



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108779713 B

(45) 授权公告日 2020.11.13

(21) 申请号 201680083800.1

(22) 申请日 2016.11.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108779713 A

(43) 申请公布日 2018.11.09

(30) 优先权数据
2016-057187 2016.03.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.09.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/085176 2016.11.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/163489 JA 2017.09.28

(73) 专利权人 三菱动力株式会社
地址 日本国神奈川县

(72) 发明人 岸真人 藤井庆太 伊藤真悟

小林淳一 凯文·马洛里

阪上尚规 荒木胜人

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 王亚爱

(51) Int.Cl.
F02C 7/00 (2006.01)
F01D 25/00 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2003083089 A, 2003.03.19
JP 2002073156 A, 2002.03.12
CN 104968918 A, 2015.10.07
US 2015377146 A1, 2015.12.31
CN 103195578 A, 2013.07.10
CN 102953835 A, 2013.03.06
CN 102322355 A, 2012.01.18

审查员 孙龙飞

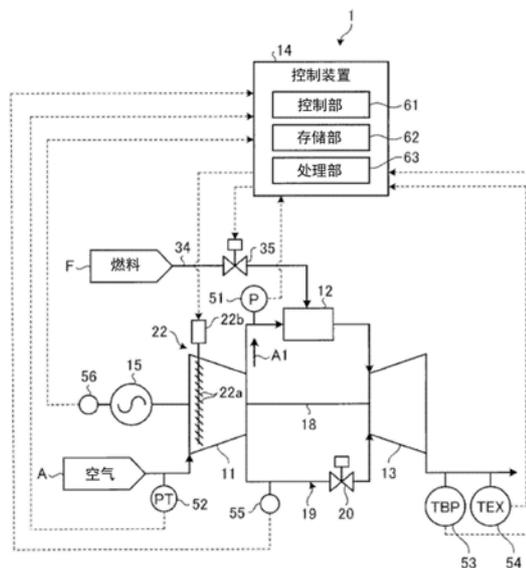
权利要求书1页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

燃气轮机的特性评价装置以及燃气轮机的特性评价方法

(57) 摘要

燃气轮机的特性评价装置具备压缩机(11)、燃烧器(12)、涡轮机(13),还具备处理部(63),该处理部(63)基于燃气轮机(1)的运转数据算出用于对燃气轮机特性当中配置燃气轮机(1)的环境条件所造成的影响进行补正的补正值,并算出基于补正值补正后的燃气轮机特性,通过对补正后的燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行燃气轮机(1)的评价,其中,该燃气轮机特性包括针对压缩机(11)、燃烧器(12)以及涡轮机(13)当中至少一个的特性。



1. 一种燃气轮机的特性评价装置,具备:

压缩机,对空气进行压缩;

燃烧器,被供给燃料并使由所述压缩机压缩后的压缩空气燃烧;以及

涡轮机,通过由所述燃烧器产生的燃烧气体进行旋转,

该燃气轮机的特性评价装置的特征在于,

具备处理部,该处理部基于所述燃气轮机的运转数据来算出用于对燃气轮机特性当中配置所述燃气轮机的环境条件所造成的影响进行补正的补正值,并算出基于所述补正值补正后得到的所述燃气轮机特性,通过对补正后的所述燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行所述燃气轮机的评价,其中,所述燃气轮机特性包括针对所述压缩机、所述燃烧器以及所述涡轮机当中的至少一个的特性,

所述运转数据包括从所述燃气轮机的定期检查起的经过时间,

所述处理部基于所述运转数据来算出所述燃气轮机特性的模型值,并基于所述模型值来推定所述补正值,并且在进行了所述定期检查的情况下更新所述模型值,

所述处理部基于补正后的所述燃气轮机特性和所述给定的基准值来评价所述燃气轮机特性的变化的主要原因。

2. 根据权利要求1所述的燃气轮机的特性评价装置,其特征在于,

所述燃气轮机特性包括所述燃气轮机的输出、所述压缩机的吸气流量、所述压缩机的效率、所述压缩空气的压力当中的至少一个。

3. 根据权利要求1或2所述的燃气轮机的特性评价装置,其特征在于,

所述运转数据包括配置所述燃气轮机的环境中的大气温度、大气压力、以及所述燃气轮机的运转时间。

4. 一种燃气轮机的特性评价方法,该燃气轮机具备:

压缩机,对空气进行压缩;

燃烧器,被供给燃料并使由所述压缩机压缩后的压缩空气燃烧;以及

涡轮机,通过由所述燃烧器产生的燃烧气体进行旋转,

该燃气轮机的特性评价方法的特征在于,包括以下步骤:

基于所述燃气轮机的运转数据来算出用于对燃气轮机特性当中配置所述燃气轮机的环境条件所造成的影响进行补正的补正值,其中,所述燃气轮机特性包括针对所述压缩机、所述燃烧器以及所述涡轮机当中的至少一个的特性;

算出基于所述补正值补正后得到的所述燃气轮机特性;以及

通过对补正后的所述燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行所述燃气轮机的评价,

所述运转数据包括从所述燃气轮机的定期检查起的经过时间,

所述燃气轮机的特性评价方法还包括以下步骤:

基于所述运转数据来算出所述燃气轮机特性的模型值,并基于所述模型值来推定所述补正值;以及

在进行了所述定期检查的情况下更新所述模型值,

所述燃气轮机的评价包括:基于补正后的所述燃气轮机特性和所述给定的基准值来评价所述燃气轮机特性的变化的主要原因。

燃气轮机的特性评价装置以及燃气轮机的特性评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机的特性评价装置以及燃气轮机的特性评价方法。

背景技术

[0002] 燃气轮机由压缩机、燃烧器和涡轮机构成。并且,从空气取入口取入的空气被压缩机压缩而成为高温高压的压缩空气,在燃烧器中,对该压缩空气供给燃料使其燃烧从而得到高温高压的燃烧气体,利用该燃烧气体来驱动涡轮机,对与该涡轮机连结的发电机进行驱动。将驱动涡轮机的燃烧气体从涡轮机的排气侧作为排出气体排出。

[0003] 上述这样的燃气轮机因持续使用而产生污垢、劣化等,从而存在输出减少这样的情况。因此,进行以下处理,即,或者监视燃气轮机的运转状态的异常(例如,参照专利文献1),或者评价燃气轮机的特性。

[0004] 在上述的燃气轮机中,有时特性会因周围的环境而发生变化。例如,若大气温度变高,则取入到压缩机的空气的流量会变少。这里,由于涡轮机入口温度存在限制,因此在取入到压缩机的空气的流量变少的情况下,需要减少燃料相对于压缩空气的供给量。由此,燃气轮机的输出会减少。因此,在想要评价由污垢、劣化等导致的燃气轮机的特性变化的情况下,需要排除因环境条件导致的特性变化的影响。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:JP特开2007-192138号公报

发明内容

[0008] 发明想要解决的课题

[0009] 迄今为止,预先设定与环境条件相应的补正值,并基于该补正值对燃气轮机的特性进行补正,从而减轻由环境条件导致的特性变化的影响。但是,由于预先设定的补正值并不是基于实际的运转数据设定的,因此有可能在实际的特性和基于该补正值补正后的燃气轮机的特性之间产生偏差。因此,评价的精度有可能会降低。

[0010] 本发明鉴于上述情况而完成,其目的在于,提供能够进行高精度的评价的燃气轮机的特性评价装置以及燃气轮机的特性评价方法。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 本发明涉及的燃气轮机的特性评价装置具备:压缩机,对空气进行压缩;燃烧器,被供给燃料并使由所述压缩机压缩后的压缩空气燃烧;以及涡轮机,通过由所述燃烧器产生的燃烧气体进行旋转,该燃气轮机的特性评价装置包括处理部,该处理部基于所述燃气轮机的运转数据来算出用于对燃气轮机特性当中配置所述燃气轮机的环境条件所造成的影响进行补正的补正值,并算出基于所述补正值补正后得到的所述燃气轮机特性,通过对补正后的所述燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行所述燃气轮机的评价,其中,所述燃气轮机特性包括针对所述压缩机、所述燃烧器以及所述涡轮机当中至少一个的特

