



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104093628 B

(45)授权公告日 2017.06.13

(21)申请号 201380008038.7

(22)申请日 2013.01.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104093628 A

(43)申请公布日 2014.10.08

(30)优先权数据
102012201539.6 2012.02.02 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.08.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/051636 2013.01.29

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/113681 DE 2013.08.08

(73)专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 约阿希姆·霍夫曼

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 余刚 李慧

(51)Int.Cl.
B63H 1/18(2006.01)
B63H 21/22(2006.01)
B63H 3/00(2006.01)

审查员 张峰

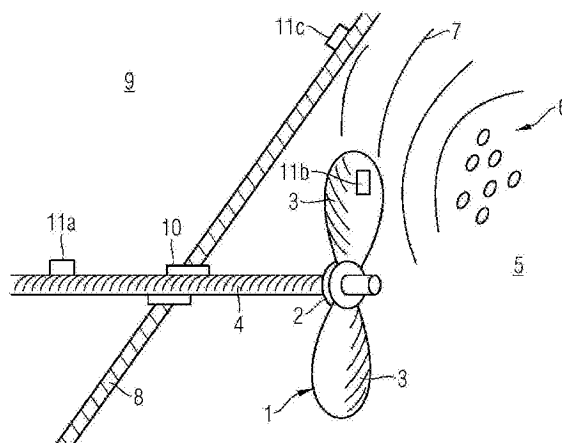
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

用于运行船只螺旋桨的装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于运行船只螺旋桨(1)的方法,包括以下步骤:-借助传感器(11)探测由气体空穴和/或伪空穴引起的在固体(1,4,8)上的噪声;-用无接触的传输方法将传感器(11)的测量信号从传感器(11)传输给信号处理单元;以及-由信号处理单元并且依据接收到的测量信号生成控制命令,用于通过驱动电机改变螺旋桨转速和/或用于通过伺服电机改变船只螺旋桨(1)的叶片迎角。



1. 一种用于运行船只螺旋桨(1)的方法,包括以下步骤:

-借助传感器(11)探测由气体空穴和/或伪空穴引起的在固体上的噪声,其中,以声学的方式测量由于所述气体空穴和/或所述伪空穴引起的、在用作声学导体的所述固体上的所述噪声;

-用无接触的传输方法将所述传感器(11)的测量信号(14)从所述传感器(11)传输给信号处理单元(12);以及

-由所述信号处理单元(12)并且依据接收到的所述测量信号(14)生成控制命令,用于通过驱动电机改变螺旋桨转速和/或用于通过伺服电机改变所述船只螺旋桨(1)的叶片迎角。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述固体是所述船只螺旋桨(1)和/或用于驱动所述船只螺旋桨(1)的轴(4)和/或船体(8)。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述无接触的传输方法利用的是电磁波。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述电磁波是在无线电范围内或者在光学范围内的电磁波。

5. 一种用于运行船只螺旋桨(1)的装置,包括传感器单元、信号传输单元和信号处理单元(12),其中,传感器(11)能够探测到由气体空穴和/或伪空穴引起的固体上的噪声,其中,以声学的方式测量由于所述气体空穴和/或所述伪空穴引起的、在用作声学导体的所述固体上的所述噪声,所述信号传输单元适用于无接触地使测量信号(14)从所述传感器(11)传输到所述信号处理单元(12),并且所述信号处理单元(12)适用于依据接收到的所述测量信号(14)生成在驱动电机或伺服电机上的控制命令,用于改变螺旋桨转速和/或所述船只螺旋桨(1)的叶片迎角。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述传感器单元能够布置在水上交通工具上。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述传感器单元能够布置在所述船只螺旋桨(1)上和/或用于驱动螺旋桨的轴(4)上和/或所述水上交通工具的船体(8)上。

