



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103375421 B

(45)授权公告日 2017.08.15

(21)申请号 201310157631.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.05.02

F04D 27/00(2006.01)

F01D 9/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103375421 A

审查员 辛明缘

(43)申请公布日 2013.10.30

(30)优先权数据

13/460000 2012.04.30 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 B.R.基利 A.巴塔查亚

R.尤加纳萨巴布 N.特拉尔沙瓦拉

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 柯广华 刘春元

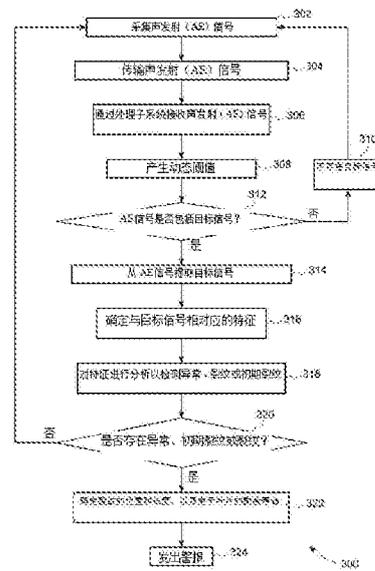
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

用于监测定子叶片的健康状况的系统和方法

(57)摘要

本发明提供一种系统,该系统包括多个感测装置,多个感测装置被构造成产生声发射(AE)信号,声发射信号代表传播穿过多个定子叶片的声发射波。该系统还包括处理子系统,处理子系统与多个感测装置操作性通信,并且处理子系统被构造成:基于初始阈值和AE信号产生动态阈值、基于动态阈值确定AE信号中是否存在多个目标信号、基于动态阈值从AE信号提取多个目标信号、确定与多个目标信号相对应的一个或多个特征、以及对一个或多个特征进行分析以监测和验证多个定子叶片的健康状况。



1. 一种监测系统,所述系统包括:

多个感测装置,所述多个感测装置被构造成产生声发射(AE)信号,所述声发射信号代表传播穿过多个定子叶片的声发射波;

处理子系统,所述处理子系统与所述多个感测装置操作性通信,并且所述处理子系统被构造成:

基于初始阈值和声发射信号实时产生动态阈值;

基于所述动态阈值确定所述声发射信号中是否存在多个目标信号;

基于所述动态阈值从所述声发射信号提取所述多个目标信号;

确定与所述多个目标信号相对应的一个或多个特征;以及

对所述一个或多个特征进行分析以监测和验证所述多个定子叶片的健康状况。

2. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述处理子系统被构造成实时监测所述多个定子叶片的健康状况。

3. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述多个感测装置使用三角剖分技术跨过所述多个定子叶片的外壳的外表面并且在所述外表面上最佳地分布。

4. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述多个感测装置包括压电感测装置、磁致伸缩感测装置、光学感测装置、声发射感测装置、射频无线感测装置、或者它们的组合。

5. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述处理子系统被构造成使用累积分析技术和模式识别技术来分析所述一个或多个特征。

6. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述处理子系统被构造成实时监测所述定子叶片的健康状况,以确定所述多个定子叶片中的裂纹或其它异常。

7. 根据权利要求6所述的监测系统,其中所述处理子系统还被构造成确定所述多个定子叶片中的一个或多个中的裂纹的长度。

8. 根据权利要求7所述的监测系统,其中所述处理子系统被构造成通过以下步骤确定裂纹的长度:

在识别声发射事件时对与所述一个或多个特征中的每一个相对应的累积值进行初始化;

基于与所述一个或多个特征中的每一个相对应的初始化累积值产生与所述一个或多个特征中的每一个相对应的最终累积值;

计算与所述一个或多个特征中的每一个相对应的所述最终累积值的加权平均;以及

通过将所述加权平均映射成已确定长度来确定裂纹的长度。

9. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述一个或多个特征包括振铃计数(RDC)、振幅、事件持续时间(ED)、峰值(PA)、上升时间(RT)、能量、平率、功率谱密度的频率分布、声发射特征、或者它们的组合。

10. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述处理子系统实时产生所述动态阈值。

11. 一种监测多个定子叶片的健康状况的方法,所述方法包括:

产生声发射(AE)信号,所述声发射信号代表传播穿过所述多个定子叶片中的一个或多个的声发射波;

基于初始阈值和声发射信号实时产生动态阈值;

基于所述动态阈值确定所述声发射信号中是否存在多个目标信号;

基于所述动态阈值从所述声发射信号提取所述多个目标信号；
确定与所述多个目标信号相对应的一个或多个特征；以及
对所述一个或多个特征进行分析以监测所述多个定子叶片的健康状况。

12. 根据权利要求11所述的方法，其中产生所述动态阈值包括：
对所述动态阈值进行初始化以产生初始化动态阈值；
基于命中锁定时间提取所述声发射信号中的一个的一部分；
确定所提取的所述声发射信号中的一个的一部分的均方根值；以及
基于所述均方根值与所述初始阈值的比较来更新所述动态阈值。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中更新所述动态阈值包括将所述均方根值与所述初始阈值相加或者将与声发射信号的提取部分相对应的均方根值与先前更新的动态阈值相加。

14. 根据权利要求12所述的方法，其中所述方法还包括基于所述均方根值与先前更新的动态阈值的比较来更新所述动态阈值。

15. 根据权利要求11所述的方法，其中对所述一个或多个特征进行分析包括对所述一个或多个特征的累积分析。

16. 根据权利要求11所述的方法，其中对所述一个或多个特征进行分析包括比较所述一个或多个特征与相应的阈值。

17. 根据权利要求16所述的方法，其中对所述一个或多个特征进行分析还包括：
使用模式识别技术将所述一个或多个特征分为一个或多个集群；
基于涡轮机操作数据进行检查，以识别所述一个或多个集群是否代表燃气涡轮机背景噪声、电噪声或摩擦噪声；以及

基于所述检查识别所述多个定子叶片中的一个或多个中的裂纹或其它异常。

18. 根据权利要求11所述的方法，其中所述方法还包括通过以下步骤确定裂纹的长度：
在识别声发射事件时对与所述一个或多个特征中的每一个相对应的累积值进行初始化；

基于与所述一个或多个特征中的每一个相对应的初始化累积值产生与所述一个或多个特征中的每一个相对应的最终累积值；

计算与所述一个或多个特征中的每一个相对应的所述最终累积值的加权平均；

通过将所述加权平均的值映射成已确定长度来确定裂纹的长度。

19. 根据权利要求18所述的方法，其中所述声发射事件包括检测所述多个定子叶片中的一个或多个中的裂纹或其它异常。

20. 根据权利要求18所述的方法，其中产生所述最终累积值包括在识别随后的声发射事件时迭代更新与所述一个或多个特征中的每一个相对应的累积值，直到预定时间段为止。

用于监测定子叶片的健康状况的系统和方法

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本申请是2010年4月8日提交的名称为“System And Method For Monitoring a compressor”的美国专利申请No.12/756,585的部分继续申请,该美国专利申请通过引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明总体涉及用于监测固定轮叶或定子叶片的健康状况的系统和方法。

背景技术

[0004] 燃气轮机可以包括位于前部的轴向压缩机、围绕中部的一个或多个燃烧器、以及位于后部的涡轮。典型地,轴向压缩机具有一系列级,其中每一级都包括一行转子轮叶或翼型件,接着有一行静态轮叶或静态翼型件。因此,每一级都包括一对转子轮叶或者翼型件和静态翼型件。典型地,转子轮叶或翼型件使通过进口进入轴向压缩机的流体的动能增加。此外,静态轮叶或静态翼型件通过扩散将增加的流体动能大体转化成静压。因此,转子轮叶或者翼型件和静态翼型件在增加流体压力方面起到重要作用。

[0005] 此外,由于包括翼型件的轴向压缩机的应用广泛并且多变,因此转子轮叶或者翼型件和静态翼型件是至关重要的。例如,轴向压缩机可以用于多种装置中,例如陆上燃气轮机、喷气发动机、高速船用发动机、小规模发电站等。此外,轴向压缩机可以用于不同的应用中,例如大体积空分设备、高炉空气、流化催化裂化空气、丙烷脱氢等。

