(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116710713 A
(43)申请公布日 2023.09.05

(21)申请号 202180087604.2

(22)申请日 2021.12.21

(30)优先权数据
2020-218484 2020.12.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.06.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/047399 2021.12.21

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/145297 JA 2022.07.07

(71)申请人 大金工业株式会社
地址 日本大阪府大阪市

(72)发明人 阪口荣穗 冈本哲也 浮舟正伦

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 徐丹 马建军

(51)Int.Cl.
F24H 15/375(2006.01)

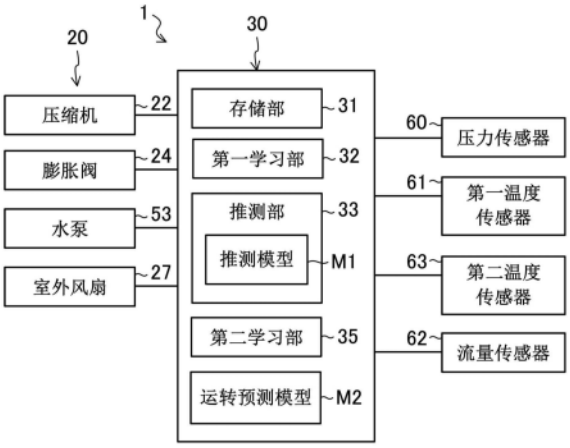
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54)发明名称

热水供给系统

(57)摘要

本公开的热水供给系统(1)包括推测部(33),该推测部(33)根据第一指标的时间序列数据来预测总热水供给需求量,所述第一指标表示多个热水供给对象(4)中的每一个所使用的水的热量。



CN 116710713 A

1.一种热水供给系统,其特征在于:所述热水供给系统包括热水供给装置(10)、多条供给路径(5)、以及推测部(33),

所述热水供给装置(10)具有加热装置(20)、水箱(40)以及水回路(50),所述加热装置(20)对水进行加热,所述水箱(40)贮存由该加热装置(20)加热后的水,该水箱(40)内的水在所述水回路(50)中循环,

多条所述供给路径(5)与多个热水供给对象(4)分别相连接,且多条所述供给路径(5)从所述水箱(40)供水,

所述推测部(33)根据第一指标的时间序列数据来预测总热水供给需求量,所述第一指标表示多个所述热水供给对象(4)中的每一个所使用的水的热量。

2.根据权利要求1所述的热水供给系统,其特征在于:

所述热水供给系统具有第一学习部(32),所述第一学习部(32)将所述时间序列数据与所述总热水供给需求量关联起来进行学习,

所述推测部(33)根据所述第一学习部(32)的学习结果来预测所述总热水供给需求量。

3.根据权利要求2所述的热水供给系统,其特征在于:

所述第一学习部(32)通过机器学习来进行学习。

4.根据权利要求1或3所述的热水供给系统,其特征在于:

所述推测部(33)包括推测模型(M1),所述推测模型(M1)通过机器学习生成为根据所述时间序列数据来预测所述总热水供给需求量,

所述推测部(33)使用所述推测模型(M1)来预测所述总热水供给需求量。

5.根据权利要求1到4中任一项权利要求所述的热水供给系统,其特征在于:

所述第一指标是多个所述热水供给对象(4)中的每一个所使用的水的温度和水的量。

6.根据权利要求1到4中任一项权利要求所述的热水供给系统,其特征在于:

所述第一指标是多个所述热水供给对象(4)中的每一个所使用的水的温度、和每一条所述供给路径(5)中的水压。

7.根据权利要求1到6中任一项权利要求所述的热水供给系统,其特征在于:

所述推测部(33)根据所述时间序列数据、以及所述热水供给对象(4)的数量、所述热水供给对象(4)的种类和所述热水供给对象(4)的水龙头规格中的一者,来预测所述总热水供给需求量。

8.根据权利要求1到7中任一项权利要求所述的热水供给系统,其特征在于:

所述推测部(33)根据已选择出的所述热水供给对象(4)的所述时间序列数据来预测所述总热水供给需求量。

9.根据权利要求1到8中任一项权利要求所述的热水供给系统,其特征在于:

所述热水供给系统具有控制部(30),所述控制部(30)根据所述总热水供给需求量来控制所述加热装置(20)的运转。

10.根据权利要求9所述的热水供给系统,其特征在于:

所述热水供给系统具有第二学习部(35),所述第二学习部(35)将所述总热水供给需求量与所述加热装置(20)的运转状态关联起来进行学习,

所述控制部(30)根据所述第二学习部(35)的学习结果来控制所述加热装置(20)的运转。

11.根据权利要求10所述的热水供给系统,其特征在于:

所述第二学习部(35)通过机器学习来进行学习。

12.根据权利要求9或11所述的热水供给系统,其特征在于:

所述控制部(30)包括运转预测模型(M2),所述运转预测模型(M2)通过机器学习生成为根据所述总热水供给需求量来预测对所述加热装置(20)的运转控制,

所述控制部(30)使用该运转预测模型(M2)来控制所述加热装置(20)的运转。

13.根据权利要求1到12中任一项权利要求所述的热水供给系统,其特征在于:

所述加热装置(20)是热泵式。

热水供给系统

技术领域

[0001] 本公开涉及一种热水供给系统。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了一种热水供给系统，其具有燃料电池或燃气发动机等热水产生机构、以及利用由热水产生机构排出的热量的热水贮存槽。该热水供给系统通过学习热水供给的需求模式，提供燃料电池的最佳运转计划。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本公开专利公报特开2006－183947号公报

发明内容

[0006] －发明要解决的技术问题－

[0007] 专利文献1的热水供给系统以浴缸放水和淋浴器的热水供给量为主，来学习热水供给的需求模式。因此，在对多个热水供给对象进行热水供给的情况下，对所需的热水供给的热量进行预测的预测精度未必很高。

[0008] 本公开的目的在于：针对具有多个热水供给对象和向该热水供给对象进行热水供给的贮水箱的热水供给系统，提高总热水供给需求量的预测精度。

[0009] －用于解决技术问题的技术方案－

[0010] 本公开的第一方面是一种热水供给系统，所述热水供给系统包括热水供给装置10、多条供给路径5、以及推测部33，

[0011] 所述热水供给装置10具有加热装置20、水箱40以及水回路50，所述加热装置20对水进行加热，所述水箱40贮存由该加热装置20加热后的水，该水箱40的水在所述水回路50中循环，

[0012] 多条所述供给路径5与多个热水供给对象4分别相连接，且多条所述供给路径5从所述水箱40供水，

[0013] 所述推测部33根据第一指标的时间序列数据来预测总热水供给需求量，所述第一指标表示多个所述热水供给对象4中的每一个所使用的水的热量。

[0014] 在第一方面中，由于根据各热水供给对象4所使用的水的热量的时间序列数据来推测总热水供给需求量，因此能够提高总热水供给需求量的预测精度。

[0015] 第二方面在第一方面的基础上，

[0016] 所述热水供给系统具有第一学习部32，所述第一学习部32将所述时间序列数据与所述总热水供给需求量关联起来进行学习，

[0017] 所述推测部33根据所述第一学习部32的学习结果来预测所述总热水供给需求量。

[0018] 在第二方面中，能够利用第一学习部32来预测总热水供给需求量。

[0019] 第三方面在第二方面的基础上，

[0020] 所述第一学习部32通过机器学习来进行学习。

[0021] 在第三方面中，第一学习部32能够通过机器学习来进行学习。根据机器学习的学习结果，能够预测总热水供给需求量。

[0022] 第四方面在第一方面或第三方面的基础上，

[0023] 所述推测部33包括推测模型M1，所述推测模型M1通过机器学习生成为根据所述时间序列数据来预测所述总热水供给需求量，

[0024] 所述推测部33使用所述推测模型M1来预测所述总热水供给需求量。

[0025] 在第四方面中，能够使用推测模型M1来预测总热水供给需求量。

[0026] 第五方面在第一方面到第四方面中任一方面的基础上，

[0027] 所述第一指标是多个所述热水供给对象4中的每一个所使用的水的温度和水的量。

[0028] 在第五方面中，能够根据热水供给对象4所使用的水的温度和水的量来求出第一指标。

[0029] 第六方面在第一方面到第四方面中任一方面的基础上，

[0030] 所述第一指标是多个所述热水供给对象4中的每一个所使用的水的温度、和每一条所述供给路径5中的水压。

[0031] 在第六方面中，能够根据在与各热水供给对象4相连的供给路径5中流动的水的水压和水的温度、以及从水箱40流出的水的量求出第一指标。

[0032] 第七方面在第一方面到第六方面中任一方面的基础上，

[0033] 所述推测部33根据所述时间序列数据、以及所述热水供给对象4的数量、所述热水供给对象4的种类和所述热水供给对象4的水龙头规格中的至少一者，来预测所述总热水供给需求量。