用于运行船只螺旋桨的装置及方法

[0001] 技术范围

[0002] 本发明涉及一种用于运行船只螺旋桨的方法。

背景技术

[0003] 空穴一般被理解成在液体内形成空腔。在液动空穴的情况下,是因为液体内的静压力因涌流引起的变化而形成空腔。

[0004] 任何被水推动的物体都会在达到某个特定的速度开始引起空穴效应。在运行一般也被称为“船桨”的船只螺旋桨时,从达到某个特定的转速开始就观察空穴效应。在大部分情况下,空穴是个问题,因为因此在水中造成的冲击压可能导致螺旋桨叶片侵蚀和冲蚀。此外,空穴噪声在不同的应用场合下可能形成干扰,并且导致运行受限。因此,在使用由螺旋桨推动的船只作为考察船时,空穴噪声可能干扰水中的测量工作。此外,这种噪声还可能干扰海洋生物,由此例如可能局限巡洋船或者渡轮的运动直径。空穴噪声也使得能够通过声音发现船只的位置,例如在潜水艇中可能不期望如此。

发明内容

[0005] 本发明的目的是,提供一种改良的、用于运行船只螺旋桨的方法。

[0006] 该目的通过一种本发明的方法和一种根据本发明的装置得以解决。

[0007] 根据本发明的用于运行船只螺旋桨的方法包括以下步骤:通过传感器探测由气体空穴和/或伪空穴引起的在固体上的噪声;通过非接触式的传输方法将传感器的测量信号从传感器传输给信号处理单元,也就是评估单元;并且生成控制指令用于通过驱动电机改变螺旋桨的转速和/或用于通过伺服电机改变船只螺旋桨的叶片迎角。其中,确切地说,依据接收到的测量信号通过信号处理单元生成控制指令。

[0008] 根据本发明的用于运行船只螺旋桨的装置包括传感器装置、信号传输单元和信号处理单元。传感器能够探测固体上由气体空穴和/或伪空穴引起的噪声。信号传输单元适用于在不接触的情况下将测量信号从传感器传输给信号处理单元。信号处理单元适用于向驱动电机生成控制指令以用于改变螺旋桨转速和/或用于向伺服电机生成控制指令以改变船只螺旋桨的叶片迎角,其中,控制指令根据接收到的测量信号来生成。

[0009] 本发明利用了以下事实,即,在液动空穴时,通常会观察三种不同的空穴现象:一方面是被称为“硬空穴”或“冷沸腾”的蒸汽空穴,另一方面是归纳在“软空穴”这个概念之下的气体空穴和伪空穴;例如参见卡尔斯鲁厄大学(TH)机械制造专业的Sauer Jürgen在2000年出版的博士论文“不稳定的空穴流-新模式,基于界面捕捉法和空泡动态 (*Instationär kavitierende Strömungen-Ein neues Modell, basierend auf Front Capturing (VoF) und Blasendynamik*)”网址<http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/3122000>。

[0010] 蒸汽空穴是指由于液体的静压力下降而形成充满蒸汽的空腔(=蒸汽空泡):根据伯努利法则,流动的液体的速度越快,液体静压力越小。如果液体的静压力降到液体蒸汽压力以下,就形成蒸汽空泡。然后大部分的蒸汽空泡连同流动的液体一起被紧接着带到压力

更高的区域。如果静压力再次超过蒸汽压力,蒸汽空泡就以爆炸的形式(在实践中是以声波的速度)破掉。因为空腔破灭,所以可能形成非常高的冲击压。同时在爆炸时通常出现空穴噪声,因为一部分释放出来的能量以声波的形式释放出去。

[0011] 相反地,气体空穴的另一个作为基础的现象是:随着液体静压力的下降,溶于液体的气体(例如空气)的可溶性也降低。在溶解的气体通过扩散过渡到非溶解状态时,在液体中形成小的、被气体填充的空腔。因此,在气体空穴中,在液体中溶解的气体依据饱和和压力发生不同程度的扩散。

[0012] 在伪空穴时,其中,正如前缀“伪”已经说明的那样,在真正意义上没有在液体中“形成”空腔,只是由于液体的静压力下降使得液体中已经存在的、但是由于它们显微镜级别的大小迄今尚未被注意到的空泡扩大了它们的体积。因此,伪空穴不是指“形成”空腔,而是指在液体中未溶解的气体的空泡因为压力下降而“扩展”。