[0006] 环境中的水分/湿度、高温等造成燃气轮机内侧的各种翼型件和其它结构的腐蚀。结合涡轮机操作期间的低周疲劳和高周疲劳,这导致应力腐蚀裂化,特别是如果由于异常共振或外物冲击而经受极限应力时。此外,翼型件长时间地在影响翼型件的健康状况的例如高速、高压和高温的极限和变化的操作条件下操作。除了极限和变化的条件,某些其它的因素导致翼型件的疲劳和应力。例如,所述因素可以包括惯性力(其中包括离心力)、压力、翼型件的谐振频率的激励、翼型件中的振动、振动应力、温度应力、翼型件的复位、气体或其它流体的负荷等。应力和疲劳在一定时间段的持续增大导致翼型件中的缺陷和裂纹。裂纹中的一个或多个可能随着时间而变宽,从而造成翼型件或翼型件的一部分的解离。翼型件的解离对于包括翼型件的装置而言可能是危险的,并且因此可能造成巨大的经济损失。此外,可能产生对于装置附近的人员而言不安全的环境并且造成严重伤害。

[0007] 存在用于监测压缩机和翼型件的性能以及操作的传统系统和方法。例如,振动传感器可以用于在操作期间监测来自压缩机和翼型件的振动。现有振动的频率或大小的改变可以表明过度磨损和/或裂纹形成。然而,振动传感器仅可以检测大到足以造成压缩机中的失衡和振动的裂纹以及其它异常。因此,振动传感器可能检测不到并不造成定子叶片中的可检测振动的小裂纹。因此,非常期望开发监测翼型件的健康状况的本系统和方法。

发明内容

[0008] 提供一种系统,该系统包括多个感测装置,多个感测装置被构造成产生声发射(AE)信号,声发射信号代表传播穿过多个定子叶片的声发射波。该系统还包括处理子系统,处理子系统与多个感测装置操作性通信,并且处理子系统被构造成:基于初始阈值和AE信号产生动态阈值、基于动态阈值确定AE信号中是否存在多个目标信号、基于动态阈值从AE信号提取多个目标信号、确定与多个目标信号相对应的一个或多个特征、以及对一个或多个特征进行分析以监测和验证多个定子叶片的健康状况。

[0009] 提供一种监测多个定子叶片的健康状况的方法。该方法包括以下步骤:产生声发射(AE)信号,声发射信号代表传播穿过多个定子叶片中的一个或多个的声发射波;基于初始阈值和AE信号产生动态阈值;基于动态阈值确定AE信号中是否存在多个目标信号;基于动态阈值从AE信号提取多个目标信号;确定与多个目标信号相对应的一个或多个特征;以及对一个或多个特征进行分析以监测多个定子叶片的健康状况。

附图说明

[0010] 当参照附图阅读下文的详细描述时,本发明的这些和其它的特征、方面、以及优点将变得更好理解,其中相似的附图标记在全部附图中代表相似部件,在附图中:

[0011] 图1是根据本系统的某些方面的用于监测定子叶片的健康状况的示例性系统的图示;

[0012] 图2是根据本系统的另一个实施例的用于监测定子叶片的健康状况的系统的图示;

[0013] 图3是根据本技术的实施例的用于监测定子叶片的健康状况的示例性流程图;

[0014] 图4是根据本技术的实施例的用于确定动态阈值的示例性流程图;

[0015] 图5A和图5B是根据一个实施例的从AE信号的示例性分布图提取目标信号;

[0016] 图6是根据本技术的一个实施例的特征和持续时间的示例性的值的图示,以描述对特征的累积分析;

[0017] 图7是根据本技术的实施例的示出了对特征的分析的示例性流程图;

[0018] 图8是根据本技术的实施例的示出了对定子叶片中裂纹的长度的确定的示例性流程图;以及

[0019] 图9是示出了对裂纹在多个定子叶片中的位置的确定的示例性流程图。

具体实施方式

[0020] 图1是根据本系统的某些方面的用于监测定子叶片12的健康状况的示例性系统10的图示。例如,监测定子叶片12的健康状况包括预测裂纹的发生并且确定定子叶片12的一个或多个中的裂纹。在一个实施例中,监测定子叶片12的健康状况包括确定定子叶片12的一个或多个中的裂纹的长度。在另一个实施例中,监测定子叶片12的健康状况包括确定定子叶片12的剩余的使用寿命。应当注意到,尽管本方法和系统验证对定子叶片的健康状况的监测,但是本方法和系统可以用于监测固定轮叶的健康状况。

[0021] 如目前能够想到的构型中所示,系统10包括轴向压缩机14。轴向压缩机14包括多行旋转轮叶16以及多行定子叶片12。多行旋转轮叶16中的每一行都相对于多行定子叶片12中的每一行交替定位,并且反之亦然。系统10还包括分布在外壳17的外表面上的多个感测

装置18、20,外壳17覆盖多行旋转轮叶16以及多行定子叶片12。感测装置18、20可以包括将应力波分别转化成电信号22、24的磁致伸缩材料感测装置、压电感测装置、电容感测装置。感测装置18、20可以例如是光学感测装置、声发射感测装置、射频无线感测装置等。

[0022] 应当注意到,尽管本系统10示出了两个感测装置18、20,但是系统10可以基于轴向压缩机14的尺寸以及在监测定子叶片12过程中所期望的精度而包括最佳数量的感测装置。使用三角剖分技术确定多个感测装置18、20在外壳17的外表面上的位置。三角剖分技术有助于确定感测装置18、20的最佳位置。如本文中所使用的,术语“感测装置的最佳位置”在本文中指的是多个感测装置分布在轴向压缩机的外壳的外表面上使得由定子叶片12中的每一个所产生的AE波被多个感测装置18、20捕获的位置。

[0023] 当定子叶片12中的一个或多个在应力下或者在非特性操作条件下操作时,定子叶片12中的一个或多个产生声发射(AE)波。AE波行进穿过定子叶片12与外壳之间的不同界面,以到达外壳的外表面。当这些AE波到达外壳的外表面时,感测装置18、20测量AE波以产生AE信号22、24。AE信号22、24中的每一个都是电压的时间序列信号。如图1所示,感测装置18产生AE信号22并且感测装置20产生AE信号24。AE信号22、24的频率范围从大约100kHz变化至大约450kHz。

[0024] 此外,系统10包括处理子系统26,处理子系统26从感测装置18、20接收AE信号22、24。处理子系统26可以包括各种部件,例如微处理器、压缩机、以及/或者存储数据、存储软件指令、和/或执行软件指令的存储器/介质元件。各种存储器/介质元件可以是计算机可读介质中的一个或多个变型,例如但不限于易失性存储器(例如,RAM、DRAM、SRAM等)、非易失性存储器(例如,闪存驱动器、硬盘驱动器、磁带、CD-ROM、DVD-ROM等)、以及/或者其它存储装置(例如,软盘、磁基存储介质、光学存储介质等)的任何组合。本领域普通人员将领会数据存储和处理器的构型的任何可能的变型。

[0025] 在目前能够想到的构型中,处理子系统26接收AE信号22、24。在某些实施例中,在AE信号22、24到达处理子系统26之前,可以通过中间装置对AE信号22、24预处理。中间装置可以例如包括放大器、接口单元、数据采集系统等。初始处理在AE信号22、24被处理子系统26接收之前增加AE信号22、24的强度和质量。参照图2解释了在AE信号22、24到达处理子系统26之前对AE信号22、24预处理的本系统和技术的实施例。

[0026] 处理子系统26从感测装置18、20实时接收AE信号22、24。处理子系统26对AE信号22、24进行处理以监测定子叶片12的健康状况。在一个实施例中,处理子系统26相对于轴向压缩机14的位置远距离地定位。在实施例中,当处理子系统26相对于轴向压缩机14的位置远距离地定位时,处理子系统26可以实时远程监测定子叶片12的健康状况而无需人工干扰。因此,处理子系统26实时自动监测定子叶片12的健康状况。在另一个实施例中,处理子系统26可以定位在压缩机14附近。

[0027] 例如,对AE信号22、24处理包括确定与AE信号22、24相对应的特征的步骤,随后对特征进行分析。在一个实施例中,所述特征包括例如时域特征和频域特征。时域特征包括例如振铃计数(RDC)、振幅、事件持续时间(ED)、峰值(PA)、上升时间(RT)、能量等。如本文中所使用的,术语“振铃计数”用于表示声发射信号跨过动态阈值的次数。如本文中所使用的,术语“事件持续时间”用于表示声发射信号跨过动态阈值时的第一次情况与声发射信号跨过动态阈值的最后一次情况之间的持续时间。如本文中所使用的,术语“上升时间”用于表示