性。

[0013] 根据本发明,由于基于燃气轮机的运转数据来算出用于对环境条件所造成的影响进行补正的补正值,因此能够得到精度高的补正值。由于算出基于该补正值补正后得到的燃气轮机特性,并通过对补正后的燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行燃气轮机的评价,因此能够进行高精度的评价。

[0014] 此外,所述处理部也可以基于所述运转数据来算出所述燃气轮机特性的模型值,并基于所述模型值来推定所述补正值。

[0015] 根据本发明,由于基于运转数据来算出燃气轮机特性的模型值,并基于模型值来推定补正值,因此能够得到精度高的补正值。

[0016] 此外,所述燃气轮机特性也可以包括所述燃气轮机的输出、所述压缩机的吸气流量、所述压缩机的效率、所述压缩空气的压力当中的至少一个。

[0017] 根据本发明,能够针对燃气轮机的输出、压缩机的吸气流量、压缩机的效率、压缩空气的压力进行高精度的评价。

[0018] 此外,所述运转数据也可以包括配置所述燃气轮机的环境中的大气温度、大气压力、以及所述燃气轮机的运转时间。

[0019] 根据本发明,由于基于燃气轮机所放置的环境中的大气温度、大气压力、以及燃气轮机的运转时间来算出补正值,所以能够得到高精度的补正值。

[0020] 本发明涉及的燃气轮机的特性评价方法是一种具备如下设备的燃气轮机的特性评价方法:压缩机,对空气进行压缩;燃烧器,被供给燃料并使由所述压缩机压缩后的压缩空气燃烧;以及涡轮机,通过由所述燃烧器产生的燃烧气体进行旋转,该燃气轮机的特性评价方法包括:基于所述燃气轮机的运转数据来算出用于对燃气轮机特性当中配置所述燃气轮机的环境条件所造成的影响进行补正的补正值,其中,所述燃气轮机特性包括针对所述压缩机、所述燃烧器以及所述涡轮机当中的至少一个的特性;算出基于所述补正值补正后得到的所述燃气轮机特性;以及通过对补正后的所述燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行所述燃气轮机的评价。

[0021] 根据本发明,由于基于燃气轮机的运转数据来算出用于对环境条件所造成的影响进行补正的补正值,因此能够得到精度高的补正值。由于算出基于该补正值补正后得到的燃气轮机特性,并通过对补正后的燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行燃气轮机的评价,因此能够进行高精度的评价。

[0022] 发明效果

[0023] 根据本发明,能够提供能进行高精度的评价的燃气轮机的特性评价装置以及燃气轮机的特性评价方法。

附图说明

[0024] 图1是表示本实施方式涉及的燃气轮机的示意图。

[0025] 图2是表示处理部的结构的框图。

[0026] 图3是表示燃气轮机的特性评价方法的一例的流程图。

[0027] 图4是表示输出模型生成部的一例的框图。

[0028] 图5是表示吸气流量模型生成部的一例的框图。

- [0029] 图6是表示压缩机效率模型生成部的一例的框图。
- [0030] 图7是表示机室压模型生成部的一例的框图。
- [0031] 图8是表示针对大气温度的补正值的一例的曲线图。
- [0032] 图9是示意性表示使用分层型神经网络来生成特性模型的情形的图。
- [0033] 图10是表示针对大气温度的补正值的一例的曲线图。
- [0034] 图11是表示对特性模型进行更新的过程的流程图。
- [0035] 图12是表示针对运转时间的补正值的一例的曲线图。
- [0036] 图13是表示输出模型生成部的一例的框图。
- [0037] 图14是表示燃气轮机的运转时间和从定期检查起的经过时间的关系的曲线图。
- [0038] 图15是表示进行定期检查的情况下的运转时间和补正系数的关系的曲线图。

具体实施方式

[0039] 以下,基于附图说明本发明涉及的燃气轮机的特性评价装置以及燃气轮机的特性评价方法的实施方式。另外,并不是通过该实施方式来限定本发明。此外,在下述实施方式中的结构要素中包括本领域技术人员能置换且容易置换的部分、或者实质相同的部分。

[0040] 图1是表示本实施方式涉及的燃气轮机的示意图。如图1所示,本实施方式涉及的燃气轮机1具备压缩机11、燃烧器12、涡轮机13。在压缩机11、燃烧器12以及涡轮机13的中心部贯通地配置转子18,压缩机11和涡轮机13通过转子18以能一体旋转的方式连结。该燃气轮机1由控制装置14控制。此外,在燃气轮机1连结发电机15,从而能发电。此外,燃气轮机1具有从压缩机11向涡轮机13供给冷却用空气的冷却用空气供给线路19。在冷却用空气供给线路19设置冷却用空气控制阀20。

[0041] 压缩机11对从空气取入口取入的空气A进行压缩使其成为压缩空气A1。在该压缩机11配置对从空气取入口取入的空气A的吸气量进行调整的入口引导翼(IGV:Inlet Guide Vane:吸气阀)22。入口引导翼22通过调整其开度来调整空气A的吸气量。具体来说,入口引导翼22具有多个翼主体22a和用于变更多个翼主体22a的翼角度的IGV工作部22b,利用IGV工作部22b来调整翼主体22a的翼角度,由此调整入口引导翼22的开度,从而调整空气A的吸气量。若入口引导翼22的开度变大,则空气A的吸气量就变多,压缩机11的压力比会增加。另一方面,入口引导翼22的开度变小,从而空气A的吸气量就变少,压缩机11的压力比会降低。

[0042] 燃烧器12对由压缩机11压缩后的压缩空气A1供给燃料F,将压缩空气A1和燃料F混合使其燃烧,由此生成燃烧气体。涡轮机13通过由燃烧器12生成的燃烧气体来进行旋转。涡轮机13具有转子18、多级的静翼、多级的动翼。多级的静翼和多级的动翼在转子18的轴方向上交替设置。

[0043] 转子18的轴方向的两端部由未图示的轴承部旋转自如地支承,且该转子18设置成以轴心为中心而旋转自如。并且,在转子18的压缩机11侧的端部连结发电机15的驱动轴。发电机15与涡轮机13设置在同轴上,通过涡轮机13旋转能够发电。

[0044] 因此,从压缩机11的空气取入口取入的空气A经过入口引导翼22并通过压缩机11的内部后被压缩,从而成为高温、高压的压缩空气A1。从燃烧器12对该压缩空气A1供给燃料F,使压缩空气A1和燃料F混合而燃烧,从而生成高温、高压的燃烧气体。并且,由燃烧器12生成的高温、高压的燃烧气体通过涡轮机13的内部,从而使涡轮机13工作(旋转)并使转子18

驱动旋转,来驱动与该转子18连结的发电机15。由此,与转子18连结的发电机15被旋转驱动而进行发电。另一方面,驱动了涡轮机13的燃烧气体作为排出气体将热回收后释放到大气。

[0045] 在上述燃气轮机1设置机室压力计51、吸气状态检测器52、叶片通道温度计53、排出气体温度计54以及流量计55。机室压力计51设置在压缩空气A1从压缩机11往燃烧器12流通的线路上,具体来说,设置在燃烧器12的机室内部,测量压缩空气A1的压力(机室压)。吸气状态检测器52检测取入到压缩机11的空气A的吸气温度和吸气压力。叶片通道温度计53设置在从涡轮机13排出的排出气体所流通的线路,测量通过了设置在涡轮机13的排出气体的流动方向的下游侧的最终级的叶片的排出气体的温度。排出气体温度计54设置在叶片通道温度计53的下游侧,测量排出气体的温度。流量计55测量在冷却用空气供给线路19中流动的冷却用空气的流量。进而,在燃气轮机1设置用于检测燃气轮机1的输出(负载)的输出计56。并且,将由机室压力计51、吸气状态检测器52、叶片通道温度计53、排出气体温度计54、流量计55以及输出计56测量的信号输入到控制装置14。