[0034] 在第七方面中，作为用于预测总热水供给需求量的信息，除了各热水供给对象4所使用的水的热量的时间序列数据以外，还包含各热水供给对象的规定的信息。就这样，由于具有多个能够用于预测总热水供给需求量的有用的信息，因此与仅根据水的热量的时间序列数据这一信息进行预测相比，能够提高总热水供给需求量的预测精度。

[0035] 第八方面在第一方面到第七方面中任一方面的基础上，

[0036] 所述推测部33根据已选择出的所述热水供给对象4的所述时间序列数据来预测所述总热水供给需求量。

[0037] 在第八方面中，能够省略对总热水供给需求量的预测影响较小的热水供给对象的计算。通过省去会降低预测精度的噪声性质的热水供给对象，能够提高总热水供给需求量的预测精度。

[0038] 第九方面在第一方面到第八方面中任一方面的基础上，

[0039] 所述热水供给系统具有控制部30，所述控制部30根据所述总热水供给需求量来控制所述加热装置20的运转。

[0040] 在第九方面中，通过预测对加热装置20的运转控制，能够使加热装置20高效率地运转。

[0041] 第十方面在第九方面的基础上，

[0042] 所述热水供给系统具有第二学习部35，所述第二学习部35将所述总热水供给需求

量与所述加热装置20的运转状态关联起来进行学习，

[0043] 所述控制部30根据所述第二学习部35的学习结果来控制所述加热装置20的运转。

[0044] 在第十方面中，能够根据第二学习部35的学习结果来控制加热装置20的运转。

[0045] 第十一方面在第十方面的基础上，

[0046] 所述第二学习部35通过机器学习来进行学习。

[0047] 在第十一方面中，第二学习部35能够通过机器学习来进行学习。根据机器学习的学习结果，能够预测对加热装置20的运转控制。

[0048] 第十二方面在第九方面或第十一方面的基础上，

[0049] 所述控制部30包括运转预测模型M2，所述运转预测模型M2通过机器学习生成为根据所述总热水供给需求量来预测对所述加热装置20的运转控制，

[0050] 所述控制部30使用该运转预测模型M2来控制所述加热装置20的运转。

[0051] 在第十二方面中，能够使用运转预测模型M2来预测对所述加热装置20的运转控制。

[0052] 第十三方面在第一方面到第十二方面中任一方面的基础上，

[0053] 所述加热装置20是热泵式。

[0054] 在第十三方面中，即使在启动能力相对较低的热泵中，也能够降低热水用尽的风险，并且能够使加热装置20高效率地运转。

附图说明

[0055] 图1是实施方式所涉及的热水供给系统的整体结构图；

[0056] 图2是热水供给系统的方框图；

[0057] 图3是示出制冷剂在加热装置的运转状态下的流动情况的图；

[0058] 图4是示出热水供给系统的工作情况的流程图；

[0059] 图5是示出总热水供给需求量与对加热装置的运转控制之间的关系的图；

[0060] 图6是实施方式的变形例1所涉及的热水供给系统的方框图；

[0061] 图7是实施方式的变形例2所涉及的热水供给系统的方框图；

[0062] 图8是示出热水供给系统的工作情况的流程图；

[0063] 图9是实施方式的变形例3所涉及的热水供给系统的方框图；

[0064] 图10是实施方式的变形例4所涉及的热水供给系统的方框图；

[0065] 图11是示出热水供给系统的工作情况的流程图。

具体实施方式

[0066] 下面，参照附图对实施方式进行说明。需要说明的是，以下实施方式在本质上仅为优选示例而已，并没有对本发明、其应用对象或其用途的范围加以限制的意图。

[0067] (实施方式)