[0013] 只有在那些完全脱气的并且被清洁的液体中,空腔才仅仅填充蒸汽。在实践中,也就是在真实的流动体中,空穴通常以气体空穴、伪空穴和蒸汽空穴的组合形式出现。特别是气体空穴和蒸汽空穴以混合形式出现。首先在所谓的空穴核上因为气体空穴和伪空穴生长空泡,直到达到某个关键半径,随着达到这个半径,并且因此随之降到蒸汽压力曲线以下,就开始蒸汽空穴。

[0014] 尽管所有三种所述的空穴形式(蒸汽空穴、气体空穴和伪空穴)在实际上同时出现,但是它们对于用于运行船只的技术的重要性区别很大。

[0015] 就它们对制造船只螺旋桨的材料(例如金属)的损害潜力而言,要考虑到,相比蒸汽空穴和伪空穴,气体空穴是一个非常漫长的过程。在气体空穴过程中,气泡在较高压力的范围内并不是在瞬间就重新溶解。因此,气体空穴通常不会导致材料受损;气泡的作用甚至像一种缓冲器,它能缓和蒸汽空穴的高频冲击,参见卡尔斯鲁厄大学(TH)的机械制造系 Vortmann, Claas 在 2001 年出版的博士论文 *Untersuchungen zur Thermodynamik des Phasenübergangs bei der numerischen Berechnung kavitierender Düsenströmungen* (在计算空穴的喷管流体的数值时对相变的热动态的测定),网址 <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/3202001>。

[0016] 类似于气体空穴,伪空穴通常也不会损害船只螺旋桨,因为被气体填充的空腔只是增长和缩小,却不会爆炸。

[0017] 就噪声生成而言,蒸汽空穴也与气体空穴和伪空穴区别很大。在蒸汽空穴时的冲击压会导致比较严重的噪声生成,即典型的空穴噪声,而另外两种空穴类型(气体空穴和伪空穴)仅仅会引起比较小的噪声。

[0018] 蒸汽空穴和气体/伪空穴的区别在于:只有当静压力超过从液态向气态过渡的沸点线时,才会出现蒸汽空穴。然而,原则上总是只有当水中的压力变化时,才会出现气体空穴和伪空穴,并且因此出现它们的“噪声”。然而,沸点和气体可溶性是相互关联的:在蒸汽空穴的预备阶段,气体可溶下降,使得溶解的气体脱离。在即将达到沸点时,气体可溶性下降得非常剧烈,以至于开始大量形成空泡,并且因此开始出现可探测到的噪声。也就是脱离过程导致出现需要探测的噪声。

[0019] 因此,本发明使得能够探测到有威胁的、也就是说即将开始的蒸汽空穴。因此,可以及时采取应对措施,并且避免蒸汽空穴的不利的伴随现象。

[0020] 在这个过程中,不是通过在包围着船只螺旋桨的液态下进行声学的或者压力的测量来执行对气体空穴和/或伪空穴引起的噪声的测量,而是通过截获固体上的(像螺旋桨本身上、螺旋桨轴上或关系到船体的船体上),也就是液态环境下的固体上的声学信号。因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声是在用作声音导体的固体上,例如驱动轴上以声学的方式测得的;其中,气体空穴和/或伪空穴是因为船只螺旋桨在液态下旋转引起的。

[0021] 在危险情况下,例如在敌方探测船附近,水中交通工具(例如潜水艇)必须能够尽快离开目前的、有可能已经被发现的位置,而不产生能够帮助找到水中交通工具位置的噪声。在这种情况下,本发明提供了以下可能性,即,在避免蒸汽空穴并且因此避免随之形成的空穴噪声的情况下最大程度优化水中交通工具的速度,也就是船只螺旋桨的转速。

[0022] 根据本方法的一种优选的构造方案,固体是指船只螺旋桨和/或用于驱动船只螺旋桨的螺旋桨轴和/或船体(Schiffshaut)。

[0023] 根据本方法的一种优选的构造方案,非接触式的传输方法是利用电磁波,优选地利用无线电波或光波。

[0024] 根据本方法的一种优选的构造方案,传感器单元布置在水中交通工具上,特别是在船只螺旋桨上和/或用于驱动螺旋桨的驱动轴上和/或水中交通工具的船体(Rumpf)上。

