



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104540539 B

(45)授权公告日 2017.06.09

(21)申请号 201380034942.5

巴顿-约翰·凯尼恩

(22)申请日 2013.06.27

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104540539 A

代理人 黎艳 何冲

(43)申请公布日 2015.04.22

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

61/666,367 2012.06.29 US

A61M 16/00(2006.01)

G01L 27/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.12.29

(56)对比文件

W0 2011/071976 A2,2011.06.16,

US 2005/0019164 A1,2005.01.27,

CN 202013269 U,2011.10.19,

CN 101543655 A,2009.09.30,

US 2008/0034836 A1,2008.02.14,

CN 102397616 A,2012.04.04,

US 2009/0299672 A1,2009.12.03,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2013/000695 2013.06.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/000039 EN 2014.01.03

审查员 朱书华

(73)专利权人 瑞思迈有限公司

地址 澳大利亚新南威尔士州

(72)发明人 约珥·卡佩利 西恩·塔拉克西

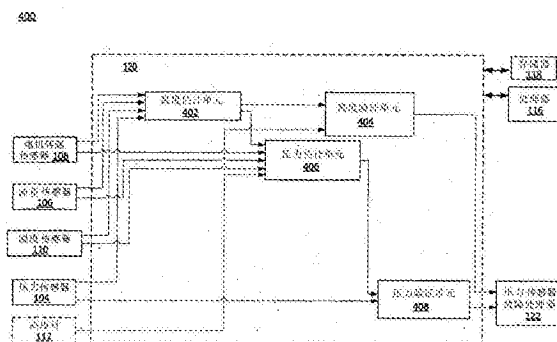
权利要求书6页 说明书26页 附图13页

(54)发明名称

用于呼吸装置的压力传感器评估

(57)摘要

评估压力传感器的准确度的呼吸装置,例如当仅设有单一压力传感器时。所述压力传感器的准确度可以根据所述压力传感器所得的压力测量值和所述呼吸装置的从属或次级特征(例如海拔高度或大气压)来评估。控制器或处理器可以部分根据所述压力测量值来计算所述呼吸装置的海拔高度。在一些实施例中,所述压力传感器的评估可以涉及评估海拔高度计算值。在一些情况下,所述压力传感器的评估可以涉及根据海拔高度计算值来确定压力估计值,并将从所述压力传感器获得的压力测量值与所述压力估计值相比较。



1. 用于确定呼吸装置中的压力传感器的准确度的方法,所述呼吸装置包括气流发生器,该气流发生器中包括用于生成可呼吸气体的加压流的电机,所述方法包括:

用所述压力传感器测量所述气流发生器生成的可呼吸气体流的压力;

用处理器根据测量得到的压力和所述呼吸装置的海拔高度确定所述压力传感器的准确度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述呼吸装置的海拔高度由用户输入。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述呼吸装置的海拔高度由所述呼吸装置的高度计测量。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述处理器根据对所述海拔高度计算值的评估,确定所述压力传感器的准确度。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度,该海拔高度为(a)和(b)的函数,其中(a)为所述压力传感器所测量的压力,而(b)为以下两者或其中之一:(b)(1)所述可呼吸气体流的流速测量值,以及(b)(2)所述气流发生器的电机转速测量值。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度,该海拔高度为所述可呼吸气体流的温度测量值的函数。

8. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,当所述气流发生器将所述可呼吸气体控制在恒定的预定流速时,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述恒定的预定流速为20升/分钟。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述恒定的预定流速低于50升/分钟。

11. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述恒定的预定流速在10-60升/分钟的范围内。

12. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,当所述气流发生器控制在恒定的预定电机转速时,计算所述呼吸装置的海拔高度。

13. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述处理器通过比较所述海拔高度计算值和海拔高度的预定范围,来评估所述海拔高度计算值。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述海拔高度的预定范围在海平面以上0-9000英尺之间。

15. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述海拔高度的预定范围在海平面以下500英尺和海平面以上10000英尺之间。

16. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,当所述海拔高度计算值处于所述海拔高度预定范围内时,所述处理器将所述海拔高度计算值视为可接受。

17. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,当所述海拔高度计算值处于所述海拔高度预定范围外时,所述处理器将所述海拔高度计算值视为不可接受。

18. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述处理器在一段预定时间内以预定频率计算所述呼吸装置的海拔高度。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述预定频率在1-2赫兹之间。

20. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述预定时间为5秒。

21. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述处理器根据所述海拔高度计算值的平均值来评估所述压力传感器。

22. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述处理器在所述海拔高度计算值的平均值满足阈值比较时,认为所述压力传感器准确。

23. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述处理器在所述呼吸装置向患者提供治疗前的初始化过程中,评估所述压力传感器。

24. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,进一步包括将所述呼吸装置的海拔高度存储在存储器中。

25. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述处理器通过以下步骤评估所述压力传感器的准确度:

计算所述呼吸装置生成的气体的压力期望值;以及

将压力测量值与所述压力期望值比较。

26. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,所述处理器根据所述呼吸装置的海拔高度、可呼吸气体流的流速测量值,以及所述气流发生器的电机转速测量值,来计算所述压力期望值。

27. 根据权利要求26所述的方法,其特征在于,所述处理器从所述可呼吸气体流的温度测量值来计算所述压力期望值。

28. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,所述处理器通过将所述压力测量值和压力期望值之间的差值与预定阈值相比较,来确定所述压力传感器的准确度。

29. 根据权利要求28所述的方法,其特征在于,所述预定阈值为5cmH₂O。

30. 根据权利要求28所述的方法,其特征在于,当所述差值超过预定阈值时,所述处理器判定所述压力传感器不准确。

31. 根据权利要求28所述的方法,其特征在于,当所述差值在预定阈值之内时,所述处理器判定所述压力传感器准确。

32. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,所述压力的测量、压力期望值的计算,以及所述压力测量值与压力期望值之间的比较,是在预定时间内以预定频率来执行的。

33. 根据权利要求32所述的方法,其特征在于,所述预定频率在1-2赫兹之间。

34. 根据权利要求32所述的方法,其特征在于,所述预定时间为5秒。

35. 根据权利要求32所述的方法,其特征在于,所述处理器根据压力测量值和压力期望值之间的多次比较,来判定所述压力传感器不准确。

36. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述呼吸装置的海拔高度为第一海拔高度,且所述处理器通过以下步骤确定所述压力传感器的准确度:

计算所述呼吸装置的第二海拔高度;以及

将所述呼吸装置的第二海拔高度与所述呼吸装置的第一海拔高度相比较。

37. 根据权利要求36所述的方法,其特征在于,所述处理器从所述可呼吸气体的气流流速测量值、所述气流发生器的电机转速测量值以及所述压力传感器的压力测量值,计算所述呼吸装置的第二海拔高度。

38. 根据权利要求37所述的方法,其特征在于,所述处理器从所述可呼吸气体的气流温

度测量值,计算所述呼吸装置的第二海拔高度。

39. 根据权利要求36所述的方法,其特征在于,所述处理器通过将所述第一海拔高度与第二海拔高度之间的差值与预定阈值相比较,确定所述压力传感器的准确度。

40. 根据权利要求39所述的方法,其特征在于,所述预定阈值为600英尺。

41. 根据权利要求39所述的方法,其特征在于,当所述差值超过所述预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

42. 根据权利要求39所述的方法,其特征在于,当所述差值在所述预定阈值之内时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

43. 根据权利要求36所述的方法,其特征在于,所述处理器在预定时间内以预定频率计算所述第二海拔高度。

44. 根据权利要求43所述的方法,其特征在于,所述预定频率在1-2赫兹之间。

45. 根据权利要求43所述的方法,其特征在于,所述预定时间为5秒。

46. 根据权利要求43所述的方法,其特征在于,当在所述预定时间上计算所得的第二海拔高度的平均值与所述第一海拔高度之间的偏差大于预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

47. 根据权利要求43所述的方法,其特征在于,当在所述预定时间上计算所得的第二海拔高度的平均值与所述第一海拔高度之间的偏差不大于预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

48. 一种呼吸装置,包括:

气流发生器,其内部包括风机,用于为患者界面产生压力高于大气压的可呼吸气体流;

压力传感器,与所述气流发生器相连接,所述压力传感器用于测量所述可呼吸气体的气流压力;

处理器,与所述压力传感器相连接,用于根据测量得到的压力值和所述呼吸装置的海拔高度,确定所述压力传感器的准确度。

49. 根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,进一步包括流量传感器,用于测量所述可呼吸气体的气流流速。

50. 根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,进一步包括电机转速传感器,用于测量所述气流发生器的电机转速。

51. 根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,进一步包括用户I/O装置,用于接收用户输入的所述呼吸装置的海拔高度。

52. 根据权利要求48-51任一项所述的呼吸装置,其特征在于,进一步包括高度计,用于确定所述呼吸装置的海拔高度。

53. 根据权利要求52所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器用于计算所述呼吸装置的海拔高度。

54. 根据权利要求53所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器根据所述海拔高度计算值来确定所述压力传感器的准确度。

55. 根据权利要求53所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度,该海拔高度为(a)和(b)的函数,其中(a)为所述压力传感器所测量的压力,而(b)为以下两者或其中之一:(b)(1)所述可呼吸气体流的流速测量值,以及(b)(2)所述气流发生

器的电机转速测量值。

56. 根据权利要求55所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度,该海拔高度为所述可呼吸气体流的温度测量值的函数。

57. 根据权利要求53所述的呼吸装置,其特征在于,当所述气流发生器将所述可呼吸气体控制在恒定的预定流速时,所述处理器计算所述呼吸装置的海拔高度。

58. 根据权利要求57所述的呼吸装置,其特征在于,所述恒定的预定流速为20升/分钟。

59. 根据权利要求57所述的呼吸装置,其特征在于,所述恒定的预定流速低于50升/分钟。

60. 根据权利要求57所述的呼吸装置,其特征在于,所述恒定的预定流速在10-60升/分钟的范围内。

61. 根据权利要求53所述的呼吸装置,其特征在于,当所述气流发生器控制在恒定的预定电机转速时,计算所述呼吸装置的海拔高度。

62. 根据权利要求54所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器通过比较所述海拔高度计算值和预定范围的海拔高度,来评估所述海拔高度计算值。

63. 根据权利要求62所述的呼吸装置,其特征在于,所述海拔高度的预定范围在海平面上0-9000英尺之间。

64. 根据权利要求62所述的呼吸装置,其特征在于,所述海拔高度的预定范围在海平面以下500英尺和海平面上10000英尺之间。

65. 根据权利要求62所述的呼吸装置,其特征在于,当所述海拔高度计算值处于所述海拔高度预定范围内时,所述处理器将所述海拔高度计算值视为可接受。

66. 根据权利要求62所述的呼吸装置,其特征在于,当所述海拔高度计算值处于所述海拔高度预定范围外时,所述处理器将所述海拔高度计算值视为不可接受。

67. 根据权利要求53所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器在一段预定时间内以预定频率计算所述呼吸装置的海拔高度。

68. 根据权利要求67所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定频率在1-2赫兹之间。

69. 根据权利要求67所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定时间为5秒。

70. 根据权利要求67所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器根据所述海拔高度计算值的平均值来评估所述压力传感器。

71. 根据权利要求68所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器在所述海拔高度计算值的平均值满足阈值比较时,认为所述压力传感器准确。

72. 根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器在所述呼吸装置向患者提供治疗前的初始化过程中,评估所述压力传感器。

73. 根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,进一步包括存储所述呼吸装置的海拔高度的存储器。

74. 根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器通过以下步骤评估所述压力传感器的准确度:

计算所述呼吸装置生成的气体的压力期望值;以及

将压力测量值与所述压力期望值比较。

75. 根据权利要求74所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器根据所述呼吸装置的海

拔高度、可呼吸气体流的流速测量值,以及所述气流发生器的电机转速测量值,来计算所述压力期望值。

76.根据权利要求75所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器从所述可呼吸气体流的温度测量值来计算所述压力期望值。

77.根据权利要求74所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器通过将所述压力测量值和压力期望值之间的差值与预定阈值相比较,来确定所述压力传感器的准确度。

78.根据权利要求77所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定阈值为5cmH₂O。

79.根据权利要求77所述的呼吸装置,其特征在于,当所述差值超过预定阈值时,所述处理器判定所述压力传感器不准确。

80.根据权利要求77所述的呼吸装置,其特征在于,当所述差值在预定阈值之内时,所述处理器判定所述压力传感器准确。

81.根据权利要求74所述的呼吸装置,其特征在于,所述压力测量、压力期望值的计算,以及所述压力测量值与压力期望值之间的比较,是在预定时间内以预定频率来执行的。

82.根据权利要求81所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定频率在1-2赫兹之间。

83.根据权利要求81所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定时间为5秒。

84.根据权利要求81所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器根据压力测量值和压力期望值之间的多次比较,来判定所述压力传感器不准确。

85.根据权利要求48所述的呼吸装置,其特征在于,所述呼吸装置的海拔高度为第一海拔高度,且所述处理器通过以下步骤确定所述压力传感器的准确度:

计算所述呼吸装置的第二海拔高度;以及

将所述呼吸装置的第二海拔高度与所述呼吸装置的第一海拔高度相比较。

86.根据权利要求85所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器从所述可呼吸气体的气流流速、所述气流发生器的电机转速测量值以及所述压力传感器测得的压力值,计算所述呼吸装置的第二海拔高度。

87.根据权利要求86所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器从所述可呼吸气体的气流温度测量值,计算所述呼吸装置的第二海拔高度。

88.根据权利要求85所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器通过将所述第一海拔高度与第二海拔高度之间的差值与预定阈值相比较,确定所述压力传感器的准确度。

89.根据权利要求88所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定阈值为600英尺。

90.根据权利要求88所述的呼吸装置,其特征在于,当所述差值超过所述预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

91.根据权利要求88所述的呼吸装置,其特征在于,当所述差值在所述预定阈值之内时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

92.根据权利要求85所述的呼吸装置,其特征在于,所述处理器在预定时间内以预定频率从所述压力传感器读取压力测量值并计算所述第二海拔高度。

93.根据权利要求92所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定频率在1-2赫兹之间。

94.根据权利要求92所述的呼吸装置,其特征在于,所述预定时间为5秒。

95.根据权利要求92所述的呼吸装置,其特征在于,当在所述预定时间内计算所得的第二海拔高度的平均值与所述第一海拔高度之间的偏差大于预定阈值时,所述处理器认定所

述压力传感器不准确。

96. 根据权利要求92所述的呼吸装置, 其特征在于, 当在所述预定时间上计算所得的第二海拔高度的平均值与所述第一海拔高度之间的偏差不大于预定阈值时, 所述处理器认定所述压力传感器准确。

97. 根据权利要求48所述的呼吸装置, 其特征在于, 所述处理器进一步用于, 当所述处理器判定所述压力传感器不准确时, 根据所述压力传感器测量得到的压力来为所述气流发生器设定电机转速。

98. 根据权利要求97所述的呼吸装置, 其特征在于, 所述处理器进一步用于, 将所述电机转速维持在速度限制阈值以下。

99. 根据权利要求48所述的呼吸装置, 其特征在于, 所述处理器进一步用于, 确定所述气流发生器将要生成的气体压力期望值, 并根据电机转速值与压力值之间的预定关联, 确定所述气流发生器的电机转速期望值。

用于呼吸装置的压力传感器评估

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本申请要求2012年6月29日提交的美国临时专利申请61/666367的申请日优先权，该申请的公开内容在此以引用方式全文并入。

技术领域

[0003] 本技术涉及用于监控呼吸装置上所用的传感器的准确度的方法，例如用于确定压力传感器准确度的方法和仪器。

背景技术

[0004] 诊断有呼吸紊乱问题(例如睡眠呼吸紊乱、打鼾、上呼吸道气流受限、呼吸不足、呼吸暂停等)的患者，可以依赖呼吸装置，例如连续气道正压(CPAP)或双水平正压装置，以协助保持气道敞开。其他形式的呼吸装置包括通气机。通气机通过向肺部提供氧气并从身体移除二氧化碳，来帮助用户呼吸。通气机可用在自身呼吸能力缺失或下降的患者(例如因为肺病)身上。

[0005] 呼吸装置可以包括连接在患者界面(例如，面罩或套管等)上的气流发生器，以生成正压气体，以一种或多种压力输送至患者气道。

[0006] 呼吸装置还可以包括一个或多个传感器(例如压力传感器)，以监控提供给患者的可呼吸气体的特征(例如压力)。根据所测得的特征，该装置可以控制对呼吸参数的调整，例如通过将治疗压力变为高于大气压，以撑开受阻或部分受阻的患者呼吸道，或改变压力支持(PS)以提供符合目标体积的通气，所述压力支持是吸气压力和呼气压力之间的差值。所述调整可以通过控制器设定或天正气流发生器的电机转速，或通过控制器设定系统减压阀孔径来进行。可呼吸气体控制中所涉及的任何传感器错误读数，均可能使得控制不准确，从而对患者呼吸、舒适度或安全造成负面影响。

[0007] 为了保证呼吸装置的准确性能，可能需要开发出用于在使用之前和/或期间，监控或检测传感器(例如压力传感器)准确度，或用于检测所述传感器故障的方法。

发明内容

[0008] 本技术的一些实施例中，包括一种用于监控呼吸治疗控制中涉及的传感器的准确度的方法。

[0009] 本技术的一些实施例中，包括一种能监控呼吸治疗控制中涉及的传感器的准确度的呼吸装置。

[0010] 一些实施例中，可以根据该装置的从属或次级特征来评估压力传感器。

[0011] 一些实施例中，可以根据该装置的海拔高度来评估压力传感器。

[0012] 一些实施例中，可以根据大气压，例如该装置的大气压或该装置操作中所处的大气压，来评估压力传感器。一些实施例中，可以无需多余传感器来达成所述监控。例如，一些实施例中，可以无需额外的压力传感器，来评估压力传感器。一些实施例中，可以无需高度