[0046] 控制装置14具有控制部61、存储部62、处理部(燃气轮机的特性评价装置)63。控制部61基于机室压力计51、吸气状态检测器52、叶片通道温度计53、排出气体温度计54以及流量计55等的测量结果,控制入口引导翼22以及燃料调整阀35等,从而控制燃气轮机1的运转。此外,控制部61根据燃气轮机1的输出(发电机15的输出)来控制燃气轮机1的运转。

[0047] 此外,控制部61能够基于机室压力计51、吸气状态检测器52、叶片通道温度计53、排出气体温度计54、流量计55以及输出计56的测量结果来算出燃气轮机特性、入口压力损失、出口压力损失、旋转数、相对湿度、运转时间等运转数据。燃气轮机特性包括针对压缩机11、燃烧器12以及涡轮机13当中的至少一个设备的特性。例如,作为燃气轮机特性,包括燃气轮机1的输出、压缩机11的吸气流量、压缩机11的效率、机室压等。

[0048] 存储部62存储与燃气轮机1的运转相关的各种程序、数据等。

[0049] 图2是表示处理部63的结构的框图。如图2所示,处理部63具有特性模型生成部64、补正部65、评价部66。特性模型生成部64基于燃气轮机1的运转数据来算出燃气轮机特性的模型值。

[0050] 此外,特性模型生成部64具有输出模型生成部64a、吸气流量模型生成部64b、压缩机效率模型生成部64c、机室压模型生成部64d。输出模型生成部64a生成燃气轮机1的输出特性的模型。

[0051] 图4是表示输出模型生成部64a的一例的框图。如图4所示,输出模型生成部64a将大气温度、大气压力、相对湿度、旋转数、入口压力损失、出口压力损失、以及运转时间作为运转数据来输入。输出模型生成部64a基于这些各运转数据生成燃气轮机1的输出特性的模型即输出模型FX1,并基于所生成的输出模型FX1来算出各运转数据的补正值。输出模型生成部64a能够使用线性重回归分析、非线性重回归分析、神经网络、集成学习等公知的手法。

[0052] 在本实施方式中,举出使用线性重回归分析的情况作为例子来说明。若将运转数据的测定值以及基准值(测定值、基准值)分别设为大气温度(T,T0)、大气压力(P,P0)、相对湿度(H,H0)、旋转数(R,R0)、入口压力损失(Pi,Pi0)、出口压力损失(Pe,Pe0)以及运转时间(A,A0),则输出模型FX1由以下的式子表示。

[0053]
$$FX1 = -a(T-T0) - b(P-P0) - c(H-H0) - d(R-R0) - e(Pi-Pi0) - f(Pe-Pe0) - g(A-A0) + h$$

[0054] 另外,a、b、c、d、e、f、g以及h是常数。另外,关于h,是成为基准的输出(单位:MW)。此

外,运转数据的基准值T0、P0、H0、R0、Pi0、Pe0以及A0是成为输出特性的评价的基准的环境条件下的值。关于基准值,能够预先设定。输出模型生成部64a能够基于所生成的输出模型使用线性重回归分析来求取各运转数据的补正值。

[0055] 图8是表示针对大气温度的补正值的一例的曲线图。图8的纵轴是补正系数(补正值),横轴是大气温度。如图8所示,通过线性重回归分析得到的大气温度的直线101例如是大气温度越高则补正系数越小这样的直线状。另外,关于直线101的倾斜度等特性,仅是一例,并不限于于此。

[0056] 图5是表示吸气流量模型生成部64b的一例的框图。如图5所示,吸气流量模型生成部64b将大气温度、大气压力以及运转时间作为运转数据来输入。吸气流量模型生成部64b与输出模型生成部64a同样地基于这些各运转数据来生成压缩机11的吸气流量的模型即吸气流量模型FX2。

[0057] 吸气流量模型生成部64b例如能够使用线性重回归分析、非线性重回归分析、神经网络、集成学习等公知的手法来生成吸气流量模型,并能够基于所生成的吸气流量模型使用线性重回归分析来求取各运转数据的补正值。

[0058] 图6是表示压缩机效率模型生成部64c的一例的框图。如图6所示,压缩机效率模型生成部64c将大气温度、大气压力以及运转时间作为运转数据来输入。压缩机效率模型生成部64c与输出模型生成部64a同样地基于这些各运转数据来生成压缩机11的效率的模型即压缩机效率模型FX3。

[0059] 压缩机效率模型生成部64c例如能够使用线性重回归分析、非线性重回归分析、神经网络、集成学习等公知的手法来生成压缩机效率模型,并能够基于所生成的压缩机效率模型使用线性重回归分析来求取各运转数据的补正值。

[0060] 图7是表示机室压模型生成部64d的一例的框图。如图7所示,机室压模型生成部64d将大气温度、大气压力以及运转时间作为运转数据来输入。机室压模型生成部64d与输出模型生成部64a同样地基于这些各运转数据来生成压缩空气A1的压力特性(机室压特性)的模型即机室压模型FX4。

[0061] 机室压模型生成部64d例如能够使用线性重回归分析、非线性重回归分析、神经网络、集成学习等公知的手法来生成机室压模型,并能够基于所生成的机室压模型使用线性重回归分析来求取各运转数据的补正值。

[0062] 图2所示的补正部65针对各燃气轮机特性分别求取将环境条件所造成的影响度消除或减轻了的补正后的燃气轮机特性。这里,作为燃气轮机特性,举出燃气轮机1的输出作为例子来说明。若将算出的补正值当中针对大气温度的补正值设为K1,将针对大气压力的补正值设为K2,将针对相对湿度的补正值设为K3,将针对旋转数的补正值设为K4,将针对入口压力损失的补正值设为K5,将针对出口压力损失的补正值设为K6,将针对运转时间的补正值设为K7,将输出计56的检测结果设为G,则作为基准的环境条件下的输出G'例如能够如以下来求取。

[0063] $G' = G / (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6 \cdot K7)$

[0064] 此外,若将由各种测定器等测定或由控制部61算出的燃气轮机特性当中吸气流量的值设为X,将压缩机效率的值设为Y,将机室压的值设为Z,则作为基准的环境条件下的吸气流量X'、压缩机效率Y'、以及机室压Z'同样能够如以下这样来求取。

$$[0065] \quad X' = X / (K1 \cdot K2 \cdot K7)$$

$$[0066] \quad Y' = Y / (K1 \cdot K2 \cdot K7)$$

$$[0067] \quad Z' = Z / (K1 \cdot K2 \cdot K7)$$

[0068] 评价部66对求取到的补正后的燃气轮机特性进行评价。由补正部65补正后得到的输出G'是将环境条件所造成的影响消除或减轻了的值。因此,评价部66例如能够基于由补正部65求取到的输出G'对由污垢、劣化等导致的燃气轮机1的输出的变化等进行评价。在该情况下,能够预先求取基准的环境条件下的燃气轮机1的输出的基准值,通过与该基准值比较来进行评价。

[0069] 作为该基准值,例如,能够设为在基准的环境条件下没有污垢、劣化等的状态下的、或者污垢、劣化等不足给定的阈值的状态下的燃气轮机1的输出。此外,评价部66也可以基于该基准值和燃气轮机1的输出的测定值的差来评价输出变化的主要原因。

[0070] 此外,评价部66针对吸气流量、压缩机效率、以及机室压也能够同样地基于由补正部65补正后得到的各燃气轮机特性对由污垢、劣化等导致的燃气轮机特性的变化、燃气轮机特性的变化的主要原因等进行评价。