[0025] 根据本方法的一种优选的构造方案,提供适用于探测液体内部由气体空穴和/或伪空穴引起的噪声的传感器,在探测到噪声时由传感器向信号处理单元发送测量信号,并且在收到测量信号的情况下触发信号处理单元生成数据,这些数据涉及船只螺旋桨的至少一个运行参数的变化。

[0026] 根据本方法的一种优选的构造方案,探测结果被用作作用于液体中的静压力变化的指示器。

[0027] 根据本方法的一种优选的构造方案,探测结果被用来测定值范围,液体中溶解的气体的含量处在该值范围之内。

[0028] 在螺旋桨叶片的前侧上形成过压(推进),而在螺旋桨叶片的背侧上出现低压(上升)。“船只螺旋桨”这个概念在这里包括所有用于驱动水中交通工具(例如船只或潜水艇)的螺旋桨。在运行船只螺旋桨的情况下,气体空穴和伪空穴的噪声可以用来表明,螺旋桨区域内的液体的静压力发生了变化。特别是静压力的下降在这个过程中很重要,因为这可能意味着即将开始蒸汽空穴。

[0029] 如果探测到噪声并且因此确认液体中(特别是承载着水上交通工具的水中)的静压力下降,那么在船只螺旋桨时作为一种可能的应对措施可以减小螺旋桨的转速和/或船只螺旋桨的至少一个螺旋桨叶片的迎角,从而提升背侧上的压力,并且因此不会进入蒸汽空穴的范围内。其他用于提升螺旋桨叶片背侧上的压力的措施有:向水里吹气;或者打开穿过螺旋桨叶片的通道,让水能够穿过这些通道从过压侧流向低压侧。

[0030] 有可能的是,在运行船只螺旋桨时采用这种方法时,提供传感器,它能够在用于驱动船只螺旋桨的螺旋桨轴上探测噪声。螺旋桨轴与螺旋桨机械地固定连接,从而能够使它旋转。传感器优选地接触螺旋桨轴。也有可能的是,至少一部分传感器固定在轴上。

[0031] 有可能的是,在船只螺旋桨的运行中使用该方法时,提供传感器,它能够在船体上探测噪声。其中,船体构成水上交通工具的外罩,它是借助船只螺旋桨运动的。传感器优选地接触船体。也有可能的是,至少一部分传感器固定在船体上。

[0032] 有可能的是,在运行船只螺旋桨时采用这种方法时,提供传感器,它能够在船只螺旋桨上探测噪声。传感器优选地接触螺旋桨轴。也有可能的是,至少一部分传感器固定在螺旋桨上,例如螺旋桨叶片上。

[0033] 根据探测装置的一种优选的构造方案,在水上交通工具上,特别是在螺旋桨上和/或驱动螺旋桨的轴上和/或水上交通工具的船体上布置了传感器单元。

[0034] 因为空穴现象除了液体中的静压力 P 和液体温度 T 以外还与 n 有关,也就是液体中溶解的气体的数量或浓度,所以利用这种方法能够推导出液体中溶解的气体的含量或饱和状态。螺旋桨激发气体空穴和/或伪空穴,以及由此引起的液体中的噪声。为此优选地缓慢提升螺旋桨的旋转速度,直到达到能够探测到典型噪声的那个点。因此,通过将螺旋桨装入散热或加热系统,例如冷水或热水导管,就能够采用根据本发明的方法发现气体空穴和/或伪空穴。

[0035] 根据一种优选的构造方案,这种运用方式包括更多的步骤:进行校准,此时,为液体中溶解的气体的不同含量值分别测定一个相对应的极限速度;并且在用于所述推导工作的下一个步骤中存储气体含量和极限速度的相应配对值。通过校准的步骤,针对不同的气体浓度测定在螺旋桨的哪种旋转速度下会出现液体中的气体空穴和伪空穴和因此引起的噪声。这样测定的配对值被存储在存储单元内,可以选择和其他的外插或内插的附加值一起存储。如果后来针对其中溶解的气体含量未知的液体查出了会出现气体空穴和/或伪空穴和因此引起的噪声时的极限速度,那么就可以从已存储的配对值中推导出溶解的气体的含量值范围。