计来评估压力传感器。

[0013] 本技术的一些实施例中,包括一种用于确定呼吸装置中的压力传感器的准确度的方法。该方法可以包括,使用该压力传感器来测定呼吸装置生成的可呼吸气体的气流压力。该方法还可以包括,用处理器根据该呼吸装置的压力测量值和海拔高度,来确定所述压力传感器的准确度。

[0014] 在一些情况下,该呼吸装置可以包括内部含有电机的气流发生器,用于生成可呼吸气体的加压流。该呼吸装置的海拔高度可以由用户输入。该呼吸装置的海拔高度可以由呼吸装置的高度计来测量。在一些情况下,所述处理器可以计算所述呼吸装置的海拔高度的估计值。此外,该处理器可以根据所述海拔高度计算值的估计值,来确定所述压力传感器的准确度。

[0015] 在一些情况下,所述处理器可以将所述呼吸装置的海拔高度计算为(a)和(b)的函数,其中(a)为所述压力传感器所测量的压力,且(b)为以下两者或其中之一:(b)(1)所述可呼吸气体流的流速测量值,以及(b)(2)所述气流发生器的电机转速测量值。可选地,所述处理器可以将所述呼吸装置的海拔高度计算为可呼吸气体流的温度测量值的函数。

[0016] 所述处理器可以在所述气流发生器将所述可呼吸气体控制在恒定的预定流速时(例如约20升/分钟,或低于50升/分钟),或控制为约10-60升/分钟的范围内的恒定预定流速时,计算所述呼吸装置的海拔高度。进一步地,所述处理器可以在所述气流发生器控制在恒定的预定电机转速时,计算所述呼吸装置的海拔高度。

[0017] 在一些情况下,所述处理器可以通过比较所述海拔高度计算值和预定海拔高度范围,来评估所述海拔高度计算值。在一些情况下,所述海拔高度的预定范围可以在海平面以上0-9000英尺之间。所述海拔高度的预定范围可以在海平面以下500英尺和海平面以上10000英尺之间。当所述海拔高度计算值处于所述海拔高度预定范围内时,所述处理器可以将所述海拔高度计算值视为可接受的。当所述海拔高度计算值处于所述海拔高度预定范围外时,所述处理器可以将所述海拔高度计算值视为不可接受。

[0018] 在一些情况下,所述处理器可以在一段预定时间内以预定频率计算所述呼吸装置的海拔高度。所述预定频率可以优选为在1-2赫兹之间。所述预定时间可以为约5秒。可选地,所述处理器根据所述海拔高度计算值的平均值来评估所述压力传感器。所述处理器甚至可以在所述海拔高度计算值的平均值满足阈值比较时,认为所述压力传感器准确。所述处理器可以在所述呼吸装置向患者提供治疗前的初始化过程中,评估所述压力传感器。在一些情况下,所述处理器可以将所述呼吸装置的海拔高度存储在存储器中。

[0019] 在一些情况下,所述处理器可以通过以下步骤评估所述压力传感器的准确度:计算所述呼吸装置生成的气体的压力期望值;以及将压力测量值与所述压力期望值比较。所述处理器可以根据所述呼吸装置的海拔高度、可呼吸气体流的流速测量值,以及所述气流发生器的电机转速测量值,来计算所述压力期望值。所述处理器从所述可呼吸气体流的温度测量值来计算所述压力期望值。所述处理器可以通过将所述压力测量值和压力期望值之间的差值与预定阈值相比较,来确定所述压力传感器的准确度。所述预定阈值可以为约5cmH₂O。当所述差值超过预定阈值时,所述处理器可以判定所述压力传感器不准确。当所述差值在预定阈值之内时,所述处理器可以判定所述压力传感器准确。在一些情况下,所述压力测量、压力期望值的计算,以及所述压力测量值与压力期望值之间的比较,可以是在预

定时间内以预定频率来执行的。所述预定频率可以在约1-2赫兹之间。所述预定时间可以为约5秒。在一些情况下,所述处理器可以根据压力计算值和压力期望值之间的多次比较,来判定所述压力传感器不准确。

[0020] 在一些情况下,所述呼吸装置的海拔高度可以为第一海拔高度,且所述处理器可以通过以下步骤确定所述压力传感器的准确度:计算所述呼吸装置的第二海拔高度;以及将所述呼吸装置的第二海拔高度与所述呼吸装置的第二海拔高度相比较。所述处理器可以用所述可呼吸气体的气流流速、所述气流发生器的电机转速测量值以及所述压力传感器测得的压力值,计算所述呼吸装置的第二海拔高度。所述处理器可以用所述可呼吸气体的气流温度测量值计算所述呼吸装置的第二海拔高度。所述处理器可以通过将所述第一海拔高度与第二海拔高度之间的差值与预定阈值相比较,确定所述压力传感器的准确度。所述预定阈值可以为例如约600英尺。当所述差值超过所述预定阈值时,所述处理器可以认定所述压力传感器不准确。当所述差值在所述预定阈值之内时,所述处理器可以认定所述压力传感器准确。所述处理器可以在预定时间内以预定频率计算所述第二海拔高度。所述预定频率可以在约1-2赫兹之间。所述预定时间可以为约5秒。

[0021] 在一些所述情况下,当在所述预定时间上计算所得的第二海拔高度的平均值与所述第一海拔高度之间的偏差大于预定阈值时,所述处理器可以认定所述压力传感器不准确。当在所述预定时间上计算所得的第二海拔高度的平均值与所述第一海拔高度之间的偏差不大于预定阈值时,所述处理器可以认定所述压力传感器准确。

[0022] 在一些变形形式中,该方法可以包括,当所述处理器判定所述压力传感器不准确时,根据所得压力测量值来为所述气流发生器设定电机转速。该方法还可以包括,将所述电机转速维持在速度限制阈值以下。该方法还可以包括,确定所述气流发生器将要生成的气体压力期望值,并根据电机转速值与压力值之间的预定关联,确定所述气流发生器的电机转速期望值。

[0023] 本技术的一些实施例中,包括一种呼吸装置。该装置可以包括:气流发生器,其内部包括风机,从而为患者界面产生压力高于大气压的可呼吸气体流。该气流发生器上可以连接压力传感器,所述压力传感器用于测量所述可呼吸气体的气流压力。该装置还可以包括处理器,与所述压力传感器相连接,用于根据所述压力测量值和所述呼吸装置的海拔高度,确定所述压力传感器的准确度

[0024] 该呼吸装置还可以包括流量传感器,用于测量所述可呼吸气体的气流流速。该呼吸装置还可以包括电机转速传感器,用于测量所述气流发生器的电机转速。该呼吸装置还可以包括用户输入/输出(I/O)界面,用于接收用户输入的所述呼吸装置的海拔高度。该呼吸装置还可以包括高度计,用于确定所述呼吸装置的海拔高度。

[0025] 所述处理器可以用于,当所述处理器判定所述压力传感器不准确时,根据压力传感器所测量的压力来为所述气流发生器设定电机转速。所述处理器可以用于,将所述电机转速维持在速度限制阈值以下。所述处理器可以用于,确定所述气流发生器将要生成的气体的压力期望值,并根据电机转速值与压力值之间的预定关联,确定所述气流发生器的电机转速期望值。

[0026] 详细说明书中所使用的主题标目,其被包括在说明书中的目的仅在于令读者易于参考引用,而不应当理解为对本公开内容或权利要求书全文中存在的主题内容的限制。主

题标目不应当用于解释权利要求或权利要求书限定的范围。

[0027] 所描述的示例实施例的各方面,与某些其他示例实施例的各方面相结合,可以得出更进一步的实施例。应当理解,任何一个实施例的一个或多个特征可以与其他实施例的一个或多个特征组合。此外,任何一个或多个实施例中的任一单一特征或特征组合,均可以构成可专利的主题。

[0028] 通过参考以下具体详细描述中的信息,能够更清楚地理解本技术的其他特征。

附图说明

[0029] 以下附图包含在说明书中,并构成说明书的一部分,用于展示本公开中的实施例,并与下文详细描述中的实施例共同用于解释本公开的原理。

[0030] 图1展示了本技术的一种示例呼吸装置。

[0031] 图2展示了图1呼吸装置附带可选元件的示例结构的方框图。

[0032] 图3展示了一种由控制器确定压力传感器操作准确度的示例方法的流程图。

[0033] 图4是压力传感器故障检测器的示例结构的方框图。

[0034] 图5展示了又一种由控制器确定压力传感器准确度的示例方法的流程图。

[0035] 图6展示了另一个实施例中,确定压力传感器的准确度的方法的流程图。

[0036] 图7展示了又一个实施例中,确定压力传感器的准确度的方法的流程图。

[0037] 图8展示了又一个实施例中,确定压力传感器的准确度的方法的流程图。

[0038] 图9展示了又一个实施例中,确定压力传感器的准确度的方法的流程图。

[0039] 图10展示了又一个实施例中,确定压力传感器的准确度的方法的流程图。

[0040] 图11展示了又一个实施例中,确定压力传感器的准确度的方法的流程图。

[0041] 图12展示了一个实施例中,压力传感器故障处理方法的流程图。以及:

[0042] 图13展示了又一个实施例中,压力传感器故障处理方法的流程图。

具体实施方式

[0043] 为了说明的简便性和清晰性,相同或类似的结构元素,在附图中可能使用相似的标号来标明。

[0044] 附图中,可能使用了流程图来展示本文所公开的元件、装置、部件、系统或设备所执行的流程、操作或方法。所述流程图仅用于示范说明单个流程、操作或方法(例如合理配置的控制器或处理器)中所执行的步骤或算法的目的。所述流程可以按照流程图所示的精确次序来执行。可选地,各个步骤也可以同时或按照不同于图示的次序来执行。也可以省略或增加流程图中的步骤,除非另有说明。

[0045] 系统元件实施例

[0046] 如图1所示,本技术的示例实施例可以包括呼吸装置100。呼吸装置100可以是任何种类的呼吸装置,包括但不限于:连续气道正压(CPAP)装置、自动气道正压(APAP)装置、双水平气道正压(BPAP)装置、变化气道正压(VPAP)装置和通气机。

[0047] 图2展示了图1中的呼吸装置100的示例总线结构的框图。装置100可以包括一种或多种以下部件:风机130、压力传感器104(可位于面罩附近或风机附近,或两者兼有)、流量传感器106、电机转速传感器108、温度传感器110、高度计112、用户I/O装置114、处理器116、

存储器118、压力传感器故障检测器120和压力传感器故障处理器122,且可选地,第二压力传感器124。一种或多种这些部件可以通过无线通讯、物理连接和/或电偶联可操作地相互连接,例如总线126。一种或多种所述部件可以发送可执行指令的模拟信号或数字信号至一种或多种其他部件,或从一种或多种其他部件接收所述信号。每种部件的细节如下所述。

[0048] 气流发生器102可以用于从风机130(例如电机和叶轮)生成可呼吸气体,通过患者界面132至患者。风机130可以是伺服控制风机,例如涡形风机。气流发生器102的输出可以连接至患者界面132,且以气体递送通道134在风机130和患者界面132之间引导生成的可呼吸气体。

[0049] 气流生成器102可以用于生成不同治疗压力水平或流量的可呼吸气体。带有适当控制器的气流发生器102可以通过改变输送至电机的电流或电压,来调整风机130的输出。如本文在此更详细地描述,风机130的运行的控制,可以通过压力控制回路(即控制压力测量值以满足目标/期望压力设定点)、流量控制回路(即控制流量测量值以满足即控制压力测量值以满足目标/期望流量设定点)和/或速度控制回路(即控制风机电机转速测量值以满足目标/期望速度设定点)。

[0050] 因此,装置100可以包括各种传感器,以观察或检测气流发生器102内的气体特征。装置100可以依赖一些传感器中的一个或多个所提供的读数,来确定一个或多个其他传感器的准确度。下文将详细描述所述每个传感器的监控。

[0051] 例如,装置100包括用于检测气流发生器102所递送的气体压力的压力传感器104。压力传感器104可以是压力传感器,其可以生成与装置100的运行或使用中的相关气体压力成比例的压力信号。压力传感器104可以设在相对于气流发生器102的各种位置上,以测量气体压力,例如设在患者界面132,气流发生器102的出口,或气体递送通道134或其组合。例如,如图1所示,压力传感器104可以位于患者界面132处,从而可以测量患者界面132处的气压。可选地,压力传感器104可以位于通道134处,从而检测通道134内的气压。压力传感器104还可以位于气流生成器102的出口处,从而压力传感器104可以测量气流生成器102刚生成的气体的压力。可选地,可以调整压力测量,以考虑到系统内的压力降,从而在压力传感器测量气流发生器102的风机130出口附近的压力时,用于估计面罩压力。在所述结构中,空气递送管道沿线的压力降可以是预定值、估计值或计算值。

[0052] 可选地,装置100可以包括流量传感器106,以检测流量,例如来自风机130、任何系统或面罩泄露的流量和/或患者呼吸流量。流量传感器106可以包括呼吸气流流速计、压差传感器或其他类似装置,以生成代表流速的流量信号或流量读数。

[0053] 继续参考图1,装置100可以包括电机转速传感器108,以检测气流发生器102的电机的电机转速,例如转速。电机转速传感器108可以包括霍尔效应传感器或类似传感器。适用于本技术的电机转速传感器108的又一个示例,可以参见2005年11月2日提交的PCT/AU2005/001688,其全文以引用的方式并入本文。在某些实施例中,装置100的控制器可以通过监控电机转速以及可选地监控输送至电机的电流,估计流速或气压。

[0054] 在一个实施例中,装置100可选地可以包括温度传感器110,以测量气流发生器102递送的气体的温度。温度传感器110可以包括温度传感器,例如热电偶或电阻温度检测器(RTD)。根据温度传感器110的位置,温度传感器110可以测量气流发生器102中任选位置的气体温度。在一个实施例中,如图1所示,温度传感器110可以位于风机130的出口,例如在气

流发生器102的气流传感器106附近,从而可以测量刚离开气流发生器102的风机130的气体的温度。可选地,温度传感器110可以位于风机上游,例如装置100的风机入口或装置100外部,以测量进入风机的气体温度或环境温度。然后,可以根据该入口或环境温度的测量值,估计或计算离开风机的气体温度。

[0055] 继续参考图1,在一些实施例中,装置100可以包括高度计112。该高度计112可以检测装置100的海拔高度,例如相对于固定水平(如海平面)的高度。高度计112可以位于装置100上或其内部的任何适当位置。

[0056] 装置100可选地可以包括用户I/O装置114,以协助用户操作装置100。装置100的用户可以是医师、护士、临床医生、看护人或患者。用户I/O装置114可以包括一种或多种用户输入装置,包括但不限于,键盘、触屏、控制按钮、鼠标和开关。例如,所述I/O装置可以用于接收用户的输入,例如装置100的高度。用户I/O装置114可以包括用户输出装置,例如显示器或警报器(未显示)。显示器可以是监视屏或LCD屏。显示器可以显示有关装置100的状态的信息,例如由压力传感器104测量的输送给患者的气体压力。可选地,显示器还可以在传感器运行测试后,显示准确度或故障相关的状态或警告信息。警报器可以通过声和/或光(如LED光)提供警报,以识别故障状态。

[0057] 除上述各种传感器外,装置100还可以包括控制器,例如处理器116,以控制装置100相关过程的运行。处理器116可以是单一处理器或包括以下一项或多项的一系列处理器:中央处理单元(CPU)微处理器、数字信号处理器、前端处理器、协处理器、数据处理器和/或模拟信号处理器。处理器116可以与一种或多种专用集成电路(ASICs)共同使用。在一个方面中,装置100整体可以具有处理器116,以根据处理器116发出的可编程指令相应地执行每个部件的此述作用,一致。可选地,装置100的一个或多个独立部件(例如压力传感器故障检测器120和压力传感器故障处理器122)可以各自具有其单独的处理器,用于执行部件专用指令。

[0058] 在一些方面中,处理器116可以物理性地安装在装置100内。可选地,处理器116可以位于远离装置100处,且可以通过网络(未显示)与装置100通讯。当存在一系列处理器时,一个或多个处理器116可以物理性地安装在装置100中,而其余处理器可以通过网络与装置100远程通讯。

[0059] 在一个实施例中,装置100可以包括用于存储处理器116可执行的可编程指令的存储器118。存储器118可以包括易失存储器、非易失存储器或其组合。易失存储器可以包括RAM,例如动态随机访问存储器(DRAM)或静态随机访问存储器(SRAM)或任何可以电子删除和重编程的其他形式可变存储器。非易失存储器可以包括ROM、可编程逻辑阵列或其它形式的不可改变、仅能缓慢改变或改变困难的非可变存储器。非易失存储器可以包括固件。

[0060] 此外,本技术的实施例可以包括一种或多种检测器,以评估上述一种或多种传感器的准确度,或确定一个或多个传感器中是否发生故障。例如,装置100可以包括压力传感器故障检测器120,以执行评估压力传感器104的准确度评估的算法。该算法可以用处理器116可执行的可编程指令来执行。该可编程指令可以存储在装置100的存储器118(例如固件)或数据存储单元(未显示)中,或也可以实现为一个或多个ASICs。

[0061] 传感器评估

[0062] 为了评估压力传感器104的准确度,检测器120可以从上述一个或多个传感器104-

112接收测量值。一个或多个传感器104-112可以实时或准实时地,或根据要求,向检测器120提供测量值。

[0063] 图3展示的是检测器120所执行的用于评估压力传感器104的准确度的适当过程的流程图300。虽然此述的步骤是检测器120所执行的,但所述步骤中一个或多个可以由处理器116所执行。