声发射波在给定波形中从其第一阈值行进跨越到峰值所用的时间。频域特征可以例如包括AE信号22、24的功率谱密度的频率分布、这些分布中的变化、小波等。如上文所注意到的,确定特征之后对特征进行分析。可以例如使用累积数据分析技术来执行对特征的分析。将参照图3详细解释对AE信号22、24的处理以及对特征的分析。

[0028] 图2是根据本系统的另一个实施例的用于监测定子叶片12的健康状况的系统100的图示。具体而言,图2示出了在AE信号到达处理子系统之前通过中间装置对AE信号进行预处理。系统100包括多个感测装置18、20,多个感测装置18、20安装在压缩机102的外壳的外表面上。感测装置18、20产生AE信号104,AE信号104代表压缩机102中的定子叶片12中的至少一个中的应力波。在目前能够想到的构型中,感测装置18、20与放大装置106物理联接。在目前能够想到的构型中,放大装置106定位在压缩机102的涡轮室110中。在备选实施例中,放大装置106可以定位在涡轮室110的外侧。放大装置106可以通过耐高电缆与感测装置18、20物理联接。放大装置106将AE信号104放大以改进AE信号104的强度。将AE信号104放大之后,产生了经过放大的AE信号108。

[0029] 如图2中所示,系统100还包括数据采集系统(DAQ)111。如图1中所示,DAQ111与放大装置106操作性地联接。DAQ111接收经过放大的AE信号108并且将经过放大的AE信号108转化成AE数据112。在一个实施例中,DAQ111可以在将经过放大的AE信号108转化成AE数据112之前从经过放大的AE信号108去除噪声。系统100还包括第一处理子系统114。第一处理子系统114可以与DAQ111操作性地相关联。在某些实施例中,第一处理子系统114可以通过低温电线与DAQ111物理连接。在一个实施例中,第一处理子系统114定位在DAQ111附近。在另一个实施例中,DAQ111可以是第一处理子系统114的一部分。在备选实施例中,第一处理子系统114可以执行DAQ111的功能,并且因此,系统100中可以不存在DAQ111。

[0030] 第一处理子系统114从DAQ111接收AE数据112,并且通过对AE数据112进行处理来实时监测定子叶片12的健康状况。第一处理子系统114对AE数据112进行处理,以确定与AE数据112相对应的特征。所述特征可以例如包括振铃计数(RDC)、振幅、事件持续时间(ED)、峰值(PA)、上升时间(RT)、能量、功率谱密度的频率分布、频率等。随后,第一处理子系统114对特征进行分析以监测定子叶片12的健康状况。系统100还包括第二处理子系统116,第二处理子系统116相对于压缩机102和第一处理子系统114的位置定位在远距离位置处。第二处理子系统116与第一处理子系统操作性地相关联。在一个实施例中,第二处理子系统116可以通过无线介质或有线介质与第一处理子系统114连接。

[0031] 第二处理子系统116被构造成使得使用者能够进入第一处理子系统114。因此,第二处理子系统114可以被使用者用于从远距离位置监测定子叶片12的健康状况。具体而言,第二处理子系统116使得使用者能够审阅监测结果和中间处理结果,以及与对由第一处理子系统114所产生的特征的分析相关的结果。

[0032] 图3是根据本技术的实施例的用于监测定子叶片的健康状况的示例性流程图300。如图3中所示,该方法从采集AE信号的步骤302处开始。AE信号可以是如图1和图2中所示的声发射(AE)信号22、24、104。例如,AE信号可以由如图1和图2中所示的多个感测装置18、20采集。AE信号的频率范围从大约100kHz变化至大约450kHz。此外,在步骤304处,AE信号可以被传输至处理子系统,例如处理子系统26、第一处理子系统114、或者第二处理子系统116。

[0033] 在步骤306处,由处理子系统接收AE信号。应当注意到,在某些实施例中,在步骤

304与306之间,可以通过中间装置(例如,放大装置、数据采集装置等)对AE信号进行预处理。预处理增加AE信号的强度和质量。随后,在步骤308处,可以利用AE信号和初始阈值来确定与AE信号相对应的动态阈值。如本文所使用的,术语“动态阈值”指的是被实时确定以识别声发射事件的阈值。例如,声发射事件可以包括裂纹、异常、初期裂纹等。例如,可以通过处理子系统26、第一处理子系统114、或者第二处理子系统116确定动态阈值。在某些实施例中,可以通过DAQ111确定动态阈值。参照图4详细解释了利用AE信号和初始阈值来确定动态阈值。

[0034] 在确定动态阈值之后,在步骤312处执行检查,以验证AE信号是否包括一个或多个目标信号。具体而言,通过验证AE信号的一个或多个部分是否超过动态阈值来执行检查。通过比较AE信号与动态阈值执行检查。在步骤312处,当已验证AE信号的一个或多个部分超过动态阈值时,控制转至步骤314。在步骤314处,从AE信号提取至少一个目标信号。在一个实施例中,通过对在AE信号超过动态阈值的第一情况处开始的AE信号的一部分进行削波(clipping)直到预定时间段为止来提取目标信号。如本文中所使用的,术语“目标信号”(signal of interest)指的是基于动态阈值被提取的AE信号的一部分。基于动态阈值提取目标信号有助于区分由于裂纹传播/开始或异常而产生的AE信号与由于在压缩机或涡轮操作期间所产生的操作噪声而产生的AE信号。在图5A和图5B中更详细地解释了根据一个实施例从AE信号提取目标信号。

[0035] 现在参照图5A和图5B,这些附图示出了根据一个实施例从AE信号502的示例性分布图500提取目标信号。具体而言,图5A和图5B更详细地解释了图3中的步骤314。X轴504代表时间,Y轴506代表电压。附图标记508代表用于提取目标信号510的动态阈值。如目前能够想到的构型中所示,AE信号502在位置512处的第一情况下超过动态阈值508。此外,AE信号502超过动态阈值直到位置514。因此,提取开始于位置512直到位置514的并不超过动态阈值508的AE信号502的一部分。提取AE信号502的一部分获得目标信号510。

[0036] 再次参照图3,在步骤314处,从AE信号提取目标信号。在提取目标信号之后,在步骤316处,确定与目标信号中的每一个相对应的一个或多个特征。所述特征可以例如包括振铃计数(RDC)、振幅、事件持续时间(ED)、峰值(PA)、上升时间(RT)、能量、功率谱密度的频率分布、频率等。此外,在步骤318处,对一个或多个特征进行分析以监测定子叶片的健康状况。例如,对一个或多个特征进行分析以确定定子叶片中的异常、裂纹或初期裂纹。例如通过使用累积分析技术对特征进行分析。对振幅的示例性累积分析示于图6中。

[0037] 现在参照图6,示出了根据本技术的一个实施例相对于事件持续时间绘制的示例性特征值的图示600,以描述对特征的累积分析。应当注意到,图示600并不包括实验值,并且示出了示例性的值。在目前能够想到的例子中,幅值用于示出对特征的示例性累积分析。在目前能够想到的构型中,X轴602代表以毫秒计的持续时间并且Y轴604代表振幅。为了示例性目的,幅值已被示为分为三个集群606、608、610。例如,可以使用模式识别算法(例如,k最邻近结点算法)将幅值分为三个集群606、608、610。三个集群606、608、610示出了可以将幅值分组的三种不同的情况。例如,集群606示出了用于短事件持续时间的高振幅。示出了用于短事件持续时间的这种集群606可以具有代表AE信号中的噪声的特征。集群608示出了用于较大的事件持续时间的中间振幅。这种集群608可以具有代表摩擦的特性。此外,集群610示出了中间振幅以及甚至更大的事件持续时间,并且因此可以具有作为定子叶片中的

异常的特性。这种集群610可以具有代表定子叶片中的裂纹的特征。此外,根据本技术的一个实施例,当与AE信号相对应的幅值使得形成具有中间振幅和大事件持续时间的集群时,可以推断一个或多个定子叶片具有裂纹。

