的各段之间可能的不匹配。通过压缩,可弹性变形的构件 53a、53b、55a、55b 可以帮助防止形状记忆构件 12、14 的过度弹性拉伸。另外,当形状记忆构件 12、14 在负载 20 的摆动过程中枢

转时,可弹性变形的构件 53a、53b、55a、55b 可以帮助补偿由几何形状变化导致的弹性拉伸量偏差。

[0069] 第一形状记忆构件 12 可以在枢转轴线 AA 的一侧经由接合构件 32a 可操作地互连到轴构件 30,接合构件 32a 固定地互连到轴构件 30 且远离轴构件 30 侧向延伸。类似地,第二形状记忆构件 14 可以在枢转轴线 AA 的另一侧经由接合构件 32b 可操作地互连到轴构件 30,接合构件 32b 固定地互连到轴构件 30 且远离轴构件 30 侧向延伸。接合构件 32a、32b 可以带凹槽以帮助相对于其明确地定位形状记忆构件 12、14。在接合构件 32a 和锚定件 52a 之间的距离与接合构件 32a 和锚定件 52b 之间的距离不相等和 / 或在接合构件 32b 和锚定件 54a 之间的距离与接合构件 32b 和锚定件 54b 之间的距离不相等的实施例中,对应的(多个)凹槽可以构造成允许对应的(多个)形状记忆构件 12、14 在其长度改变和负载 20 进行摆动时在凹槽内滑动。在这样的距离基本上相等的实施例中,对应的形状记忆构件 12、14 可以固定到对应的接合构件 32a、32b(例如,在沿其对应长度的中点处)。

[0070] 如图 3A 所示,第一形状记忆构件 12 可以在与枢转轴线 AA 偏移的位置处经由接合构件 32a 可操作地互连到轴构件 30,以便限定第一力矩臂 l_1 。类似地,第二形状记忆构件 14 可以在与枢转轴线 AA 偏移的位置处经由接合构件 32b 可操作地互连到轴构件 30,以便限定第二力矩臂 l_2 。在图示布置中,力矩臂 l_1 和 l_2 基本上相等。可以实施力矩臂 l_1 和 l_2 不相等的布置。

[0071] 在图 2A 和 3A 中,第一形状记忆构件 12 已被致动,例如被加热,以导致第一形状记忆构件 12 长度收缩并因此使轴构件 30 沿第一方向(例如顺时针)旋转 y_1 度。如上所述,第一形状记忆构件 12 可以在第一时间段期间被致动,第一时间段与第二形状记忆构件 14 被致动的第二时间段至少部分地不重叠。就这一点而言,第一形状记忆构件 12 的致动可用来向第二形状记忆构件 14 施加张力,以便有利于形状记忆构件 14 恢复至延伸状态(例如,结合在致动之后其奥氏体到马氏体的相变)。

[0072] 在图 3B 中,第二形状记忆构件 14 已被致动(例如被加热),以便导致第二形状记忆构件 14 长度收缩并因此使轴构件 30 沿第二方向(例如,逆时针)旋转 y_2 度。在以与第一形状记忆构件 12 的致动至少部分地错开的时间关系致动第二形状记忆构件 14 的布置中,第二形状记忆构件 14 的致动可用来向第一形状记忆构件 12 施加张力,以便有利于第一形状记忆构件 12 恢复至延伸状态(例如,结合在致动之后其奥氏体到马氏体的相变)。

[0073] 再次参看图 1 和 2A,第一形状记忆构件 12 的部分远离接合构件 32a 和负载 20 延伸,以限定在两者间的 x_1 度的夹角。类似地,第二形状记忆构件 14 的部分远离接合构件 32b 和负载 20 延伸以限定在两者间的 x_2 度的夹角。应当理解,在第一形状记忆构件 12 的致动期间,夹角 x_1 增加且夹角 x_2 减小,并且在第二形状记忆构件 14 的致动期间,夹角 x_2 增加且夹角 x_1 减小。图 1 中所示的第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 的角度构造有利于负载 20 在 y_1+y_2 度的相对大的角度范围内的枢转运动(参见图 3A 和 3B)。就这一点而言,当形状记忆构件 12、14 在长度上变化约 1% 至 5%(例如 4%)时,并且当角度 x_1 和 x_2 处于中立或“初始”位置(例如,负载 20 处于水平位置)为约 100 至 170 度时, y_1+y_2 度的总角度范围可以接近约 50–60 度。在另一个实施例中,可以通过例如使角度 x_1 和 x_2 在初始位置较大并且对应地减小形状记忆构件 12、14 长度上的偏差而实现相同的总角度范围。这样的偏差会对形状记忆构件 12、14 造成更高的应力。在另一个变型中,使角度 x_1 和 x_2 在初始

位置较小并且对应地增加形状记忆构件 12、14 长度上的偏差可以增加在形状记忆构件 12、14 的长度变化和负载 20 的角度变化之间的线性度。形状记忆构件 12、14 的固定端在第一端件 42a 和第二端件 42b 上相对于形状记忆构件 12、14 与接合构件 32a、32b 交界处的位置可以调整,以便例如提供由形状记忆构件 12、14 在负载 20 的运动循环中的选定点处对接合构件 32a、32b 赋予的最大力。形状记忆构件 12、14 的固定端的位置也可以选择成使得可以实现由致动器 10 占据的空间的特定总体积。因此,对于特定应用来说,致动器 10 可构造成实现一定的尺寸,而在另一种构型中,致动器可构造成实现一定的线性度,而在另一种构型中,可以实现 y_1+y_2 度的特定角度范围。在一个示例中,致动器可构造成使得它占据由通过使负载 20 绕枢转轴线 AA 旋转 360 度而形成的假想圆柱体所限定的空间的体积。在这样的示例中,致动器 10 的总直径可取决于负载 20 尺寸而不是用来驱动负载 20 的机构的尺寸。就这一点而言,负载 20 的尺寸(例如,长度、宽度、厚度)可以是形状记忆构件 12、14 的构造中的因素。

[0074] 返回到图 1、2A、3A 和 3B 的实施例,第一形状记忆构件 12 的致动可通过向锚定件 52a 和 52b 提供能量信号而实现,锚定件 52a 和 52b 可以电互连到形状记忆构件 12。就这一点而言,锚定件 52a 和 52b 可充当方便电互连到形状记忆构件 12 的连接器块。类似地,第二形状记忆构件 14 的致动可通过向锚定件 54a 和 54b 提供能量信号而实现,锚定件 54a 和 54b 可以电互连到形状记忆构件 14。例如,锚定件 52a、52b 和 54a、54b 可经由电信号线互连到包括逻辑的电能源,以便以错开的时间关系向锚定件 52a、52b 和 54a、54b (和因此形状记忆构件 12、14) 提供电信号,其中这样的电信号可根据预定的算法而在量值上变化。这样的预定算法可以被建立成当负载 20 以摆动方式绕枢转轴线 AA 枢转或旋转时实现负载 20 的相对恒定的角速度。备选地,预定的算法可以被建立成实现负载 20 的其它期望运动轨迹。实际上,通过改变用来驱动形状记忆构件的算法,可以根据需要调整本文讨论的实施例中的任一个的运动轨迹。

[0075] 可以在各种情况下使用磁体来控制负载 20 的运动。例如,如图 3C 所示,磁体 62 可以定位在接合构件 32a 的行程末尾处或附近。在这样的构型中,接合构件 32a、32b 可由可磁化(例如,含铁)材料制成。备选地,接合构件 32a、32b 可由不可磁化材料制成,并且一个或多个可磁化构件可以固定地互连到接合构件 32a、32b,以使得磁体 62 和第二磁体 60 能对接合构件 32a、32b 赋予磁力。磁体 62 可以对接合构件 32a 赋予吸引力,从而减小第一形状记忆构件 12 中为达到图 3C 所示的行程位置末端所需的弹性拉伸量。这样的布置也可以降低形状记忆构件 12 为达到行程末尾位置所需的加热水平。第二磁体 60 可以对应地定位成在行程的另一末尾位置处对负载 20 具有类似的影响。在图 3C 所示实施例的变型中,磁体 62 可以定位成使得它在行程末尾位置处与接合构件 32a 直接接触。这样的构型可以用来明确地确定负载 20 的位置(即,通过将接合构件 32a 驱动至与磁体 62 接触,将知道负载 20 的位置)。此外,这样的构型可用来提供能够在行程末尾处、在预定时长内保持或帮助保持负载 20 的位置的力。在另一个变型中,可以将不含铁的间隔件(未示出)装配到磁体 62 (或备选地装配到接合构件 32a),使得间隔件充当对接合构件 32a 的运动的硬止挡件(因此,明确地确定负载 20 的位置),但不允许磁体 62 与接合构件 32a 直接接触。

[0076] 在图 3D 所示磁性辅助的另一示例中,一对柱状磁体 66、70 可以定位成使得当负载 20 接近图 3D 所示行程末尾位置时向磁体 66、70 赋予彼此排斥力。这样的构型可以有助于

负载 20 减速,并且可能尤其适用于可能受益于辅助减速的相对高速度和 / 或高负载质量的应用。可以使用定位成在行程位置的另一末尾处对负载 20 具有类似影响的一对类似构造的柱状磁体 64、68。

[0077] 上述磁体可以是永磁体和 / 或电磁体。当磁体为电磁体时,它们可以被主动控制以帮助提供所需的运动轨迹。本文所述任何其它实施例可以使用上述磁体来帮助控制负载的运动。在使用磁体的实施例中,与磁体交界的各个部分可以被成形为提供特定的性能特性。例如,图 3C 的接合构件 32a、32b 可具有正方形横截面(而不是图 1 所示圆形横截面),以使得为磁体 60、62 提供平坦表面。

[0078] 在图 1 的实施例的部件的备选布置中,形状记忆构件 12、14 的端部可以以类似于在图 1 中形状记忆构件 12、14 的端部如何固定地附连到第一端件 42a 和第二端件 42b 的方式固定地互连到负载 20。在这样的实施例中,接合构件或等同结构可以固定地(相对于外壳 42c)设置在负载 20 下方(即,当处于图 1 所示取向时的下方),使得形状记忆构件 12、14 可以各自具有在负载 20 的一端处固定地互连到负载 20 的第一端部和在负载 20 的另一端处固定地互连到负载 20 的第二端部以及定位成部分地绕固定设置的接合构件或等同结构的中心部。

[0079] 在图 1 的实施例的部件的附加的备选布置中,致动器 10 可包括附加的形状记忆构件,以便在形状记忆构件 12、14 中的一者或两者失效的情况下提供冗余度。例如,与形状记忆构件 12 类似地构造的附加的形状记忆构件可设置成使得它能操作成产生与形状记忆构件 12 相同的负载 20 的运动。就这一点而言,附加的形状记忆构件可设置成大致平行于形状记忆构件 12。在一个实施例中,附加的形状记忆构件可以与形状记忆构件 12 一前一后(in tandem)被致动。另一个形状记忆构件可以以类似方式相对于形状记忆构件 14 设置和 / 或致动。因此,在这样的布置中,如果形状记忆构件 12、14 中的一者或两者失效,冗余的形状记忆构件能用来产生负载 20 的往复运动。

[0080] 图 2B 示出了处于与图 2A 相同取向的轴构件 30 和接合构件 32a、32b。在图 2B 的实施例中,图 2A 的形状记忆构件 12、14 和对应的可弹性变形的构件 53a、53b、55a、55b 以及锚定件 52a、52b、54a、54b 已被替换为螺旋缠绕的形状记忆构件 16、18 和锚定构件 22、24。与非螺旋缠绕的形状记忆构件 12、14 相比,螺旋缠绕的形状记忆构件 16、18 可操作成实现更高百分比的长度减小(例如,沿螺旋缠绕的线圈的纵向轴线)。因此,如图 2B 所示,螺旋缠绕的形状记忆构件 16、18 可以设置成大致垂直于接合构件 32a、32b 的端部,以便进行类似于由形状记忆构件 12、14 所形成的轴构件 30 的摆动、枢转运动。此外,螺旋缠绕的形状记忆构件 16、18 可操作成在类似的空间体积内(例如在图 1 的封罩 40 内)产生这样的运动。锚定构件 22、24 可包括可弹性变形的构件。此外,类似于如上文参照附加的形状记忆构件 12、14 所描述的,附加的螺旋缠绕的形状记忆构件可用来提供冗余度。

[0081] 图 4A 示出了包括第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 的致动器 100 的另一个实施例,第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 可致动以影响绕枢转轴线 AA 的负载 120 的摆动、枢转运动。枢转轴线 AA 可由轴构件 130 限定,轴构件 130 轴颈支撑在每一端处,并且可相对于封罩 140 旋转。封罩 140 包括第一端件 142a、第二端件 142b 和外壳 142c(在图 4A 中显示为透明的)。如图所示,负载 120 可支承地安装到轴构件 130 以便随之枢转。

[0082] 第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 可各自包括一段形状记忆线材或任何其它合适的形状记忆形式（例如，形状记忆带、诸如多丝线材的多元件构件、线圈、螺旋缠绕的股线），并且可以以至少部分地错开的时间关系被加热，以便产生对应的马氏体到奥氏体相变和对应的每个线材的长度的减小（例如，收缩）。继而，这样的交替的长度减小导致轴构件 130 来回枢转或旋转，从而导致负载 120 以摆动方式绕枢转轴线 AA 来回枢转。

[0083] 如图 4A 所示，第一形状记忆构件 112 可以在第一端部 112a 处固定地互连到经由可弹性变形的构件 156a 互连到封罩 140 的锚定件 152a，并且第一形状记忆构件 112 可以在第二端部 112b 处固定地互连到锚定件 152b，该锚定件 152b 经由可弹性变形的构件 156b 互连到封罩 140。锚定件 152a 和 152b 中的每一个可以设置在包含枢转轴线 AA 和轴线 BB 两者的竖直平面的公共侧上，当负载 120 处于“初始”位置（如图 4A 所示）时，轴线 BB 沿着以固定关系向下延伸远离轴构件 130 的接合构件 132 定位（参见图 5A）。第二形状记忆构件 114 可以在第一端部 114a 处互连到锚定件 154a，该锚定件 154a 经由可弹性变形的构件 158a 互连到封罩 140，并且第二形状记忆构件 114 可以在第二端部 114b 处固定地互连到锚定件 154b，该锚定件 154b 经由可弹性变形的构件 158b 互连到封罩 140。锚定件 154a 和 154b 中的每一个可以设置在由轴线 A-A 和 B-B 限定的竖直平面的公共侧上，该侧与锚定件 152a、152b 所在的一侧相对。备选地，仅单个可弹性变形的构件（例如，可弹性变形的构件 156a、158a）可以互连到每个形状记忆构件 112、114 或者可以不采用可弹性变形的构件。

[0084] 如图 4A 进一步示出的，第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 设置成通过与接合构件 132 的相对侧的配合而与轴构件 130 可操作地互连。更具体地讲，第一形状记忆构件 112 与接合构件 132 的一侧配合，该侧背向接合构件 132 的其上设置有锚定件 152a、152b 的那侧。相反，第二形状记忆构件 114 与接合构件 132 的一侧接合，该侧与接合构件 132 的与第一形状记忆构件 112 接合并背对接合构件 132 的其上设置有锚定件 154a、154b 的那侧相对。

[0085] 应当理解，如图 4A 所示，第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 不构造成使得它们在远离负载 120 相同的距离处与接合构件 132 交界。因此，第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 可以不对称地作用在接合构件 132 上。在图 4 的致动器 100 的变型中，第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 可以构造成使得它们各自在离负载 120 共同的距离处与接合构件 132 交界。在这样的构型中，通过如下方式来实现对称，即，通过对称地调整锚定件 152a、152b、154a、154b 的位置，以使得第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 在负载 120 枢转期间彼此不交界。