[0064] 在步骤302处,检测器120可以从压力传感器104得到压力测量值。在步骤304处,检测器120可以根据压力测量值和装置100的海拔高度来评估压力传感器104的准确度。装置100的海拔高度可以包括以下一项或多项:(1)此前从装置100的较早压力测量值得到的海拔高度计算值;(2)装置100的海拔高度或海拔高度范围期望值;(3)输入至装置100的用于运行的海拔高度实际值或期望值;和/或(4)由装置100的高度计112测量的海拔高度。检测器120可以根据压力量度来计算海拔高度估计值,将海拔高度估计值与上述(1)-(4)海拔高度的任一种或多种相比较。

[0065] 可选地,检测器120可以通过将压力量度与根据此前计算所得的海拔高度估计值相比较,来评估压力传感器104的准确度。

[0066] 根据比较,检测器120可以确定传感器104的运行是否准确或故障。例如,若比较值相同或大致相似,则压力传感器104可以视为准确。相反,若比较值不同或本质不同,则压力传感器104可视为故障。

[0067] 检测器120及其过程的各种示例实施例将参考图4-12更详细地叙述。

[0068] 图4是展示检测器120的示例结构的方框图400。在一些实施例中,检测器120可以包括一个或多个以下部件:高度估计单元402、高度验证单元404、压力估计单元406和压力验证单元408。所述单元402-408中的一个或多个可以从传感器104-112中的一个或多个获得测量值:亦即压力传感器104;温度传感器110;电机转速传感器108;流量传感器106;和高度计112。所述单元402-408中的一个或多个可以根据从传感器104-112中的一个或多个所获得的测量值来评估压力传感器104的准确度。每个单元的示例操作如下所述:

[0069] 高度估计单元402可以根据传感器104-110中的一个或多个所得的测量值来估计装置100的海拔高度:压力传感器104、温度传感器110、电机转速传感器108和流量传感器106。

[0070] 在一个实施例中,高度估计单元402可以将装置100运行期间的海拔高度估计值计算为以下部分或全部因素的函数:来自压力传感器104的气体压力测量值;来自流量传感器106的气体流速测量值;来自温度传感器110的温度测量值;以及来自电机转速传感器108的电机转速测量值。例如,海拔高度估计单元402可以根据以下函数来计算装置100的海拔高度:

[0071] $h = f_x(P, T \text{ 和 } \omega)$

[0072] 其中:

[0073] h是海拔高度估计值;

[0074] P是压力量度;

[0075] T是可选的温度量度,一些实施例中可以省略;以及

[0076] ω 是电机转速的量度。

[0077] f_x 是用于代入测量值的多项式函数(例如 $y = Ax^2 + Bx + c$,具有合适的阶次,取决于函

数的常数和参数),它可以是经验推导得来的,例如通过灰箱模型或最佳拟合模型以适当测试数据得到。在上述示例中的函数中未使用流量量度时,可以在装置100运行期间获得测量值以代入该函数,同时装置100的控制器(例如处理器116)控制风机130的电机以递送恒定的流速,例如通过流量控制回路控制风机130并设定固定的流量设定点。示例性的流量设定点可以在10-60升/分钟的范围内,例如流速设定点为20升/分钟。所述固定操作可选地可以由装置100作为初始或预处理过程来执行,并在装置100未被患者/用户使用时进行(即,患者界面132不在患者身上)。所述固定操作可用于简化海拔高度计算函数中的参数。可选地,在一些实施例中,该测量操作可以在检测器120控制恒定电机转速而非控制恒定流速时进行。在该情况下,可将流量测量值而非电机转速测量值用于上述函数中,虽然两者都可以使用。

[0078] 根据离心式鼓风机的风机定律(Fan Law),流量为零时,出口处的压力P计算为:

$$[0079] \quad P = \frac{\rho \omega^2}{2} (r_{bladeend}^2 - r_{bladestart}^2)$$

[0080] ω 是电机转速(例如转速);

[0081] ρ 是空气密度;

[0082] $r_{bladeend}$ 是叶轮片末端所在的圆半径;以及

[0083] $r_{bladestart}$ 是叶轮片始端所在的圆半径。

[0084] 根据恒定流量下的风机定律,假定压力的经验式为:

$$[0085] \quad P \cong \varphi \rho \omega^2 + (\delta + \theta h) \omega$$

[0086] 其中 φ , δ 和 θ 为常数。

[0087] 典型地,离心式风机具有下降风机曲线(根据文献所述),因此,任何流量(Q)下的压力可近似计算为:

$$[0088] \quad P \cong (\varphi_2 \cdot Q^2 + \varphi_1 \cdot Q + \varphi_0) \rho \cdot \omega^2 + [(\delta_2 \cdot Q^2 + \delta_1 \cdot Q + \delta_0) + (\theta_2 \cdot Q^2 + \theta_1 \cdot Q + \theta_0) \cdot h] \cdot \omega \quad (A1)$$

[0089] 其中 φ_2 、 φ_1 、 φ_0 、 θ_2 、 θ_1 、 θ_0 、 δ_2 、 δ_1 和 δ_0 可以从测试数据中经验性地确定,所述测试数据包括海拔高度、电机转速、流速和压力的各种组合。

[0090] 若忽略湿度和当地空气温度的影响,则可以使用国际标准大气压和通用气体常数将空气密度写作海拔高度的函数。

[0091] 海平面以上的海拔高度(h)处的绝对温度(T)可如下计算:

[0092] $T = T_0 - L \cdot h$; 以及

[0093] 海拔高度(h)处的压力(p)如下计算:

$$[0094] \quad p = p_0 \cdot \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0} \right)^{\frac{g \cdot M}{R \cdot L}};$$

[0095] 其中:

[0096] T_0 是海平面标准温度(例如,288.15K);

[0097] L 是温度递减速率(例如,0.0065K/m);

[0098] R 是通用气体常数(例如,8.31447J/(mol*K));

[0099] M 是干燥空气的摩尔质量(例如,0.0289644Kg/mol);

[0100] p_0 是海平面标准大气压(例如,101325Pa);以及

[0101] g 是地球表面重力加速度(例如,9.80665m/s²)。

[0102] 空气密度(ρ) (Kg/m³)可如下计算:

$$[0103] \quad \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

[0104] 在一些情况下,该密度等式可以通过将密度近似简化为海拔高度的线性函数。执行所述简化可以保持压力模型(A1)对海拔高度的线性,并允许无需大量计算即可得到海拔高度。据测定,简化的空气密度近似值在呼吸装置通常使用的海拔高度范围内(例如海平面上9000英尺之内)具有低误差率(即足够准确)。简化的空气密度近似值如下所示:

$$[0105] \quad \rho \cong \alpha \cdot (1 - 4 \cdot \beta \cdot h) \quad (D1)$$

[0106] 其中:

$$[0107] \quad \alpha = \frac{P_0 \cdot M}{R \cdot T_0} \quad (D2); \text{和}$$

$$[0108] \quad \beta = \frac{L}{T_0} \quad (D3)$$

[0109] ρ 是空气密度(Kg/m³);

[0110] P_0 是海平面标准大气压(例如,101325Pa);

[0111] M 是干燥空气摩尔质量(例如,0.0289644Kg/mol);

[0112] R 是通用气体常数(例如,8.31447K/(mol*K));

[0113] T_0 是海平面标准温度(例如,288.15K);and

[0114] L 是温度递减速率(例如,0.0065K/m)。

[0115] 使用上述空气密度简化式,(A1)可以重新写作:

$$[0116] \quad P \cong \alpha \cdot (\varphi_2 \cdot Q^2 + \varphi_1 \cdot Q + \varphi_0)(1 - 4 \cdot \beta \cdot h) \cdot \omega^2 + [(\delta_2 \cdot Q^2 + \delta_1 \cdot Q + \delta_0) + (\theta_2 \cdot Q^2 + \theta_1 \cdot Q + \theta_0) \cdot h] \cdot \omega \quad (A2)$$

[0117] 用于计算装置100的海拔高度的函数 f_x 可以在无需温度量度的情况下(例如在装置100中未使用温度传感器的情况下)使用,只要计算出(A2)中的 h :

$$[0118] \quad h \cong \frac{P - [\alpha(\varphi_2 \cdot Q^2 + \varphi_1 \cdot Q + \varphi_0)\omega^2 + (\delta_2 \cdot Q^2 + \delta_1 \cdot Q + \delta_0) \cdot \omega]}{(\theta_2 \cdot Q^2 + \theta_1 \cdot Q + \theta_0) \cdot \omega - 4\alpha\beta(\varphi_2 \cdot Q^2 + \varphi_1 \cdot Q + \varphi_0)\omega^2} \quad (A3)$$

[0119] 其中:

[0120] h 是海拔高度估计值;

[0121] P 是压力测量值;

[0122] Q 是流量测量值;以及

[0123] ω 是电机转速测量值(例如转速)。

[0124] φ_2 、 φ_1 、 φ_0 、 θ_2 、 θ_1 、 θ_0 、 δ_2 、 δ_1 和 δ_0 可以是根据一组测试数据经验性地预定的常数,所述测试数据包括海拔高度、电机转速、流速和压力的各种组合。

[0125] 在一些实施例中,用于计算装置100的海拔高度的函数 f_x 可以考虑到温度。具体而言,可以用温度影响下的电机转速 ω_{temp} 来取代等式A1中的 ω ,其中 ω_{temp} 可以是温度测量值和电机转速测量值的函数,如下所示:

$$[0126] \quad \omega_{temp} = \omega + x_n \cdot T^n + x_{n-1} \cdot T^{n-1} + \dots + x_1 \cdot T + x_0 \quad (A4)$$

[0127] 其中:

[0128] ω 是电机转速测量值;

[0129] T是温度测量值。

[0130] 因此, $x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0$ 以及其他常数 $\varphi_2, \varphi_1, \varphi_0, \theta_2, \theta_1, \theta_0, \delta_2, \delta_1$ 和 δ_0 , 可以根据测试数据经验性地预定, 所述测试数据包括海拔高度、电机转速、流速和压力的各种组合。

[0131] 在一些实施例中, 为了增加估计的准确度或可信度, 高度估计单元402可以以预定次数(例如2、3、4、5、6、7、8、9、10次或以上)来估计装置100的海拔高度, 并计算这些估计值的平均值。例如, 高度估计单元402可以在预定时长内, 以预定频率从压力传感器104、流量传感器106、电机转速传感器108和可选地从温度传感器110得到测量值。高度估计单元402可以根据相同频率的测量值计算出海拔高度估计值, 并计算出预定时长内的海拔高度估计值的平均值。该平均步骤可以通过降低传感器输入信号的变异性影响, 且降低信号中的人为影响, 来提高估计的可信度。高度估计单元402可以向高度验证单元404提供估计平均值, 后者则可以确定该海拔高度估计平均值的有效性或可信性。

[0132] 在计算装置100的海拔高度后, 高度估计单元402可以向高度验证单元404输出海拔高度估计值。高度验证单元404随后可以验证该海拔高度估计值的准确度或可信度。例如, 高度验证单元404可以通过比较估计值和阈值来评估海拔高度估计值的准确度或可信性(由此评估传感器)。不可信或不准确的海拔高度估计值或海拔高度估计平均值, 可能暗示着计算海拔高度中所用的至少一个传感器的一个测量值有误差。若假定流量传感器106、电机转速传感器108以及可选的温度传感器110是准确的, 则不准确或不可信的海拔高度估计值可能暗示着: 来自压力传感器104的压力测量值不正确, 或压力传感器104不准确。压力传感器104的轻微误差即可能显著影响海拔高度估计值的数字。

[0133] 在一个实施例中, 阈值测试可以涉及一系列可供装置100运行的海拔高度, 包括海拔高度最大值和最小值。在所述情况下, 装置100可以无需高度计地运行。所述海拔高度可以, 例如在海平面上0-9000英尺范围内, 或从海平面以下500英尺到海平面以上10000英尺。所述基于范围的阈值测试也可以使用其他范围。当海拔高度估计值超出海拔高度范围时, 海拔高度估计值可被视为不可信, 由此可能暗示着压力传感器104是不准确的。反之, 若海拔高度估计值处于该范围内, 则压力传感器104可视为在对装置100的压力控制上足够准确或足够可行。

[0134] 在又一个实施例中, 若装置100设有高度计, 则该阈值可以是来自高度计112的高度读数。高度验证单元404可以通过将高度估计值与高度计112的高度读数相比较, 来估计该高度估计值的可信性。当高度估计值与高度读数显著不同, 偏移值大于预定差值(例如500、600、700、800或900英尺)时, 该高度估计值可被视为不准确, 由此可能暗示着压力传感器104不准确。若高度估计值未与高度读数显著不同, 则压力传感器104可以视为用于控制装置100的压力上足够准确或足够可行。

[0135] 在又一个实施例中, 该阈值可以是由高度估计单元402此前计算的高度值, 例如在未装配高度计的情形下。此前的高度估计计算值可以是由高度验证单元404此前验证过的。此前计算的高度估计值可以被指定为装置100的当前海拔高度。由此而言, 此前计算的高度估计值可以作为此前的验证结果存储在存储器118中。在此实施例中, 高度验证单元404可以接收高度估计单元402输出的高度估计值, 并将其与装置100的当前高度(例如此前计算

的高度估计值)相比较。当高度估计值与此前计算的高度估计值不同或相异,偏移值大于预定差值,例如500、600、700、800或900英尺时,该高度估计值可被视为不准确,由此可能暗示着压力传感器104不准确。反之,若高度估计值与此前计算的高度估计值相同或并无显著不同,则压力传感器104可以视为仍在用于控制装置100的压力上足够准确或足够可行。

[0136] 若海拔高度估计值被视为不可信或不准确,则高度验证单元404可以输出信号,表明压力传感器104是不准确的,或压力传感器104发生了故障。高度验证单元404可以向压力传感器故障处理器122输出信号,以待进一步执行。

[0137] 当高度估计值被视为可信或准确时,高度验证单元404可以输出信号,表明压力传感器104是准确的,或压力传感器104中无故障发生。

[0138] 继续参照图4,检测器120可选地可以包括压力估计单元406和压力验证单元408。压力估计单元406可以根据从一个或多个各种传感器、温度传感器110、电机转速传感器108和流量传感器106获得的测量值来估计压力期望值;

[0139] 例如,压力估计单元406可以根据以下部分或全部因素来估计压力期望值:来自流量传感器106的气体流速测量值,来自电机转速传感器108的电机转速测量值,以及装置100的高度(例如此前的高度计算值或来自高度计112的高度测量值)。压力估计单元406可以根据以下函数计算压力期望值:

[0140] $P_e = f_x(h, Q, T \text{ 和 } \omega)$

[0141] 其中:

[0142] P_e 是压力期望值的估计值;

[0143] h 是海拔高度的估计值、测量值或输入值;

[0144] Q 是流量量度;

[0145] T 是可选的温度量度,在一些实施例中可以省略;以及

[0146] ω 是电机转速的量度。

[0147] f_x 是用于测量值的多项式函数(例如 $y = Ax^2 + Bx + c$,具有合适的阶次,取决于函数的常数和参数),它可以是经验推导得来的,例如通过灰箱模型或最佳拟合模型以适当测试数据得到。可以在装置100的运行期间(例如使用或治疗期间)进行周期性的测量(例如以1、2、3、4、5、6、7、8、9或10赫兹频率的测量循环),以将测量值带入该函数中以确定压力,且可选地,该测量可以在启动或预处理过程中由装置100执行,以及在装置100未被患者/用户使用时进行(亦即当患者截面132不在患者身上时)或在患者使用期间和患者未使用运行期间均进行。

[0148] 在一个实施例中,该函数在无需温度量度的情况下(例如未配备温度传感器)可以如下地执行(来自(A2)):

$$P \cong \alpha \cdot (\varphi_2 \cdot Q^2 + \varphi_1 \cdot Q + \varphi_0)(1 - 4 \cdot \beta \cdot h) \cdot \omega^2 + \quad (B1)$$

$$[(\delta_2 \cdot Q^2 + \delta_1 \cdot Q + \delta_0) + (\theta_2 \cdot Q^2 + \theta_1 \cdot Q + \theta_0) \cdot h] \cdot \omega$$

[0150] 其中:

[0151] P_e 是压力期望值;

[0152] Q 是流量测量值;

[0153] ω 是电机转速测量值;

[0154] h 是海拔高度;

[0155] α 根据上述等式D2来定义;以及

[0156] β 根据上述等式D3来定义。

[0157] 在上述函数中, φ_2 、 φ_1 、 φ_0 、 θ_2 、 θ_1 、 θ_0 、 δ_2 、 δ_1 和 δ_0 可以是根据一组测试数据经验性地预定的常数,所述测试数据包括海拔高度、电机转速、流速和压力的各种组合。

[0158] 在一个实施例中,h可以是来自高度计112(若配备)的值。在又一个实施例中,可以是此前由高度估计单元402计算并存储在存储器118中的装置100海拔高度。该此前计算的高度值可以由高度验证单元404验证,并制定为装置100的当前高度。

[0159] 在该函数的又一个实施例中,例如当可以使用温度量度时,压力估计单元406可以考虑到温度传感器110测得的气体温度。压力期望值随后可以根据例如由 ω 取代 ω_{temp} 的等式B1来计算。如上属于等式A3所示,函数 ω_{temp} 是温度测量值T和电机转速 ω 测量值的函数。

[0160] 在一些实施例中,压力估计单元406可用于根据以下一项或多项,开始对压力或对带入函数的数值的测量时机进行估计:流速、流量导数、电机转速和电机转速的瞬间加速度(即转子加速度)。例如,用于压力估计单元406的测量值可以在某个电机转速、某个流速、某个流量导数(例如,近似为零,如在检测呼气末尾停顿期间)或某个电机转速加速度(例如,近似为零)下进行测量。

[0161] 在一个所述实施例中,压力估计单元406可以在装置100达到稳态条件时,例如当气流发生器102大致以预定速度恒定运行时,执行对压力的估计。例如,压力估计单元406可以确定气流发生器102的瞬间加速度。若瞬间加速度小或可忽略,则将电机转速视为稳定。

[0162] 计算压力期望值之后,压力估计单元406可以将压力期望值输出到压力验证单元408。压力验证单元408可以根据压力期望值来验证来自压力传感器104的实际度数,即压力测量值。