[0038] 再次参照图3,在某些实施例中,在步骤318处,可以通过比较特征中的一个或多个与已确定的相应阈值来对特征进行分析。例如,可以比较特征振幅与振幅阈值,以确定定子叶片中的异常。如本文中所使用的,术语“振幅阈值”指的是可以用于确定定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹的基准幅值。例如,当幅值超过已确定的振幅阈值的值时,可以指示定子叶片中的裂纹。参照图7详细解释了根据一个实施例对特征进行分析。

[0039] 随后在步骤320处,可以执行检查以确定定子叶片中是否存在异常、初期裂纹或裂纹。例如,可以基于对特征的分析来执行检查。在步骤320处,当已验证定子叶片中存在异常、初期裂纹或裂纹时,控制转至步骤322。在某些实施例中,在步骤322处,可以确定裂纹的位置和长度。在某些实施例中,在322处,可以确定定子叶片的剩余寿命。例如,可以通过识别已确定的裂纹的长度在预定操作条件下将何时达到其最大裂纹长度来确定定子叶片的剩余寿命。如本文中所使用的,术语“最大裂纹的长度”可以用于表示临界裂纹长度,超过该临界裂纹长度的裂纹增大将导致定子叶片的解离。将参照图8详细解释对裂纹的长度的确定。参照图9详细解释了对裂纹位置的确定。

[0040] 此外,在步骤324处,可以发出警报。警报可以基于异常的严重程度或裂纹的长度包括多个警报种类。例如,在一个实施例中,当对特征的分析示出了定子叶片中的巨大裂纹时,则警报可以为红色。然而,在另一个实施例中,对特征的分析示出了不是裂纹的异常,则警报可以是黄色警报。在某些实施例中,当对特征的分析并不示出异常、初期裂纹或裂纹时,则警报可以是绿色警报。然而,在一个实施例中,当对特征的分析并不示出异常、初期裂纹或裂纹时,则控制可以转至步骤302。通过再次参照步骤312,当已确定并不存在目标信号时,则控制转至步骤310。在步骤310处,可以宣布不存在目标信号。

[0041] 图4是根据本技术的实施例的用于确定动态阈值的示例性流程图400。在一个实施例中,图4更详细地解释了图3中的步骤308。如图4中所示,附图标记402代表初始阈值并且附图标记404代表动态阈值。初始阈值402由使用者基于历史经验、压缩机和涡轮的特定型号、预放大器构型、操作条件、以及涡轮(其中包括待监测的定子叶片)中的噪声等预先设定。在步骤406处,动态阈值被初始化为“空(Nu11)”。随后在步骤408处,可以接收AE信号410。例如,AE信号410与图1和图2中所示的AE信号22、24、104类似。在一个实施例中,AE信号410可以是在图3中的步骤302处所产生的AE信号中的一个。

[0042] 在步骤412处,执行检查以确定动态阈值是否等于空。该检查确定在图4中所解释的方法400是第一次执行还是先前已执行过。换句话说,当动态阈值等于空时,可以推断方法400第一次执行。在步骤412处,当已验证动态阈值等于空时,控制转至步骤414。在步骤414处,初始阈值402的值被分配给动态阈值404。然而,在步骤412处,当已确定动态阈值404不等于空时,控制转至步骤416。在步骤416处,提取AE信号410的一部分。基于命中锁定时间(HLT)418提取AE信号410的一部分。具体而言,提取AE信号410的一部分直到HLT418终止。如本文中所使用的,术语“命中锁定时间”用于表示使用者所预定的直到已提取AE信号时的持续时间。例如,如果HLT418是一毫秒,则从AE信号406的起始处开始提取AE信号410的一部分达到1毫秒。

[0043] 在步骤420处,可以确定所提取的AE信号的均方根值(RMS)。此外,在步骤422处,执行检查以确定所提取的AE信号的RMS值是否大于动态阈值404。当所提取的AE信号中的噪声量已相对于先前提取的AE信号中的噪声发生变化时,所提取的AE信号的RMS值可以大于动态阈值。在步骤422处,当已确定所提取的AE信号的RMS值大于动态阈值时,控制转至步骤424。在步骤424处,所提取的AE信号的RMS值叠加于动态阈值404以产生第一值。在产生第一值之后,在步骤426处,动态阈值404等于第一值。换句话说,将动态阈值404更新成具有与第一值相等的值。

[0044] 图7是示出了根据本技术的实施例的对特征702的分析的示例性流程图700。附图标记702代表与从AE信号所提取的目标信号相对应的特征。如上文参照图1和图3注意到的,特征702可以例如包括振铃计数(RDC)、振幅、事件持续时间(ED)、峰值(PA)、上升时间(RT)、能量、功率谱密度的频率分布、频率等。在目前能够想到的构型中,对包括振幅、能量和事件持续时间的特征702进行分析。此外,附图标记703代表压缩机或涡轮的操作条件。操作条件可以例如包括进口导叶(IGV)角度、负载变化、轮叶复位、异步振动、同步振动、速度变化、温度、速度等。在步骤705处,可以基于操作条件703确定特征阈值。如本文中所示用的,术语“特征阈值”指的是可以用于确定定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹的基准特征值。在图7中,包括振幅阈值、能量阈值和事件持续时间阈值的特征阈值分别用于对包括振幅、能量和事件持续时间的特征进行分析。应当注意到,尽管目前能够想到的构型示出了对特征振幅、能量和事件持续时间的分析,但是可以使用方法700对其它特征进行分析。

[0045] 如图7中所示,在步骤704处,执行检查以确定幅值是否大于振幅阈值的值。如本文中所使用的,术语“振幅阈值”指的是可以用于确定定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹的基准幅值。应当注意到,当幅值大于振幅阈值时,可以指示定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹。在步骤704处,当已验证幅值大于振幅阈值时,控制可以转至步骤706。然而,在步骤704处,当已验证振幅不大于振幅阈值时,则控制转至步骤710。

[0046] 在步骤706处,执行检查以验证能量是否大于能量阈值。如本文中所使用的,术语“能量阈值”指的是可以用于确定定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹的基准能量值。在步骤706处,当已验证能量大于能量阈值时,则控制转至步骤708。应当注意到,当幅值大于能量阈值时,可以指示定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹。然而,在步骤706处,当已验证能量值不大于能量阈值时,则控制转至步骤710。

[0047] 在步骤708处,执行检查以验证事件持续时间是否大于事件持续时间阈值。如本文中所使用的,术语“事件持续时间”指的是声发射信号跨过动态阈值的第一次情况与声发射信号跨过动态阈值的最后一次情况之间的持续时间。此外,如本文中所使用的,术语“事件持续时间阈值”在本文中用于表示可以用于确定定子叶片中的异常、初期裂纹或裂纹的基准事件持续时间值。在步骤708处,已验证事件持续时间值大于事件持续时间阈值时,则控制转至步骤712。在步骤712处,可以宣布存在异常、裂纹或初期裂纹。

[0048] 再次参照步骤710,特征702中的一个或多个可以被分为相应的一个或多个集群。在一个实施例中,特征702中的每一个都可以被分为集群。在一个实施例中,当特征“振幅”被分为集群时,则集群可以与参照图6所解释的集群606、608、610类似。例如,特征“振幅”的集群在振幅方面类似于集群606、608、610。例如,特征702中的每一个都可以使用模式识别技术被分为集群。例如,模式识别技术可以包括k最邻近结点技术等。

[0049] 在步骤714处,执行检查以确定集群是否代表背景噪声、电噪声、或摩擦。在步骤714处,当已确定集群代表由于旋转部件而造成的背景噪声、电噪声、或摩擦时,则控制可以转至步骤720。在步骤720处,停止执行方法700。然而,在步骤714处,当已确定集群不代表背景噪声、电噪声或摩擦时,则控制转至步骤712。如上所述,在步骤712处,宣布存在异常、裂纹或初期裂纹。

[0050] 图8是示出了根据本技术的实施例确定定子叶片中裂纹的长度的示例性流程图800。在步骤802处,可以对与每一个特征相对应的累积值进行初始化。例如,可以在检测到声发射事件的第一情况下对累积值进行初始化。声发射事件可以例如包括对异常的检测、对裂纹的检测或者对定子叶片中的初始裂纹的检测。例如,可以将与振幅相对应的累积值初始化成等于“空”。此外,在另一个实施例中,可以在已检测到第一AE事件的次数情况下将与振幅相对应的累积值初始化成等于幅值。