[0068] 如图1所示，本公开是一种热水供给系统1。热水供给系统1对从水源供给来的水进行加热，并将加热后的水贮存在水箱40中。贮存在水箱40内的热水被供向多个热水供给对象4。水源包括上水道。热水供给对象4包括浴缸、淋浴器、水龙头等。

[0069] 热水供给系统1具有加热装置20、水箱40、水回路50、供给路径5、第一管道6、压力

传感器60、温度传感器61、63以及控制部30。

[0070] 〈加热装置〉

[0071] 本实施方式的加热装置20是热泵式。加热装置20生成用于对水进行加热的热能。加热装置20是蒸气压缩式。加热装置20具有制冷剂回路21。在制冷剂回路21中填充有制冷剂。制冷剂回路21包括压缩机22、热源热交换器23、膨胀阀24以及利用热交换器25。

[0072] 压缩机22对已吸入的制冷剂进行压缩，并将压缩后的制冷剂喷出。

[0073] 热源热交换器23是空冷式热交换器。热源热交换器23布置在室外。加热装置20具有室外风扇27。室外风扇27布置在热源热交换器23附近。热源热交换器23使由室外风扇27输送来的空气与制冷剂进行热交换。

[0074] 膨胀阀24是对制冷剂进行减压的减压机构。膨胀阀24设置在利用热交换器25的液端部与热源热交换器23的液端部之间。减压机构不限于膨胀阀，也可以是毛细管、膨胀机等。膨胀机将制冷剂的能量作为动力进行回收。

[0075] 利用热交换器25是液冷式热交换器。利用热交换器25具有第一流路25a和第二流路25b。第二流路25b与制冷剂回路21相连接。第一流路25a与水回路50相连接。利用热交换器25使在第一流路25a中流动的水与在第二流路25b中流动的制冷剂进行热交换。

[0076] 在利用热交换器25中，第一流路25a沿着第二流路25b形成。在本实施方式中，在下面详细叙述的加热运转中，在第二流路25b中流动的制冷剂的方向与在第一流路25a中流动的水的方向实质上相反。换句话说，加热运转中的利用热交换器25作为逆流式热交换器发挥作用。

[0077] 〈水箱和水回路〉

[0078] 水箱40是用于贮存水的容器。水箱40形成为纵向较长的圆筒状。水箱40具有圆筒状的躯干部41、封住该躯干部41的下端的底部42、以及封住该躯干部41的上端的顶部43。

[0079] 水箱40内的水在水回路50中循环。利用热交换器25的第一流路25a与水回路50相连接。水回路50包括上游流路51和下游流路52。

[0080] 上游流路51的流入端连接在水箱40的底部42。上游流路51的流出端与第一流路25a的流入端相连接。

[0081] 下游流路52的流入端与第一流路25a的流出端相连接。下游流路52的流出端连接在水箱40的顶部43。

[0082] 水回路50具有水泵53。水泵53使水回路50中的水循环。水泵53输送水箱40内的水，将其送往利用热交换器25的第一流路25a。进而，水泵53将水输送到第一流路25a中，再送往水箱40。

[0083] 〈第一管道和供给路径〉

[0084] 第一管道6的流入端连接在水箱40上。第一管道6的流出端与多条供给路径5的各流入端相连接。各供给路径5的流出端连接在各热水供给对象4上。

[0085] 〈压力传感器〉

[0086] 在各供给路径5上连接有压力传感器60。压力传感器60检测供给路径5中的水的压力。换句话说，压力传感器60检测供往各热水供给对象4的水的压力。

[0087] 〈温度传感器〉

[0088] 热水供给系统1具有第一温度传感器61和第二温度传感器63。第一温度传感器61

设置在各热水供给对象4上。第一温度传感器61检测热水供给对象4所使用的水的温度。第二温度传感器63设置在第一管道6的流入端。第二温度传感器63检测从水箱40流入到第一管道6中的水的温度。