[0163] 当来自压力传感器104的实际度数偏离压力期望值,使其不相等或使其差值超过预定阈值(例如5cmH₂O)时,压力传感器104可以视为不准确(例如,若 $(|P_{meas}-P_{est}|) > 5\text{cmH}_2\text{O}$)。压力验证单元408可以输出表明压力传感器104不准确的信号到压力传感器故障处理器122以供进一步执行。

[0164] 但是,若压力测量值和压力期望值之间的差值等于或小于预定阈值,则压力传感器104可视为准确的(例如,若 $(|P_{meas}-P_{est}|) < 5\text{cmH}_2\text{O}$)。压力验证单元408可以输出信号,表明压力传感器104是准确的或压力传感器104中未发生故障。

[0165] 应当理解,预定阈值可以包括其他限值,例如1cmH₂O、2cmH₂O、3cmH₂O、4cmH₂O或6cmH₂O或类似限值。在一些情况下,预定阈值可以包括由相对值数而非绝对数值所决定的限值。例如,阈值可以是压力期望值或测量值的函数。例如,预定阈值可以使用压力期望值的部分或百分比来确定。本说明书中描述的其他阈值可以类似地推导为其他数值的函数。

[0166] 在一个示例实施例中,检测器120可以在对患者进行治疗之前,执行压力传感器104的初始测试,例如作为初始化过程的一部分。此后,检测器120可以在治疗开始后执行一次或多次对压力传感器104的测试。下文将参考图5-图12,描述检测器120所执行的各种测试过程的详细实施过程。除非另有说明,反之下文所述的任一过程均可在对患者进行治疗之前或期间进行。此外,除非另有说明,下文所述的过程可以在初始测试、一个或多个周期性测试或其组合中执行。

[0167] 图5展示了可由检测器120所执行的一项作为装置100的初始化步骤的测试流程的

流程图500。步骤502处,检测器120可以给气流发生器102的风机的递送设定预定流速。例如,该预定流速可以是20升/分钟的流速,或低于50升/分钟的低流速。可选地,该预定流速可以是在约10-60升/分钟之间的流速范围。在一个实施例中,该预定流速可以由用户在初始化装置100时手动输入,例如当装置100接通电源时。在又一个实施例中,预定流速可以是用于初始化流程的方法中的预设参数,例如记录在存储器118中的值。此后,在步骤504-508之间,检测器120可以控制气流发生器102来调整电机转速,直至从流量传感器106得到的流速测量值符合预定流速。在一个实施例中,在装置100接通电源后,气流发生器102可以逐渐提高电机转速。具体而言,步骤504处,流量发生器102可以根据预定频率,以预定增量来提高电机转速。每一增量后,步骤506处,检测器120可以从流量传感器106处得到代表流速测量值的读数。步骤508处,检测器120可以将流速测量值与预定流速相比较。若流速测量值低于预定流速,则检测器120可以后退到步骤504,可由气流发生器102在此持续地提高电机转速。

[0168] 一旦流速测量值达到预定流速,则检测器120的高度估计单元402可以开始下一步骤510。

[0169] 步骤502-508是通过使用流量控制回路来控制风机130,以在恒定或固定流速下操作风机130的一个例子。可选地,如上所述,风机130可以通过电机转速控制回路进行控制,以操作风机130维持恒定/固定电机转速,而非恒定或固定流速。

[0170] 在步骤510-512中,检测器120可以从各传感器中获得测量值,包括:压力传感器104、电机转速传感器108以及可选的温度传感器110。此后,步骤514中,高度估计单元402可以使用适当函数(例如基于函数A1的函数)或包含源于所述函数的数据的查询表,根据测量值确定或计算出装置100的海拔高度。

[0171] 随后,在步骤516处,高度验证单元404可以评估步骤514所计算的高度的可信度。在一个实施例中,高度验证单元404可以通过将步骤514所计算的高度与预定范围的高度期望值作比较,以评估该高度计算值。在此情况下,可以不设置高度计地实施装置100。若高度计算值在预定范围之外,则该高度计算值可视为不可信或不准确。反之,若高度计算值落入高度期望值的预定范围内,则该高度计算值可视为可信的,且压力传感器可视为对于装置100的正常运作而言是可接受的。

[0172] 可选地,高度验证单元404可以通过将高度计算值与高度计112(若设置于装置100中)的读数相比较,来评估该高度计算值的可信度。高度计112的读数可以代表装置100的高度的准确测量。若步骤514所计算的高度值与高度测量值之间的差值超过了预定量,例如600英尺或900英尺,则该高度计算值可视为不准确的,且压力传感器可视为不适合用于正常运行。反之,则该高度计算值可视为可接受的,且压力传感器随之可视为适用于正常操作。

[0173] 在又一个实施例中,高度验证单元404可以通过将步骤514所计算的高度与此前测定的高度(例如在装置100此前的运行过程中所测定的高度)相比较,来评估该高度计算值的可信度。该此前测定的高度可以从存储器118中获取。此前测定的高度可以由高度估计单元402在此前的测试过程中所计算的。该此前测定的高度可以是在此前的测试中已经由高度验证单元404所验证过的。若步骤514所计算的高度与该此前测定的高度之间的差值为预定量或阈值,例如400、500、600、700、800或900英尺,则压力传感器104可被视为不准确,

且压力传感器可视为不适合用于正常运行。反之,则该高度计算值可视为可接受的,且压力传感器104随之可视为适用于正常操作。

[0174] 一旦高度计算值视为不可信的或不准确的,则在步骤522,高度验证单元404可以输出信号,以表明压力传感器104不准确或不适用于正常运行。反之,若高度计算值被视为可信的或准确的,则在步骤518,高度验证单元404可以输出信号,以表明压力传感器104是准确的或适用于正常运行。当高度计算值视为可信时,可选地,检测器120在步骤520将高度计算值存储在存储器118中。该高度计算值可在随后的一个或多个周期性测试过程中从存储器118中取出。

[0175] 在图5所示的测试过程流程图中,装置100的流程可以使用一个分析循环来评估压力传感器104,该循环可以包括以下每项的一个实例:使用压力传感器104测量压力;使用电机转速传感器108测量电机转速;可选地,使用温度传感器110测量温度;以及,根据这些测量值计算高度,并评估该高度计算值。

[0176] 图6展示了图5所示测试过程的一个替代形式示例的流程图600。在此实施例中,检测器120可以采用容错方法来根据平均值评估压力传感器104的准确度。例如,检测器120可以根据多个分析循环的共同结果或平均值来确定压力传感器104的准确度。每个分析循环可以与上述图5的循环相同。每个分析循环可以在预定频率(例如1-10赫兹之间,如1、2、3、4、5、6、7、8、9或10赫兹采样频率)下进行。该共同结果可以是来自预定时长内的多个分析循环中的高度计算值平均值。该预定时长可以是例如5、10、15、20或30秒或较长或较短的时长。在图示实施例中,检测器120可以包括计时器来触发多个分析循环,或可以实施重复测量循环。当多个循环所确定的高度计算值平均值(或来自测量平均值的高度计算值)如上所述进行评估时,压力传感器104可以被判定为适用于或不适用于正常运行。

[0177] 如图6所示,步骤602-608可以等同于图5的步骤502-508。在步骤610处,检测器120可以启动多个分析循环的计时器。随后,高度估计单元402可以在步骤612-616运行,其运行方式如图5的510-514步骤所述。步骤612-616的循环可视为一个分析循环。检测器120可以重复循环612-616,以执行多个分析循环,直至从计时器开始已经过预定时长,例如5秒,如步骤618所判定。

[0178] 随后,步骤620,高度估计单元402可以计算多次分析循环期间的高度计算值的平均值。高度估计单元402可以向高度验证单元404输出该平均值。

[0179] 然后,步骤622-628处,高度验证单元404可以根据前述图5的步骤516-522的高度平均值的可信度,确定压力传感器104的适用性。

[0180] 在又一个实施例中,计时器610可以由用于计数循环次数的计数器来代替,且步骤618可以判定是否已执行了期望次数的循环。在所述结构中,检测器120可以根据预定次数的分析循环(例如至少2个分析循环,或5-10个分析循环或以上)来评估压力传感器104的准确度。预定次数的循环可以是连续或不连续的。例如,检测器120可以在每一个5-10个连续分析循环中的海拔高度计算值被视为不可信时,得出压力传感器104不准确的结论。可选地,检测器120可以在5-10个连续分析循环中的海拔高度计算值的平均值被视为不可信时,得出压力传感器104不准确的结论。

[0181] 初始化程序之后,检测器可以在装置100向患者提供治疗时,在一个或多个测试过程中周期性地(例如连续地)监控压力传感器104的准确度。图7展示了一个所述实施例中的

周期性测试过程的流程图700。步骤702处,检测器120或高度验证单元404可以从存储器118中获取预定或此前测定的高度。预定高度可以是高度估计单元402在此前的测试中计算所得的,例如在初始化测试中,它可以此前已存储在存储器118中。该此前测定的高度可以代表装置100已经判定为可信或可接受的高度估计值。可选地,该预定高度可以是来自高度计112的读数。该读数还可以代表着装置100的准确高度估计值。

[0182] 继续参考图7,步骤704-708可以与图5的步骤510-514相同,其中高度估计单元402从压力传感器104、电机转速传感器108,以及可选地,温度传感器110,读取测量值,并根据这些测量值和前述功能或等式,计算装置100的海拔高度。

[0183] 随后,步骤710,高度验证单元404可以将高度估计单元402在步骤708所计算的高度与步骤702获得的预定高度相比较。如步骤708处所计算的高度值与装置100此前测定的高度合理近似,则计算该高度所依据的测量可视为正确的,这可以按时压力传感器104是准确的或继续适用于装置100的正常运行。例如,若高度计算值和预定高度之间的差异未超过预定量或阈值,例如400、500、600、700、800或900英尺,则压力传感器104可被视为适用或准确。由此,高度验证单元404可以在步骤714输出信号,表明压力传感器104是准确的。

[0184] 但是,若步骤708计算的高度与此前测定的装置100高度并未合理近似,则压力传感器104可以被视作故障。例如,若高度计算值和预定高度值之间的差异超过了预定阈值,例如400、500、600、700、800或900英尺,则压力传感器104可被视为不准确。高度验证单元404可以在716输出信号,表明压力传感器104不准确。

[0185] 如图7中所示的周期性测试过程,可以使用一个分析循环来评估压力传感器104,该循环包括以下每项的一个实例:使用压力传感器104测量压力;使用电机转速传感器108测量电机转速;可选地,使用温度传感器110测量温度;以及,根据这些测量值计算和评估高度。所述周期性测试过程可选地可以以1-10赫兹的频率来实施,例如1、2、3、4、5、6、7、8、9或10赫兹采样频率。

[0186] 图8展示了图7所示的周期性测试过程的一个替代性实施例的流程图800。在此实施例中,检测器120可以采取容错方法来根据平均值评估压力传感器104的准确度。例如,检测器120可以根据多个分析循环的共同结果或平均值来确定压力传感器104的准确度。每个分析循环可以在预定频率(例如1-10赫兹之间,如1、2、3、4、5、6、7、8、9或10赫兹采样频率)下进行。

[0187] 如图8所示,步骤802可以与步骤702相同。步骤804中,检测器120可以为多个分析循环启动计时器。随后,高度估计单元402可以执行步骤806-810,这些步骤可以与图7中的704-708步骤相同。重复步骤806-810可以视为一个分析循环。高度估计单元402可以反复重复步骤806-810,以执行多个分析循环,直到从计时器启动开始经过了预定时长(例如,5、10、15、20或30秒,或更长或更短的时间),如步骤812所判定。

[0188] 此后,步骤814处,高度估计单元402可以计算多个分析循环去捡的高度平均值或从多个循环计算高度测量的平均值。高度估计单元402可以向高度验证单元404输出平均值。

[0189] 然后,在步骤816-822处,高度验证单元404可以根据高度平均值的分析,确定压力传感器104的准确度。就此而言,步骤816-822可以等同于图7中的710-716步骤。

[0190] 在又一个实施例中,计时器804可以由用于计算循环次数的计数器所取代,且步骤

812可以判定是否已执行了预期循环次数。在所述结构中,检测器120可以根据分析循环预定次数(例如至少2个分析循环或5-10个分析循环或以上)评估压力传感器104的准确度。循环预订次数可以连续或不连续。例如,检测器120可以在所述至少2个或5-10个连续分析循环中的每一个的海拔高度计算值与预定高度之间的差异超过阈值时,得出压力传感器104不准确的结论。可选地,检测器120可以在所述至少2个或5-10个连续分析循环中的海拔高度计算值与预定高度之间的差异超过预定阈值时,得出压力传感器104不准确的结论。

[0191] 图9包括另一个实施例中的周期性测试过程的流程图900。在步骤902处,检测器120可以取得装置100的此前测定的高度。因此,步骤902可以分别与图7和8中的步骤702或802相同。步骤904处,检测器120或压力估计单元406可以从流量传感器106、电机转速传感器108和可选的温度传感器110处获得测量值。此后,在步骤906处,压力估计单元406可以根据预定高度和步骤904的流量、电机转速和/或温度测量值,根据前述函数(例如,函数B1或基于该函数的查询表)来计算压力期望值。

[0192] 然后,在步骤908-910,压力验证单元408可以从压力传感器104获取压力测量值,并将测得压力与压力期望值比较。步骤912处,若压力测量值与压力期望值之间的差值等于或小于预定阈值,例如5cmH₂O,则压力传感器104可视为准确。然后,在步骤914处,压力验证单元408可以输出信号,表明压力传感器104是准确的。如上所述,预定阈值可以包括其他限值,例如1cmH₂O、2cmH₂O、3cmH₂O、4cmH₂O或6cmH₂O或类似限值。

[0193] 与之相比,若压力测量值与压力期望值之间的差异超过了预定阈值,则压力传感器104可以被视为不准确。然后,步骤916处,压力验证单元408可以输出信号,表明压力传感器104不适于正常操作。

[0194] 图10展示了图9所示的测试过程的替代性实施例的流程图1000。在此实施例中,检测器120可以采取容错方法,根据预定时长中的多个分析循环,评估压力传感器104的准确度。预定时长可以是例如5、10、15、20或30秒或较长或较短的时长。检测器120可以包括计时器或其他迭代过程以实现重复的分析循环。每个分析循环可以以预定频率发生,例如1-10赫兹之间,例如1、2、3、4、5、6、7、8、9或10赫兹。每个分析循环可以包括:测量流量、电机转速,以及可选地,温度;根据这些测量值计算压力期望值;比较压力传感器104的读数和压力期望值。当预定时长内,每个压力测量值与压力期望值的差值偏移超过阈值,例如5cmH₂O时,压力传感器104可以被视为不准确或不适于正常运行。

[0195] 如图10所示,步骤1002-1014可以等同于图9中的步骤902-014。步骤1004-1012可视为一个分析循环。检测器120可以反复重复步骤1004-1012以执行多个分析循环。若在步骤1012,压力测量值与压力期望值相差的偏移值大于阈值量(例如5cmH₂O),则检测器120可以前进至1016。步骤1016处,检测器120可以确定用于多个分析循环的计时器是否启动。若计时器未启动,则检测器120可以在步骤1018处启动计时器,然后可以前进至1004以启动新的分析循环。若计时器已经启动,则检测器120可以在步骤1020处判定是否从计时器启动开始已经过了预定时长,例如5、10、15、20或30秒。若是,检测器120可以前进至1022以输出表明压力传感器104不准确的信号。此时,检测器120可选地可以停止或重置计时器。如上所述,预定阈值可以包括其他限值,例如1cmH₂O、2cmH₂O、3cmH₂O、4cmH₂O或6cmH₂O或类似限值。若在任一分析循环中,步骤1012时,压力测量值与压力期望值之间的差值未超过预定阈值,则检测器120可以在步骤1014输出信号,表明压力传感器104是准确的或适用于正常运行。

的。

[0196] 在又一个实施例中,计时器1018可以由用于计数循环次数的计数器来代替,且步骤1020可以判定是否已执行了期望次数的循环。在所述结构中,检测器120可以根据预定次数的分析循环(例如10个分析循环)来评估压力传感器104的准确度。预定次数的循环可以是连续或不连续的。例如,在10个连续分析循环中的每一个内,检测器120可以在海拔高度计算值和预定海拔高度之间的差值超过阈值量(例如 $|P_{\text{meas}} - P_{\text{est}}| > 5\text{cmH}_2\text{O}$)时,得出压力传感器104不准确的结论。

[0197] 在一些实施例中,检测器120可以在装置100向患者提供治疗之前,根据图5或图6中所述的步骤执行压力传感器104的初始测试。检测器120可以在装置100向患者提供治疗时,根据图7-10中任一项所述的过程,以一次或多次周期性测试持续地监控压力传感器104的准确度。在一个实施例中,步骤702、802、902和1002中任一项所得的预定海拔高度可以由高度估计单元402在初始测试中计算所得的海拔高度。可选地,预定海拔高度可以是一系列的海拔高度期望值,其例子如前所述。

[0198] 在又一个实施例中,可以使用图7-10中任一项所述的过程,来进行初始测试。在此实施例中,从步骤702、802、902和1002中任一项所得到的预定海拔高度,可以是高度估计单元402在此前治疗过程的相关测试中所计算的高度。可选地,预定海拔高度可以是高度计122获得的读数。预定海拔高度还可以是装置100可以运行的一系列高度期望值。