[0051] 在步骤804处,可以在识别后续AE事件时对与每一个AE特征相对应的累积值进行迭代更新。因此,在方法800的第一迭代中,每一个AE特征的初始化累积值可以在识别AE事件时而叠加于相应的特征值。例如,如果与特征F相对应的初始化累积值等于‘a’。此外,当检测到随后的AE事件,特征幅值为 a_1 时,则累积值可以更新至等于‘ $a+a_1$ ’的值。类似地,当与特征相对应的更新累积值在迭代I中为 a_1 ,并且特征值在迭代I+1中为 a_2 时,则与特征相对应的更新累积值可以更新至 a_1+a_2 。应当注意到,步骤804可以迭代直到预定时间为止。执行步骤804直到预定时间的结果是,确定了与每一个特征相对应的最终更新累积值。随后在步骤806处,可以确定最终更新累积值的加权平均。例如,可以基于分配给每一个特征的预定权重810来确定加权平均。如本文中所使用的,术语“特征权重”用于表示分配给每一个特征的重要程度。随后在步骤808处,加权平均可以在裂纹图812中被映射成裂纹的长度。裂纹图包括被映射成裂纹的长度的加权平均值。将裂纹的长度映射成加权平均值的结果是,确定了裂纹的长度。

[0052] 图9是示出了在多个定子叶片12中确定裂纹位置的示例性流程图。如图9中所示,在步骤902处,从定位在压缩机外壳上的多个感测装置中选择感测装置作为参考感测装置。例如,所述多个感测装置可以是感测装置18、20。在步骤904处,可以相对于从参考感测装置所接收的AE信号的到达时间来确定来自多个感测装置的AE信号的到达时间。此外,在步骤906处,可以基于在步骤904处所确定的AE信号的到达时间来确定与每一个AE信号相对应的源感测装置。例如,可以通过对AE信号的到达时间应用三角剖分技术来确定源感测装置。