[0036] 有可能的是,在这种运用方式中,螺旋桨间歇性运行,或者在达到极限速度以后持续不断地以这个极限速度运行。人们可以持续不断地在极限转速下永久地运行螺旋桨;如果气体含量超过关键限制,就会导致出现气体空穴和/或伪空穴和典型的噪声。

附图说明

[0037] 结合下面对结合附图更详尽阐述的实施例的说明使得本发明的上述特征、特点和优点以及实现这些特征和优点的方式和方法更加清楚明白并且更加容易理解。图中分别示意性地并且不忠实于原始尺寸地示出了

[0038] 图1是水的相图;

[0039] 图2是船只螺旋桨;

[0040] 图3是信号处理链;以及

[0041] 图4是调节回路。

具体实施方式

[0042] 图1示出了水的 p - T -相图,其中,用线条表示的相界将三种不同的物态固态 S 、液态 L 和气态 V 分隔开。三相点 T_3 和临界点 C 之间的线,也就是液态 L 和气态 V 之间的相界,构成表示蒸汽空穴的沸点曲线 SPK 。

[0043] 从第一状态点 P_1 出发,液体中的静压力 p 降低,例如因为船只螺旋桨的旋转。当静压力 p 下降到达到沸点曲线 SPK 上的第二状态点 P_2 时,开始蒸汽空穴,在压力的进一步下降过程中,例如直至第三状态点 P_3 之前,蒸汽空穴还是一直保持存在。

[0044] 在液态的相区域L中,压力在第一状态点P1和第二状态点P2之间变化时,已经出现气体空穴和/或伪空穴,并且伴随着相应的噪声。液态的相区域L中的压力P沿着区段P1-P2越接近沸点曲线SPK,因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声就清楚。

[0045] 为了避免蒸汽空穴的有害的伴随现象,例如腐蚀和吵闹的爆炸噪声,有必要例如在船只螺旋桨运行时避免水中静压力 p 下降到沸点压力SPK以下,也就是沿着用虚线表示的区段P2-P3的状态。

[0046] 图2示出了船只螺旋桨1的俯视图,它包括螺旋桨轮毂2和多个固定其上的螺旋桨叶片3。在螺旋桨1在水5中运行时,带有螺旋桨叶片3的螺旋桨1被轴4带动开始旋转。轴4穿过船体8中用密封件10密封住的、阻止水5入侵的开口伸入船体的内部9,它在这里可以被驱动电机驱动进行旋转。

[0047] 叶片3在水5中的任何运动都会引起水5中静压力的变化。然而,只有从达到某个特定的速度开始,这种压力变化才会大到引起蒸汽空穴的出现。与之相对地,在水5中压力变化很小时,就已经出现气体空穴和伪空穴这些空穴类型,由此在水5中产生被气体(特别是空气)填充的空泡6。在螺旋桨1运行时,与气体空穴和/或伪空穴相对应的气泡6不断地增长和缩减。因此引起的噪声以声波7的形式在水5中传播。

[0048] 因为空泡6引起的声波7到达布置在螺旋桨叶片3上的压力传感器11b。声波7也遇到船体8,并且促使其振动。这些振动可以由与船体8处于接触状态的振动传感器11c探测到。此外,声波7还传播到螺旋桨1上,并且促使其振动。通过螺旋桨1与轴4的固定连接,使得这些振动也可以被与轴4处于接触状态的振动传感器11c探测到。

[0049] 图3示出了信号处理链,由传感器11、信号处理单元12和控制单元13组成。传感器11是在图2中所示的传感器11a、11b和11c之一。当传感器11探测到因为与气体空穴和伪空穴关联的气泡6引起的噪声,它就向信号处理单元12发送相应的测量信号14。有可能的是,只有当噪声的声压水平超过预设的阈值时,传感器11才向信号处理单元12发送测量信号14。然而也有可能的是,传感器11在不考虑噪声的声压水平的情况下产生发送给信号处理单元12的测量信号14。在这种情况下,可以通过信号处理单元12完成测量信号14的评估或过滤。

[0050] 优选地在连线的情况下完成从传感器11到信号处理单元12的信号传输,例如通过电线,因为通过水中的电磁波进行的无线传播可能因为吸收出现比较严重的减弱。如果传感器布置在旋转的螺旋桨上,就可以借助例如布置在螺旋桨轮毂上的滑动接触件保持电连接。