[0086] 图 4B 示出了图 4A 的实施例中所示致动器 100 的修改实施例。相对于图 4A 的实施例，应当指出，第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114 可包括形状记忆线材段。图 4A 示出了物理上分离的第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114。在图 4B 的实施例中，第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114' 可由连续的形状记忆线材 113 的单独的区段或段限定。举例来说，形状记忆合金线材 113 可以在第一端部 113a 处卷曲到卷曲锚定件 153a，并在第二端部 113b 处卷曲到卷曲锚定件 153b。此外，形状记忆合金线材 113 可以在卷曲锚定件 153c 处卷曲，以限定对应于第一形状记忆构件 112' 的线材区段（即，在卷曲锚定件 153a 和 153c 之间），并且在卷曲锚定件 153d 处卷曲，以限定第二形状记忆构件 114'（即，在卷曲锚定件 153b 和 153d 之间）。在该布置中，形状记忆合金线材

113 可以电互连到公共电气接地 155 (例如在卷曲锚定件 153c 和 153d 之间)。如图所示, 形状记忆合金线材 113 的第一端部 113a 可以电互连到第一电气驱动信号源 V_A , 并且第二端部 113b 可以电互连到第二电气驱动信号源 V_B 。第一电气驱动信号源 V_A 和第二电气驱动信号源 V_B 可以交替操作, 以致动第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114'。

[0087] 图 4C 示出了图 4B 的实施例的修改版本。如图所示, 形状记忆合金线材 113 可以在单个卷曲锚定件 153c 处卷曲。在这样的布置中, 第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114' 可以限定在第一端件 142a 和接合构件 132 之间的 V 形构型。卷曲锚定件 153c 可以电互连到公共电气接地 155。

[0088] 图 4A 的第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114、图 4B 的第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114'、以及图 4C 的第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114' 可以各自呈形状记忆线材段的形式。在一种方案中, 这样的形状记忆线材段可包括物理上分离的第一和第二线材 (例如, 第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114)。在另一种方案中, 这样的形状记忆线材段可以由连续的形状记忆线材的不同区段 (例如, 第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114' 以及第一形状记忆构件 112' 和第二形状记忆构件 114') 限定。

[0089] 现在参看图 5A、5B 和 5C, 其中示出了在第一形状记忆构件 112 和轴构件 130 之间经由接合构件 132、以及在第二形状记忆构件 114 和轴构件 130 之间经由接合构件 132 的操作接口。在图 5A 中, 致动器 100 示出为处于“初始”位置, 例如, 在致动之前, 其中形状记忆构件 112、114 各自处于马氏体状态, 并且其中负载 120 设置在负载 120 的摆动运动范围的两个极端之间基本上居中的位置。在图 5B 中, 第一形状记忆构件 112 已被致动, 例如被加热, 以便导致第一形状记忆构件 112 长度收缩并因此使接合构件 132、轴构件 130 和负载 120 沿第一方向 (例如顺时针) 旋转 z_1 度。如上所述, 第一形状记忆构件 112 可以在第一时间段期间被致动, 第一时间段与期间第二形状记忆构件 114 被致动的第二时间段至少部分地不重叠。就这一点而言, 第一形状记忆构件 112 的致动可用来向第二形状记忆构件 114 施加张力, 以便延长第二形状记忆构件 114 (例如, 结合在致动之后奥氏体到马氏体的相变)。

[0090] 在图 5C 中, 第二形状记忆构件 114 已被致动 (例如被加热), 以便导致第二形状记忆构件 114 长度收缩, 并因此使接合构件 132、轴构件 130 和负载 120 沿第二方向 (例如逆时针) 旋转 z_2 度。在以与第一形状记忆构件 112 的致动至少部分地错开的时间关系来致动第二形状记忆构件 114 的布置中, 第二形状记忆构件 114 的致动可用来向第一形状记忆构件 112 施加张力, 以便延长第一形状记忆构件 112 (例如, 结合在致动之后奥氏体到马氏体的相变)。

[0091] 图 5AA、5BB 和 5CC 示出了图 4A 所示实施例的修改布置, 并与图 5A、5B 和 5C 的视图为对应关系。如图所示, 接合构件 132 设有孔口 132a、132b 以分别用于接纳穿过其中的第一形状记忆构件 112 和第二形状记忆构件 114。

[0092] 图 6 示出了包括第一形状记忆构件 212 和第二形状记忆构件 214 的致动器 200 的另一个实施例, 第一形状记忆构件 212 和第二形状记忆构件 214 可致动以影响绕枢转轴线 AA 的负载 220 的摆动、枢转运动。枢转轴线 AA 可由轴构件 230 限定, 轴构件 230 轴颈支撑在每一端处, 并且可相对于封罩 240 旋转。封罩 240 包括第一端件 240a、第二端件 240b 和外壳 240c (在图 6 中均显示为透明的)。

[0093] 如图所示,负载 220 可支承地安装到轴构件 230,以便随之枢转运动。第一形状记忆构件 212 和第二形状记忆构件 214 可各自包括一段形状记忆线材,并且可以以至少部分地错开的时间关系被加热,以便产生对应的马氏体到奥氏体相变和对应的每个线材在长度上的对应减小(例如,收缩)。继而,这样的交替的长度减小导致轴构件 230 来回旋转,从而导致负载 230 以摆动方式绕枢转轴线 AA 来回枢转。如图所示,第一形状记忆构件 212 可以在第一端部处固定地互连到锚定件 252a,该锚定件 252a 经由可弹性变形的构件 253a 互连到封罩 240,而第一形状记忆构件 212 可以在第二端部处固定地互连到锚定件 252b,该锚定件 252b 固定地互连到负载 220 的底面。类似地,第二形状记忆构件 214 可以在第一端部处固定地互连到锚定件 254a,该锚定件 254a 经由可弹性变形的构件 255a 互连到封罩 240,而第二形状记忆构件 214 可以在第二端部处固定地互连到锚定件 254b,该锚定件 254b 固定地互连到负载 240 的底面。备选地,锚定件 252b 可以固定地互连到可弹性变形的构件(未示出),该可弹性变形的构件又互连到负载 220,并且锚定件 254b 可以固定地互连到另一个可弹性变形的构件(未示出),该另一个可弹性变形的构件又互连到负载 220。在这样的备选实施例中,可弹性变形的构件 253a、253b 为可选的。

[0094] 锚定件 252a 和 254a 可以位于封罩 240 的相对两端处,并且在包括枢转轴线 AA 的平面的相对侧上,当负载处于“初始”位置时,例如在借助形状记忆构件 212、214 致动之前,该平面垂直于负载 220 的平面。此外,锚定件 252b 和 254b 可以设置在相对于当负载处于“初始”位置时的平面偏移的位置处。在一个实施例中,锚定件 252a 和锚定件 252b 可以设置在当负载处于“初始”位置时的平面的相对侧,并且锚定件 254a 和锚定件 254b 可以设置在当负载处于“初始”位置时的平面的相对侧。就这一点而言,当负载处于“初始”位置时,形状记忆构件 212、214 中的每一个可以在它们从封罩 240 上的相应锚定件 252a、254a 延伸至其在负载 220 上的相应的锚定件 252b、254b 时横过该平面。

[0095] 在图 6 中,第一形状记忆构件 212 已被致动,以便导致沿顺时针方向(当从如图 6 所示致动器 200 的右侧观察时)轴构件 230 旋转和负载 220 枢转。应当理解,在第二形状记忆构件 214 的致动和第一形状记忆构件 212 不致动时,轴构件 230 可以被第二形状记忆构件 214 沿逆时针方向旋转,并且负载 220 可以被其逆时针枢转。

[0096] 图 7 示出了类似于图 1 的实施例中所示致动器的致动器 300,该致动器被构造用于成像导管应用。更具体地讲,图 7 示出了包括第一形状记忆构件 312 和第二形状记忆构件 314 的致动器 300,第一形状记忆构件 312 和第二形状记忆构件 314 可致动以使负载 320 绕枢转轴线 AA 摆动、枢转运动。枢转轴线 AA 在图 7 中示出为与致动器 300 的中心纵向轴线重合。备选地,在一个实施例中,枢转轴线 AA 可以从致动器 300 的中心纵向轴线错开。负载 320 包括三部分:第一端部块 320a、第二端部块 320b、以及固定地互连到端部块 320a、320b 且设置在端部块 320a、320b 之间的有源块 320c。有源块 320c 可以呈超声换能器阵列的形式。枢转轴线 AA 可由共线的轴构件 330a、330b 限定,轴构件 330a、330b 被轴颈支撑并可相对于封罩 340 旋转。继而,负载 320 可支承地安装到轴构件 330a、330b 以便随之枢转运动。封罩 340 包括第一端件 342a、第二端件 342b 和外壳 342c(在图 7 中显示为透明的)。封罩 340 还包括端盖 340d,端盖 340d 可以被倒圆以有利于穿过身体移动。第一端件 342a 和第二端件 342b 以及因此枢转轴线 AA 可以相对于封罩 340 固定。

[0097] 当有源块 320c 为超声换能器阵列时,超声换能器阵列可操作成发送声信号,这些

声信号可用来生成从超声换能器阵列的长度维度延伸的二维平面的图像。通过使用形状记忆构件 312、314 实现超声换能器阵列的摆动运动, 超声换能器阵列的二维成像平面可以顺利通过三维体积, 从而能够形成三维图像。这样的三维图像可以是实时的 (4D)。

[0098] 第一形状记忆构件 312 和第二形状记忆构件 314 可以与图 1 的第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 类似地构造。应当理解, 第一形状记忆构件 312 和第二形状记忆构件 314 的交替的长度减小导致负载 320 以摆动方式绕枢转轴线 AA 来回枢转。

[0099] 第一形状记忆构件 312 可以在第一端部处固定地互连到锚定件 352a。锚定件 352a 可以互连到可弹性变形的构件 353a, 可弹性变形的构件 353a 又互连到第一端件 342a。第一形状记忆构件 312 可以在第二端部处固定地互连到锚定件 352b。同样, 锚定件 352b 可以互连到可弹性变形的构件 353b, 可弹性变形的构件 353b 又互连到第二端件 342b。因此, 第一形状记忆构件 312 可以与图 1 的第一形状记忆构件 12 类似地构造。以类似的方式, 第二形状记忆构件 314 可以与图 1 的第二形状记忆构件 14 类似地构造。

[0100] 第一形状记忆构件 312 可以经由横轴 332 可操作地互连到负载 320。横轴 332 又可以固定地互连到横轴托架 333, 横轴托架 333 可以固定地互连到负载 320。横轴 332 可以设置成与图 1 的接合构件 32a、32b 类似的取向和位置。

[0101] 第一形状记忆构件 312 和第二形状记忆构件 314 可以沿横轴 330 以与图 1 的第一形状记忆构件 12 和第二形状记忆构件 14 如何与接合构件 32a、32b 交界的方式类似的方式设置。就这一点而言, 负载 320 通过第一形状记忆构件 312 和第二形状记忆构件 314 的致动的摆动运动可以以参照图 1 所述的方式类似的方式实现。

[0102] 电互连构件 360 可以电互连到有源块 320c。例如, 电互连构件 360 可以是向有源块 320c 提供电气互连的多导体构件。可引导电互连构件 360 穿过第二端件 342b, 在横轴 332 和有源块 320c 之间, 到达靠近第一端件 342a 的有源块 320c 的端部。就这一点而言, 电互连构件 360 的设置的第二端件 342b 和横轴 332 之间的部分可操作成在保持到有源块 320c 的电连接的同时进行挠曲。举例来说, 电互连构件 360 可包括柔性板 (柔性的 / 可弯曲的电气构件或多个构件)。在一个实施例中, 柔性板可以设置在服务回路 (serviceloop) 或表簧结构中。这样的表簧结构可以设置在致动器 300 内。例如, 端构件 362 可以容纳表簧结构。

[0103] 端构件 362 可以在与端盖 340d 相对的一端处互连到致动器 300。端构件 362 可以提供能够与诸如导管主体的部件之类的外部部件交界的结构, 使得致动器 300 能够互连到诸如导管主体的其它结构。端构件 362 也可用来密封致动器 300, 以使得由端构件 362、端盖 340d 和外壳 342c 限定封闭的体积。

[0104] 致动器 300 可以互连到导管主体的远端, 使得致动器 300 相对于导管主体的远端固定。在另一种布置中, 致动器 300 可以互连到导管主体的远端, 以使得致动器 300 可相对于导管主体的远端可旋转地定位。例如, 致动器 300 可以互连到沿导管主体的长度从远端延伸至其近端的驱动构件, 其中驱动构件的近端的旋转致使致动器 300 旋转 (例如, 绕对应于在其远端处的导管主体的纵向或中心轴线的轴线旋转)。

[0105] 备选地, 并且如图 7 所示, 致动器 300 可以互连到铰链 370。铰链 370 又可以互连到导管主体的远端, 以使得铰链 370 的一部分相对于导管主体的远端固定。铰链 370 可包括可操作成互连到导管主体的导管接口部分 372、可操作成互连到致动器 300 的致动器接

口部分、以及可弯曲部分 376, 该可弯曲部分 376 可操作成允许在致动器接口部分 374 和可弯曲部分 376 之间的相对角运动, 从而允许在致动器 300 和导管主体的远端之间的相对角运动。就这一点而言, 致动器 300 可以相对于导管主体 (例如, 相对于在其远端处的导管主体的纵向或中心轴线) 选择性地定位在一系列角度范围内。如上所述, 端构件 362 也可用来密封致动器 300, 或者备选地并且如图 7 所示, 端构件 362 和致动器接口部分可一起用来密封致动器 300。导管接口部分 372 可包括可与导管内的管腔对准的中心管腔 378。

[0106] 当有源块 320c 呈超声换能器阵列的形式时, 超声换能器阵列可包括附连到超声换能器阵列的有源面的声学耦合介质。声学耦合介质可包括能够吸收液体的水凝胶。举例来说, 这样的声学耦合介质可向声学耦合提供超声换能器阵列的有源面。

[0107] 封罩 40 (图 1)、140 (图 4)、240 (图 6) 和 340 (图 7) 可以限定封闭体。封闭体可包含在其中的流体。流体可以是液体。就这一点而言, 负载与第一和第二形状记忆构件可以浸入封闭体内的流体。参照图 7 的致动器 300, 当有源块 320c 呈超声换能器阵列的形式时, 流体可以用来将超声换能器阵列声学耦合到外壳 342c。就这一点而言, 外壳 342c 的材料可选择成对应于 (例如, 紧密匹配) 在成像期间致动器 300 将设置于的区域中的患者的人体的流体的声阻抗和 / 或声速。可以设置一个或多个端口和 / 或阀门以有利于将流体放置于致动器内。当流体为液体时, 多个端口和 / 或阀门可用来进一步有利于从封闭体除去泡沫。

[0108] 备选地, 致动器可以不包括如上所述的封闭体, 并且致动器的内部可以向周围环境敞开。例如, 致动器 300 的封罩 340 可包括孔或开口部 (未示出), 这些孔或开口部将允许流体穿过致动器 300 的内部和周围环境之间。就这一点而言, 来自在成像期间将设置有致动器 300 的区域中的患者人体的流体 (例如, 对心脏成像时的血液) 可以被允许流入致动器 300 的内部。

[0109] 在另一个备选方案中, 致动器的一部分可以设置在封闭体内, 同时负载的至少一部分通向周围环境。例如, 致动器 300 的负载 320 可以在负载 320 周围可密封地互连到封罩 340 (例如, 通过柔性波纹管), 其中被密封的下部和上部可以被限定。下部可包括流体和形状记忆构件 212、214。封罩 340 的上部可包括孔, 其中有源块 320c (例如, 超声换能器阵列) 的面可以暴露于周围环境 (例如, 在心脏成像应用中的血液)。