[0071] 另外,在本实施方式中,使用线性重回归分析来生成各特性模型。因此,在向输出模型生成部64a、吸气流量模型生成部64b、压缩机效率模型生成部64c、以及机室压模型生成部64d分别输入了大气温度等运转数据的情况下,算出作为理论值的特性(输出、吸气流量、压缩机效率、以及机室压)。该特性是与基于补正值补正后得到的燃气轮机特性相当的。因此,评价部66可以通过对这些输出、吸气流量、压缩机效率、以及机室压的测定值和利用线性重回归分析算出的理论值进行比较来进行评价。

[0072] 此外,向特性模型生成部64的各部分输入运转时间的值来作为运转数据。因此,根据运转时间的经过而算出燃气轮机特性发生变化的程度,即,算出由劣化导致的燃气轮机特性的变化的程度。因此,评价部66可以通过对补正后得到的燃气轮机特性和算出的由劣化导致的燃气轮机特性的变化的程度进行比较来针对劣化进行评价。

[0073] 接着,说明对如上述那样构成的燃气轮机特性进行评价的方法。图3是表示燃气轮机的特性评价方法的一例的流程图。如图3所示,处理部63算出用于对环境条件所造成的给燃气轮机特性带来的影响进行补正的补正值(步骤S10)。在步骤S10中,特性模型生成部64生成针对燃气轮机1的各特性的特性模型,并基于所生成的特性模型来算出运转数据的补正值。

[0074] 接着,处理部63基于算出的补正值对燃气轮机特性进行补正(步骤S20)。在步骤S20中,补正部65基于按每个燃气轮机特性算出的补正值来求取作为基准的环境条件下的补正后的燃气轮机特性。补正后的燃气轮机特性成为将环境条件所造成的影响消除或减轻了的值。

[0075] 接着,处理部63基于补正后的燃气轮机特性来进行评价(步骤S30)。在步骤S30中,评价部66通过对补正后的燃气轮机特性和燃气轮机特性的实测值进行比较来进行燃气轮机特性的评价。由于是基于将环境条件所造成的影响消除或减轻了了的燃气轮机特性的评价,因此可得到高精度的评价。

[0076] 如以上这样,本实施方式涉及的燃气轮机的特性评价装置基于燃气轮机1的运转数据来算出用于对环境条件所造成的影响进行补正的补正值,因此能够得到精度高的补正

值。由于基于该补正值来对燃气轮机特性进行补正,并通过对补正后的燃气轮机特性和给定的基准值进行比较来进行燃气轮机特性的评价,因此能够进行高精度的评价。

[0077] 此外,本实施方式涉及的燃气轮机的特性评价装置能够算出因劣化导致的燃气轮机特性的变化的程度。因此,能够对与每个燃气轮机1被放置的环境条件、每个燃气轮机1的单独的运转数据相应的劣化特性进行评价,所以能够进行高精度的评价。

[0078] 本发明的技术范围并不限于上述实施方式,在不脱离本发明的主旨的范围内能够适当施加变更。例如,在上述实施方式中,举出特性模型生成部64使用线性回归分析来生成特性模型的情况作为例子进行了说明,但是并不限于此,也可以通过非线性的手法来生成特性模型。

[0079] 特性模型生成部64能够使用例如神经网络作为非线性的手法来生成特性模型。图9是示意性表示使用分层型神经网络来生成特性模型的情形的图。在图9中,作为特性模型生成部,举出输出输出模型FX1的输出模型生成部64e作为例子来进行说明。输出模型生成部64e具有作为输入层的第1层L1、作为中间层的第2层L2、第3层L3及第4层L4、以及作为输出层的第5层L5。另外,输出模型生成部64e是中间层为三层的结构,但是并不限于此,也可以是中间层为两层以下或四层以上的结构。第1层L1、第2层L2、第3层L3、第4层L4以及第5层L5具有一个或者多个节点n。

[0080] 第1层L1具有七个节点n(n1、n2、n3、n4、n5、n6、n7)。向节点n1输入大气温度。向节点n2输入大气压力。向节点n3输入相对湿度。向节点n4输入旋转数。向节点n5输入入口压力损失。向节点n6输入出口压力损失。向节点n7输入运转时间。第1层L1的七个节点n对第2层L2的各节点n输出信号。

[0081] 第2层L2例如具有六个节点n。第2层L2的六个节点n被输入从第1层L1的七个节点n输出的信号。第2层L2的六个节点n对第3层L3的各节点n输出信号。另外,在第2层L2中,节点n的数目并不限于六个,也可以是五个以下或七个以上。

[0082] 第3层L3具有三个节点n。第3层L3的三个节点n被输入从第2层L2的6个节点n输出的信号。第3层L3的六个节点n对第4层L4的各节点n输出信号。另外,在第3层L3中,节点n的数目并不限于三个,也可以是两个以下或四个以上。

[0083] 第4层L4具有六个节点n。第4层L4的六个节点n被输入从第3层L3的三个节点n输出的信号。第4层L4的六个节点n对第5层L5的节点n输出信号。另外,在第4层L4中,节点n的数目并不限于六个,也可以是五个以下或七个以上。

[0084] 第5层L5具有一个节点n。第5层L5的三个节点n被输入从第4层L4的六个节点n输出的信号。第5层L5的节点n例如输出输出模型FX1。另外,在第5层L5中,节点n的数目并不限于一个,也可以是两个以上。

[0085] 另外,这里举出输出模型生成部64e使用神经网络输出输出模型FX1的结构作为例子进行了说明,但是并不限于此。例如,针对输出吸气流量模型FX2的吸气流量模型生成部、输出压缩机效率模型FX3的压缩机效率模型生成部、输出机室压模型FX4的机室压模型生成部,也可以设为使用上述这样的神经网络来输出各特性模型的结构。在该情况下,针对输入层的节点数、中间层的层数以及各层的节点数,能够根据输入信号的种类适当进行变更。

[0086] 此外,在图9中,举出使用分层型神经网络的情况作为例子进行了说明,但是并不

限于此,也可以是使用与分层型神经网络不同的神经网络、例如使用相互结合型神经网络等结构。

[0087] 图10是表示针对大气温度的补正值的一例的曲线图。图10的纵轴是补正系数(补正值),横轴是大气温度。如图10所示,大气温度的曲线102是曲线状,例如大气温度越高则补正系数的减少量越小。这样,使用图9所示的神经网络等非线性的手法,并不限于直线状,针对曲线状的曲线102也能够得到结果,因此能够得到更高精度的补正值。例如,即使在燃气轮机1的输出相对于运转时间的变化等难以预先掌握特性的情况下,也能够得到更高精度的补正值。

[0088] 此外,在上述实施方式的结构中,特性模型生成部64也可以逐步更新燃气轮机特性的特性模型。图11是表示对特性模型进行更新的过程的流程图。如图11所示,特性模型生成部64检测有无对特性模型进行更新的标记(步骤S40)。在步骤S40中,作为对特性模型进行更新的标记,例如能够在经过了给定期间的情况下(例如,经过了一天的情况下、经过了一周的情况下、经过了一个月的情况下等)、进行了给定的定期检查的情况下等产生。在没有检测出标记的情况下(步骤S40的“否”),特性模型生成部64重复进行步骤S40。

[0089] 在检测出标记的情况下(步骤S40的“是”),特性模型生成部64对燃气轮机特性的特性模型进行更新(步骤S50)。在步骤S50中,特性模型生成部64基于所输入的运转数据来重新生成特性模型。所生成的特性模型由于是在保存了从上次生成特性模型起的运转数据的状态下重新生成的,因此成为更高精度的特性模型。特性模型生成部64基于所生成的特性模型按每个运转数据算出补正值。补正部65基于重新算出的补正值来对燃气轮机特性进行补正。评价部66根据基于新的补正值补正后得到的燃气轮机特性来进行评价。因此,可得到高精度的评价。

[0090] 在更新了特性模型后,特性模型生成部64在燃气轮机1的动作未完成的情况下(步骤S60的“否”),重复进行从步骤S40起的动作。此外,在燃气轮机1的动作完成的情况下(步骤S60的“是”),特性模型生成部64结束上述处理。