[0199] 在又一个实施例中,检测器120可以通过在对患者的治疗过程之前和期间,执行图5-10中任一项所述的过程,来持续地测试压力传感器104的准确度。

[0200] 双压力传感器

[0201] 虽然本文前述实施例评估一个压力传感器的测量值时,允许不使用第二个压力传感器,有些情况下甚至无需高度计,但在一些可选实施例中,也可以使用第二或备用压力传感器的测量来检查第一个压力传感器的压力。例如,装置100可以可选地包括第二压力传感器124,如图1所示。第二压力传感器124可以位于紧密贴近第一压力传感器104的位置,由此压力传感器104、124可以在相同位置测量气体的压力。例如,压力传感器104、124均可以位于患者界面132或风机130处。若第一压力测量与第二压力测量之间的偏差大于预定阈值,例如 $5\text{cmH}_2\text{O}$,则第一压力传感器104可以视为不准确。反之,第一压力传感器104可以视为准确。

[0202] 可选地,第二压力传感器124可以位于与第一压力传感器104不同的位置,例如,第一压力传感器104可以位于患者界面132,且第二压力传感器124可以位于风机130处,反之亦然。两个压力传感器之间的压力降可以是已知的、估计值或测定值,从而在比较第一压力传感器104和第二压力传感器124得到的压力测量值时,可以考虑到两个压力传感器之间的压力降。因此,第一压力传感器104和第二压力传感器124得到的压力测量值之间的差值,不可以超过预定阈值,所述预定阈值确定为第一压力传感器104和第二压力传感器124之间的压力降的函数。

[0203] 图11展示了上述实施例中,检测器120所执行的方法的流程图1100。步骤1102处,检测器120可以从第一压力传感器104处得到第一压力测量值。步骤1104处,检测器120可以从第二压力传感器124处得到第二压力测量值。步骤1106处,检测器120可以比较第一测量值和第二测量值。随后,在步骤1108处,检测器120可以确定,若第一测量值从第二测量值的

偏离值大于阈值量,例如5cmH₂O。若否,则检测器120可在步骤1110发出信号,表明第一压力传感器104是准确的。若是,则检测器120可以在步骤1112处发出信号,表面各第一压力传感器104不准确。

[0204] 如上所述,预定阈值可以包括其他限值,例如1cmH₂O、2cmH₂O、3cmH₂O、4cmH₂O或6cmH₂O,或类似的限值。

[0205] 对故障传感器检测的响应

[0206] 若检测器120判定压力传感器104不准确或不适用于正常操作,则检测到压力传感器104中的故障。

[0207] 不存在所述故障时,装置100可以正常运行(例如,带有压力控制回路,后者依靠压力传感器104的压力测量值来控制风机130和患者治疗)。

[0208] 若检测到故障,则装置100可以以自动关闭来响应,防止进一步的运行。可选地,装置100可以记录故障数据和/或通过用户I/O装置114向用户发出警告或故障信息。例如,显示器(图中未显示)可以向用户显示信息,告知压力传感器104不准确,需要更换。在此情况下,控制器,例如处理器116,可用于防止风机130的运行。

[0209] 在一些实施例中,装置100可以包括压力传感器故障处理器122,用于在压力传感器104中检测到故障时,控制装置100。在所述实施例中,可选地,即使检测到故障,也可以允许装置100在安全模式下运行。例如,处理器122可以包括2种可选的操作安全模式:压力控制的限速模式或速度控制模式,装置100可在所述模式下运行。一旦判定压力传感器104不适于正常操作,则处理器122可以进入两种操作模式之一。在压力控制的限速模式下,处理器122可以依靠压力传感器104的压力测量值,来调整气流发生器102的电机转速(例如,通过压力控制回路控制风机130),哪怕压力传感器104被视为不准确。更具体而言,处理器122可以增加电机转速,直到压力传感器104测得的压力值达到期望压力水平,但无论在何种情况下,电机转速都不应超过电机转速预定最大值。在所述情况下,电机转速最大限值将替代压力控制回路的压力指令,以防止电机转速进一步增加超过限值,哪怕压力设定值达不到压力传感器104测得的压力值。图12展示了流程图1200,图中显示了一个实施例中,压力控制模式下的处理器122的操作。在步骤1202,处理器122可以确定气流发生器102需达到的气体压力水平期望值设定。压力水平期望值可以是向患者提供的治疗压力期望值。在一个实施例中,压力水平期望值可以由用户通过用户I/O装置114手动输入。在又一个实施例中,处理器114或处理器122可以根据患者症状计算压力水平期望值。压力水平期望值可以是期望在一次治疗过程中保持的恒定压力值。可选地,压力水平期望值可以在一次治疗过程中变化。例如,在一次治疗过程中,吸气期间的压力水平期望值可以高于呼气期间的压力水平期望值。此外,压力水平期望值可以根据检测到的呼吸状况(例如,阻塞性呼吸暂停、阻塞性呼吸不足、流量受限、打鼾、其他睡眠呼吸紊乱症状,等等)而自动调整。

[0210] 在步骤1204,处理器122可以设定电机转速阈值。电机转速阈值可以是气流发生器102允许达到的电机转速最大值,超过该最大值,气流发生器102或装置100的其他元件则可能损坏,或发生故障,或对患者形成危险。在一个实施例中,处理器122可以将电机转速阈值设为RPM阈值,例如20000RPM、30000RPM、50000RPM、100000RPM、200000RPM或其他适当速度。该RPM阈值可以根据满足压力期望值所需要的电机转速近似期望值来确定,或根据此前的系统特征评定中的压力最大值来确定,还可以例如来自该装置的存储器中的查询表。

[0211] 在步骤1206,处理器122可以从压力传感器104得到压力读数。在步骤1208,处理器122可以将压力测量值与压力水平期望值作比较。若压力测量值达到压力水平期望值,则处理器122可以结束调整操作。反之,处理器122可以在步骤1210改变气流发生器102的下一电机转速。在一个实施例中,下一电机转速可以一个预定增量高于当前电机转速。此后,在步骤1212,处理器122可以判定下一电机转速是否超过电机转速阈值。若是,则处理器122可以结束调整操作。若否,则处理器122可以在步骤1214指示气流发生器102从其当前电机转速变化至下一电机转速。此后,处理器122可以前进至步骤1206,以使用压力传感器104来测量压力。

[0212] 在速度控制模式下,装置100不再由压力控制回路操作,但可以在速度控制回路中运行。在所述模式下,处理器122可以确定与压力水平期望值相关的气流发生器102电机转速期望值(例如用查询表或适当的功能来将压力与电机转速设定相关联),从而当气流发生器102以电机转速期望值运行时,气流发生器102生成的气体可视为具有压力水平期望值。因此,在速度控制模式下,处理器122可以无需考虑压力传感器104测得的压力测量值便可确定电机转速期望值。在一个实施例中,处理器122可以包括定义多个不同电机转速和多个不同压力水平之间的相关性的查询表。该查询表可以定义多个不同电机转速和多个不同压力水平之间的一对一映射关系。一旦确定了压力水平期望值,则处理器122可以在查询表中查询其对应的电机转速,即电机转速期望值。处理器122随后可以将气流发生器102设定到电机转速期望值。

[0213] 图13展示了流程图1300,其中描述了一个实施例中,处理器122在速度控制模式下的操作。在步骤1302,处理器122可以确定将要设定的压力水平期望值。步骤1302的处理可以等同于步骤1202处的处理。步骤1304处,处理器122可以在查询表中查找与压力水平期望值对应的电机转速期望值。步骤1306处,处理器122可以在速度控制回路下,伺服控制气流发生器102至电机转速期望值。

[0214] 虽然此述的本发明的描述中参考了特定实施例,但是可以理解,这些实施例仅是对本技术的原理和应用的说明。因此,应当理解,还可以在不偏离本技术的思路和范围的前提下,根据所说明的实施例做出众多改进形式,以及设计出其他的装置。

[0215] 例如,虽然本文所述的技术的版本中,所述方法中一般指向了对海拔高度的确定、估计或测量,使得该海拔高度(或海拔)充当了呼吸治疗装置从属或次级特征,该特征可以从压力衍生得到,和/或可以从该特征通过涉及某些系统变量计算值的某些可计算函数推导得出,但是,可以理解,可选地,在上述任一方法中,本技术的某些版本可以执行用于确定、估计或测量其他从属或次级特征的部分,而不是海拔高度。

[0216] 例如,在一些所述版本中,检测器120可以从压力传感器104中获得压力测量值。检测器120可以根据压力测量值和从属或次级特征,例如大气压或装置100外部的大气压,评估压力传感器104的准确度。所述装置100的大气压可以包括以下的一种或多种:(1)此前从装置100的较早压力测量值(例如,生成高于大气压的压力的装置的气流通道中的压力测量值)计算得到的大气压估计值;(2)装置100的大气压期望值或大气压期望值范围;(3)输入到装置100中并用于运行的大气压实际值或期望值;和/或(4)由装置100的外部传感器(例如气压计)测量的大气压。检测器120可以根据气压测量值计算大气压估计值,并将该大气压估计值与上述大气压(1)-(4)中任一个或多个相比较。上述方法的实施中,还可以使用其

他的次级特征。

[0217] 例如,当从属特征是大气压的情况下,海拔高度估计装置402也可以替换为大气压估计装置。因此,它可以在装置100运行期间,将大气压估计值计算为部分或全部下列因素的函数:来自气压传感器104的压力测量值;来自流量传感器106的气体的流速测量值;来自温度传感器110的温度测量值;以及来自电机转速传感器108的电机转速测量值。例如,大气压估计装置可以根据以下公式来计算装置100的大气压:

[0218] $A_{tm} = f_x(P, Q, T \text{ 和 } \omega)$

[0219] 其中:

[0220] A_{tm} 是大气压估计值;

[0221] P 是大气压量度;

[0222] Q 是流量量度;

[0223] T 是温度量度,该量度是可选的,在一些实施例中可以省略;以及

[0224] ω 是电机转速量度。

[0225] f_x 可以是一个应用于测量值上的根据经验推导的多项式函数(例如, $y = Ax^2 + Bx + c$,具有合适的阶次,取决于该函数的常数和参数),例如通过在灰箱模型(Gray Box Model)或最佳拟合模型使用适当的测试数据来推导。也可以使用类似于上述海拔高度相关函数的其他此类函数。类似地,可以使用海拔高度验证装置404来作为大气压验证装置。

[0226] 附加技术实施例

[0227] 实施例1.一种用于确定呼吸装置中的压力传感器的准确度的方法,所述方法包括:

[0228] 用所述压力传感器测量所述气流发生器生成的所述可呼吸气体流的压力;

[0229] 用处理器根据所测得的压力以及所述呼吸装置的从属特征确定所述压力传感器的准确度。

[0230] 实施例2.根据实施例1所述的方法,其中,所述呼吸装置包括气流发生器,该气流发生器中包括用于生成可呼吸气体的加压流的电机,

[0231] 实施例3.根据实施例1或2所述的方法,其中,所述呼吸装置的从属特征由用户输入。

[0232] 实施例4.根据实施例1或2所述的方法,其中,所述呼吸装置的从属特征由所述呼吸装置的高度计或气压计测量。

[0233] 实施例5.根据实施例1-4中任一项所述的方法,其中,所述处理器计算所述呼吸装置的从属特征。

[0234] 实施例6.根据实施例5所述的方法,其中,所述处理器根据对所述从属特征计算值的评估,确定所述压力传感器的准确度。

[0235] 实施例7.根据实施例5或6所述的方法,其中,所述处理器将所述呼吸装置的从属特征计算为(a)和(b)的函数,其中(a)为所述压力传感器所测量的压力,且(b)为以下两者或其中之一:(b)(1)所述可呼吸气体流的流速测量值,以及(b)(2)所述气流发生器的电机转速测量值。

[0236] 实施例8.根据实施例7所述的方法,其中,所述处理器将所述呼吸装置的从属特征计算为所述可呼吸气体流的温度测量值的函数。

[0237] 实施例9.根据实施例5-8中任一项所述的方法,其中,当所述气流发生器将所述可呼吸气体控制在恒定的预定流速时,所述处理器计算所述呼吸装置的从属特征。

[0238] 实施例10.根据实施例9所述的方法,其中,所述恒定的预定流速为20升/分钟。

[0239] 实施例11.根据实施例9所述的方法,其中,所述恒定的预定流速低于50升/分钟。

[0240] 实施例12.根据实施例9所述的方法,其中,所述恒定的预定流速在约10-60升/分钟的范围內。

[0241] 实施例13.根据实施例5-8中任一项所述的方法,其中,当所述气流发生器控制在恒定的预定电机转速时,计算所述呼吸装置的从属特征。

[0242] 实施例14.根据实施例6-13中任一项所述的方法,其中,所述处理器通过比较所述从属特征计算值和从属特征的预定范围,来评估所述从属特征计算值。

[0243] 实施例15.根据实施例14所述的方法,其中,所述从属特征的预定范围在海平面以上0-9000英尺之间。

[0244] 实施例16.根据实施例14所述的方法,其中,所述从属特征的预定范围在海平面以下500英尺和海平面以上10000英尺之间。

[0245] 实施例17.根据实施例14-16任一项所述的方法,其中,当所述从属特征计算值处于所述从属特征预定范围内时,所述处理器将所述从属特征计算值视为可接受。

[0246] 实施例18.根据实施例14-17任一项所述的方法,其中,当所述从属特征计算值处于所述从属特征预定范围外时,所述处理器将所述从属特征计算值视为不可接受。

[0247] 实施例19.根据实施例5-18任一项所述的方法,其中,所述处理器在一段预定时间内以预定频率计算所述呼吸装置的从属特征。

[0248] 实施例20.根据实施例19所述的方法,其中,所述预定频率在1-2赫兹之间。

[0249] 实施例21.根据实施例19或20所述的方法,其中,所述预定时间为5秒。

[0250] 实施例22.根据实施例19-21任一项所述的方法,其中,所述处理器根据所述从属特征计算值的平均值来评估所述压力传感器。

[0251] 实施例23.根据实施例19-22任一项所述的方法,其中,所述处理器在所述从属特征计算值的平均值满足阈值比较时,认为所述压力传感器准确。

[0252] 实施例24.根据前述实施例中任一项所述的方法,其中,所述处理器在所述呼吸装置向患者提供治疗前的初始化过程中,评估所述压力传感器。

[0253] 实施例25.根据前述实施例中任一项所述的方法,其中,进一步包括将所述呼吸装置的从属特征存储在存储器中。

[0254] 实施例26.根据实施例2-25中任一项所述的方法,其中,所述处理器通过以下步骤评估所述压力传感器的准确度:

[0255] 计算所述呼吸装置生成的气体的压力期望值;以及

[0256] 将压力测量值与所述压力期望值比较。

[0257] 实施例27.根据实施例26所述的方法,其中,所述处理器根据所述呼吸装置的从属特征、可呼吸气体流的流速测量值,以及所述气流发生器的电机转速测量值,来计算所述压力期望值。

[0258] 实施例28.根据实施例27所述的方法,其中,所述处理器从所述可呼吸气体流的温度测量值来计算所述压力期望值。

[0259] 实施例29.根据实施例26-28中任一项所述的方法,其中,所述处理器通过将所述压力测量值和压力期望值之间的差值与预定阈值相比较,来确定所述压力传感器的准确度。

[0260] 实施例30.根据实施例29所述的方法,其中,所述预定阈值为5cmH₂O。

[0261] 实施例31.根据实施例29或30所述的方法,其中,当所述差值超过预定阈值时,所述处理器判定所述压力传感器不准确。

[0262] 实施例32.根据实施例29-31中任一项所述的方法,其中,当所述差值在预定阈值之内时,所述处理器判定所述压力传感器准确。

[0263] 实施例33.根据实施例26-32中任一项所述的方法,其中,所述压力的测量、压力期望值的计算,以及所述压力测量值与压力期望值之间的比较,是在预定时间内以预定频率来执行的。

[0264] 实施例34.根据实施例33所述的方法,其中,所述预定频率在1-2赫兹之间。

[0265] 实施例35.根据实施例33或34所述的方法,其中,所述预定时间为5秒。

[0266] 实施例36.根据实施例33-35中任一项所述的方法,其中,所述处理器根据压力计算值和压力期望值之间的多次比较,来判定所述压力传感器不准确。

[0267] 实施例37.根据实施例2-25中任一项所述的方法,其中,所述呼吸装置的从属特征为第一从属特征,且所述处理器通过以下步骤确定所述压力传感器的准确度:

[0268] 计算所述呼吸装置的第二从属特征;以及

[0269] 将所述呼吸装置的第二从属特征与所述呼吸装置的第一从属特征相比较。

[0270] 实施例38.根据实施例37所述的方法,其中,所述处理器从所述可呼吸气体的气流流速测量值、所述气流发生器的电机转速测量值以及所述压力传感器的压力测量值,计算所述呼吸装置的第二从属特征。

[0271] 实施例39.根据实施例38所述的方法,其中,所述处理器从所述可呼吸气体的气流温度测量值,计算所述呼吸装置的第二从属特征。

[0272] 实施例40.根据实施例37-39中任一项所述的方法,其中,所述处理器通过将所述第一从属特征与第二从属特征之间的差值与预定阈值相比较,确定所述压力传感器的准确度。

[0273] 实施例41.根据实施例40所述的方法,其中,所述预定阈值为600英尺。

[0274] 实施例42.根据实施例40或41所述的方法,其中,当所述差值超过所述预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

[0275] 实施例43.根据实施例40-42中任一项所述的方法,其中,当所述差值在所述预定阈值之内时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

[0276] 实施例44.根据实施例37-43中任一项所述的方法,其中,所述处理器在预定时间内以预定频率计算所述第二从属特征。

[0277] 实施例45.根据实施例44所述的方法,其中,所述预定频率在1-2赫兹之间。

[0278] 实施例46.根据实施例44或45所述的方法,其中,所述预定时间为5秒。

[0279] 实施例47.根据实施例44-46中任一项所述的方法,其中,当在所述预定时间上计算所得的第二从属特征的平均值与所述第一从属特征之间的偏差大于预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

[0280] 实施例48.根据实施例44-47中任一项所述的方法,其中,当在所述预定时间上计算所得的第二从属特征的平均值与所述第一从属特征之间的偏差不大于预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