[0110] 本文所述形状记忆构件可包括绕包括形状记忆线材的芯包裹的一层或多层材料。这样的层可以充当隔热层、电绝缘层、或隔热层和电绝缘层的组合。例如, 形状记忆构件 312、314 可包括具有形状记忆线材的内芯和 PTFE 的隔热层。可用来隔绝的其它示例性材料包括 ePTFE 和高强度韧化的含氟聚合物 (HSTF)。一些隔热层可以是微孔的。微孔隔热层夹带期望是有助于增加耐热性的空气。然而, 一些微孔隔热材料可以用血液和其它人体流体润湿, 这通常可以降低其耐热性。疏水材料可以在微孔隔热层中用来减少和 / 或防止这样的润湿。诸如含氟聚合物的疏水材料可起到这个作用。备选地, 非疏水材料可以用疏水性和 / 或疏油性处理剂来处理, 以使其适合这种用途。优选的隔热材料可具有小于 50 达因 / 平方厘米 (dyn/cm²) 的表面能。其它隔热材料可具有小于 40 达因 / 平方厘米的表面能。另一些隔热材料可具有小于约 30 达因 / 平方厘米的表面能。

[0111] 隔热层可用来对形状记忆线材进行隔热, 使得可以有利地选择从形状记忆线材的散热率。例如, 通过选择预定厚度的隔热层来实现预定的隔热水平, 热量从形状记忆线材

流到周围环境（例如，流体），同时被加热的形状记忆线材可以有利地被控制，以实现所需的响应时间和 / 或传热水平。也就是说，通过增加对形状记忆线材的隔热，可以减少在形状记忆线材的加热期间损失到周围环境的热量的量（相对于没有隔热的构型），从而减少为产生所需的长度变化而加热形状记忆线材所需的时间和 / 或功率。此外，通过减少产生所需的长度变化所需的功率，可以减少到周围环境的总的热传递（同样相对于没有隔热的构型）。在诸如导管的应用中，这样的功率减少和相关联的传递到周围环境（例如，患者人体）的热量的减少可以使导管在致动器 300 的操作期间能够保持在可接受的温度范围内（例如，低于某个规定的阈值，该阈值可能是例如美国食品和药物管理局和 / 或国际电工技术委员会国际标准 IEC60601 所强制要求的）。在一个示例性实施例中，隔热层可具有当在约 25° C 测量时在约 0.03W/mK 和 0.20W/mK 之间的导热率。在另一个示例性实施例中，隔热层可具有当在约 25° C 测量时在约 0.05W/mK 和 0.08W/mK 之间的导热率。

[0112] 以上讨论的隔热层和 / 或电绝缘层可以提供可接受的耐受电压和 / 或疏水性，或者本文所述形状记忆构件可包括设置在隔热层外部的附加材料层，以提供所需的特性。附加层可以例如增加形状记忆构件的耐受电压，使得它们具有至少约 500kV/m 的总绝缘耐受电压(dielectric withstand voltage)。附加层可以例如包括疏水材料。这样的附加疏水材料层可具有小于约 50 达因 / 平方厘米的表面能。其它隔热材料可具有小于 40 达因 / 平方厘米的表面能。另一些隔热材料可具有小于约 30 达因 / 平方厘米的表面能。疏水材料可以例如包括 ePTFE。

[0113] 疏水材料作为附加层会是有益的，因为它可以充当屏障层，以允许下置层保持相对不含液体并因此维持其绝缘特性。当疏水材料被用作唯一的层时，其使用可能是有益的，因为它不将液体吸收到使其导热率被显著改变的程度。可以使用提供与这样的疏水材料相同的有益效果（例如，能够充当屏障和 / 或能够在浸入液体中的同时保持绝缘特性）的其它材料。隔热层和 / 或电绝缘层也可提供润滑和 / 或低摩擦界面，以有利于在运动期间在致动器中的其它部件上方和 / 或周围的平滑运动。

[0114] 相对于设置在形状记忆构件周围的上述层，确定层的构型的第一步骤可以是系统选择所需的时间常数，然后选择具体材料以实现该时间常数。例如，时间常数可以被选择成使得形状记忆构件的冷却尽可能慢，同时仍然满足所需负载枢转速率。因此，可以将功率消耗减到最小。类似地，特定的功率消耗可选择成允许特定的应用，然后对应的时间常数可基于允许的功率消耗选择成提供对于特定应用最大的负载枢转速率。

[0115] 为产生图 1 至 7 所示负载的摆动运动而使用形状记忆构件可能是有益的，因为这样的系统可以是相对小的。例如，致动器 300 可包括超声换能器阵列（例如，有源块 320c），该超声换能器阵列可以以摆动方式枢转，以生成实时 3D 图像（4D 图像），同时具有 12 弗仑奇(Fr)或以下（例如，10 弗仑奇）的外径。形状记忆构件中使用的形状记忆线材直径可以为约 1 密耳。在图 7 的实施例中，力矩臂 l_1 和 l_2 可以为约 1.0mm。

[0116] 本文所述致动器还可包括编码器和 / 或位置检测器（例如，用于在行程末尾处和 / 或在“初始”位置处检测负载），其能够提供关于被致动的负载的位置的反馈。这样的编码器和 / 或位置检测器可以允许伺服控制系统控制被致动的负载的位置。

[0117] 本文所述致动器可能能够产生高达和超出 50Hz 的负载的摆动运动。例如，致动器可用来产生在 1-50Hz 或 8-30Hz 范围内的负载的摆动运动。这样的运动可以是稳态的，以

使例如移动呈超声换能器形式的负载,以有利于 4D 图像。本文所述致动器也可用来相对快速地(例如,以 50Hz 的频率)移动负载,以有利于在超声换能器沿单一方向的单次枢转期间捕获 3D 图像。在这样的单次枢转期间捕获的图像可以提供比在相对更慢的负载运动期间捕获的图像更清晰的所关注空间的“快照”。这样的“快照”可能在对诸如心脏的各部分的移动对象成像方面是有益的。

[0118] 图 8 和 9 示出了导管组件 400 的远端,该导管组件包括由铰链 370 连接到致动器 300 的细长导管主体 402。图 8 示出了处于与导管主体 402 的远端对准的位置的致动器 300,该致动器为导管组件 400 的远端部。图 9 示出了处于部署在相对于导管主体 402 的端部成约 +90 度的面向前的角度的位置的致动器 300。仅仅为了进行说明,角度值(例如,图 9 所示 +90 度的位移角)可以在本文中用来描述致动器 300 相对于导管主体 402 的中心轴线、远离致动器 300 和导管主体 402 对准的位置的角度量。正值将用来描述其中致动器 300 被移动使得它至少部分地面向前(例如,处于“初始”位置的有源块 320c 面向前)的角度,而负值通常将用来描述其中致动器 300 被移动使得它至少部分地面向后的角度。

[0119] 为了将致动器 300 从图 8 的位置重定位至图 9 的位置,可以将导管主体 402 的内管 404 相对于导管主体 402 的外管 406 前进。由于致动器 300 通过系绳 408 系到外管 406,这种前进可导致致动器 300 沿正方向成角度。系绳 408 可以在一端处锚定到致动器 300,而在另一端锚定到外管 406。系绳 408 可操作成防止系绳锚定点远离彼此运动的距离大于系绳 408 的长度。就这一点而言,通过系绳 408,致动器 300 可以受约束地互连到外管 406。类似地,当系绳 408 具有足够刚度时,内管 404 相对于外管 406 从图 8 所示位置的回缩可导致致动器 300 沿负方向成角度。内管 404 可包括穿过其中的管腔。

[0120] 系绳 408 可以是分立的装置,其主要功能是控制致动器 300 的角度重定位。在另一个实施例中,系绳 408 可以是柔性板或其它多导体部件,其除了提供系绳功能之外还将致动器 300 内的部件与导管主体 402 内或别处的部件电气互连。在另一个实施例中,系绳 408 可以是一个或多个线材,用来将致动器 300 内的一个或多个部件(例如,形状记忆构件 312、314)电气互连到致动器 300 外部的部件。

[0121] 图 8 和 9 示出了其中铰链 370 为活动铰链的构型。活铰链或活动铰链是由诸如聚合物的柔性或柔顺材料制成的柔顺铰链(弯曲轴承)。一般来讲,活动铰链将两个部分连结在一起,以允许它们沿铰链的弯曲线相对于彼此枢转。活动铰链通常通过注塑模制来制造。由于它们的耐疲劳性,聚乙烯、聚丙烯、聚氨酯或诸如 **PEBAX®** 的聚醚嵌段酰胺是用于活动铰链的可能的聚合物。

[0122] 现在将参照图 10 至 14 描述有源块 320c 呈超声换能器阵列形式的图 7 至 9 的致动器 300 的应用。

[0123] 图 10 示出了带有柄部 501 和导管 400 的、适于实时三维(4D)成像的超声成像系统 500。导管 400 包括经由铰链 370 互连到致动器 300 的导管主体 402。导管主体 402 可以是柔性的并且能够弯曲,以顺应于它所插入到的人体脉管的轮廓或追踪引导线或经过护套。导管主体 402 可以是可操纵的。

[0124] 超声成像系统 500 还可包括控制器 505 和超声控制台 506。控制器 505 可操作成控制形状记忆构件 312、314 的致动和因此超声换能器阵列(即,有源块 320c)的角位置。超声控制台 506 可包括图像处理器和诸如监视器的显示装置,图像处理器操作用于处理来自

超声换能器阵列的信号。参照控制器 505 和超声控制台 506 描述的各种功能可由单个部件或由任何合适数量的分立部件执行。

[0125] 柄部 501 可以设置在导管 400 的近端 511 处。导管 400 的使用者（例如，临床医生、技术人员、介入医生）可以控制导管主体 402 的操纵、致动器 300 的角度重定位和导管 400 的各种其它功能。就这一点而言，柄部 501 包括用于操纵导管主体 402 的两个滑块 507a、507b。这些滑块 507a、507b 可以互连到控制线，使得当滑块 507a、507b 相对于彼此移动时，导管主体 402 的一部分可以以受控方式弯曲。可以使用控制在导管主体 402 内的控制线的任何其它合适的方法。例如，滑块可以替换成诸如可转动旋钮或按钮的替代装置。可以使用在导管主体 402 内的任何合适数量的控制线。

[0126] 柄部 501 还可包括角位置控制器 508。角位置控制器 508 可用来控制致动器 300 相对于导管主体 402 的远端 512 的角位置。图示的角位置控制器 508 呈可旋转轮的形式，其中角位置控制器 508 的旋转将产生致动器 300 的对应的角位置。可以设想角位置控制器 508 的其它构型，包括例如类似于滑块 507a 的滑块。

[0127] 柄部 501 还可包括致动器启动按钮 509。致动器启动按钮 509 可用来启动和 / 或禁止超声换能器阵列在致动器 300 内的摆动。柄部 501 还可包括在超声成像系统 500 的实施例中的端口 510，这些实施例包括在导管主体 402 内的管腔。端口 510 与管腔连通，使得管腔可用于装置和 / 或材料的传输。

[0128] 在使用中，使用者可以抓住柄部 501 并操纵一个或两个滑块 507a、507b，以便在导管 400 移动至所需解剖位置时操纵导管主体 402。柄部 501 和滑块 507a、507b 可以构造成使得可以维持滑块 507a、507b 相对于柄部 501 的位置，从而维持或“锁定”导管主体 402 的所选位置。然后，角位置控制器 508 可用来将致动器 300 角度上重定位至所需位置。柄部 501 和角位置控制器 508 可以构造成使得可以维持角位置控制器 508 相对于柄部 501 的位置，从而维持或“锁定”致动器 300 的所选角位置。就这一点而言，致动器 300 可以选择性地角度上重定位，并且可以独立地操导管主体 402 纵。另外，致动器 300 的角位置可以被选择性地锁定，并且导管主体 402 的形状可以被独立地选择性地锁定。这种位置的维持可以至少部分地通过例如摩擦、掣子和 / 或任何其它合适的手段来实现。用于操纵、角度上重定位和马达的控制器均可以被使用者独立地操作和控制。

[0129] 超声成像系统 500 可用来捕获三维成像体积 514 的图像和 / 或捕获实时 3D 图像 (4D)。可通过操纵导管主体 402、角度上重定位致动器 300、或者通过操纵导管主体 402 结合角度上重定位致动器 300 来定位致动器 300。此外，在具有管腔的实施例中，超声成像系统 500 还可用来例如将装置和 / 或材料递送至患者体内的一个或多个选定的区域。

[0130] 导管主体 402 可具有至少一个导电线材，该导电线材通过导管主体 402 中的端口或其它开口离开导管近端 511，并且电连接到（例如超声控制台 506 内的）换能器驱动器和图像处理器。

[0131] 此外，在具有管腔的实施例中，使用者可以通过端口 510 插入介入装置（例如，诊断装置和 / 或治疗装置）或材料、或者取出装置和 / 或材料。使用者可以接着将介入装置馈送通过导管主体 402，以使介入装置运动至导管主体 402 的远端 512。在超声控制台 506 和致动器 300 之间的电互连装置可以被导引通过电子器件端口 513 和通过导管主体 402。

[0132] 与常规 ICE 导管的使用相关联的一个困难是需要将导管操纵至心脏内的多个点

处,以捕获在手术期间需要的各种成像平面。包括角度上可重定位的致动器 300 在内的导管 400 缓解了与常规 ICE 导管的使用相关联的这样的困难,其中,该致动器 300 在其内具有可摆动地枢转的超声换能器阵列 320c。

[0133] 图 11 示出了为了心腔内超声心动图将导管 400 放置于心脏 604 的右心房 602 内。图 12 示出了在导管 400 已重定位(通过操纵导管 400)之后、将导管 400 放置于心脏 604 的右心房 602 内,以将设置在导管 400 的远端处的致动器 300 置于所需位置。临床医生可以建立然后通过锁定导管 400 位置(柄部上的锁定机构未示出)而固定导管 400 在心脏 604 内的位置。就这一点而言,一旦固定,在致动器 300 角向上重定位的同时,导管 400 位置可以保持基本上不变。

[0134] 在致动器 300 如图 12 所示定位的情况下,可以从心脏 604 的第一部分的三维体积 606 生成体积图像。然后,临床医生可以操纵致动器 300 的取向,以便捕获所需的一系列成像体积。例如,图 13 示出了角度上可重定位至第二位置以捕获心脏 604 的第二部分的三维体积 608 的体积图像的致动器 300。图 14 示出了角度上可重定位至第三位置以捕获心脏 604 的第三部分的三维体积 610 的体积图像的致动器 300。本文所述致动器 300 的实施例可操作成实现在心脏 604 的右心房 602 内的这样的位置和更多位置,该右心房可具有约 3cm 的横截面尺寸的心内空间。通过角度上重定位致动器 300 和操作致动器 300,以便在导管 400 的远端保持在图 12 所示位置的同时实现超声换能器阵列的摆动枢转,可以获得这样的三维体积 606、608 和 610 的体积图像。

[0135] 可以用本文所公开的实施例执行的临床手术包括但不限于隔膜穿刺术、隔膜封堵器施放、消融术、二尖瓣介入和左心耳封堵。一种利用实施例的右心房成像方法可包括:使导管主体 400 前进至右心房;将导管主体 400 的远端 512 操纵至所需位置;操作致动器 300 以实现设置在其中的超声换能器阵列的运动;以及在保持固定的导管主体 400 的位置的同时,使包括超声换能器阵列在内的致动器 300 绕铰链 370 角度上重定位,以捕获在至少一个视平面上的至少一个图像。