[0091] 这样,特性模型生成部64通过对特性模型进行更新,能够基于所保存的运转数据来算出补正值。由此,在对基于该补正值补正后得到的燃气轮机特性进行了评价的情况下,可得到高精度的评价。

[0092] 此外,在上述实施方式的结构中,特性模型生成部64可以基于求取到的补正值预测并算出将来的补正值。图12是表示针对运转时间的补正值的一例的曲线图。图12的纵轴是补正系数(补正值),横轴是运转时间。如图12所示,例如在特性模型生成部64生成了特性模型的时刻 t_1 ,作为运转时间的补正值,算出到时刻 t_1 为止的补正值。直线103例如是通过线性重回分析得到的补正值。曲线104例如是通过非线性的手法得到的补正值。在任一个情况下,都可算出到时刻 t_1 为止的补正值。

[0093] 在该状态下,特性模型生成部64可以基于直线103以及曲线104的倾向来预测将来的补正值,例如预测直到时刻 t_1 之后的时刻 t_2 为止的补正值。直线103a以及曲线104a表示基于直线103以及曲线104预测出的补正值。在该情况下,补正部65可以通过基于预测出的补正值对燃气轮机特性进行补正来算出将来的补正后的燃气轮机特性。此外,评价部66也可以基于算出的将来的补正后的燃气轮机特性来进行评价。由此,能够得到与将来的燃气轮机特性相关的评价。

[0094] 此外,在上述实施方式中,例如举出输出模型生成部64a将大气温度、大气压力、相对湿度、旋转数、入口压力损失、出口压力损失、以及运转时间作为运转数据来输入的结构作为例子进行了说明,但是并不限于此,也可以是输入其他运转数据的结构。

[0095] 图13是表示输出模型生成部64a的一例的框图。如图13所示,输出模型生成部64a也可以是除了输入上述的运转数据以外还输入从定期检查起的经过时间的数据的结构。输出模型生成部64a基于这些各运转数据来生成燃气轮机1的输出特性的模型即输出模型FX1a,并基于所生成的输出模型FX1a来算出各运转数据的补正值。

[0096] 图14是表示燃气轮机1的运转时间和从定期检查起的经过时间的关系的曲线图。如图14所示,燃气轮机1的定期检查例如在从运转开始起的时刻 t_3 、 t_4 、 t_5 以及 t_6 定期地进行。折线105表示在每次定期检查时将经过时间重置的状态。定期检查例如有燃烧器12的检查即燃烧器检查、涡轮机13的检查即涡轮机检查、主要检查。通过进行涡轮机检查,从而燃烧器检查也一并进行。通过进行主要检查,从而涡轮机检查以及燃烧器检查也一并进行。

[0097] 图15是表示进行定期检查的情况下的运转时间和补正系数的关系的曲线图。在燃气轮机1中,在每次进行定期检查时,例如改善输出的降低,即,在每次进行定期检查时输出会上升。因此,在进行污垢、劣化等的评价的情况下,需要将定期检查所造成的输出增加的影响免除或减轻。因此,如图15所示,输出模型生成部64a在从运转开始起进行定期检查的时刻 t_3 、 t_4 、 t_5 、 t_6 的每个时刻算出补正值,以使得输出上升的影响被免除或减轻。因此,表示补正值的折线106的形状例如在时刻 t_3 、 t_4 、 t_5 、 t_6 成为急剧上升的状态。这样,使得定期检查给输出等燃气轮机特性带来的影响得到反映,从而可得到更高精度的补正值,进而可得到评价。

[0098] 符号说明

- [0099] 1 燃气轮机;
- [0100] 11 压缩机;
- [0101] 12 燃烧器;
- [0102] 13 涡轮机;
- [0103] 14 控制装置;
- [0104] 15 发电机;
- [0105] 18 转子;
- [0106] 19 冷却用空气供给线路;
- [0107] 20 冷却用空气控制阀;
- [0108] 22 入口引导翼;
- [0109] 22a 翼主体;
- [0110] 22b IGV工作部;
- [0111] 35 燃料调整阀;
- [0112] 51 机室压力计;
- [0113] 52 吸气状态检测器;
- [0114] 53 叶片通道温度计;
- [0115] 54 排出气体温度计;
- [0116] 55 流量计;

- [0117] 56 输出计;
- [0118] 61 控制部;
- [0119] 62 存储部;
- [0120] 63 处理部;
- [0121] 64 特性模型生成部;
- [0122] 64a,64e 输出模型生成部;
- [0123] 64b 吸气流量模型生成部;
- [0124] 64c 压缩机效率模型生成部;
- [0125] 64d 机室压模型生成部;
- [0126] 65 补正部;
- [0127] 66 评价部;
- [0128] 101,103,103a 直线;
- [0129] 102,104,104a 曲线;
- [0130] 105,106 折线;
- [0131] A 空气;
- [0132] A1 压缩空气;
- [0133] F 燃料;
- [0134] H0,P0,R0,T0,Pe0,Pi0 基准值;
- [0135] FX1,FX1a 输出模型;
- [0136] FX2 吸气流量模型;
- [0137] FX3 压缩机效率模型;
- [0138] FX4 机室压模型;
- [0139] L1 第1层;
- [0140] L2 第2层;
- [0141] L3 第3层;
- [0142] L4 第4层;
- [0143] L5 第5层;
- [0144] n,n1,n2,n3,n4,n5,n6,n7 节点;
- [0145] t1,t2,t3,t4,t5,t6 时刻。