[0281] 实施例49.根据实施例2-48中任一项所述的方法,其中,进一步包括,当所述处理器判定所述压力传感器不准确时,根据所得压力测量值来为所述气流发生器设定电机转速。

[0282] 实施例50.根据实施例49所述的方法,其中,进一步包括,将所述电机转速维持在速度限制阈值以下。

[0283] 实施例51.根据实施例2-48中任一项所述的方法,其中,进一步包括,确定所述气流发生器将要生成的气体压力期望值,并根据电机转速值与压力值之间的预定关联,确定所述气流发生器的电机转速期望值。

[0284] 实施例52.一种呼吸装置,包括:

[0285] 气流发生器,其内部包括风机,以产生压力高于大气压的可呼吸气体流,用于递送至患者界面;

[0286] 压力传感器,与所述气流发生器相连接,所述压力传感器用于测量所述可呼吸气体的气流压力;

[0287] 处理器,与所述压力传感器相连接,用于根据所述压力测量值和所述呼吸装置的从属特征,确定所述压力传感器的准确度。

[0288] 实施例53.根据实施例52所述的呼吸装置,其中,进一步包括流量传感器,用于测量所述可呼吸气体的气流流速。

[0289] 实施例54.根据实施例52或53所述的呼吸装置,其中,进一步包括电机转速传感器,用于测量所述气流发生器的电机转速。

[0290] 实施例55.根据实施例52-54任一项所述的呼吸装置,其中,进一步包括用户I/O装置,用于接收用户输入的所述呼吸装置的从属特征。

[0291] 实施例56.根据实施例52-55任一项所述的呼吸装置,其中,进一步包括高度计或气压计,用于确定所述呼吸装置的从属特征。

[0292] 实施例57.根据实施例52-56任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器用于计算所述呼吸装置的从属特征。

[0293] 实施例58.根据实施例57所述的呼吸装置,其中,所述处理器根据所述从属特征计算值来确定所述压力传感器的准确度。

[0294] 实施例59.根据实施例57或58所述的呼吸装置,其中,所述处理器将所述呼吸装置的从属特征计算为(a)和(b)的函数,其中(a)为所述压力传感器所测量的压力,且(b)为以下两者或其中之一:(b)(1)所述可呼吸气体流的流速测量值,以及(b)(2)所述气流发生器的电机转速测量值。

[0295] 实施例60.根据实施例59所述的呼吸装置,其中,所述处理器将所述呼吸装置的从属特征计算为所述可呼吸气体流的温度测量值的函数。

[0296] 实施例61.根据实施例57-60任一项所述的呼吸装置,其中,当所述气流发生器将所述可呼吸气体控制在恒定的预定流速时,所述处理器计算所述呼吸装置的从属特征。

[0297] 实施例62.根据实施例61所述的呼吸装置,其中,所述恒定的预定流速为20升/分

钟。

[0298] 实施例63.根据实施例61所述的呼吸装置,其中,所述恒定的预定流速低于50升/分钟。

[0299] 实施例64.根据实施例61所述的呼吸装置,其中,所述恒定的预定流速在约10-60升/分钟的范围内。

[0300] 实施例65.根据实施例57-60任一项所述的呼吸装置,其中,当所述气流发生器控制在恒定的预定电机转速时,计算所述呼吸装置的从属特征。

[0301] 实施例66.根据实施例58-65任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器通过比较所述从属特征计算值和预定范围的从属特征,来评估所述从属特征计算值。

[0302] 实施例67.根据实施例66所述的呼吸装置,其中,所述从属特征的预定范围在海平面以上0-9000英尺之间的范围内。

[0303] 实施例68.根据实施例66所述的呼吸装置,其中,所述从属特征的预定范围在海平面以下500英尺和海平面以上10000英尺之间。

[0304] 实施例69.根据实施例66-68任一项所述的呼吸装置,其中,当所述从属特征计算值处于所述从属特征预定范围内时,所述处理器将所述从属特征计算值视为可接受。

[0305] 实施例70.根据实施例66-69任一项所述的呼吸装置,其中,当所述从属特征计算值处于所述从属特征预定范围外时,所述处理器将所述从属特征计算值视为不可接受。

[0306] 实施例71.根据实施例57-70任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器在一段预定时间内以预定频率计算所述呼吸装置的从属特征。

[0307] 实施例72.根据实施例71所述的呼吸装置,其中,所述预定频率在1-2赫兹之间。

[0308] 实施例73.根据实施例71或72所述的呼吸装置,其中,所述预定时间为5秒。

[0309] 实施例74.根据实施例71-73任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器根据所述从属特征计算值的平均值来评估所述压力传感器。

[0310] 实施例75.根据实施例71-74任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器在所述从属特征计算值的平均值满足阈值比较时,认为所述压力传感器准确。

[0311] 实施例76.根据实施例52-75任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器在所述呼吸装置向患者提供治疗前的初始化过程中,评估所述压力传感器。

[0312] 实施例77.根据实施例52-76任一项所述的呼吸装置,其中,进一步包括存储所述呼吸装置的从属特征的存储器。

[0313] 实施例78.根据实施例52-77任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器通过以下步骤评估所述压力传感器的准确度:

[0314] 计算所述呼吸装置生成的气体的压力期望值;以及

[0315] 将压力测量值与所述压力期望值比较。

[0316] 实施例79.根据实施例78所述的呼吸装置,其中,所述处理器根据所述呼吸装置的从属特征、可呼吸气体流的流速测量值,以及所述气流发生器的电机转速测量值,来计算所述压力期望值。

[0317] 实施例80.根据实施例79所述的呼吸装置,其中,所述处理器从所述可呼吸气体流的温度测量值来计算所述压力期望值。

[0318] 实施例81.根据实施例78-80任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器通过将所

述压力测量值和压力期望值之间的差值与预定阈值相比较,来确定所述压力传感器的准确度。

[0319] 实施例82.根据实施例81所述的呼吸装置,其中,所述预定阈值为5cmH₂O。

[0320] 实施例83.根据实施例81或82所述的呼吸装置,其中,当所述差值超过预定阈值时,所述处理器判定所述压力传感器不准确。

[0321] 实施例84.根据实施例81-83任一项所述的呼吸装置,其中,当所述差值在预定阈值之内时,所述处理器判定所述压力传感器准确。

[0322] 实施例85.根据实施例78-84任一项所述的呼吸装置,其中,所述压力的测量、压力期望值的计算,以及所述压力测量值与压力期望值之间的比较,是在预定时间内以预定频率来执行的。

[0323] 实施例86.根据实施例85所述的呼吸装置,其中,所述预定频率在1-2赫兹之间。

[0324] 实施例87.根据实施例85或86所述的呼吸装置,其中,所述预定时间为5秒。

[0325] 实施例88.根据实施例85-87任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器根据压力计算值和压力期望值之间的多次比较,来判定所述压力传感器不准确。

[0326] 实施例89.根据实施例52-77任一项所述的呼吸装置,其中,所述呼吸装置的从属特征为第一从属特征,且所述处理器通过以下步骤确定所述压力传感器的准确度:

[0327] 计算所述呼吸装置的第二从属特征;以及

[0328] 将所述呼吸装置的第二从属特征与所述呼吸装置的第一从属特征相比较。

[0329] 实施例90.根据实施例89所述的呼吸装置,其中,所述处理器从所述可呼吸气体的气流流速、所述气流发生器的电机转速测量值以及所述压力传感器测得的压力值,计算所述呼吸装置的第二从属特征。

[0330] 实施例91.根据实施例90所述的呼吸装置,其中,所述处理器从所述可呼吸气体的气流温度测量值,计算所述呼吸装置的第二从属特征。

[0331] 实施例92.根据实施例89-91任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器通过将所述第一从属特征与第二从属特征之间的差值与预定阈值相比较,确定所述压力传感器的准确度。

[0332] 实施例93.根据实施例92所述的呼吸装置,其中,所述预定阈值为600英尺。

[0333] 实施例94.根据实施例92或93所述的呼吸装置,其中,当所述差值超过所述预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

[0334] 实施例95.根据实施例92-94任一项所述的呼吸装置,其中,当所述差值在所述预定阈值之内时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

[0335] 实施例96.根据实施例89-95任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器在预定时间内以预定频率从所述压力传感器读取压力测量值并计算所述第二从属特征。

[0336] 实施例97.根据实施例96所述的呼吸装置,其中,所述预定频率在1-2赫兹之间。

[0337] 实施例98根据实施例96或97任一项所述的呼吸装置,其中,所述预定时间为5秒。

[0338] 实施例99根据实施例96-98任一项所述的呼吸装置,其中,当在所述预定时间内计算所得的第二从属特征的平均值与所述第一从属特征之间的偏差大于预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器不准确。

[0339] 实施例100据实施例96-99任一项所述的呼吸装置,其中,当在所述预定时间上计

算所得的第二从属特征的平均值与所述第一从属特征之间的偏差不大于预定阈值时,所述处理器认定所述压力传感器准确。

[0340] 实施例101根据实施例52-100任一项所述的呼吸装置,其中,所述处理器进一步用于,当所述处理器判定所述压力传感器不准确时,根据所得压力计算值来为所述气流发生器设定电机转速。

[0341] 实施例102根据实施例101所述的呼吸装置,其中,所述处理器进一步用于,将所述电机转速维持在速度限制阈值以下。

[0342] 实施例103:实施例52-100中任一项的呼吸装置,其中所述处理器进一步用于确定所述气流发生器将要生成的气体压力期望值,并根据电机转速值与压力值之间的预定关联,确定所述气流发生器的电机转速期望值。