[0136] 图 15A 是驱动信号 702 的坐标图 700,该信号用来驱动诸如致动器 300 的形状记忆构件 312、314 的形状记忆构件,以产生诸如负载 320 的负载的摆动运动。水平轴表示时间,并且对于驱动信号 702 来说,垂直轴表示施加的电压。例如,第一驱动信号部分 706 可以驱动形状记忆构件 312,而第二驱动信号部分 708 可以驱动形状记忆构件 314。负载 320 的对应位置 704 显示在坐标图 700 的上半部中。对于位置 704 来说,垂直轴表示负载 320 的角位置。在图 15A 所示驱动方案中,每个形状记忆构件 312、314 以不重叠方式被依次驱动,即,在特定时间点处基本上仅驱动形状记忆构件 312、314 中的一个,而形状记忆构件 312、314 中的一个基本上始终被驱动。这产生了在负载 320 的位置 704 的坐标图中所示运动图案,其中负载 320 基本上始终被主动驱动至其摆动运动的一个或另一个端点。

[0137] 在致动器 300 中,当形状记忆构件 312、314 中的一个(热构件)已被致动,使得它处于其基本上最小的操作长度时,另一个形状记忆构件 312、314(冷构件)将相对较冷并且可以由于弹性伸展而包含一定的弹性拉伸量(例如,弹簧荷载)。这不会不当地张紧热构件,因为它具有相对小的弹性张力。当除去用来加热热构件的电流时,冷构件会由于在冷构件内储存的弹性能量而使负载 320 的方向颠倒。因此,可能没必要始终驱动形状记忆构件 312、314 中的一个。图 15B 的坐标图 720 中示出了这样的驱动方案 722。在图 15B 中,如在

图 15A 中那样,水平轴表示时间,并且对于驱动信号 722 来说,竖直轴表示所施加的电压,而对于位置 724 来说,竖直轴表示负载 320 的角位置。如图所示,在脉冲 726、728 之间可包含时间间隔 730。在该时间间隔期间,可由储存的弹性能量产生负载 320 的运动,以产生非常类似于图 15A 的轨迹 704 的运动轨迹 724。相比图 15A 的驱动信号 702,这样的“回弹”的使用(例如,消耗储存的弹性能量)可以减少致动器 300 的总功耗。可弹性变形的构件也可以有助于回弹。

[0138] 在一个实施例中,冷构件可以被加热,以使得它在与热构件冷却至其马氏体起始温度的同时达到其奥氏体起始温度。该过程有助于防止或限制构件直接作用于彼此,这将导致过度的弹性拉伸,并增加特别地形状记忆构件的失效或寿命缩短的风险。就这一点而言,隔热水平可选择成产生能够实现这样的平衡的所需冷却速率。当精确地控制这种平衡时,可能不需要可弹性变形的构件。

[0139] 形状记忆构件 312、314 可以构造成使得在将能量施加到形状记忆构件 312、314 中的任一个之前,当它们均处于冷却(例如,室温)状态时,形状记忆构件 312、314 可以各自处于弹性拉伸状态。这可以使形状记忆构件 312、314 能够在向形状记忆构件 312、314 中的一个施加能量之前保持与横轴 332 接触。此外,在操作期间,可将形状记忆构件 312、314 控制成使得每个形状记忆构件 312、314 基本上始终在一定程度上处于弹性拉伸状态。

[0140] 用来驱动形状记忆构件 312、314 的驱动信号可能能够在相对低的电压、例如小于 35 伏直流的电压下进行操作。这样低的操作电压可能是有益的,因为它在将插入患者体内的装置的可接受的极限内。致动器 300 可以操作成在 1 周/秒或更大的频率下被驱动,同时满足对于电压水平和温度的法定和/或其它要求(例如,在设置在患者体内的同时保持在最大温度以下)。

[0141] 实例

[0142] 构造了带有能够使负载枢转的第一和第二形状记忆构件的致动器。致动器的总尺寸为大约 14mm 长和直径为 3mm。外壳由不锈钢管制成,并且端件均由氧化铝陶瓷制成。负载为带有复合吸声衬垫的压电陶瓷 64 元件超声换能器阵列。端件中心带孔,并且限定负载的枢转轴线。致动器以针对负载的 44° (从初始位置起 $\pm 22^\circ$) 的总角度范围操作,并且具有 60° 的最大总角度范围。第一和第二形状记忆构件呈直径 0.0015" (英寸) 的镍钛诺线材的形式。驱动信号包括大约 4.8 伏直流的 10Hz 的方波。致动器产生 10Hz 的摆动负载运动,从而产生对于超声换能器阵列的 20Hz 的双向扫描速率。10Hz 的摆动负载运动由产生 10Hz 方波的硬件限制。在另一个示例性的双形状记忆构件致动器中,第一和第二形状记忆构件呈带有聚对二甲苯涂层的浸入水中的直径 0.0015" 的镍钛诺的形式。驱动信号包括大约 4.5 伏直流的 6Hz 的波。致动器通过 50,000 次的连续全扫描产生通过 50° 的角度范围(从初始位置起 $\pm 25^\circ$) 的 6Hz 的摆动负载运动。在另一种示例性的双形状记忆构件致动器中,使用三角形波形和在第一和第二形状记忆构件上的绝缘物实现 10% 的负载运动的线性度。绝缘物为 7 微米厚的 HSTF ePTFE 聚合物,并且致动器在 2.5Hz 下在 1000X 实际体积下运行。

[0143] 已出于图示和描述目的而提供了本发明的以上描述。此外,该描述并非意图将本发明限制为本文所公开的形式。因此,与以上教导相当的变型和修改以及相关领域的技能和知识在本发明的范围内。以上描述的实施例还旨在解释实践本发明的已知模式并且使本

领域的其他技术人员能够在这样的或其它实施例中利用本发明,并且进行本发明的特定应用或用途所需要的各种修改。所附权利要求旨在被理解为在现有技术允许的范围内包括备选实施例。