[0089] 〈流量传感器〉

[0090] 在第一管道6的流入端设置有流量传感器62。流量传感器62检测已从水箱40流入到第一管道6中的水的量。

[0091] 〈控制部〉

[0092] 图2所示的控制部30具有微型计算机和存储设备(具体而言是半导体存储器),所述存储设备存储用于使该微型计算机工作的软件。控制部30通过有线或无线的方式与热水供给装置10的各种装置和传感器相连接。控制部30控制加热装置20和水回路50上的设备。水回路50上的设备包括水泵53。

[0093] 控制部30包括存储部31、第一学习部32、推测部33以及第二学习部35。

[0094] 存储部31存储第一指标的时间序列数据。第一指标表示各热水供给对象4所使用的水的热量。具体而言,第一指标是各热水供给对象4所使用的水的温度、和各供给路径5中的水压。以下,将第一指标的时间序列数据称为第一时间序列数据。第一时间序列数据是本公开的时间序列数据。

[0095] 此处,总热水供给需求量的意思是:在规定时间内整个热水供给装置10所使用的水的热量。总热水供给需求量相当于各热水供给对象4所使用的水的热量之和。

[0096] 存储部31将实际的总热水供给需求量存储为时间序列数据。实际的总热水供给需求量是通过利用检测装置测量从水箱40流出到第一管道6的水的热量而求出的。具体而言,总热水供给需求量是根据流量传感器62和第二温度传感器63的值求出的。将存储在存储部31中的总热水供给需求量的时间序列数据称为第二时间序列数据。

[0097] 第一学习部32将存储在存储部31中的规定期间内的第一时间序列数据、与和该第一时间序列数据相同时间段内的第二时间序列数据关联起来进行学习。第一学习部32通过机器学习来进行学习。

[0098] 推测部33根据第一时间序列数据预测热水供给需求量。具体而言,推测部33根据第一学习部32学习后的学习结果预测总热水供给需求量。更具体而言,推测部33使用学习完毕推测模型M1来预测总热水供给需求量,所述学习完毕推测模型M1是通过机器学习将存储在存储部31中的第一时间序列数据与第二时间序列数据关联起来进行学习而得到的。推测部33预测规定时间内的总热水供给需求量,例如次日一天中的总热水供给需求量。此处,如图5所示,由推测部33预测的总热水供给需求量也可以是按照每一定时间(例如1小时)变化的时间序列数据。

[0099] 推测模型M1包含在推测部33中。推测模型M1生成为根据第一时间序列数据来预测总热水供给需求量。推测模型M1被构建成通过机器学习而获得了预测能力的多层神经网络。本实施方式的推测模型M1是通过“监督学习”生成的。用于生成推测模型M1的神经网络使用学习数据和识别函数进行学习。学习数据是由输入数据和与输入数据相对应的训练数据构成的数据对的集合。

[0100] 输入数据是保存在存储部31中的规定期间内的第一时间序列数据。具体而言,输入数据是规定期间内的供给路径5中的水压的时间序列数据、以及与该供给路径5相连的热

水供给对象4所使用的水的温度的时间序列数据。训练数据是与输入数据相同期间内的第二时间序列数据。通过使神经网络使用上述那样的学习数据进行“监督学习”,作为学习结果,生成学习完毕推测模型M1。

[0101] 推测部33就这样使用学习完毕推测模型M1来预测总热水供给需求量。推测部33通过将保存在存储部31中的规定期间内(例如,到前一天为止的一周)的第一时间序列数据输入到学习完毕推测模型M1中,来输出总热水供给需求量。推测部33就这样预测总热水供给需求量。

[0102] 第二学习部35将总热水供给需求量与加热装置20的运转状态关联起来进行学习。第二学习部35通过机器学习来进行学习。控制部30根据第二学习部35的学习结果,控制加热装置20的运转。具体而言,控制部30使用运转预测模型M2来控制加热装置20的运转。

[0103] 控制部30包含运转预测模型M2。运转预测模型M2通过机器学习生成为根据总热水供给需求量来预测对加热装置20的运转控制。控制部30使用这样的学习完毕的运转预测模型M2,控制加热装置20的运转。