[0051] 如果信号处理单元12接收到相当于声压水平最低的噪声的测量信号14,它就生成与液体中静压力的变化有关的数据。这些数据15可以以标志变量(flag-Variable)的形式存在,它们简单地表明了是否探测到了噪声。作为代替或者作为附加,这些数据15可以含有关于噪声的声压水平、振动形式、频率和其他的特征的信息。这些数据15也可以包括用于在输出仪器(例如屏幕或者扩音器)上输出的输出数据,从而让使用者了解关于被探测的噪声的信息。

[0052] 在所举例子中,由信号处理单元12生成的数据15含有用于控制单元13的输入数据,控制单元13根据这些输入数据例如在电机驱动轴4时使转速减小,或者在调节装置驱控螺旋桨叶片3时使螺旋桨叶片3的迎角发生变化。这些措施的目的是,使噪声代表的水5中静

压力的下降停止或逆转,从而避免蒸汽空穴的出现。

[0053] 作为本发明的一个优选实施例,图4示出了用于运行船只螺旋桨的调节回路。在场30中,由用于探测水中因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声的传感器完成对声压或振动的测量。该传感器11可以是在图2中所示的传感器11a、11b和11c。

[0054] 在场31中,检查传感器是否已经探测到水中因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声。例如可以借助测量值的标志性特征,例如频率、振幅、振动形式等等,完成被测噪声与气体空穴和/或伪空穴的关联。以这种方式能够将因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声与其他的噪声区分开。

[0055] 如果场31中进行的检查表明,传感器探测到水中因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声Y,那么就在场32中询问,这个噪声是否超过了预设的阈值,例如借助声压水平或者振动幅度。如果超过了Y,那么达到场34,其中生成控制信号35,例如要发送到电机上的、用于减小螺旋桨的转速的命令或者要发送到调节装置上的、用于减小螺旋桨叶片的迎角的命令。因为音量大的噪声表明存在进入蒸汽空穴区域的危险,所以必须通过这些措施提升静压力,并且因此降低螺旋桨的推送力。与之平行地,同时通过环路36回到场30,从而可以重新进行测量。

[0056] 相反地,如果场32中的询问结果是被探测的噪声没有超过预设的阈值N,那么在场33中生成控制信号37,例如要发动到电机上的、用于提升螺旋桨转速的命令,或者是要发动到调节装置上的、用于增大螺旋桨叶片的迎角的命令。因为音量小的噪声表明不存在进入蒸汽空穴区域的危险,所以可以通过这些措施进一步提升螺旋桨的推进力,并因此进一步降低静压力。与之平行地,同时通过环路38回到场30,从而可以重新进行测量。

[0057] 另一方面,如果场31中的检查结果是传感器没有探测到水中因为气体空穴和/或伪空穴引起的噪声N,那么就可以直接前进到场33。

[0058] 尽管通过优选的实施例更详尽地阐述并说明了本发明的细节,但是本发明不受到公开的例子的局限,并且专业技术人员可以从中推导出其他的变化方案,而不离开本发明的保护范围。