[0343] 实施例104:前述任一实施例中的方法或装置,其中所述从属特征为海拔高度。

[0344] 实施例105:前述任一实施例中的方法或装置,其中所述从属特征为该装置操作所处的大气压。

[0345] 实施例106:前述任一实施例中的方法或装置,其中所述从属特征为密度高度。

[0346] 实施例107:前述任一实施例中的方法或装置,其中所述从属特征为压力高度。

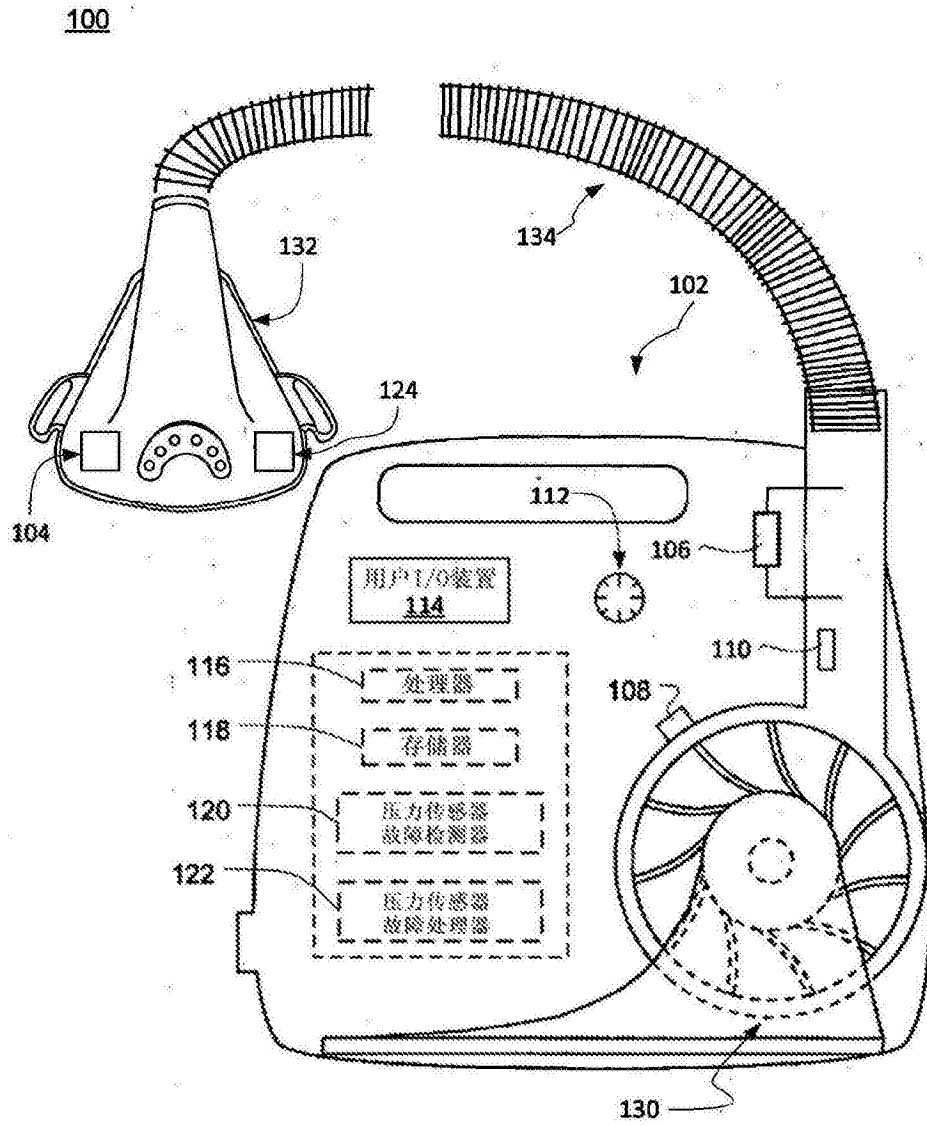


图1

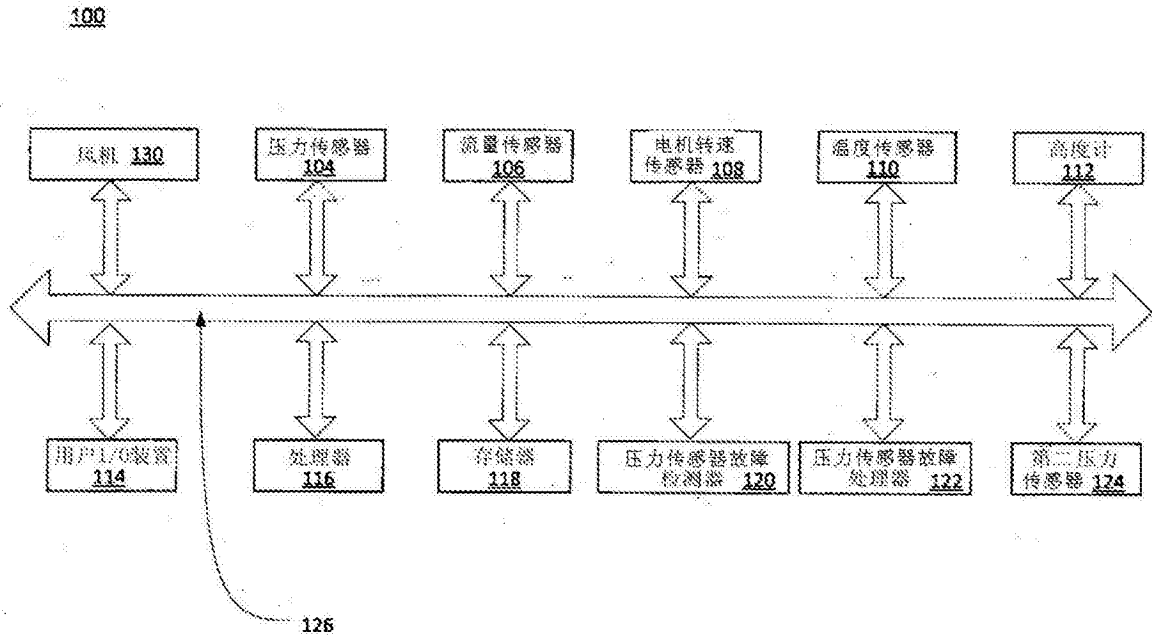


图2

300

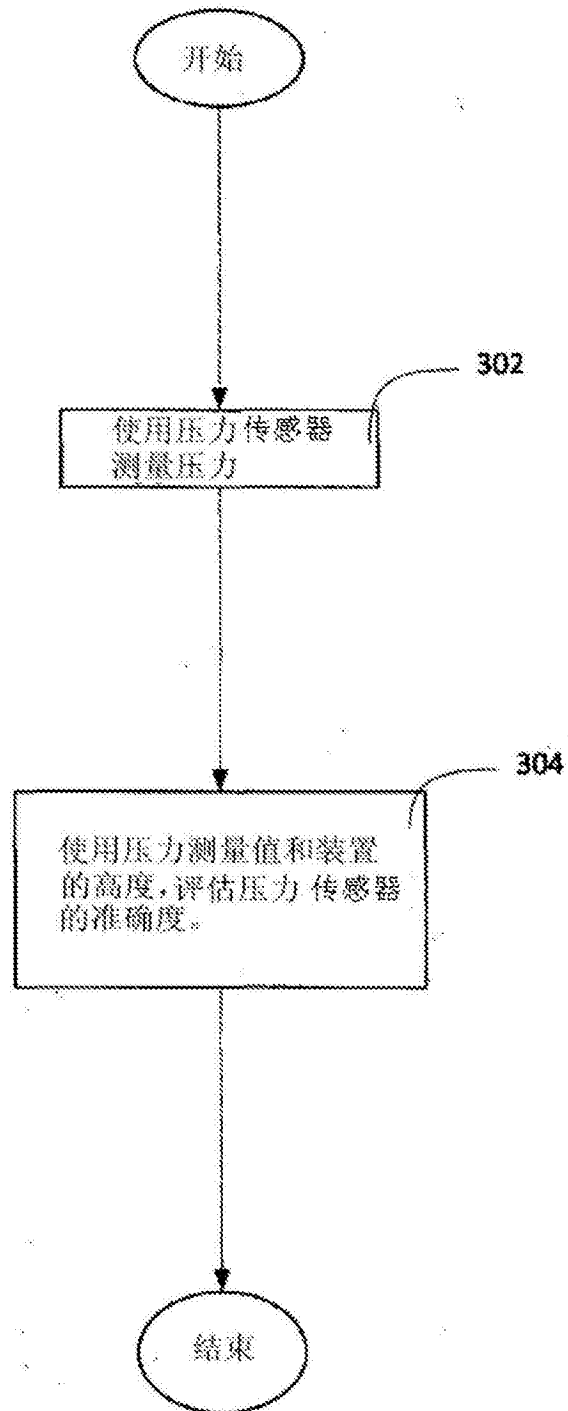


图3

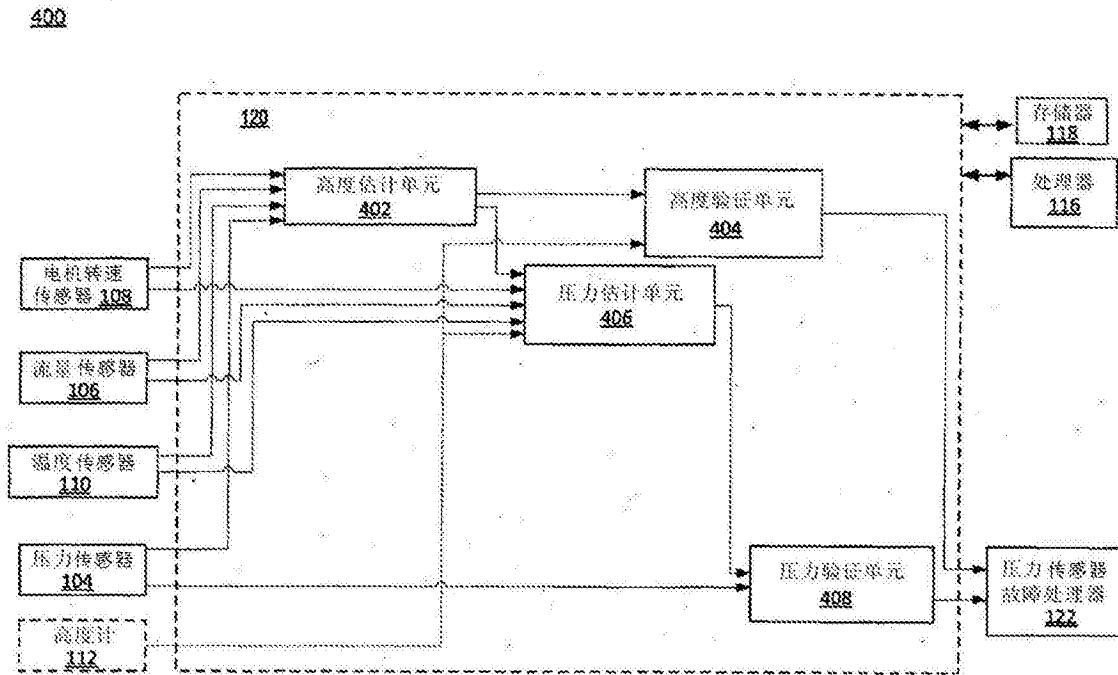


图4

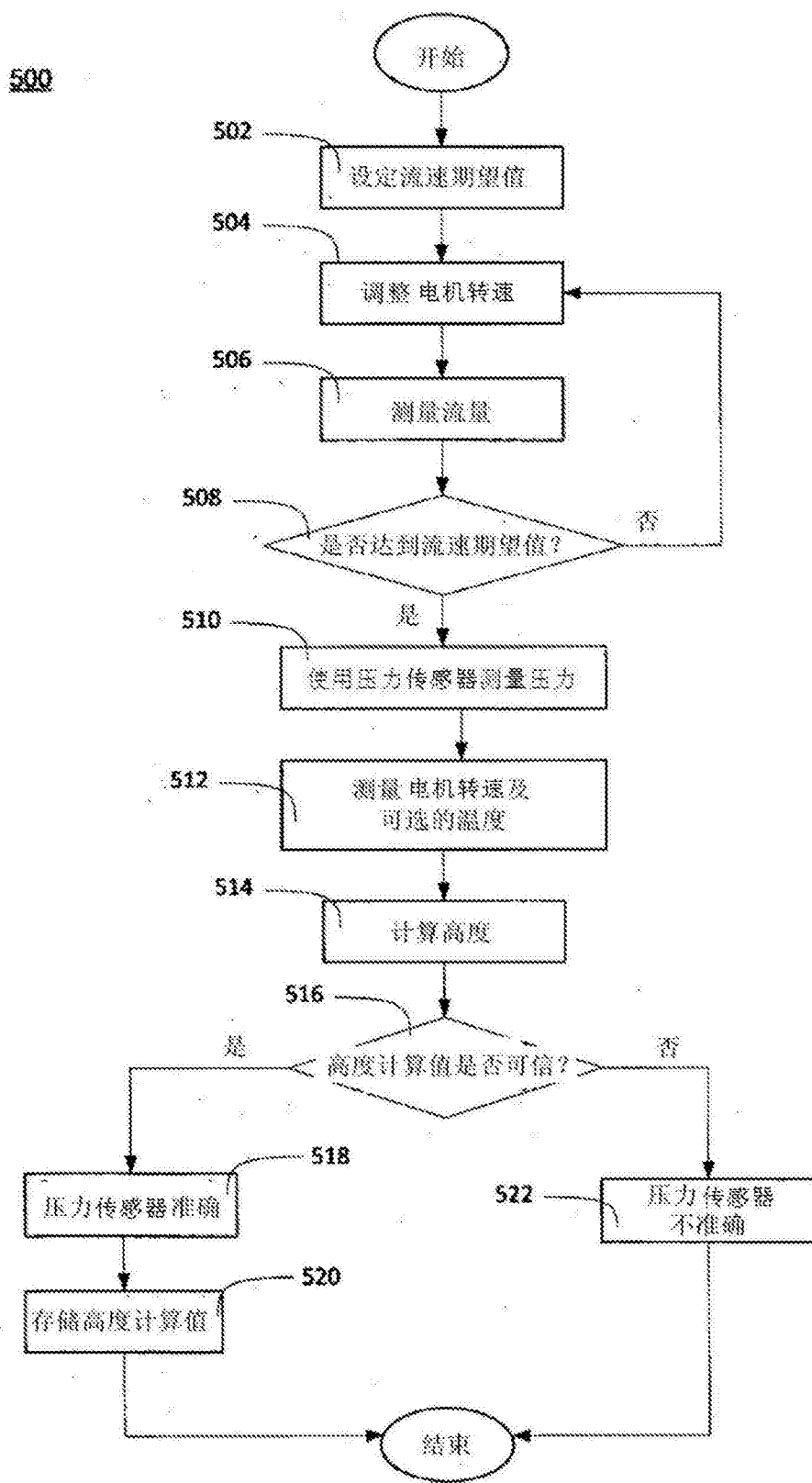