[0104] 运转预测模型M2是通过“强化学习”生成的。具体而言,第二学习部35将回报(reward)设定为一天的电费,将状态变量设定为加热装置20的运转状态。此处,加热装置20的运转状态是指例如加热装置20的开启状态或关闭状态。第二学习部35将规定期间内的第二时间序列数据作为输入数据,输入到运转预测模型M2中。由此,第二学习部35为了使加热装置20运转一天所需的电费最小化而进行学习。通过将由推测部33预测出的总热水供给需求量输入到这样生成的学习完毕运转预测模型M2中,便能够进行对使功率最小化那样的加热装置20的运转控制。

[0105] 〈加热运转〉

[0106] 如图3所示,控制部30控制加热装置20进行加热运转。具体而言,控制部30使压缩机22和室外风扇27运转。控制部30适当地调节膨胀阀24的开度。控制部30使水泵53运转。

[0107] 由压缩机22压缩后的制冷剂流经利用热交换器25的第二流路25b。在利用热交换器25中,第二流路25b中的制冷剂向第一流路25a中的水放热。在第二流路25b中放热后、或者说是冷凝后的制冷剂,在被膨胀阀24减压后,流经热源热交换器23。在热源热交换器23中,制冷剂从室外空气吸热而蒸发。在热源热交换器23中蒸发后的制冷剂被吸入压缩机22中。

[0108] 在水回路50中,水箱40内的水向上游流路51流出。上游流路51中的水流经利用热交换器25的第一流路25a。第一流路25a中的水被加热装置20中的制冷剂加热。

[0109] 水箱40内的被加热后的水经由第一管道6流经规定的供给路径5。流经供给路径5的水从与该供给路径5相连的热水供给对象4流出到外部。

[0110] 〈热水供给系统的工作情况〉

[0111] 接下来,参照图4对本例的热水供给系统1的工作情况的一例进行说明。

[0112] 在步骤ST1中,控制部30将到前一天为止的一周的第一时间序列数据输入到学习完毕推测模型M1中。

[0113] 在步骤ST2中,控制部30从步骤ST1的学习完毕推测模型M1输出次日(将来)的总热水供给需求量。此处输出的总热水供给需求量是次日的按照每1小时变化的时间序列数据。

[0114] 在步骤ST3中,控制部30将在步骤ST2中输出的次日的总热水供给需求量输入到学

习完毕运转预测模型M2中。

[0115] 在步骤ST4中，控制部30从学习完毕运转预测模型M2输出次日的对加热装置20的运转控制。此处输出的运转控制例如是如图5所示那样，在次日一天中按照每隔1小时使加热装置20成为开启状态或关闭状态的运转计划。控制部30根据该运转计划控制加热装置20的加热运转。加热装置20根据已预测出的总热水供给需求量将水箱40内的水烧热，以便能够将各时间段所需的热水供给量供向热水供给对象4。

[0116] 在步骤ST5中，控制部30根据在步骤ST4中输出的对加热装置20的运转控制，控制加热装置20的加热运转。例如，在图5的运转计划中，控制部30控制加热装置20的加热运转，将水箱40内的水烧热，以便将13点～14点所需的热水供给量供向热水供给对象4。另一方面，控制部30控制加热装置20，使得加热装置20在14点～15点不进行加热运转。这是因为，在该运转计划中，根据14点～15点所需的热水供给量和水箱40中剩余的热水储量判断出，在14点～15点不进行加热运转更有效率之故。然后，控制部30控制加热装置20的加热运转，根据15点以后的各时间段所需的热水供给量将水箱40内的水烧热。

[0117] (实施方式的效果)

[0118] 本实施方式的热水供给系统1包括推测部33，所述推测部33根据第一指标的时间序列数据(第一时间序列数据)来预测总热水供给需求量，所述第一指标表示多个热水供给对象4各自使用的水的热量。这样一来，由于根据各热水供给对象4的第一指标来推测总热水供给需求量，因此与仅根据热水供给量相对较多的热水供给对象4(例如，淋浴器和浴缸)来推测的情况相比，能够提高总热水供给需求量的预测精度。