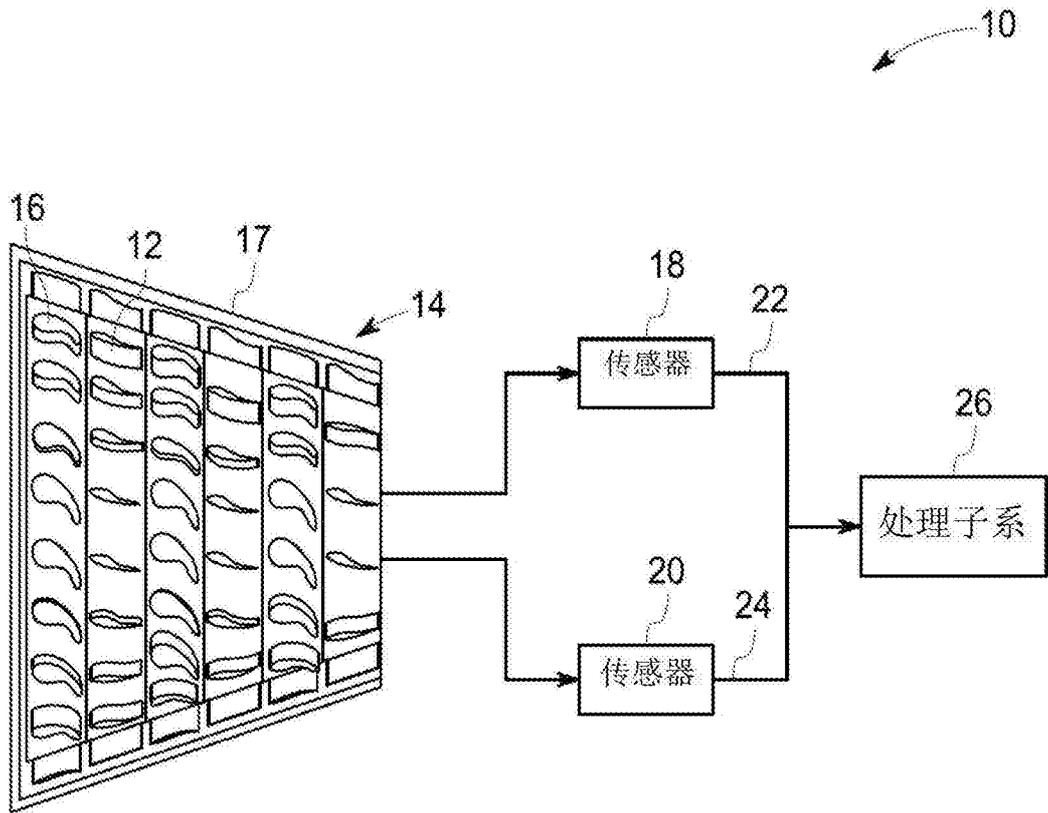


图1

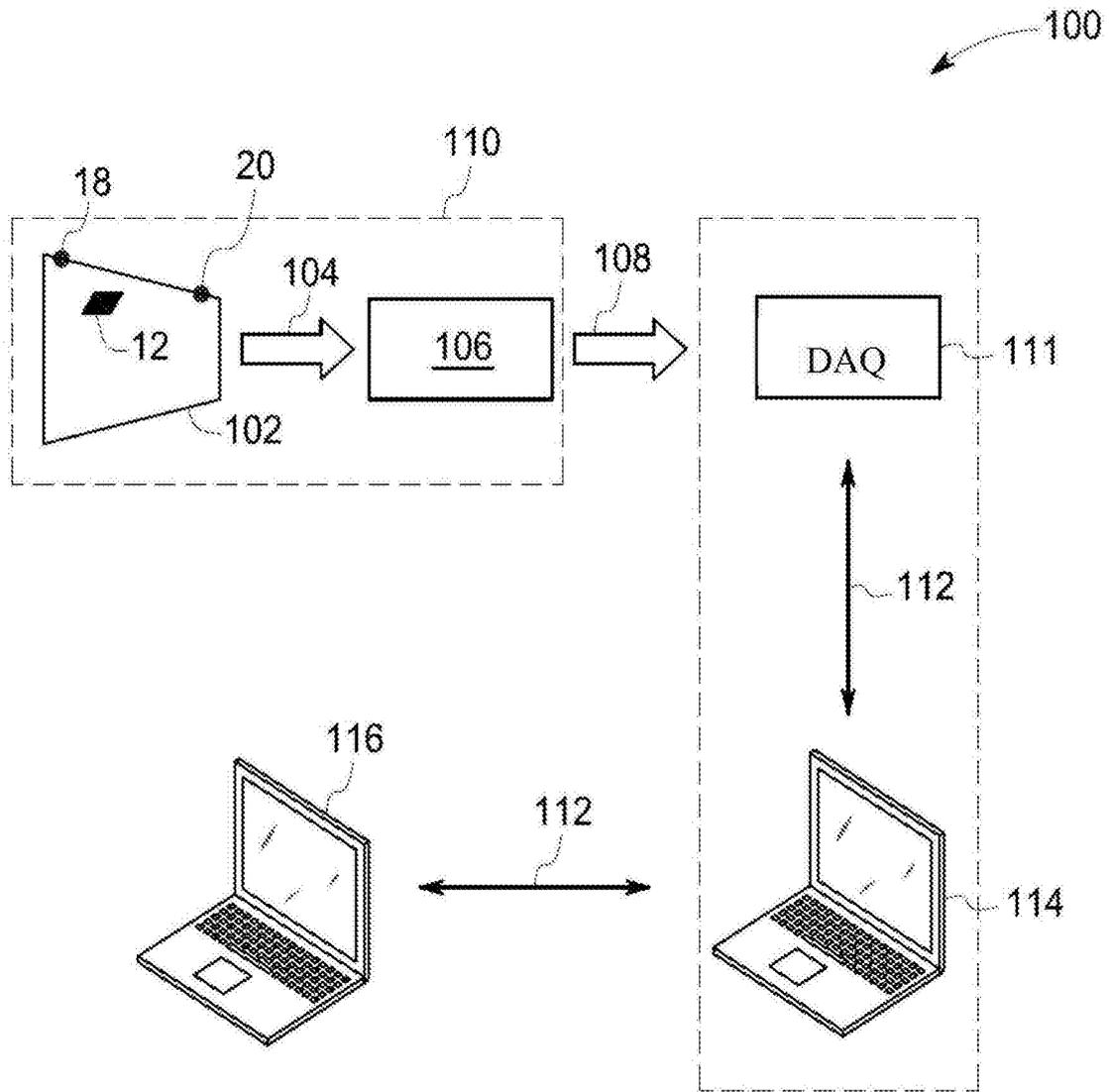


图2

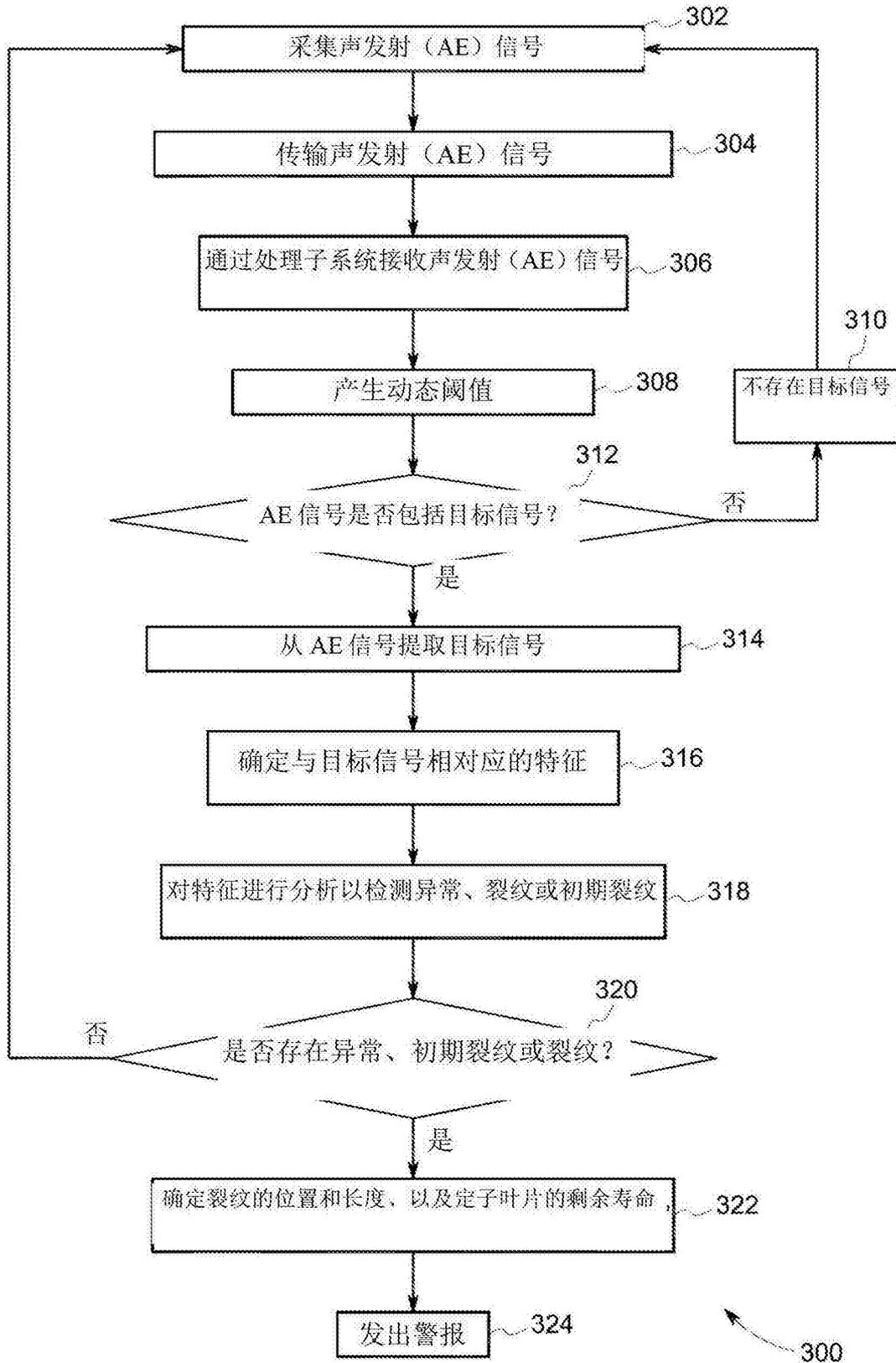


图3