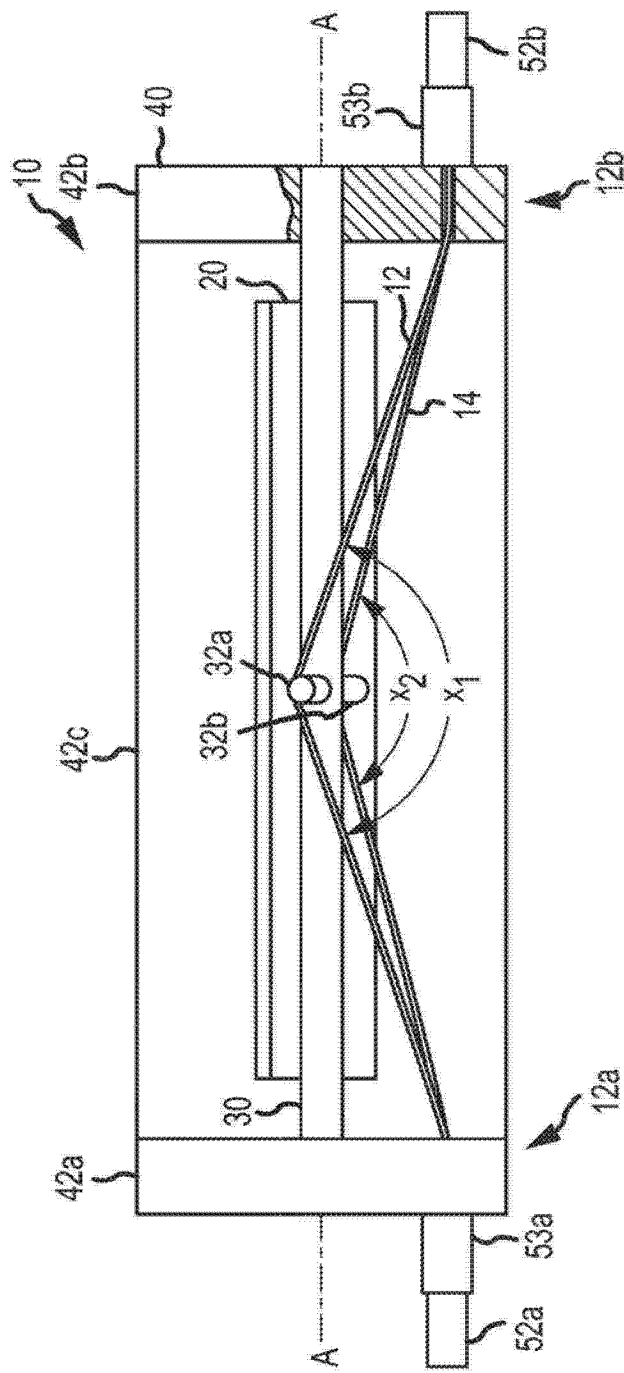


图 1

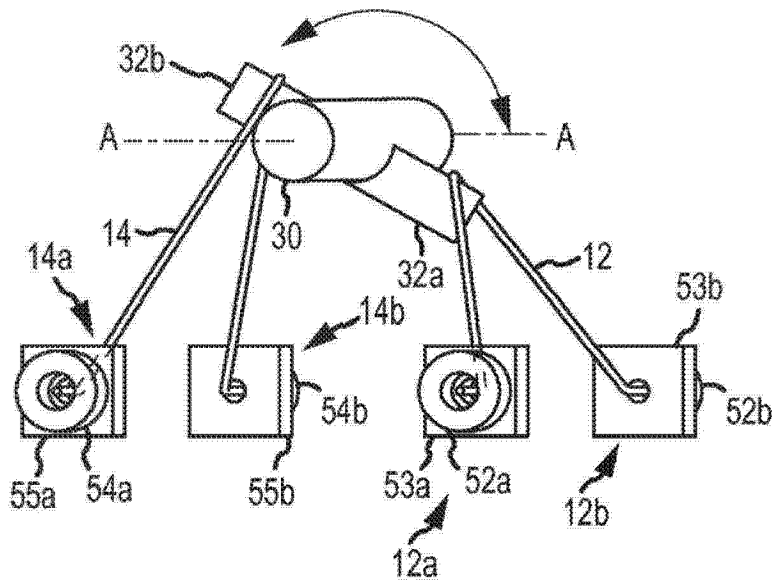


图 2A

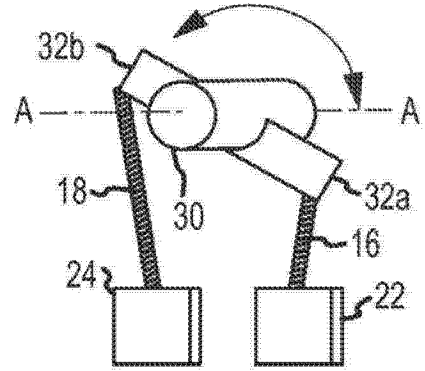


图 2B

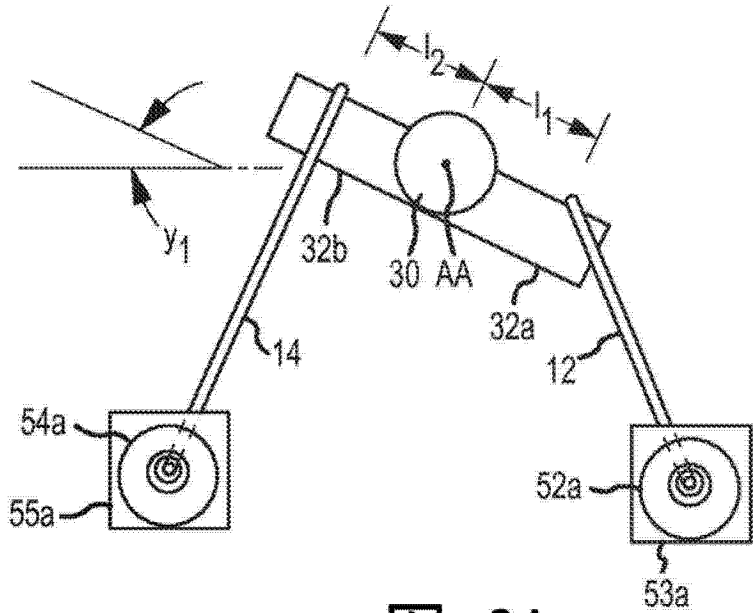


图 3A

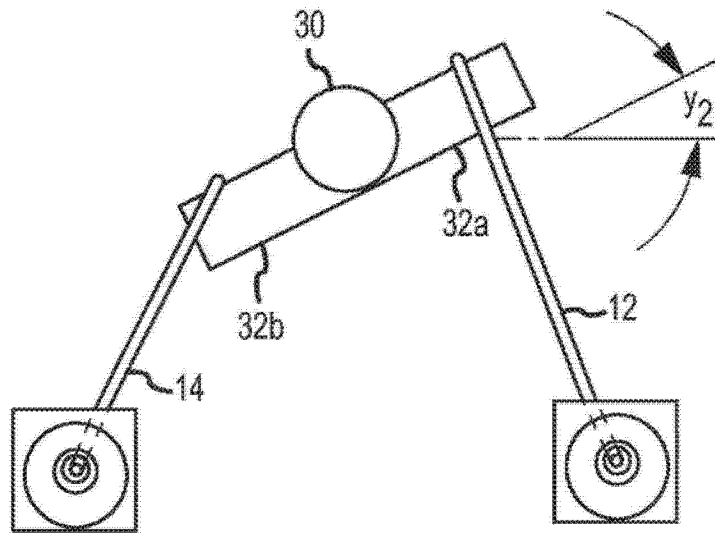


图 3B

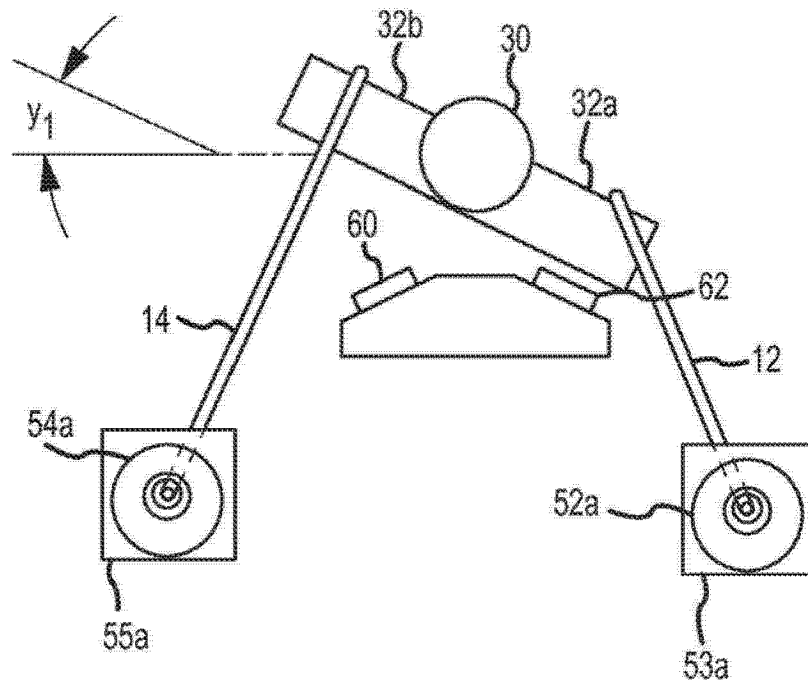


图 3C

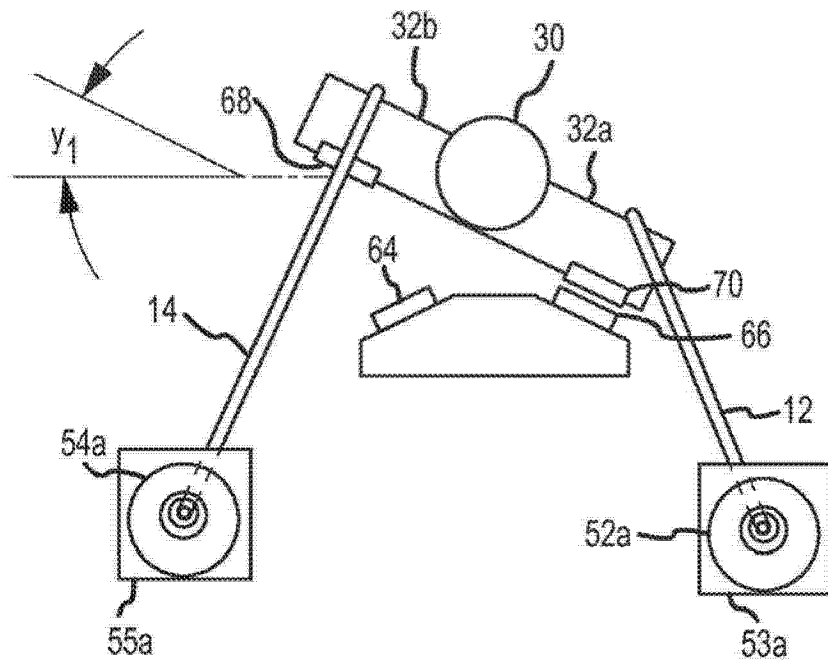


图 3D

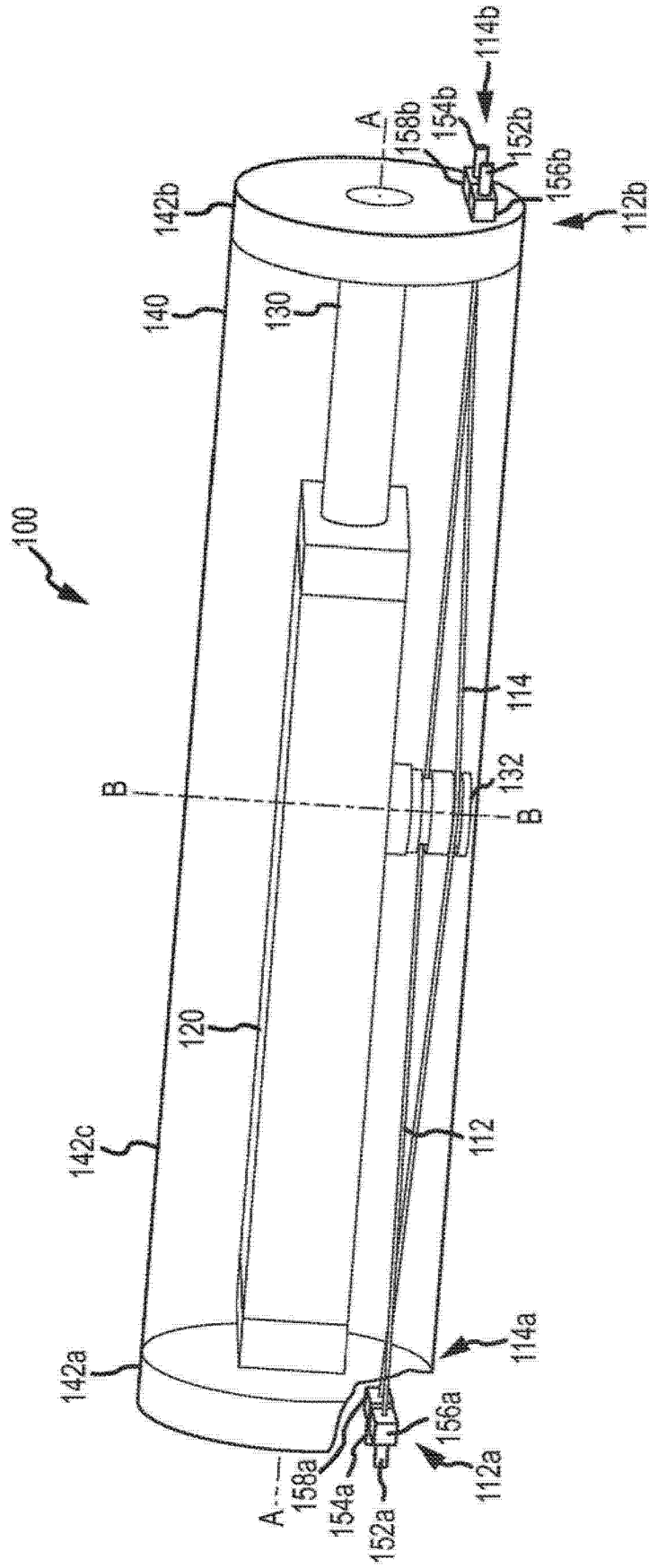


图 4A

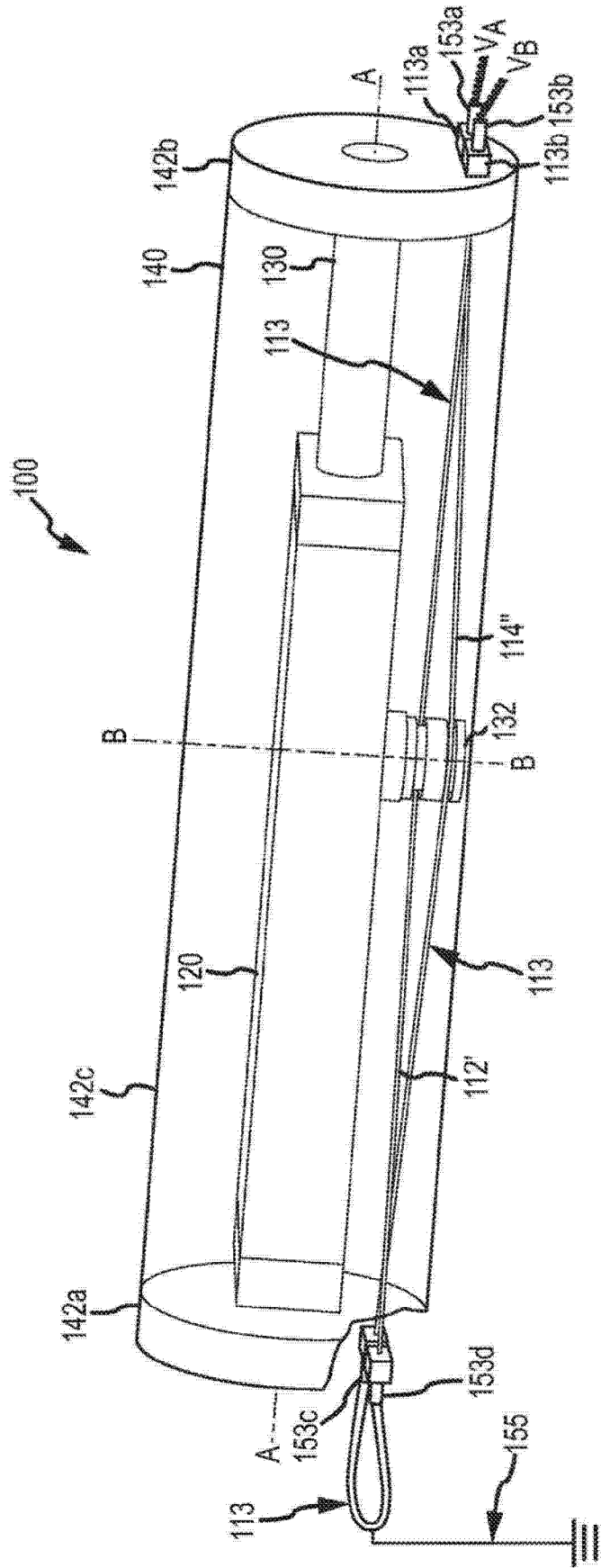


图 4B

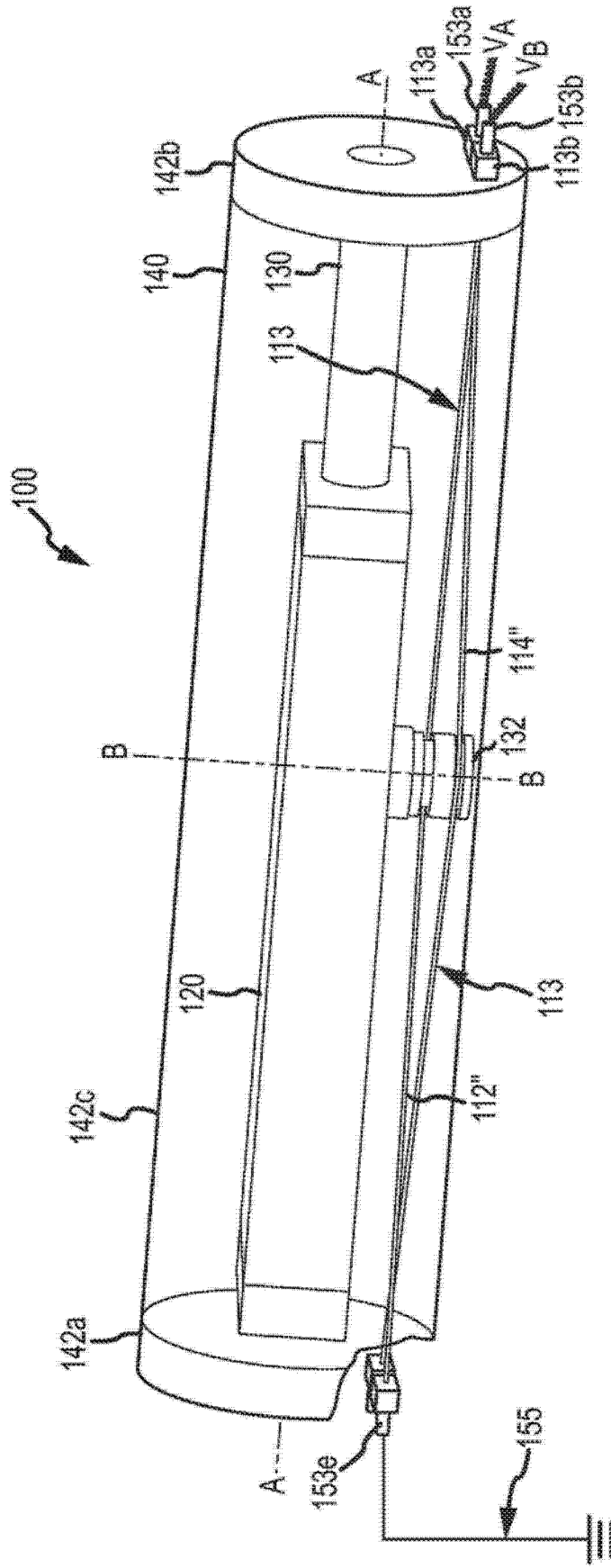


图 4C

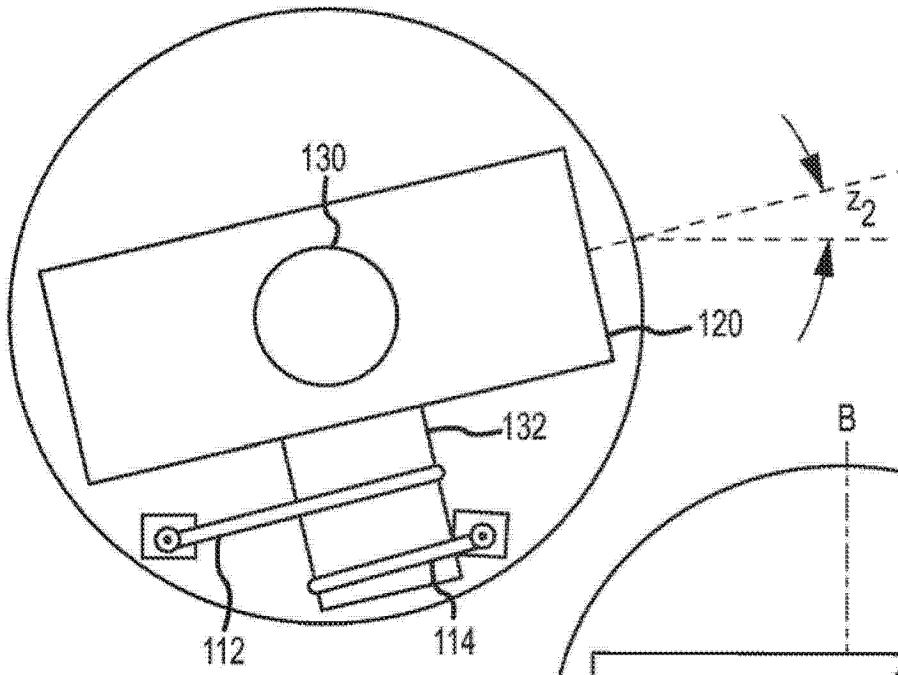


图 5C