[0119] 另外，即使是例如集中住宅那样，在一栋建筑物中入住有多户的住宅，也能够提高该住宅的总热水供给需求量的预测精度。具体说明的话，在集中住宅中，各热水供给对象4所使用的热水供给量根据各户而不同。因此，在例如户A所使用的淋浴器和浴缸的热水供给量比其他户的热水供给量多的情况下，该户A的热水供给量的预测值会影响集中住宅整体的预测值，其结果是，其他家庭的热水供给量的预测精度可能变低。但根据本实施方式的热水供给系统1，根据集中住宅中各户的各热水供给对象4的第一指标的时间序列数据，来推测集中住宅整体的总热水供给需求量。这样一来，能够提高集中住宅整体的总热水供给需求量的预测精度，进而也能够提高各家庭的总热水供给需求量的预测精度。

[0120] 实施方式的热水供给系统1具有第一学习部32，所述第一学习部32将第一时间序列数据与第二时间序列数据(总热水供给需求量)关联起来进行学习。推测部33根据第一学习部32的学习结果，预测总热水供给需求量。这样一来，能够根据第一学习部32的学习结果来预测总热水供给需求量。

[0121] 在实施方式的热水供给系统1中，第一学习部32通过机器学习来进行学习。这样一来，能够根据通过机器学习得到的学习结果来预测总热水供给需求量。

[0122] 在实施方式的热水供给系统1中，推测部33包括推测模型M1，并使用推测模型M1来预测总热水供给需求量，所述推测模型M1通过机器学习生成为根据第一时间序列数据来预测总热水供给需求量。在本例中，通过监督学习生成基于规定期间内的第一时间序列数据的学习完毕推测模型M1。通过使用这样的学习完毕推测模型M1，能够可靠地提高总热水供给需求量的预测精度。

[0123] 此外，学习完毕推测模型M1通过顺序学习进行更新。因此，热水供给系统1的使用

次数越多，学习完毕推测模型M1的更新次数也越多，其结果是，能够提高从学习完毕推测模型M1输出的总热水供给需求量的预测精度。

[0124] 在实施方式的热水供给系统1中，第一指标是多个热水供给对象4各自所使用的水的温度、和各条供给路径5中的水的压力。通过将热水供给对象4所使用的水的温度的时间序列数据、和与该热水供给对象4相连的供给路径5中的水压的时间序列数据作为输入数据，将第二时间序列数据作为训练数据，便能够通过监督学习生成学习完毕推测模型M1。

[0125] 在实施方式的热水供给系统1中具有控制部30，所述控制部30根据总热水供给需求量来控制加热装置20的运转。这样一来，加热装置20能够根据例如次日的各时间段内热水供给对象4所需的水的热量进行运转。

[0126] 实施方式的热水供给系统1具有第二学习部35，控制部30根据第二学习部35的学习结果来控制加热装置20的运转，所述第二学习部35将总热水供给需求量与加热装置20的运转状态关联起来进行学习。这样一来，能够根据第二学习部35的学习结果来控制加热装置20的运转。

[0127] 在实施方式的热水供给系统1中，第二学习部35通过机器学习来进行学习。这样一来，能够根据通过机器学习得到的学习结果来预测对加热装置20的运转控制。

[0128] 在实施方式的热水供给系统1中，控制部30包含运转预测模型M2，并使用该运转预测模型M2来控制加热装置20的运转，所述运转预测模型M2通过机器学习生成为根据总热水供给需求量来预测对加热装置20的运转控制。在本例中，使用通过机器学习而习得的运转预测模型M2，便能够使加热装置20高效率地运转，并且能够控制加热装置20的运转而使得一天的电费与这之前过去一天的电费相比最少。由于能够根据总热水供给需求量来对加热装置20进行运转控制，因此能够抑制在热水供给过程中水箱40内的热水用尽的情况。

[0129] 此外，学习完毕运转预测模型M2通过顺序学习进行更新。因此，热水供给系统1的使用次数越多，学习完毕运转预测模型M2的更新次数也越多，其结果是，能够预测出节省电费的运转控制。因此，本例的热水供给系统1的使用次数越多，越能够降低一天的电费。

[0130] 在实施方式的热水供给系统1中，加热装置20是热泵式。这样一来，即使在启动能力相对较低的热泵中，也能够降低热水用尽的风险，实现高效率的运转。

[0131] (变形例1)

[0132] 在本例的热水供给系统1中，推测部33包含预先已进行过学习的学习完毕的推测模型M1。下面，对与上述实施方式不同的结构进行说明。

[0133] 如图6所示，控制部30不具有第一学习部32。本例的推测模型M1在用户使用热水供给系统1之前(热水供给系统1出厂前)已预先生成为根据第一时间序列数据来预测总热水供给需求量。