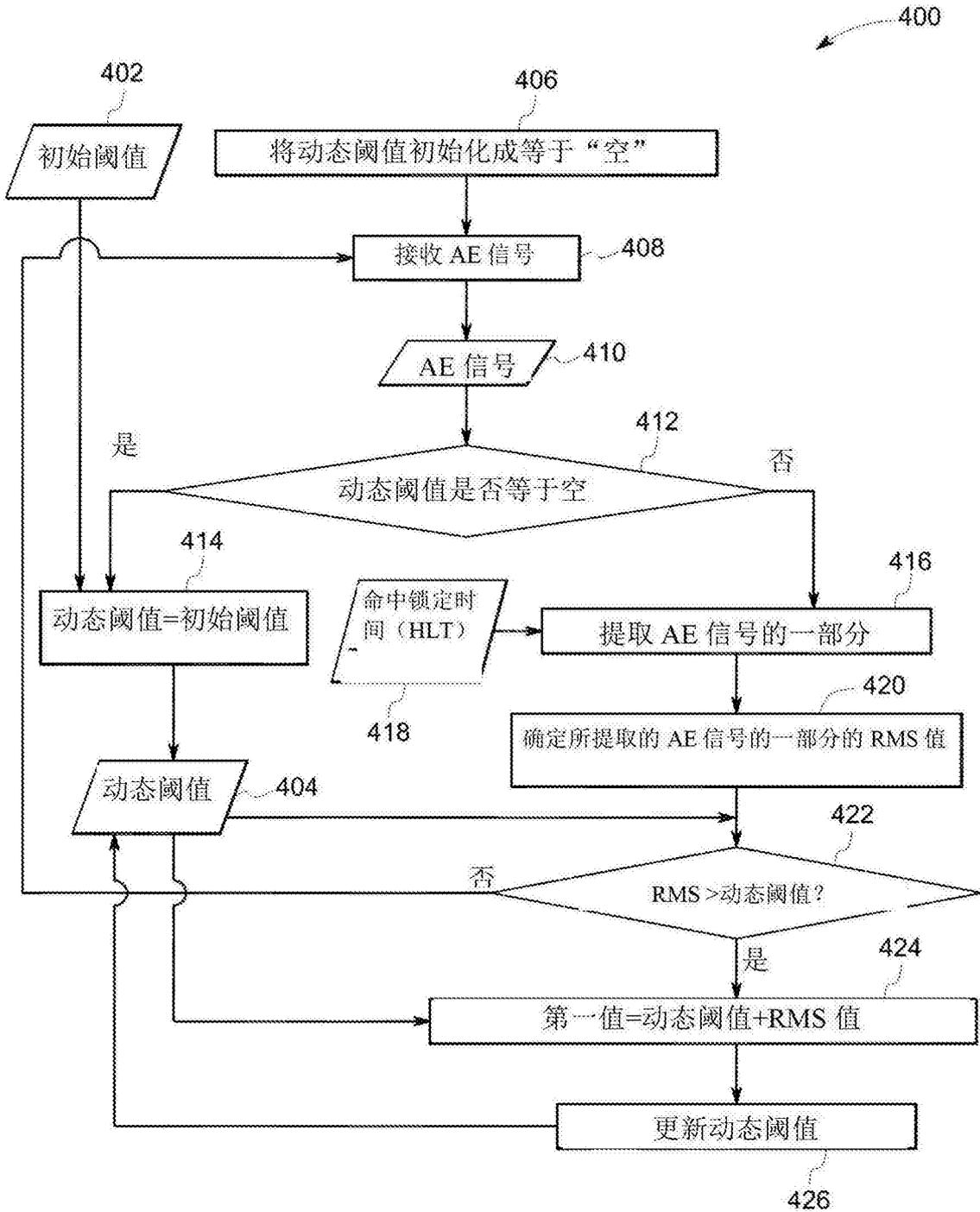


图4

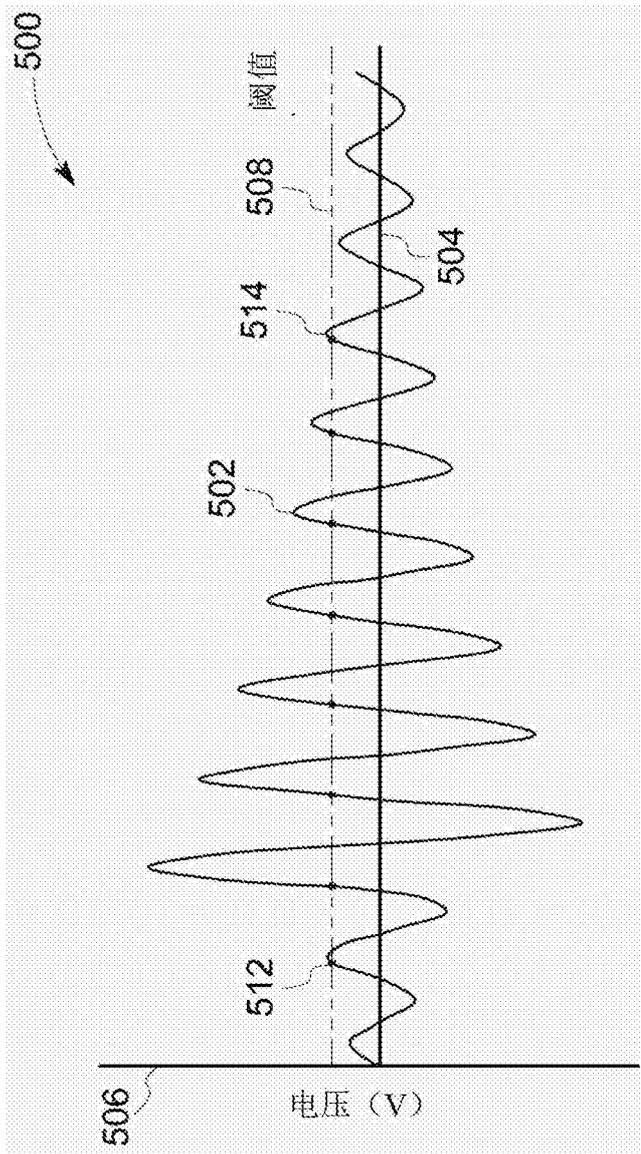


图5A

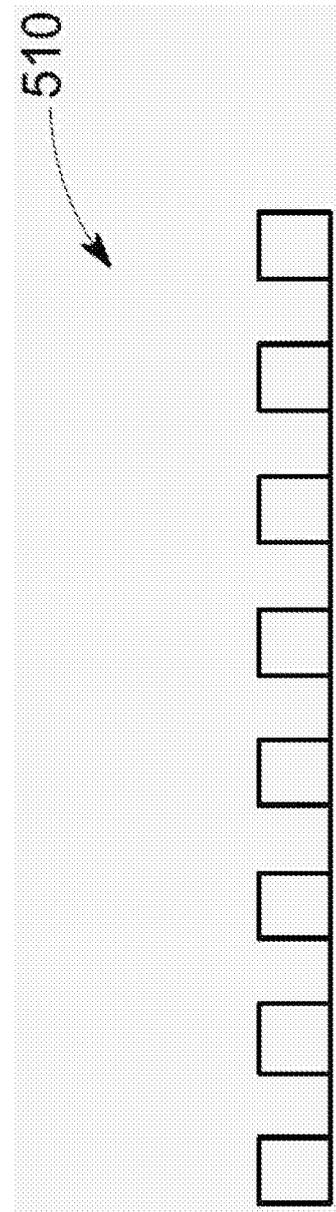


图5B

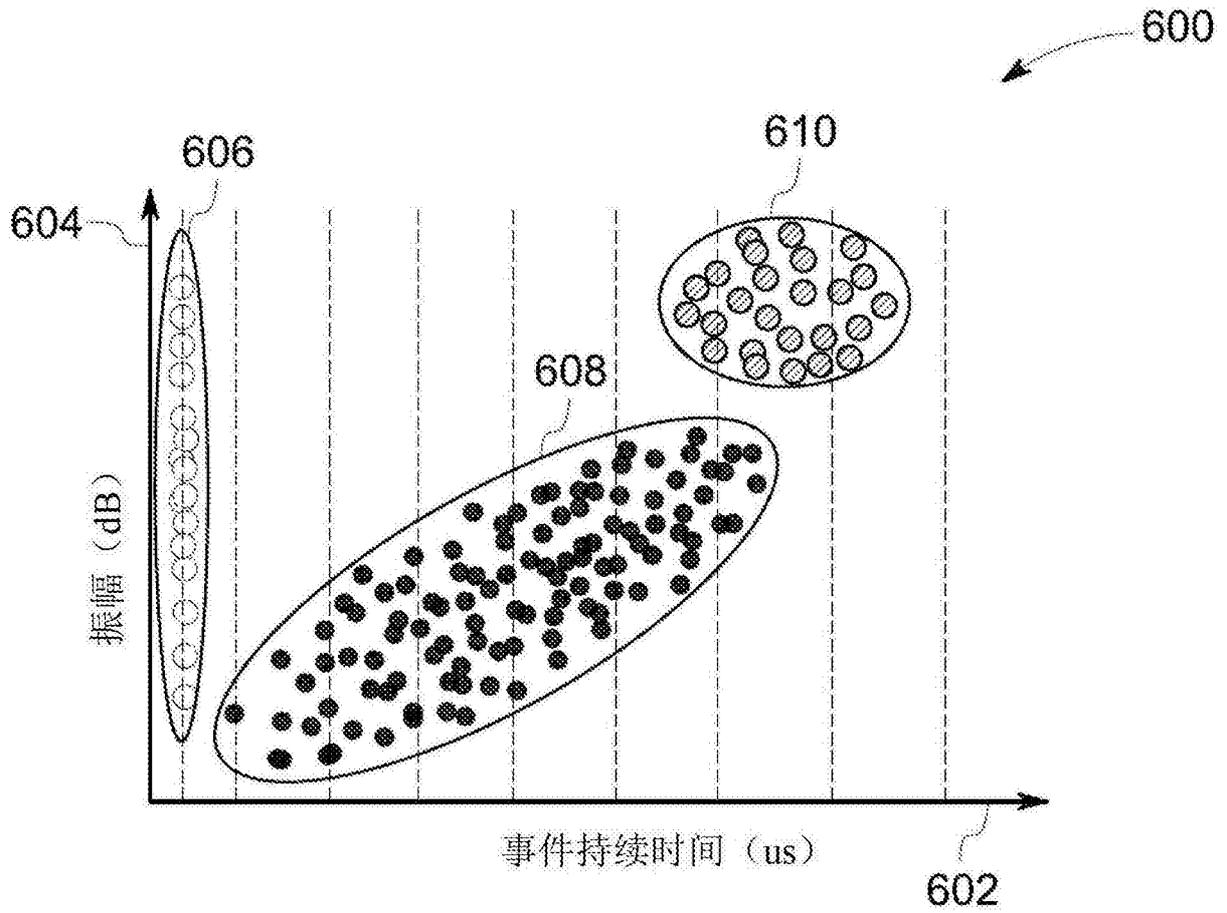