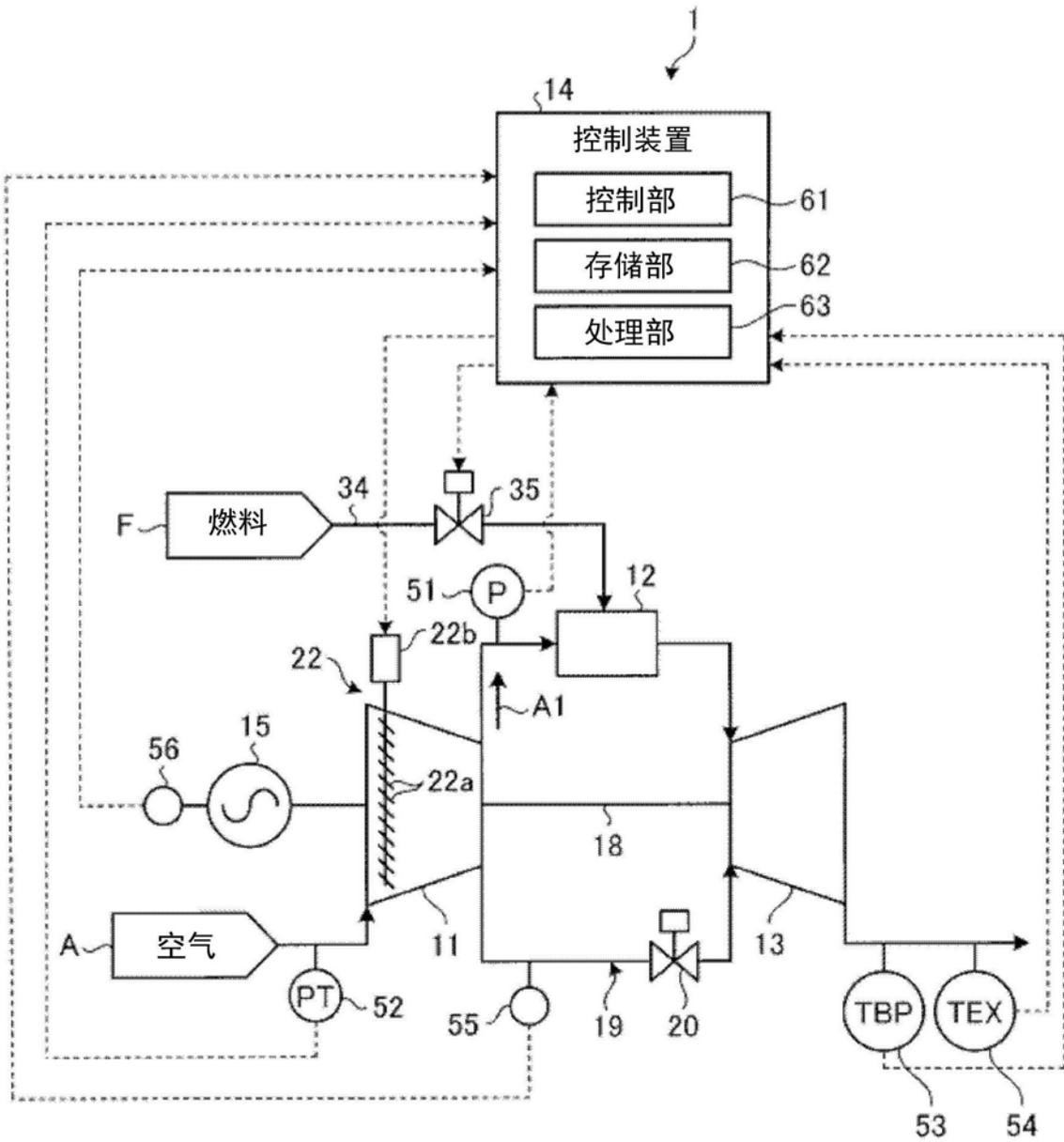


图1

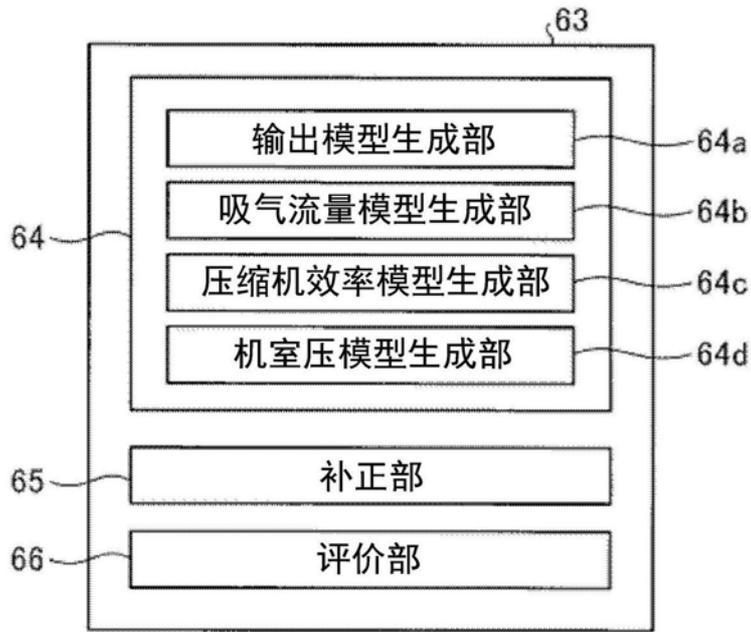


图2

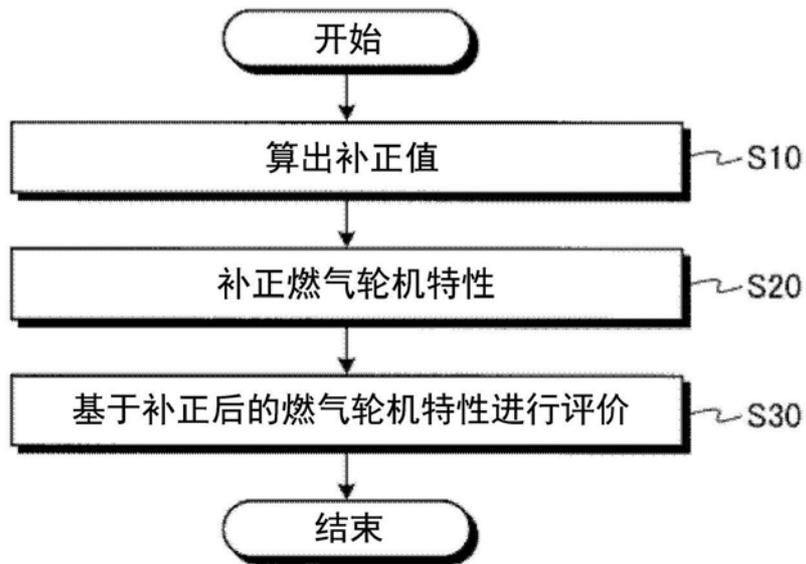


图3

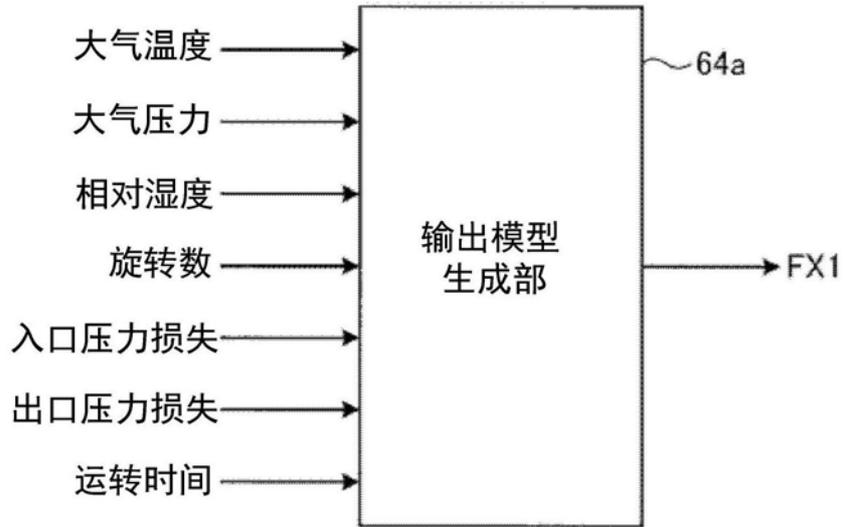


图4



图5

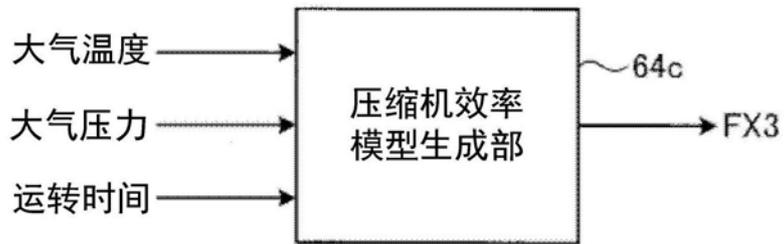