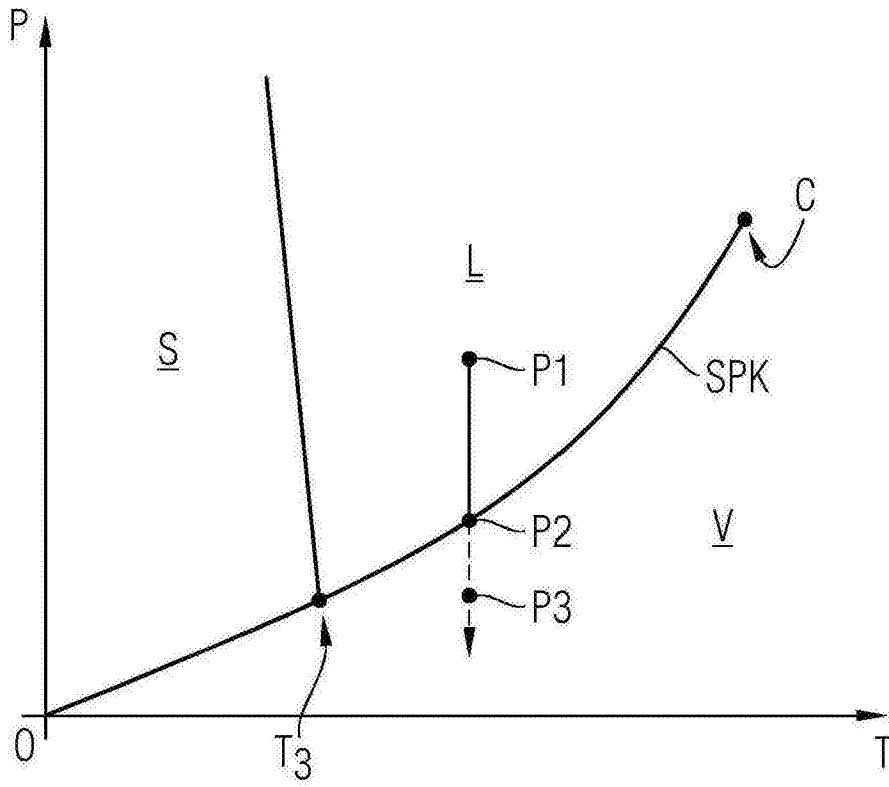


图1

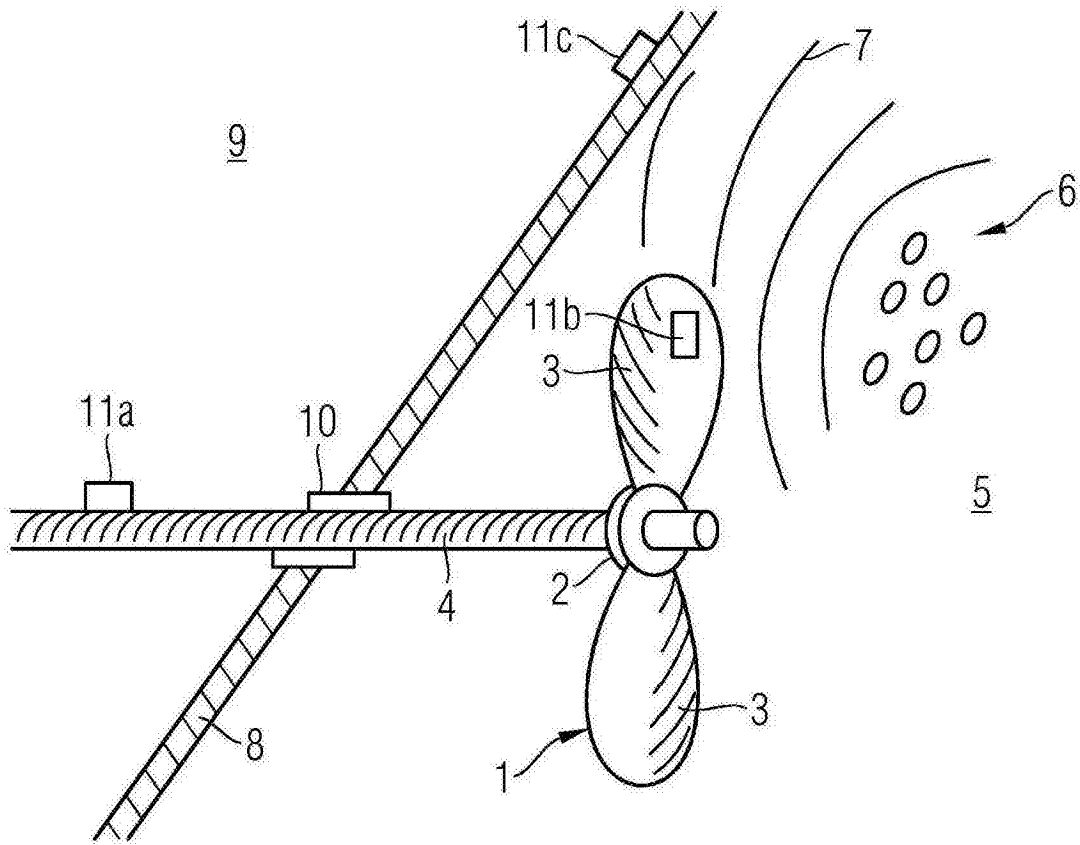


图2