图5

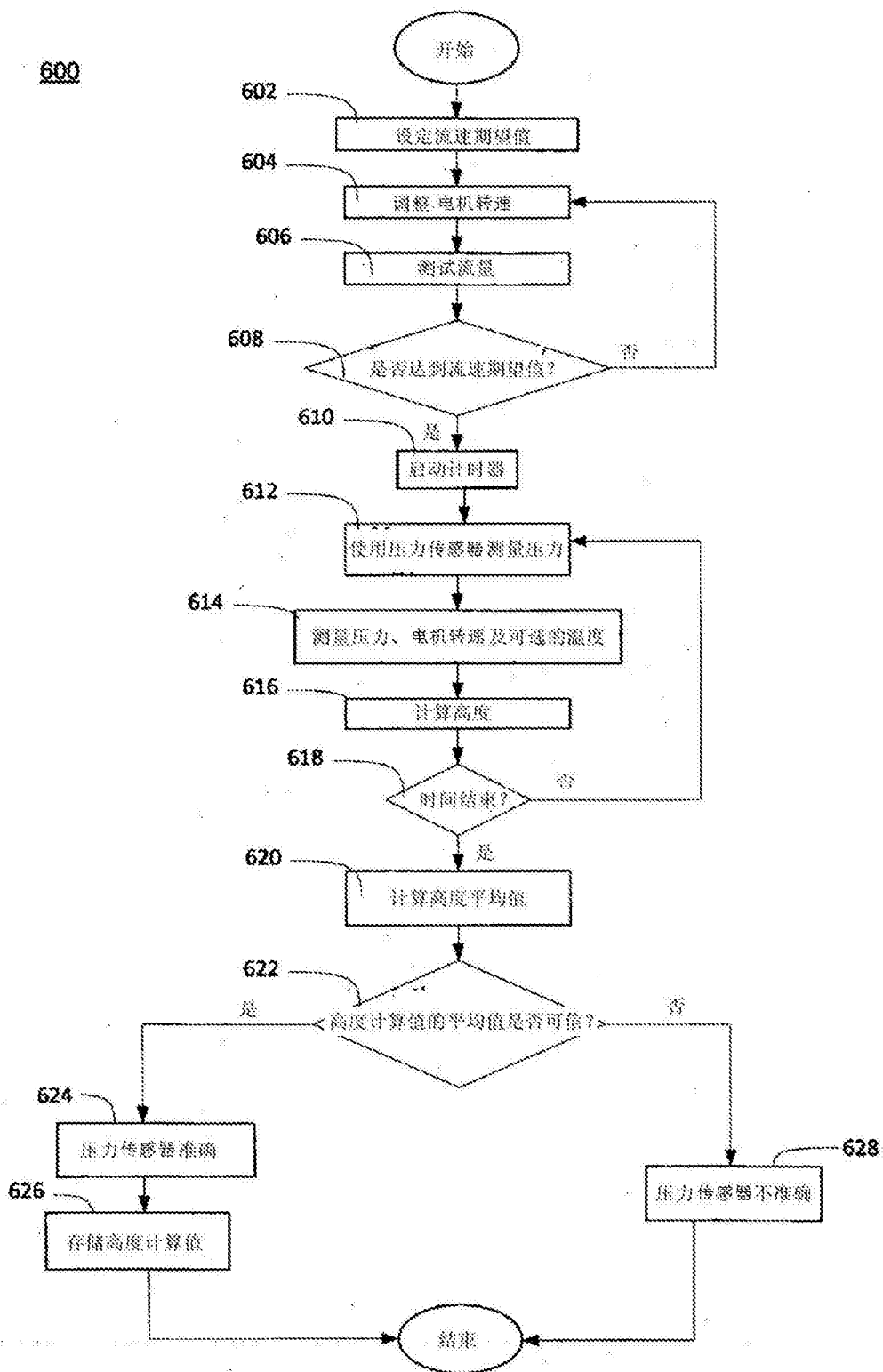


图6

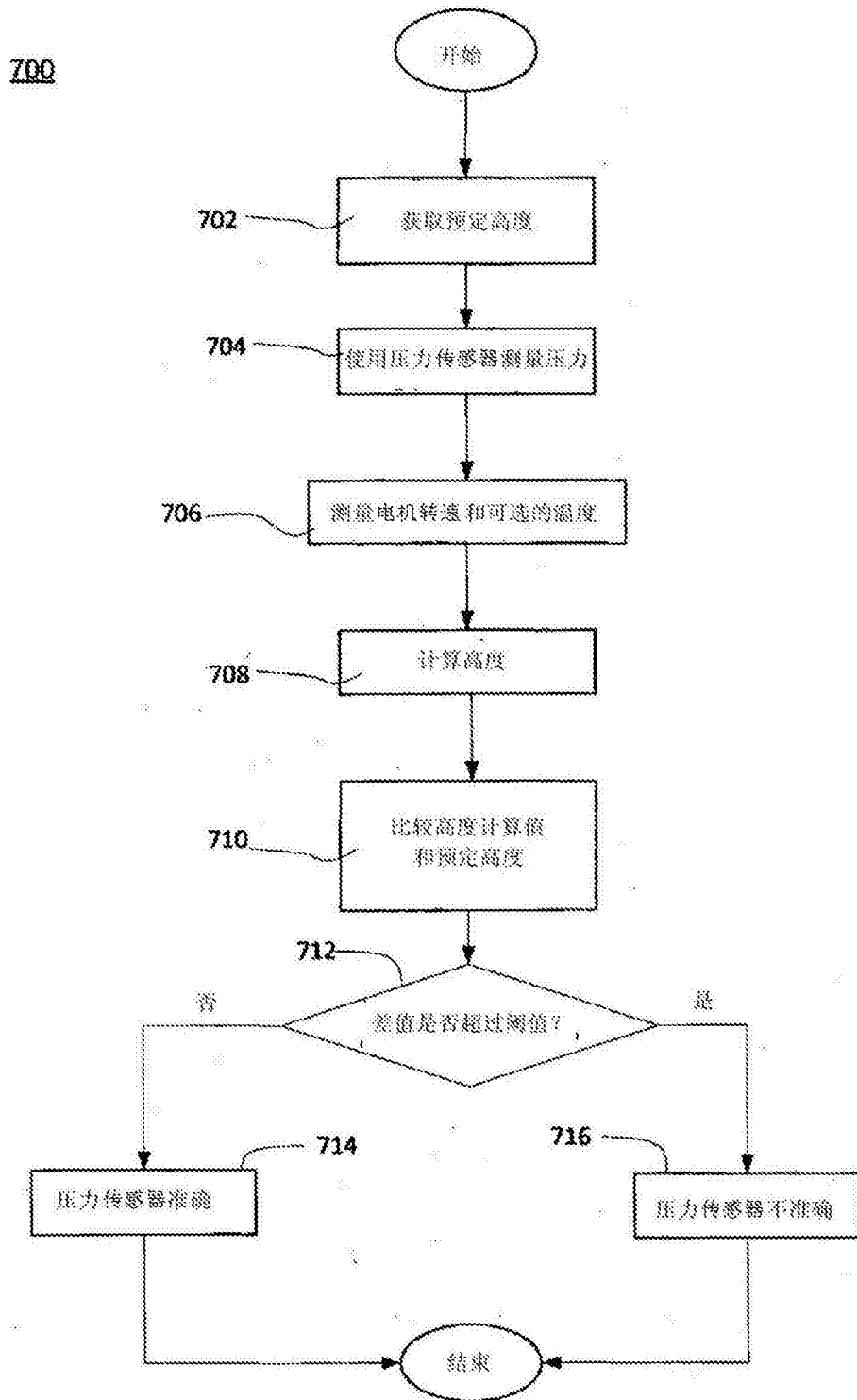


图7

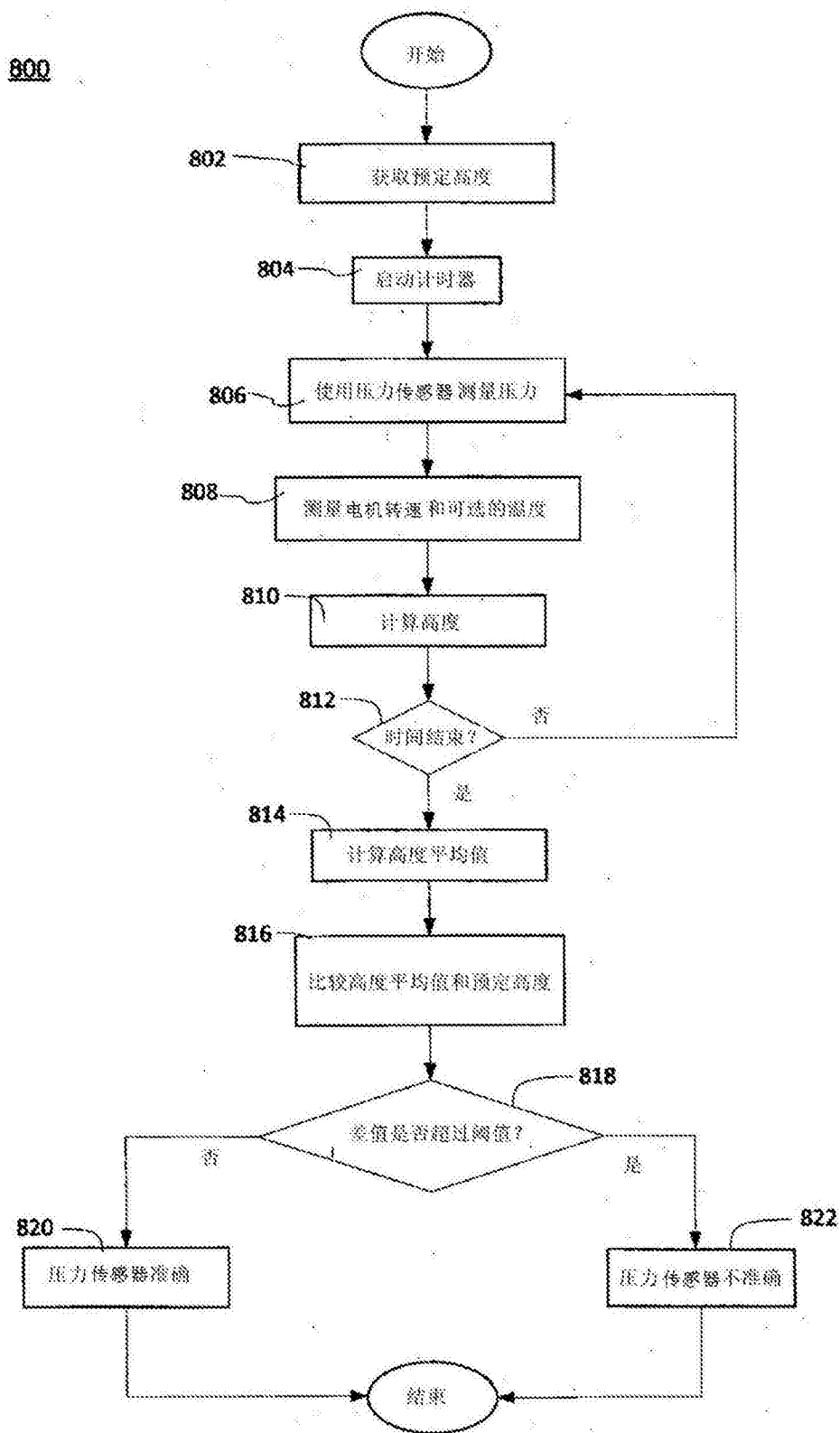


图8

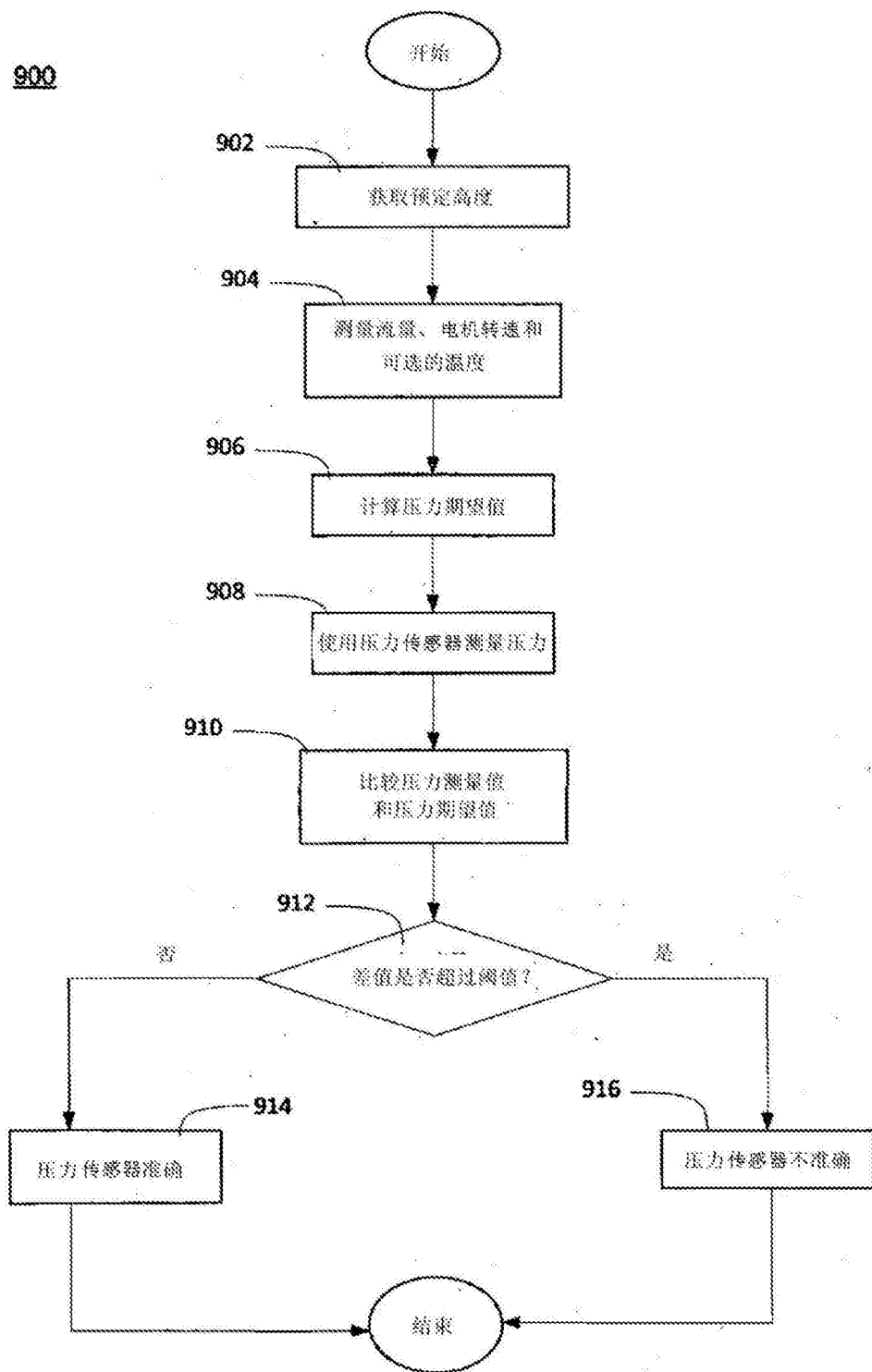


图9

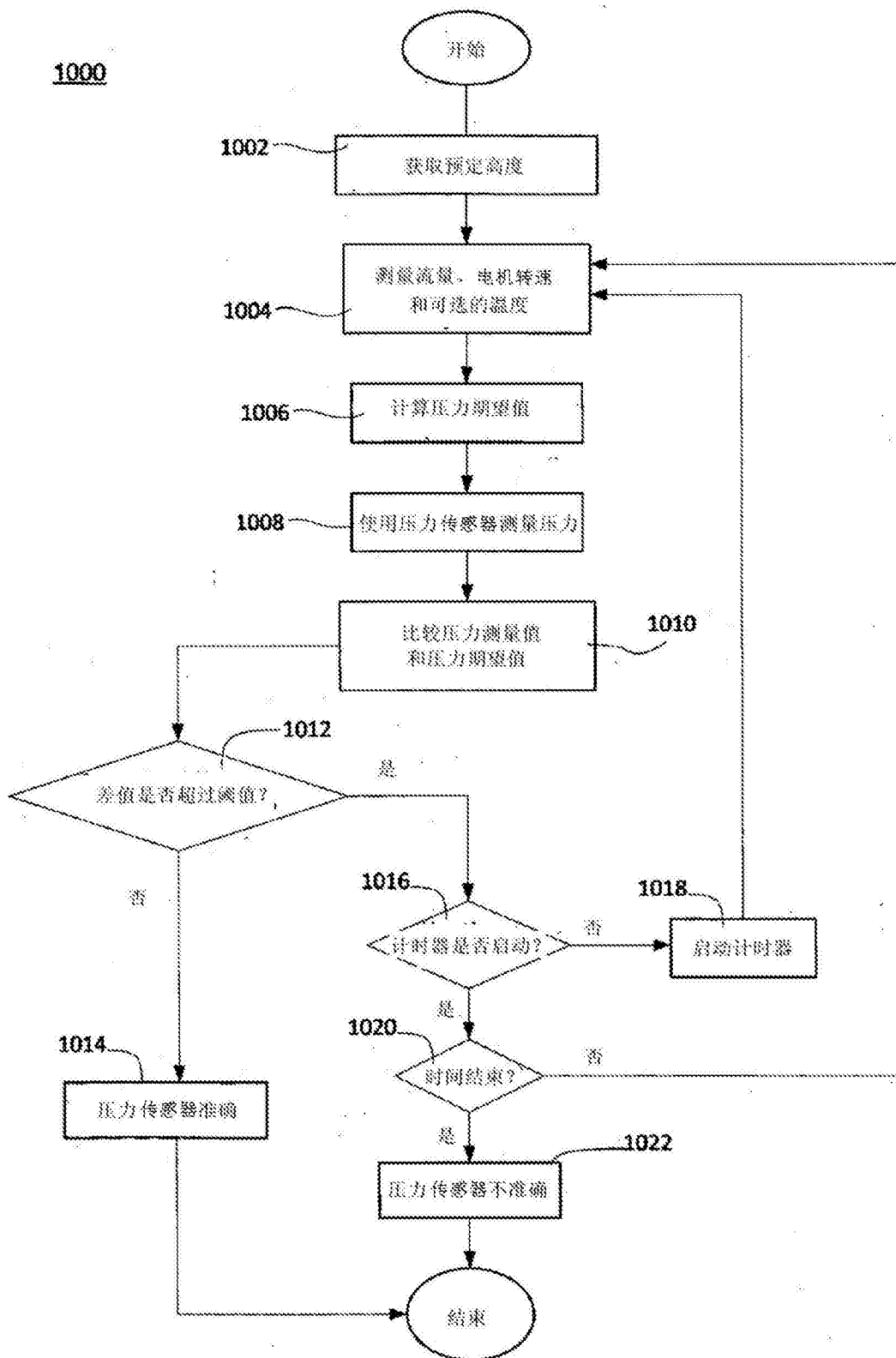


图10

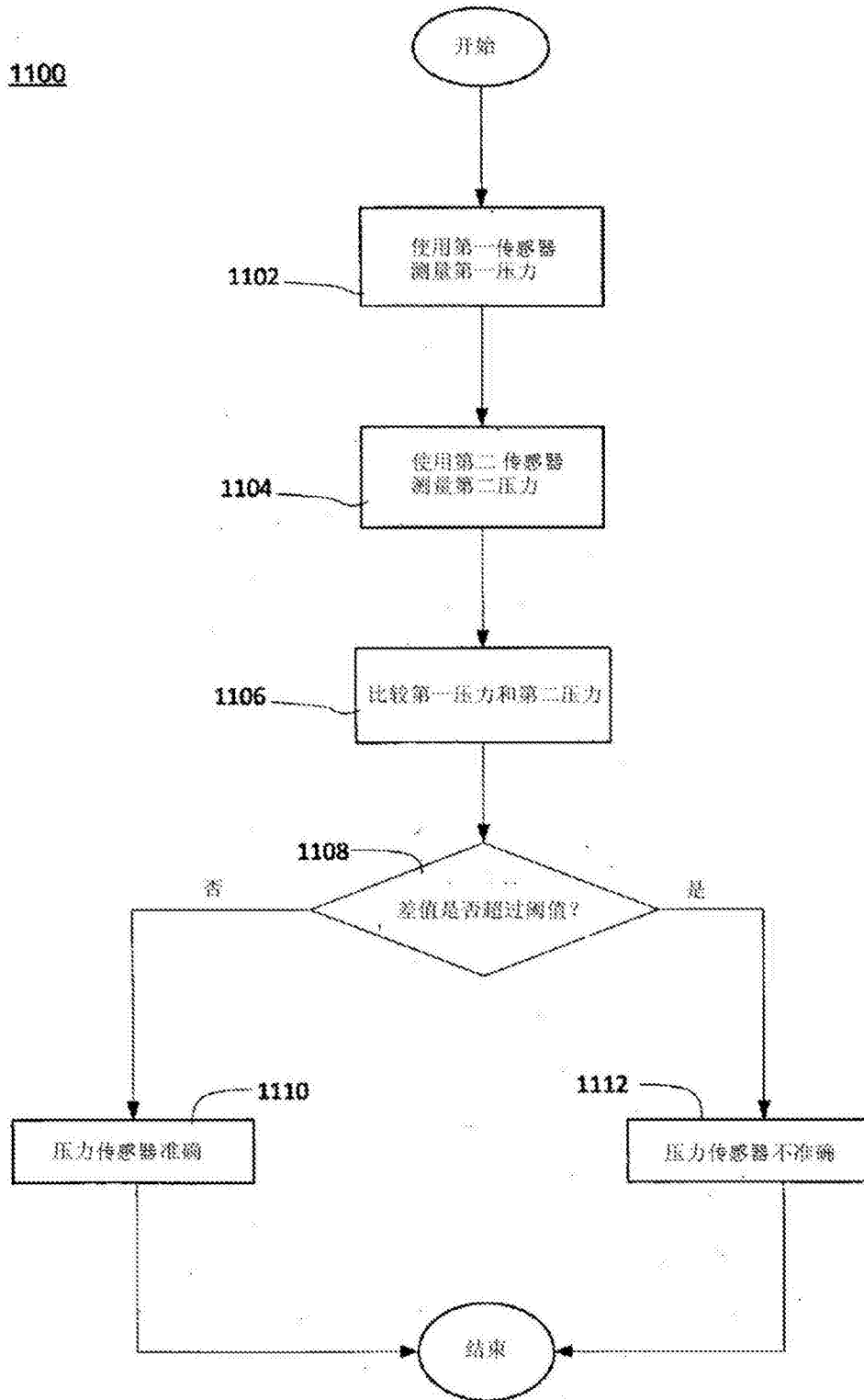


图11

1200

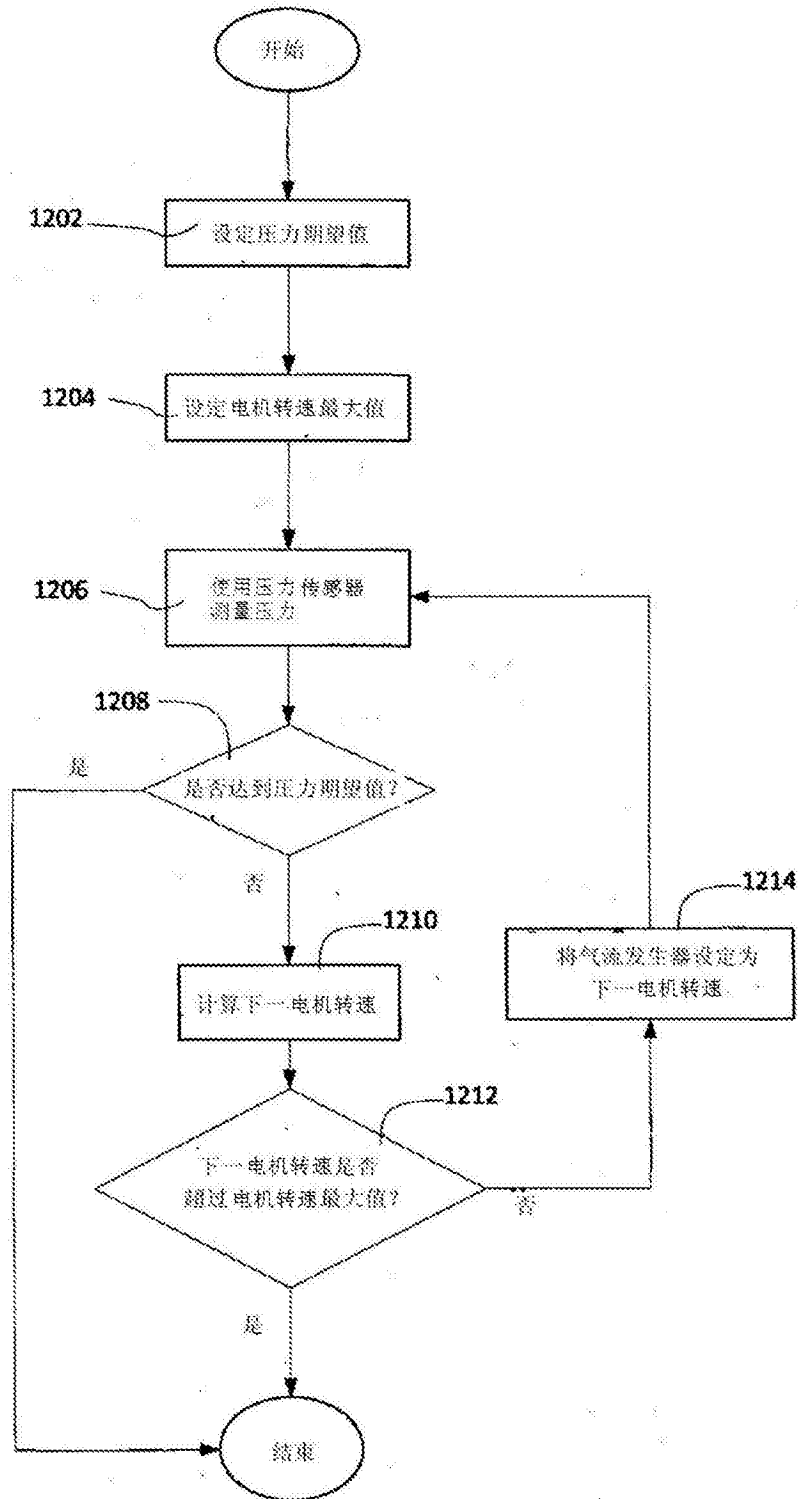


图12

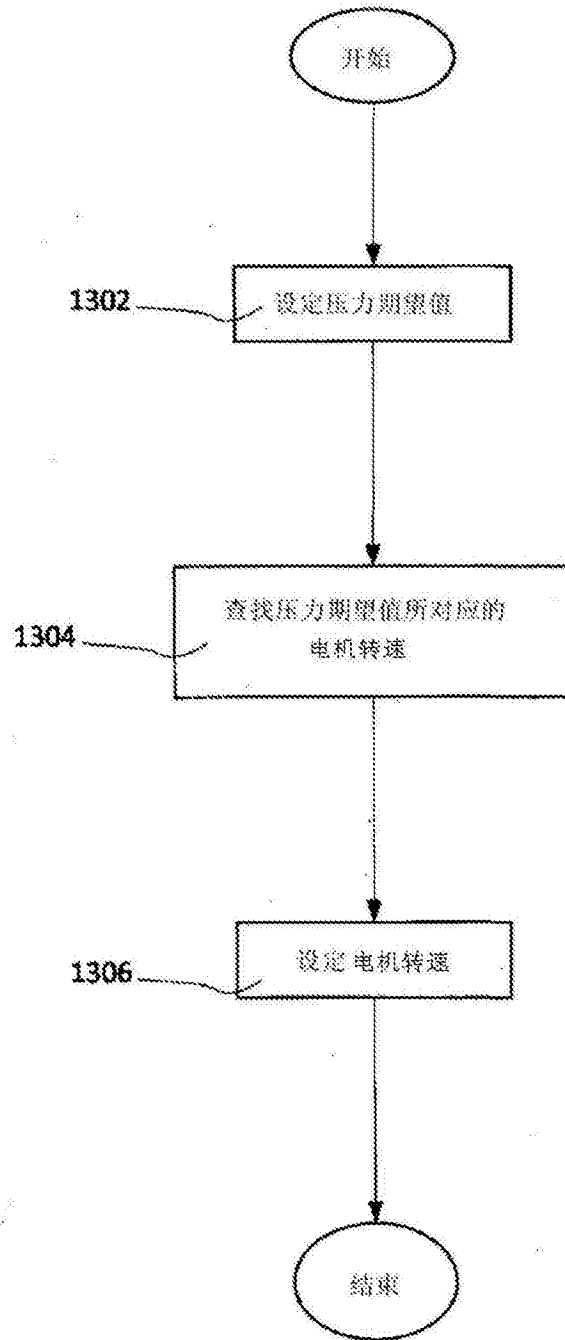
1300

图13