图6

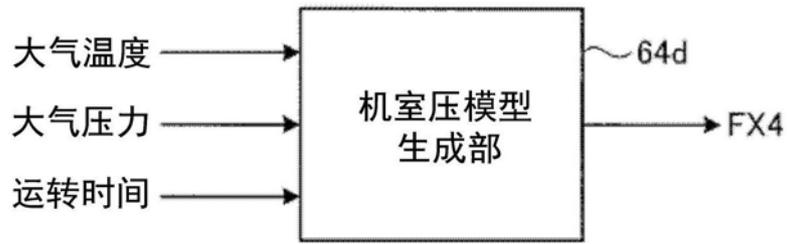


图7

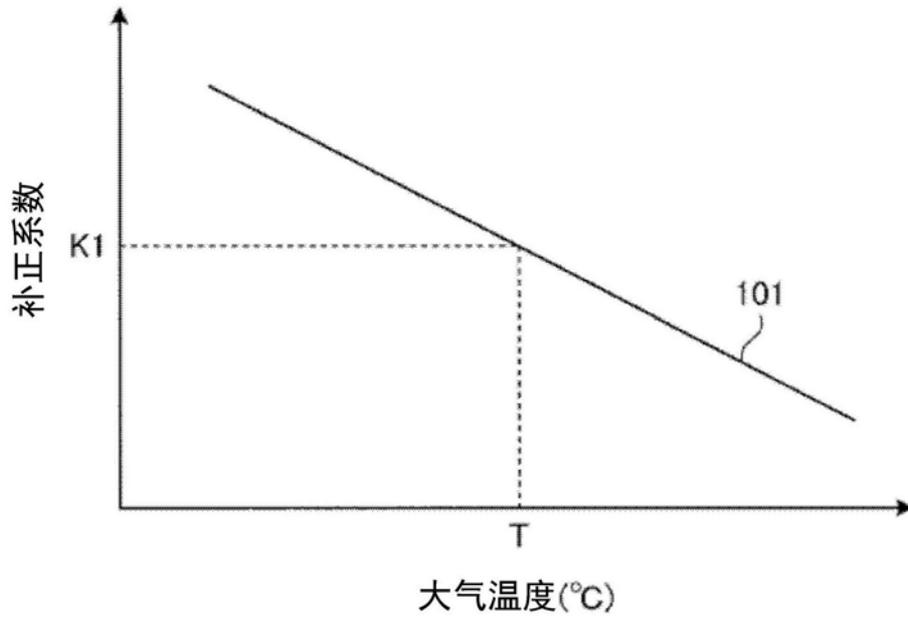


图8

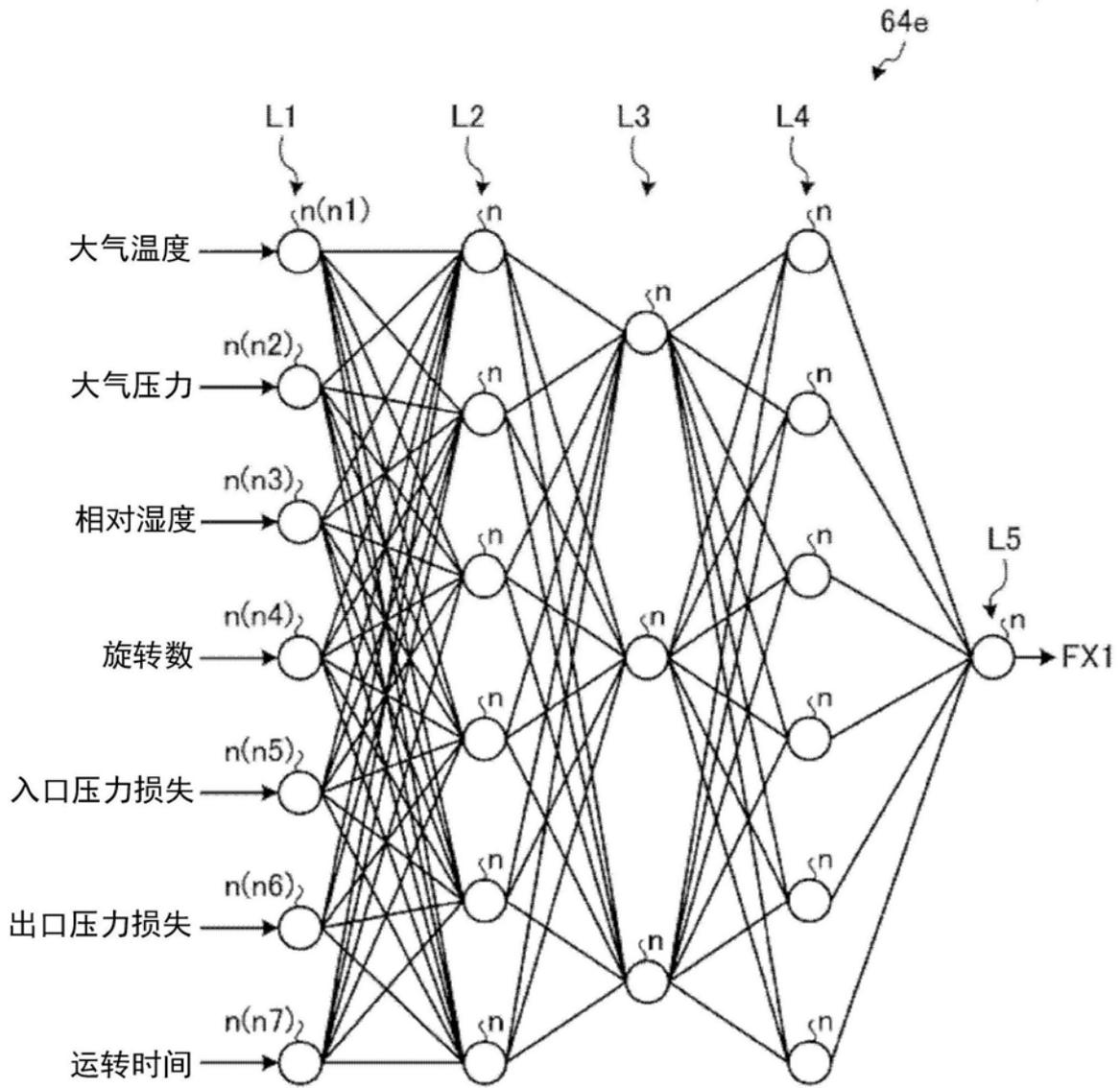


图9

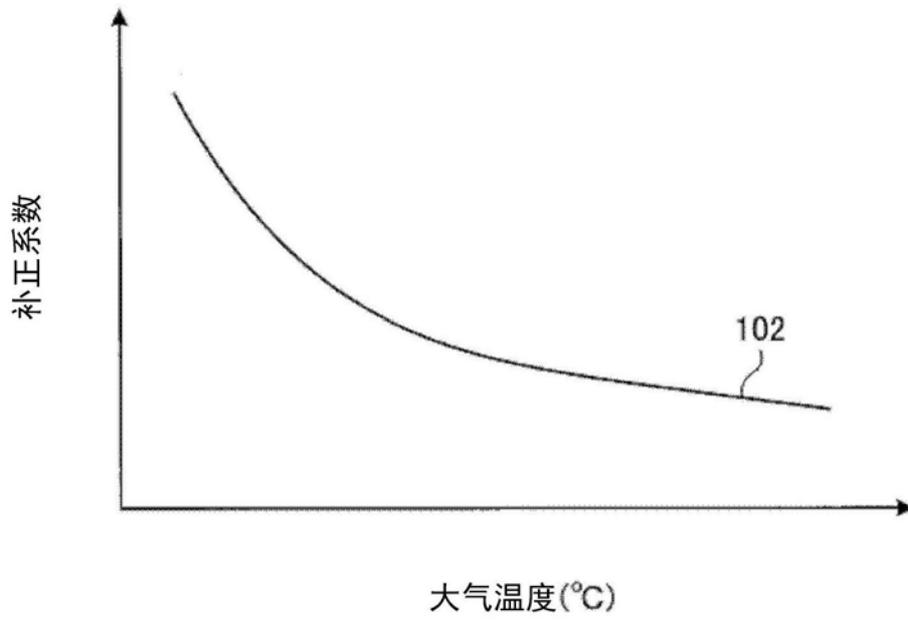


图10