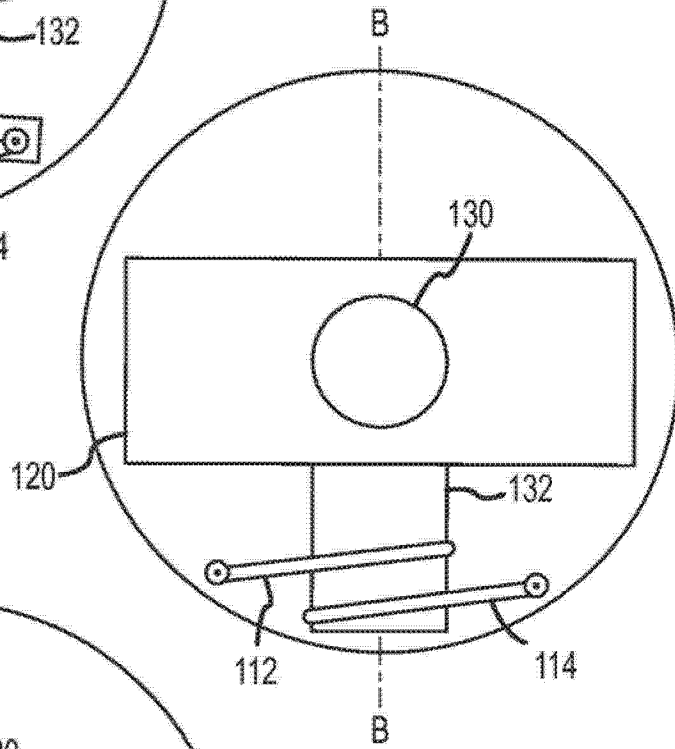


图 5A

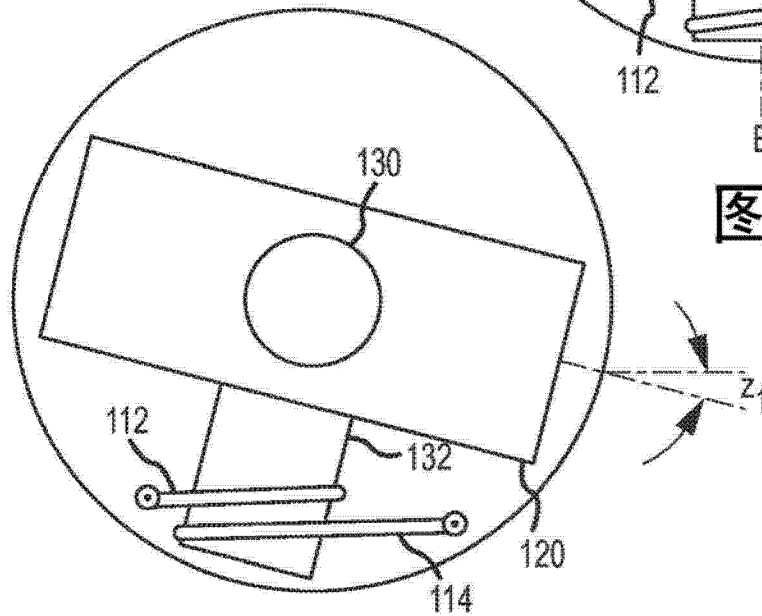


图 5B

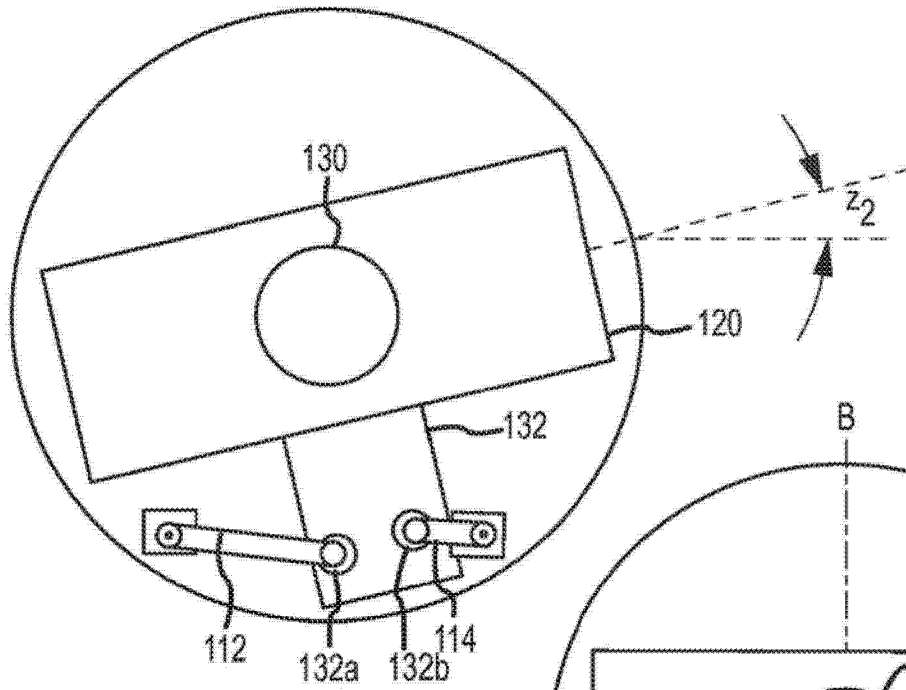


图 5CC

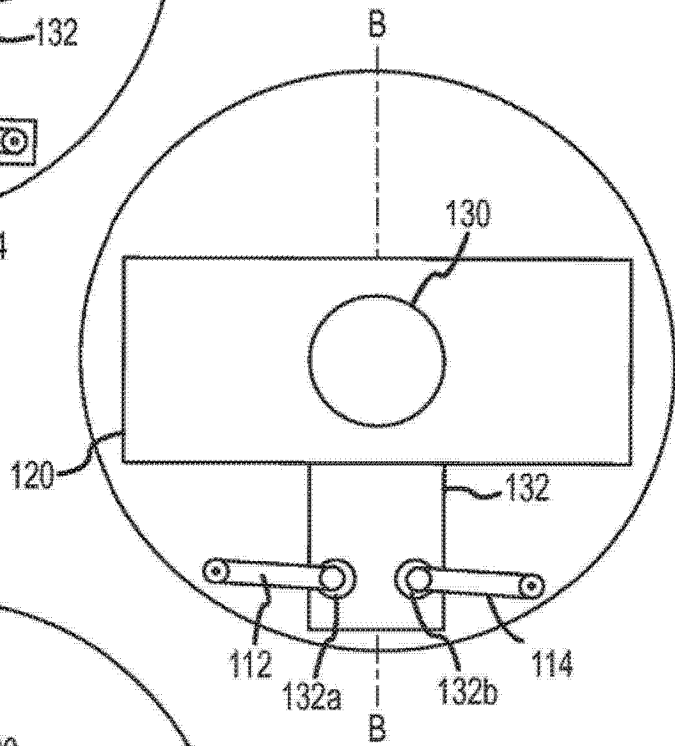


图 5AA

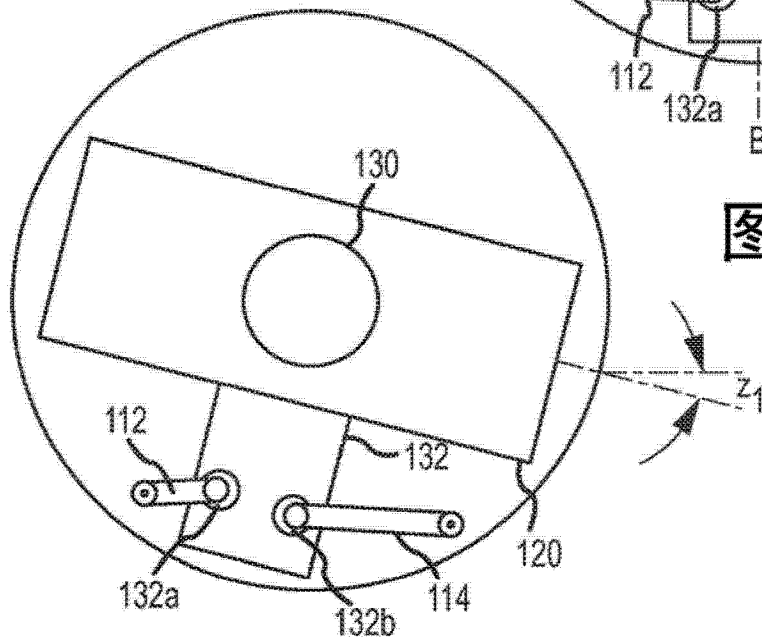


图 5BB

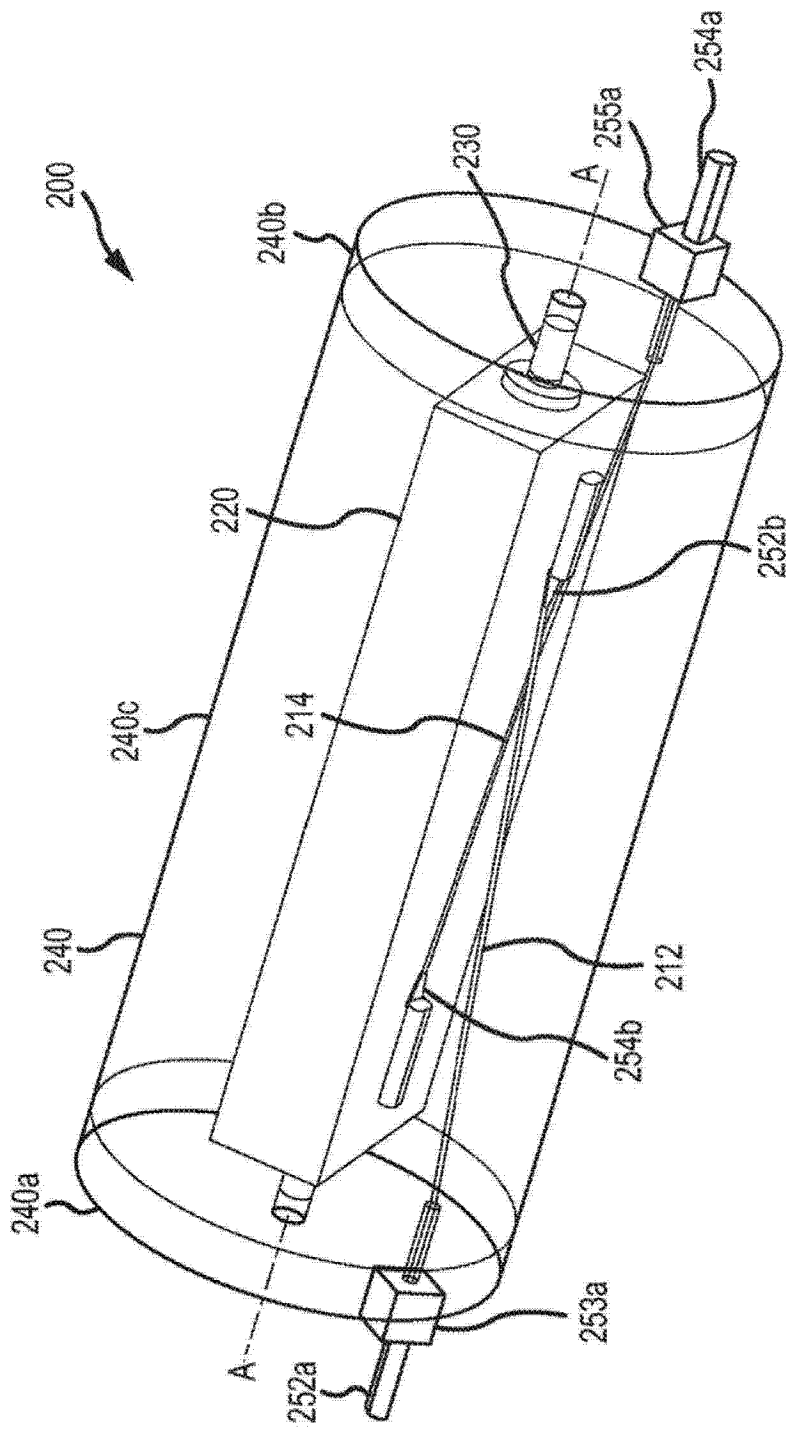


图 6

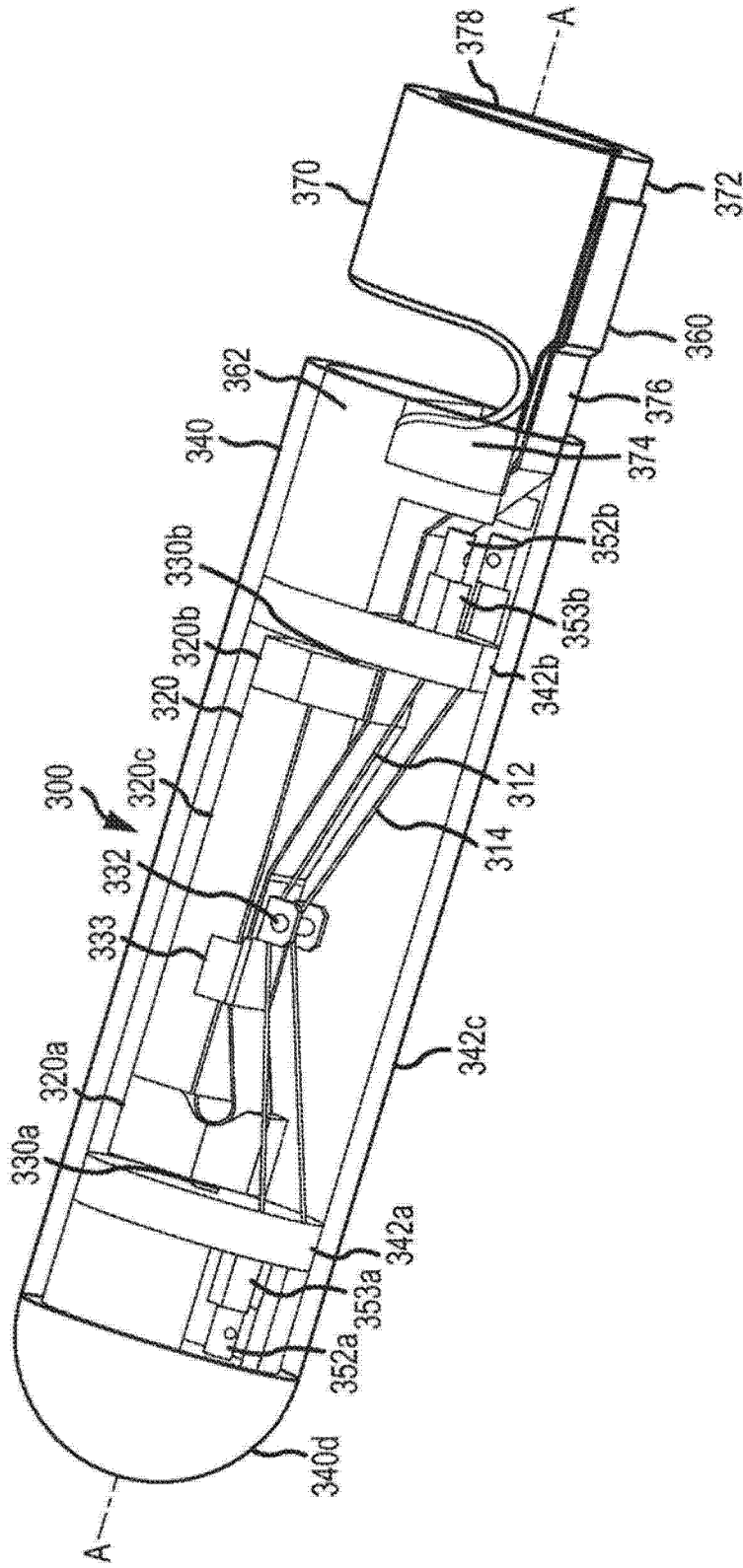


图 7

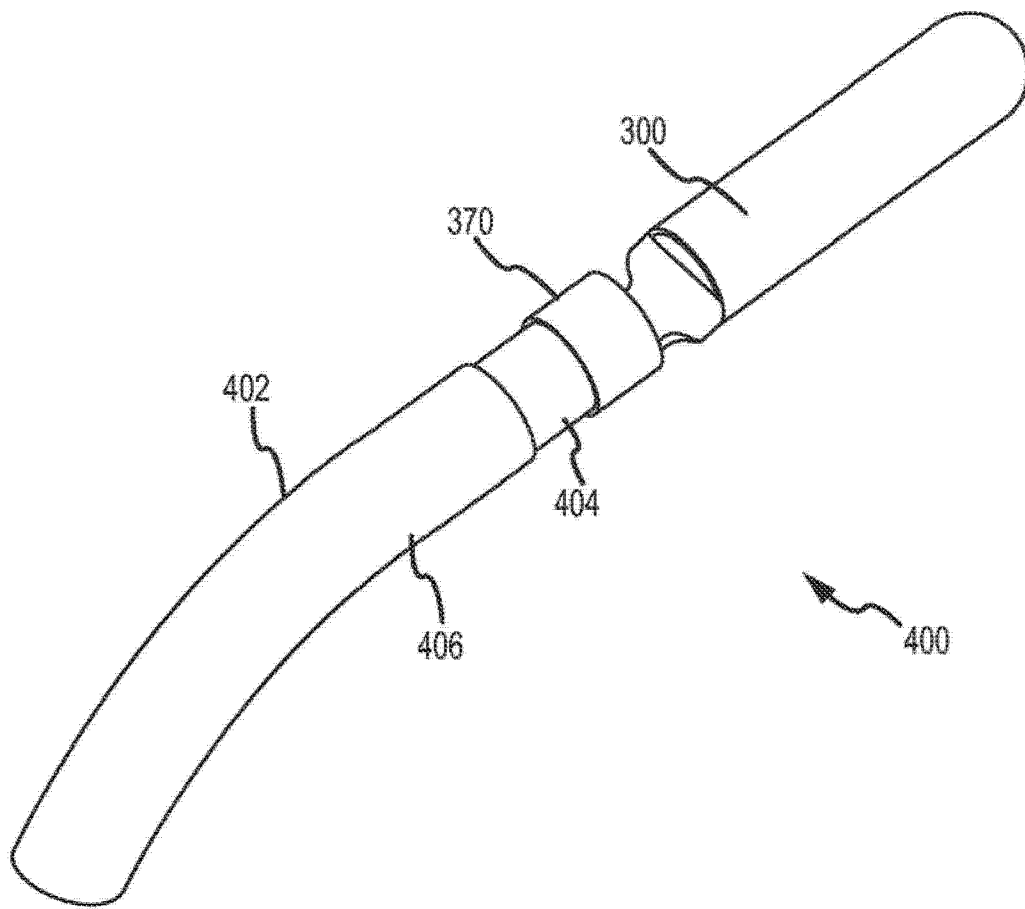


图 8

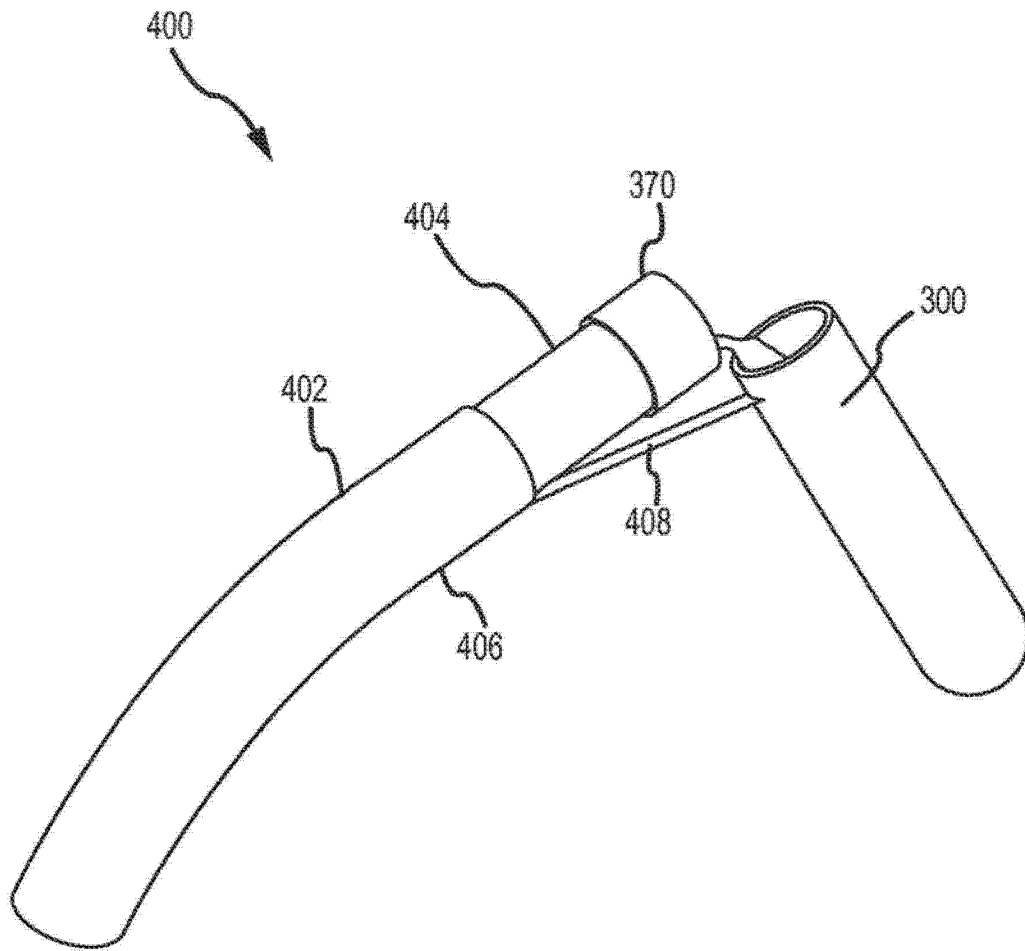


图 9

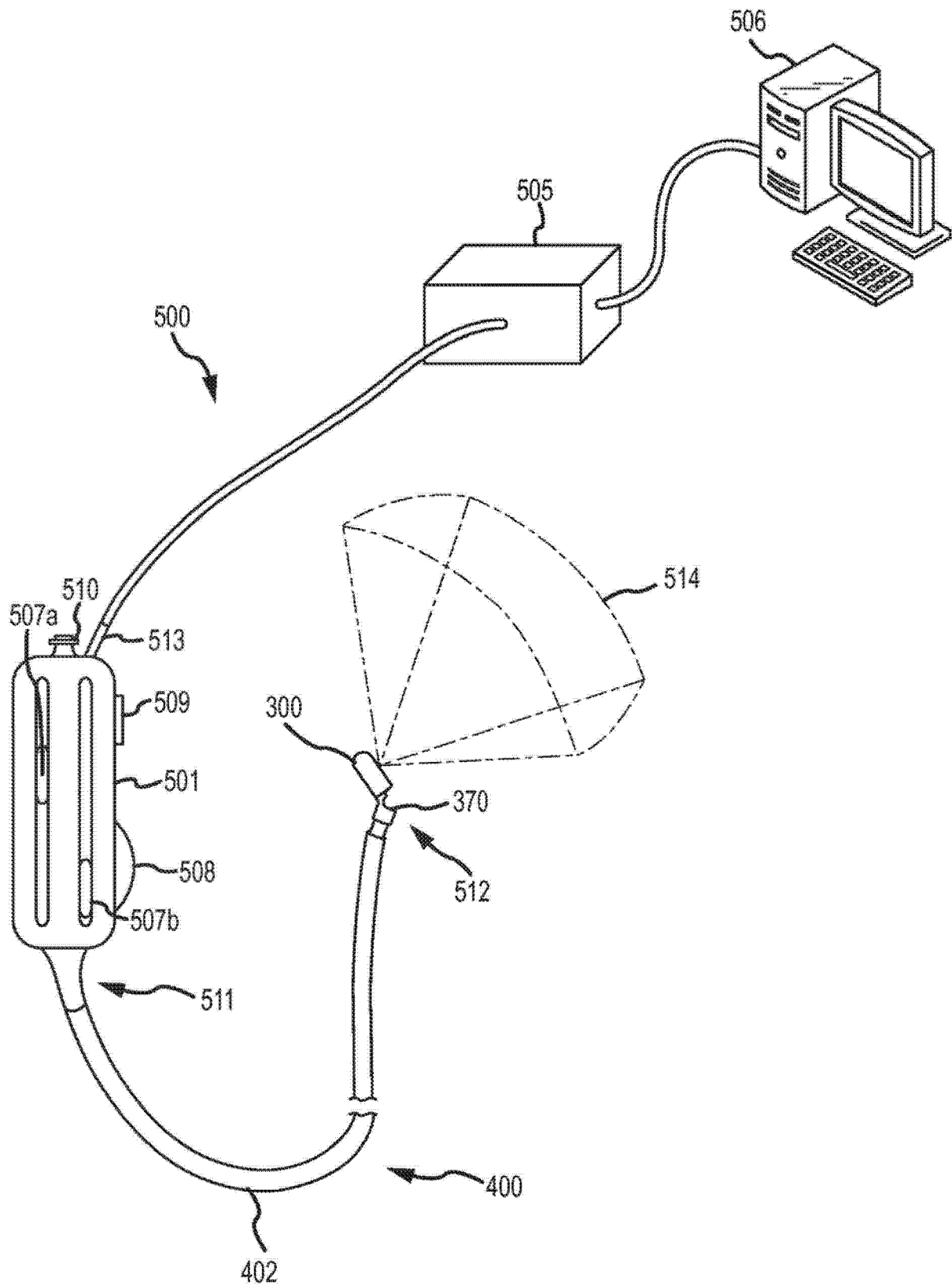


图 10

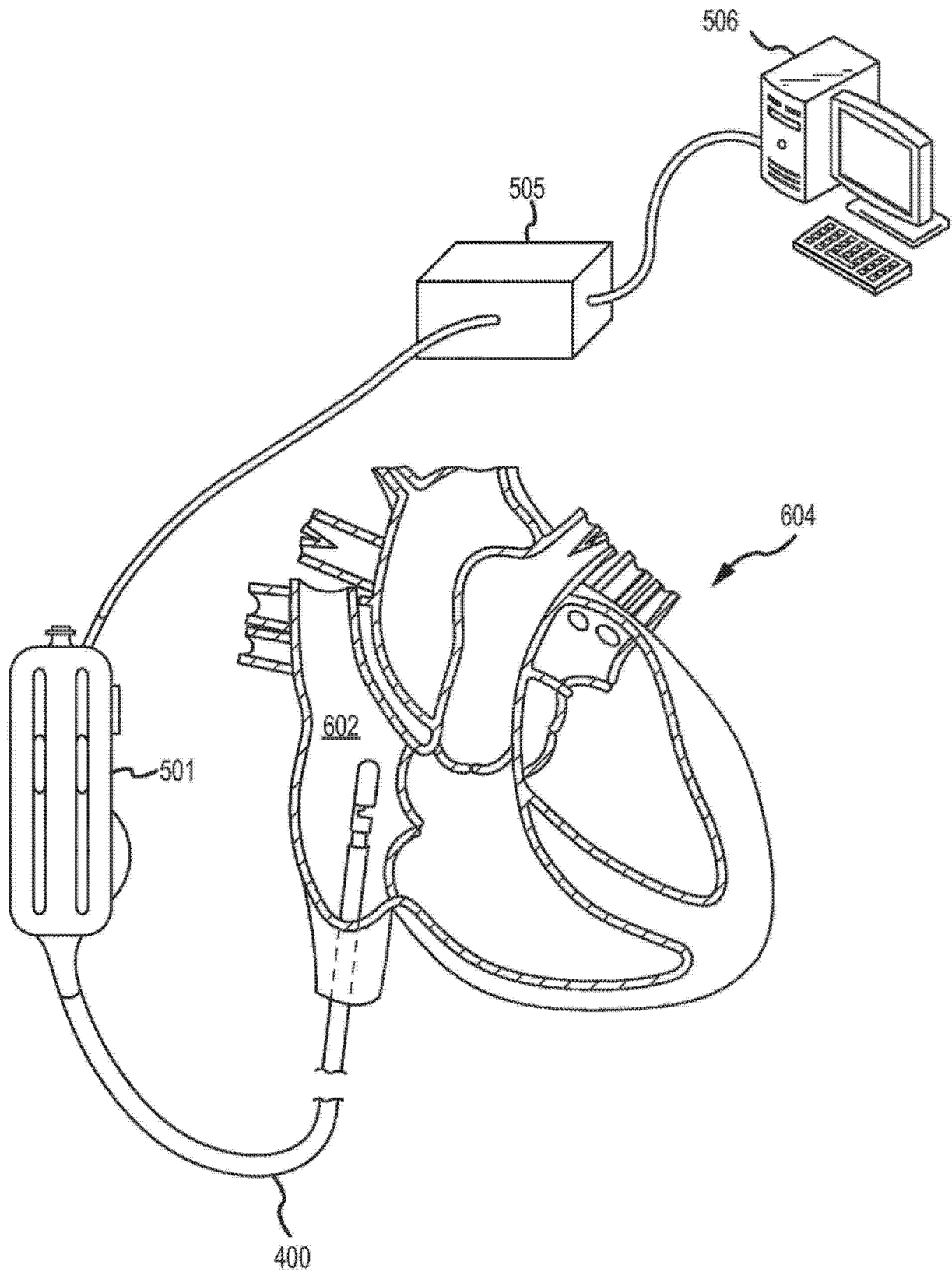


图 11