图6

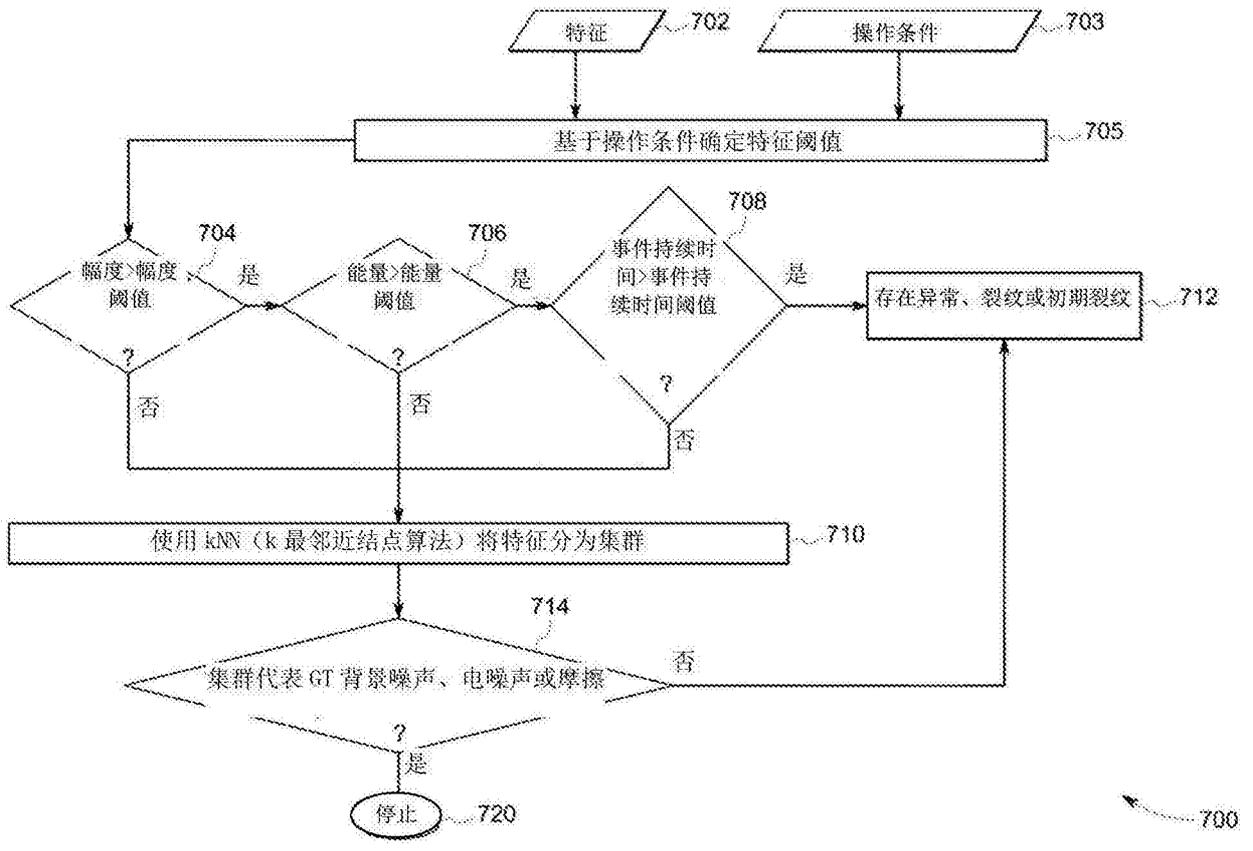


图7

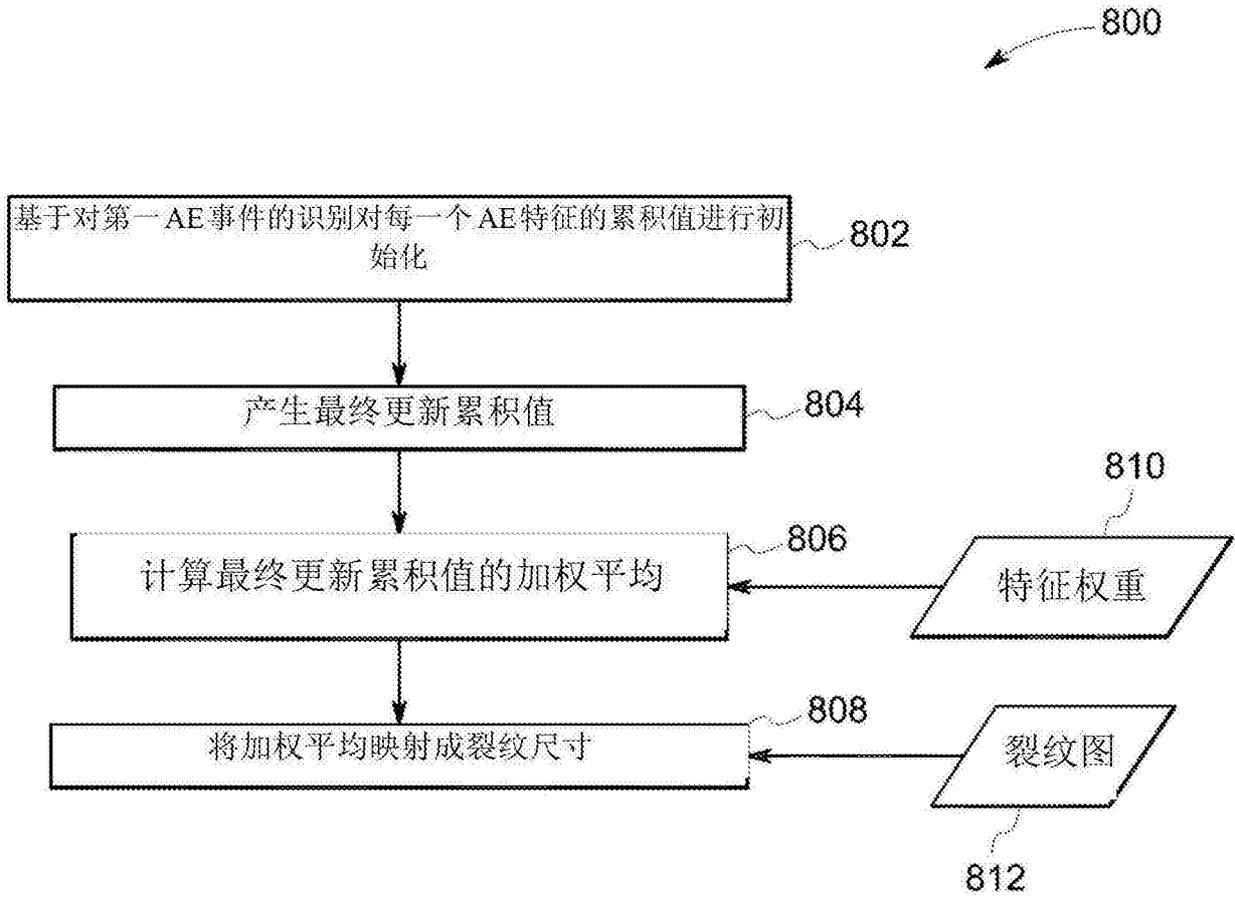


图8

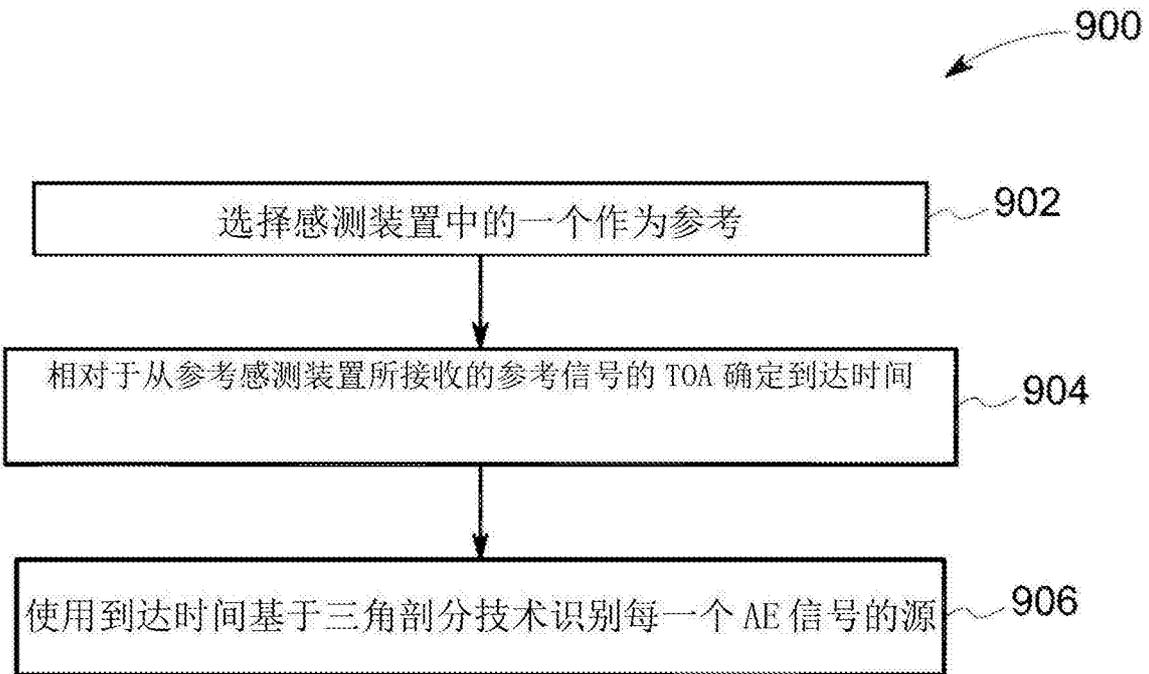


图9