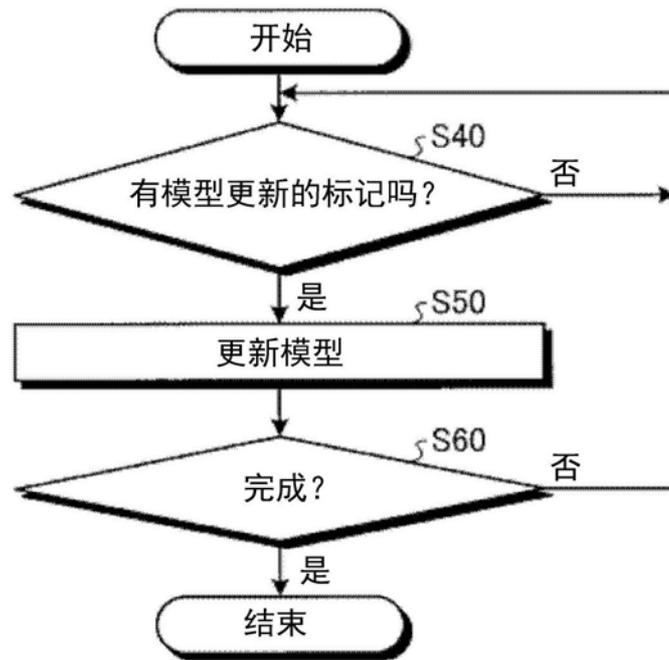


图11

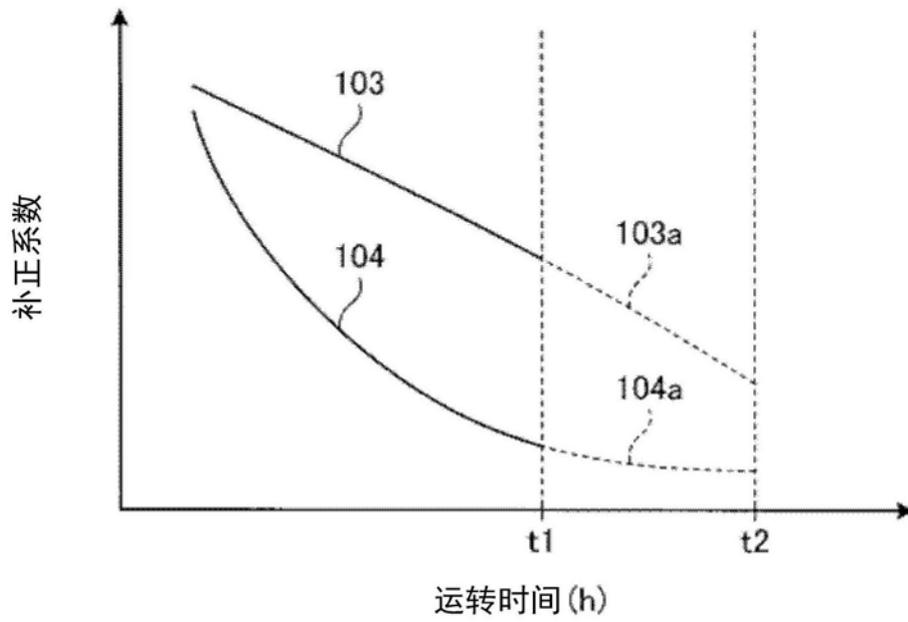


图12

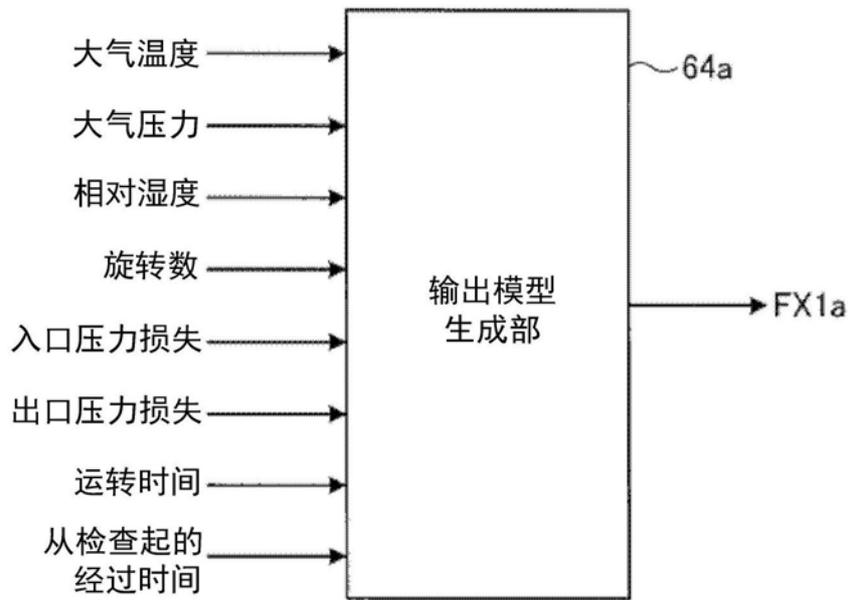


图13

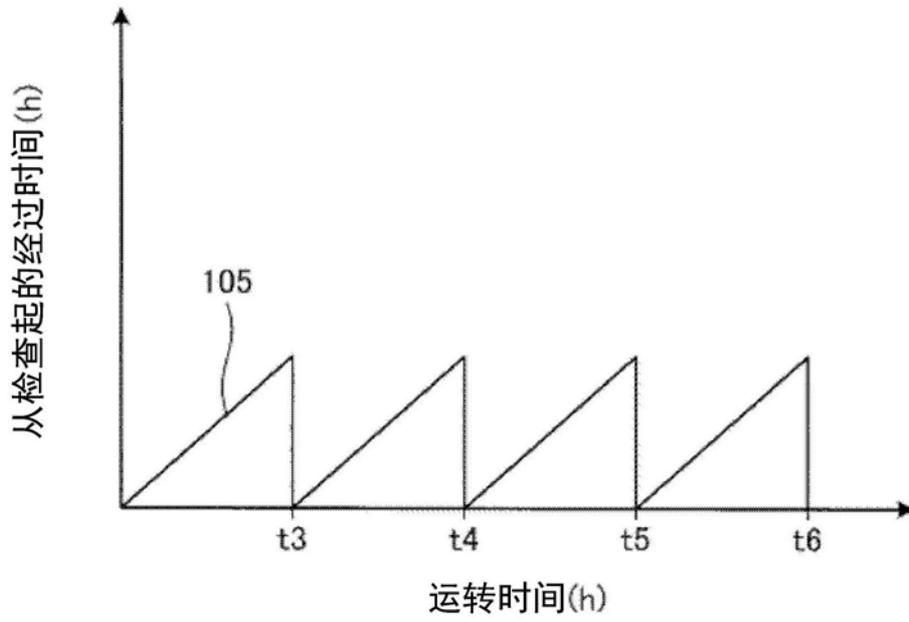


图14

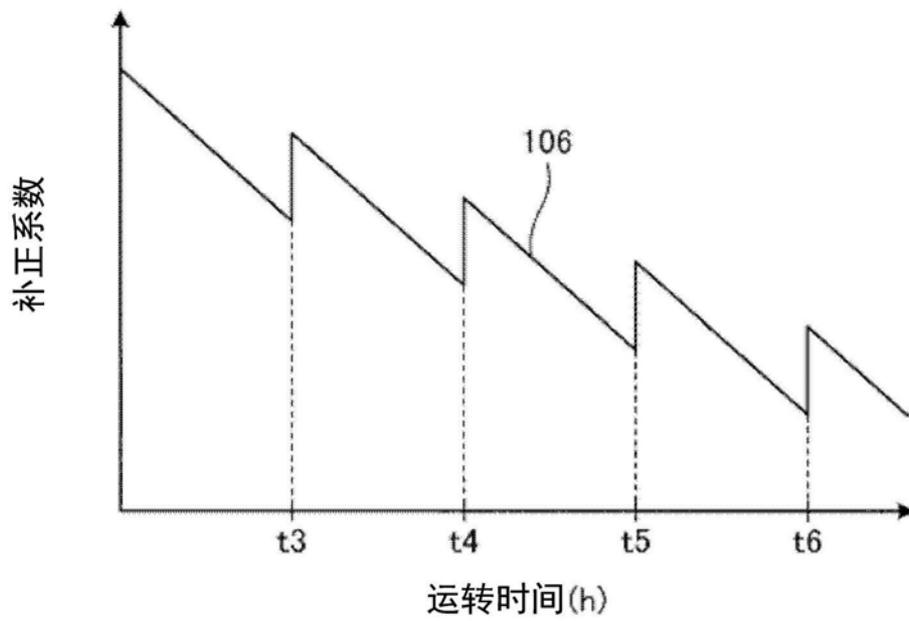


图15