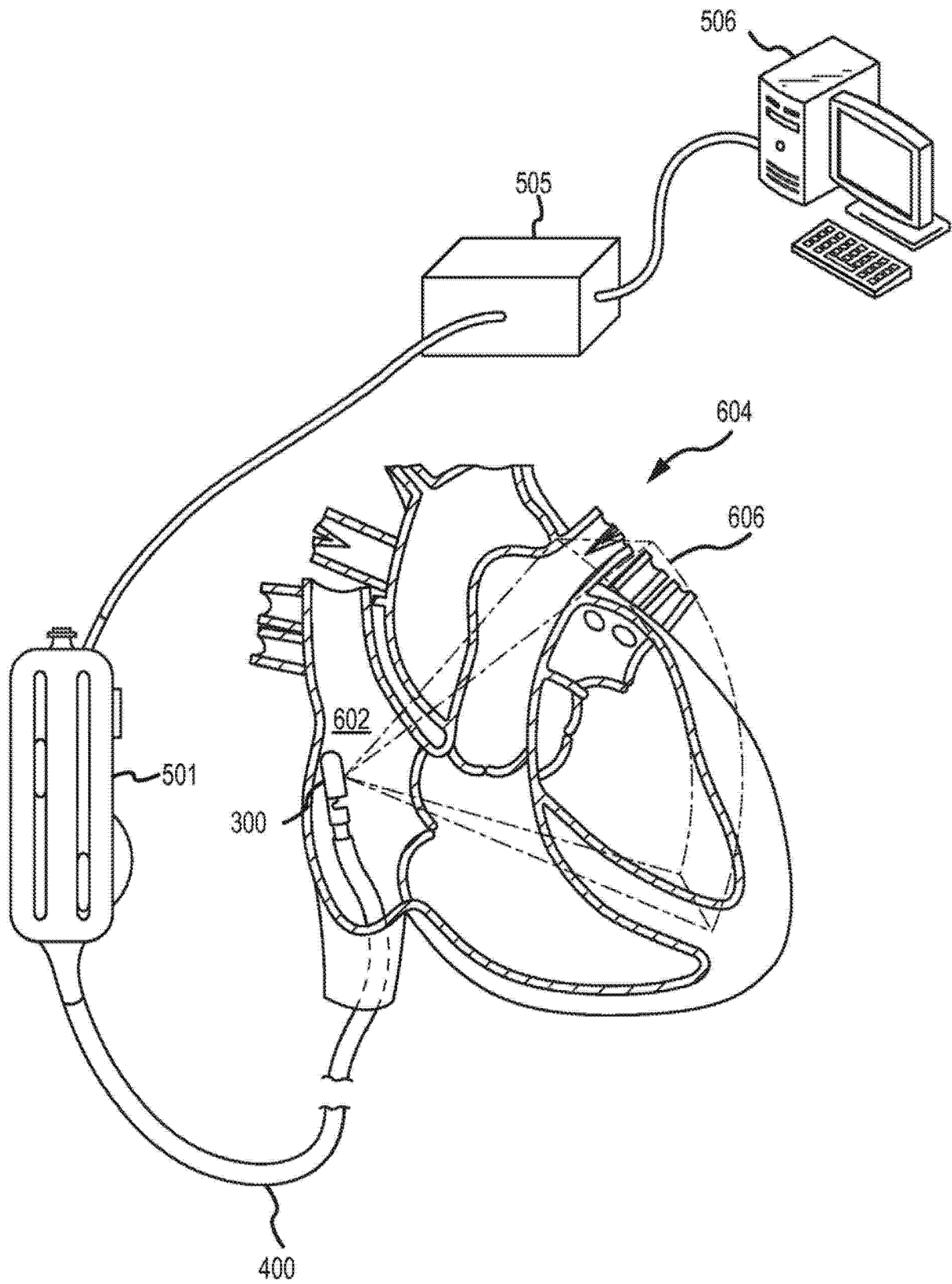


图 12

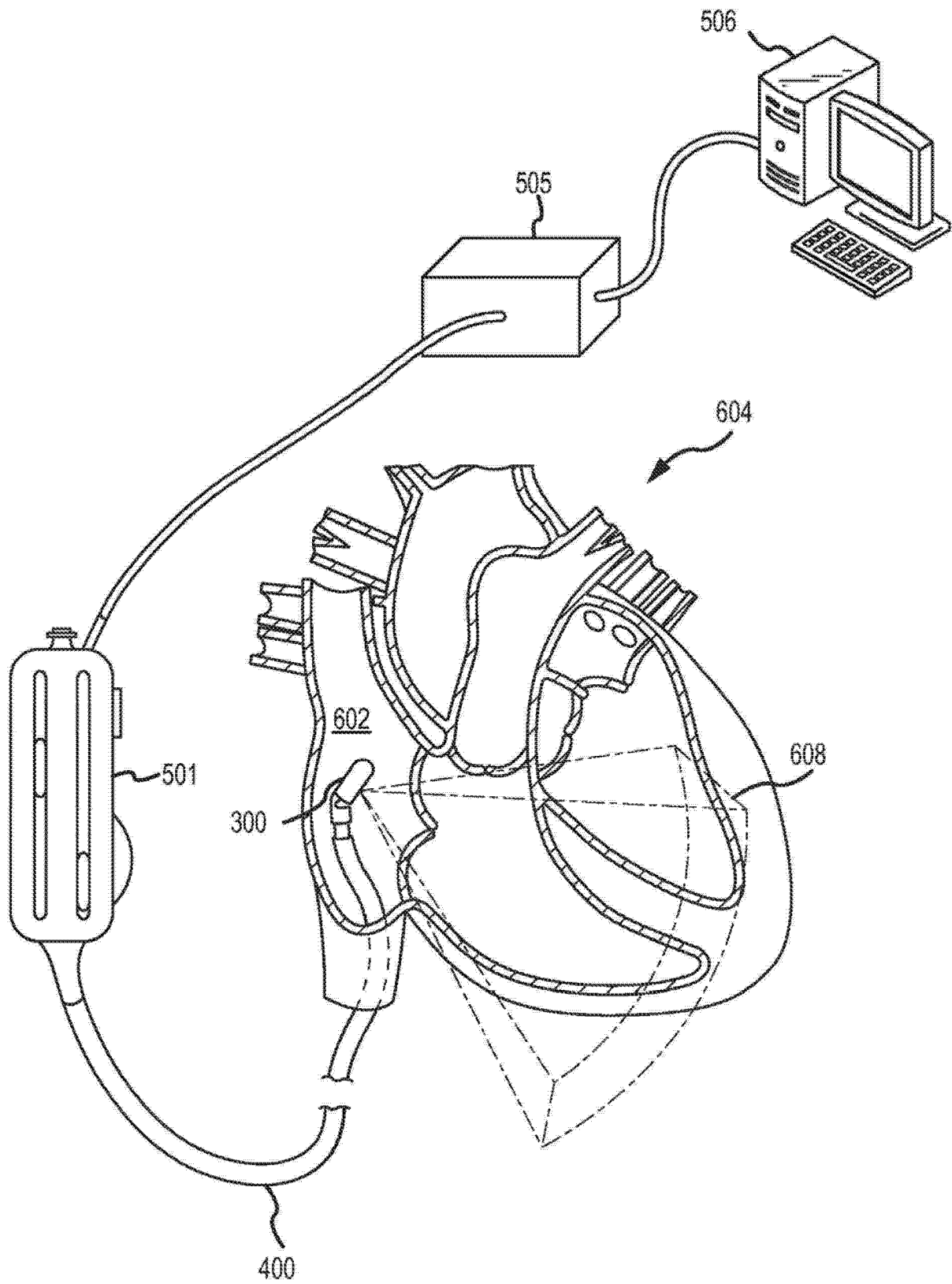


图 13

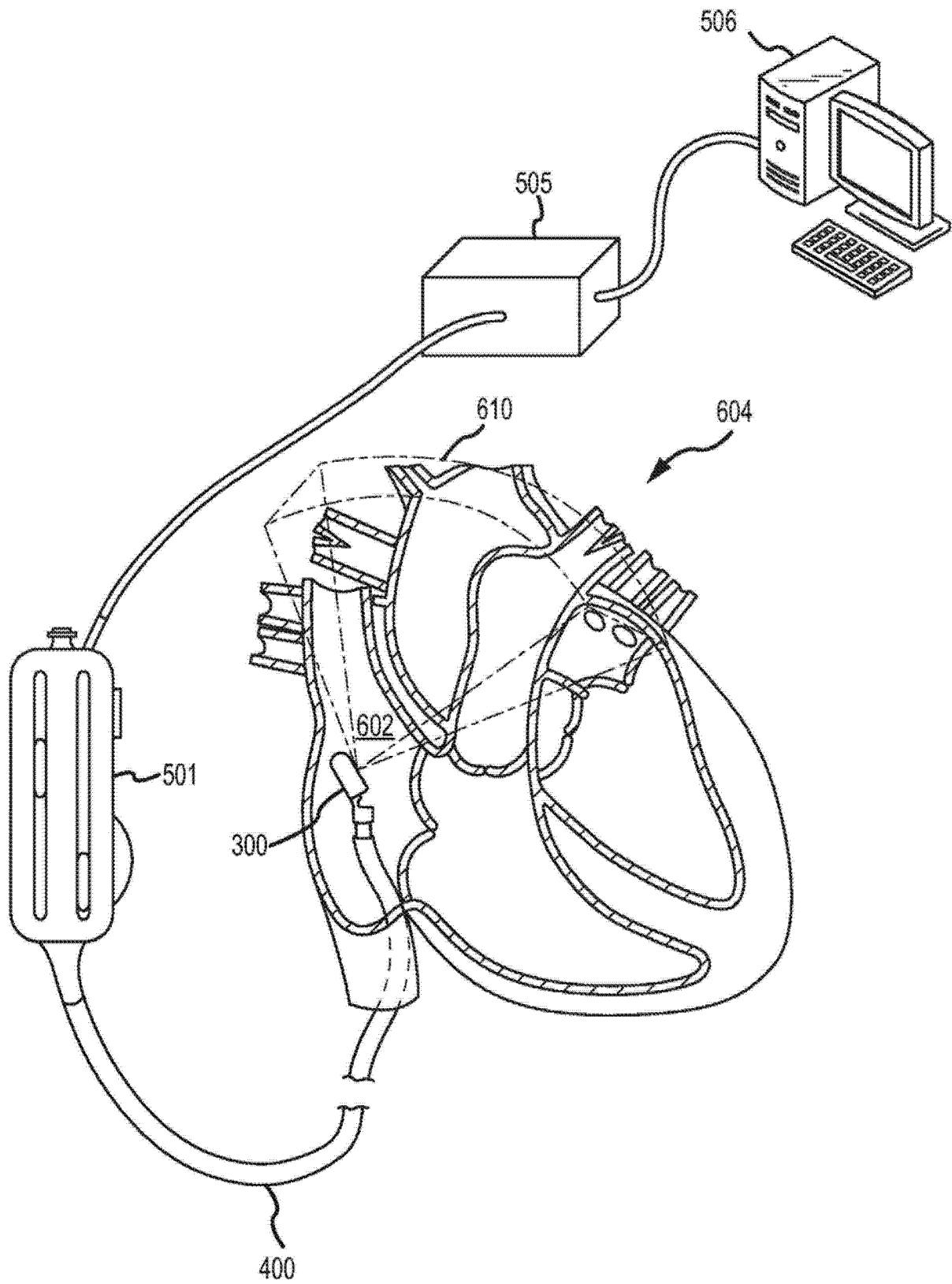


图 14

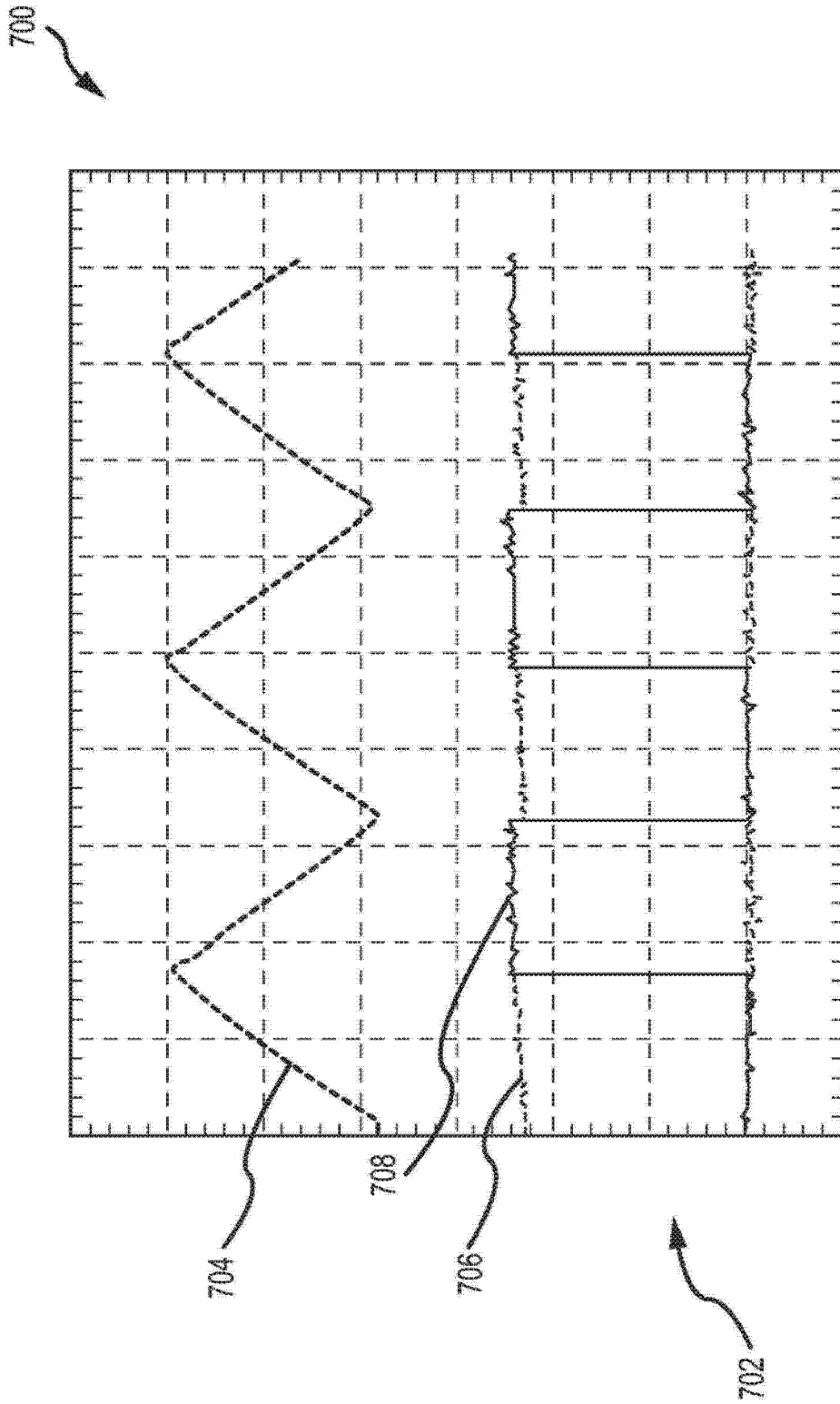


图 15A

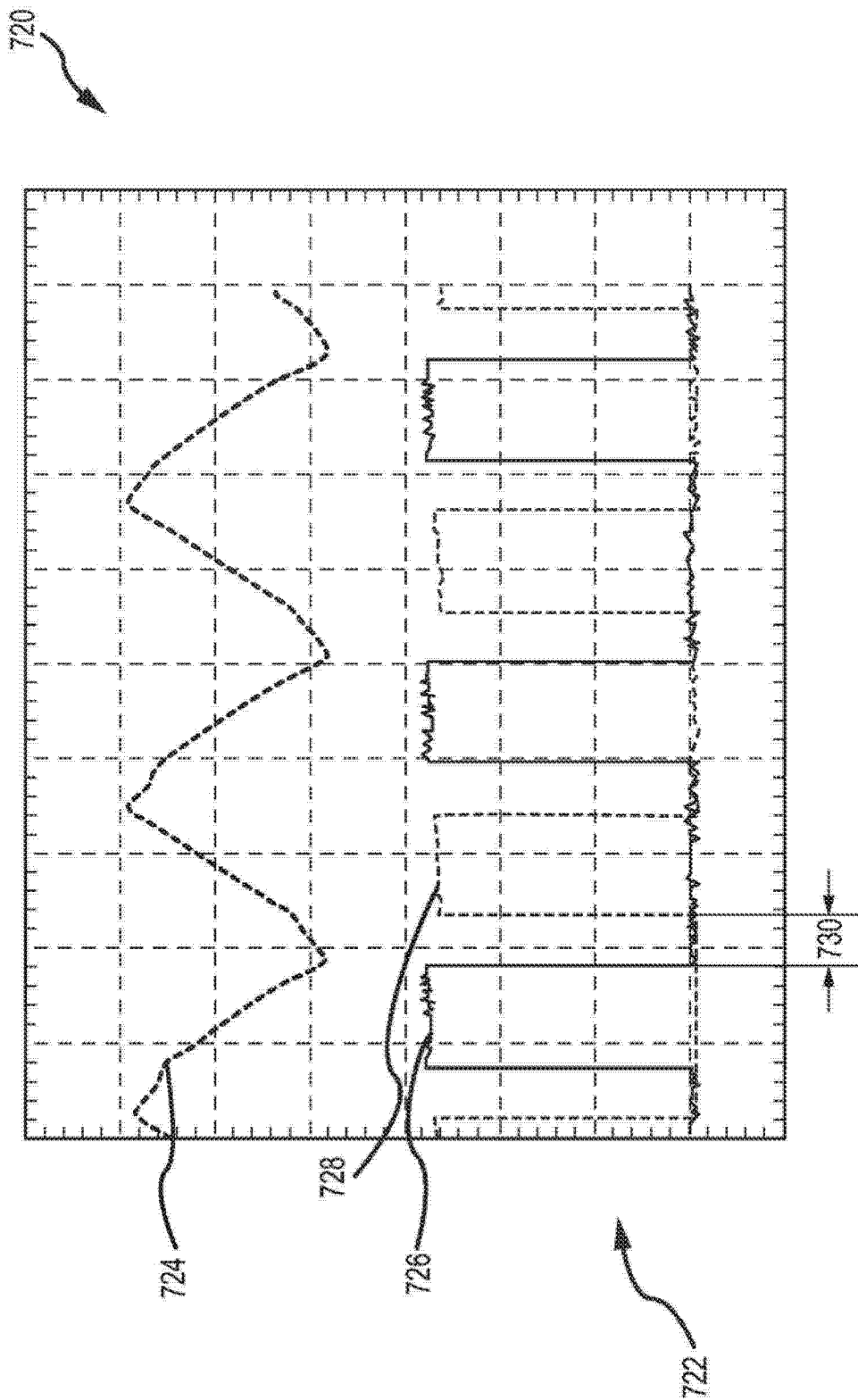


图 15B

专利名称(译)	带有形状记忆合金致动器的导管		
公开(公告)号	CN103347448A	公开(公告)日	2013-10-09
申请号	CN201180061591.8	申请日	2011-10-24
[标]申请(专利权)人(译)	戈尔企业控股股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	戈尔企业控股股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	戈尔企业控股股份有限公司		
[标]发明人	TW施林 TL托尔特 CG奥克利 RW丹尼 DR迪茨 MJ弗内什 CT诺德豪森		
发明人	T·W·施林 T·L·托尔特 C·G·奥克利 R·W·丹尼 D·R·迪茨 M·J·弗内什 C·T·诺德豪森		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/0883 A61B8/0891 A61B8/445 A61B8/4461 A61B8/483 G01S7/52079 G01S15/894 G01S15/8993 G10K11/004 G10K11/352		
代理人(译)	张兰英		
优先权	61/405784 2010-10-22 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

可用于负载的摆动运动的致动器。一种改进的致动器可包括至少第一形状记忆构件，其可致动以影响负载的摆动运动的至少一部分。致动器还可包括第二形状记忆构件，其可致动以影响负载的摆动运动的至少第二部分。一个或多个形状记忆构件的使用有利于以紧凑的方式实现负载的可控且可靠的摆动运动。这样的致动器可以在具有超声换能器的成像导管中使用，该超声换能器设置成进行摆动运动，以横跨所关注的内部区域进行扫描。这样的成像导管可用于生成三维的和/或实时三维(4D)的图像。