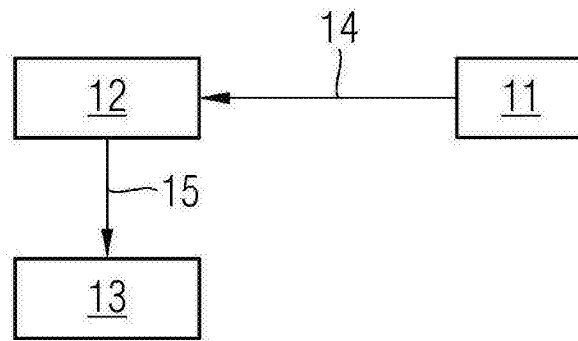


图3

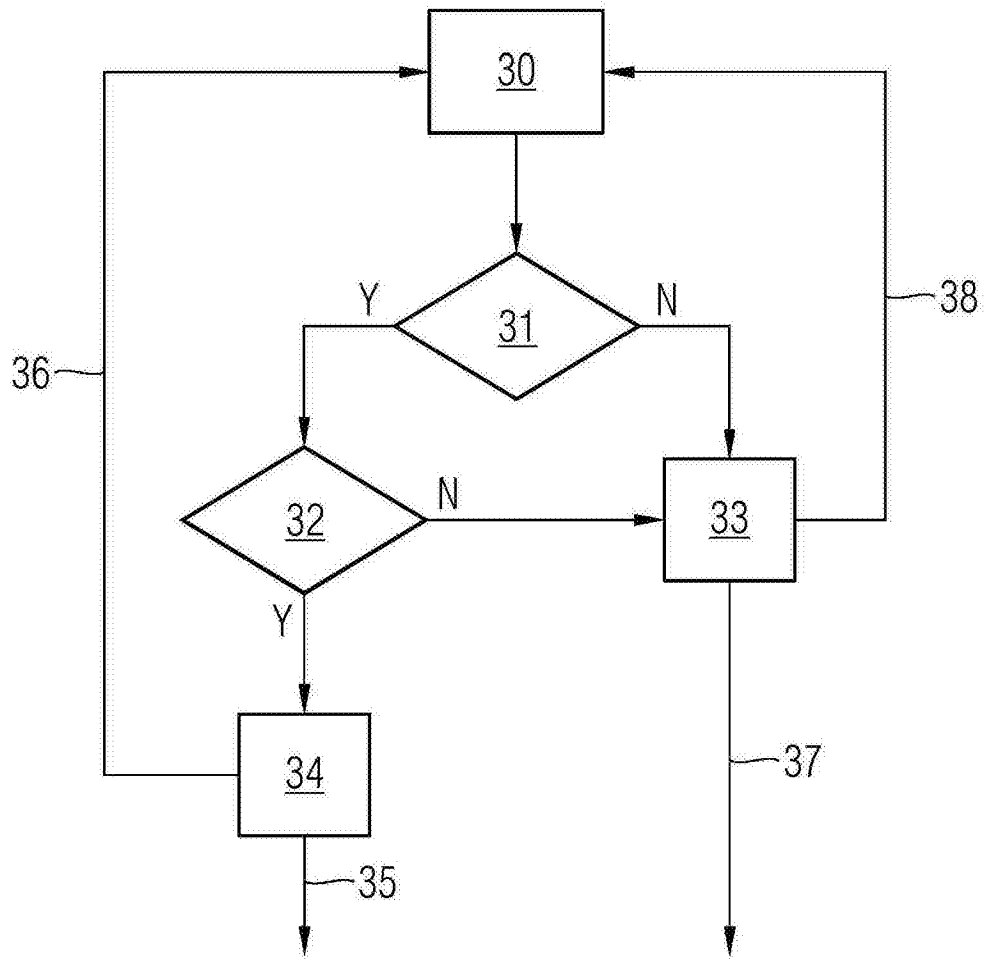


图4