[0134] 本例的推测模型M1也是通过“监督学习”生成的。保存在数据服务器中的规定的学习数据被输入到推测模型M1中。具体而言，在输入数据中，包含全国的用户信息(构成家庭的人数、年龄、性别、居住地域)、各用户所拥有的热水供给对象4的信息(热水供给对象的数量、种类和水龙头信息)、以及与各用户所拥有的热水供给系统1的热水供给对象4相连的供给路径5中的水压的时间序列数据和该热水供给对象所使用的水的温度的时间序列数据等。训练数据是保存在数据服务器中的第二时间序列数据。在数据服务器中保存有过去几年的时间序列数据。

[0135] 使用这样的学习数据使神经网络进行“监督学习”。作为学习结果，生成本例的学习完毕推测模型M1。推测部33使用学习完毕推测模型M1来预测总热水供给需求量。

[0136] 在存储部31中保存有用户数据。用户数据包含家庭结构(家庭的人数、年龄、性别等)、居住地域等信息。

[0137] 就这样，在本例的热水供给系统1中，也根据各热水供给对象的第一时间序列数据来预测总热水供给需求量，因此也能够提高总热水供给需求量的预测精度。特别是，本例的学习完毕推测模型M1是使用保存在数据服务器中的全国用户的第一时间序列数据生成的。因此，与仅输入第一时间序列数据的情况相比，通过将用户的居住地域、家庭结构等信息和第一时间序列数据输入到学习完毕推测模型M1中，能够得到与用户相应的预测精度高的总热水供给需求量。

[0138] 此外，由于热水供给系统1在出厂时就已具备学习完毕推测模型M1，因此用户从开始使用时就能够使用总热水供给需求量的预测精度高的热水供给系统1。

[0139] (变形例2)

[0140] 本例的热水供给系统1使用规定的逻辑式来预测总热水供给需求量。

[0141] 此处，热水供给需求量的意思是：在规定期间内所使用的、每个热水供给对象4的水的热量。热水供给需求量相当于各热水供给对象4所使用的水的热量之和。

[0142] 本例的热水供给系统1根据各热水供给对象4所使用的水的热量在规定期间内的时间序列数据，来预测各热水供给对象4的热水供给需求量。然后，热水供给系统1根据该已预测出的各热水供给对象4的热水供给需求量，来预测总热水供给需求量。下面，对与上述实施方式和上述变形例1不同的结构进行说明。

[0143] 如图7所示，在本例的热水供给系统1中，控制部30具有运算部34。本例的控制部30不具有推测模型M1。第一学习部32不进行机器学习。

[0144] 运算部34根据存储在存储部31中的第一时间序列数据，求出规定期间内的各热水供给对象4的热水供给需求量的时间序列数据。

[0145] 推测部33根据由运算部34求出的规定期间内的各热水供给对象4的热水供给需求量，预测各热水供给对象4的热水供给需求量。各热水供给对象4的热水供给需求量的预测通过使用规定的逻辑式和第一系数来进行。由推测部33预测的总热水供给需求量也可以是次日的按照每一定时间(例如1小时)变化的时间序列数据。推测部33根据已预测出的各热水供给对象4的热水供给需求量，来预测总热水供给需求量。总热水供给需求量的预测通过使用规定的逻辑式和第二系数来进行。第一系数和第二系数由第一学习部32输入到推测部33中。

[0146] 第一学习部32针对各热水供给对象4调节第一系数，以便使由推测部33预测出的规定期间内的热水供给需求量与该规定期间内实际使用的热水供给需求量的残差变小。第一学习部32将调节后的第一系数输入到推测部33中。第一学习部32调节第二系数，以便使已由推测部33预测出的规定期间内的总热水供给需求量与该规定期间内实际使用的总热水供给需求量的残差变小。第一学习部32将第二系数输入到推测部33中。

[0147] 〈热水供给系统的工作情况〉

[0148] 接下来，参照图8对本例的热水供给系统1的工作情况的一例进行说明。步骤ST24～步骤ST26与上述实施方式的步骤ST3～步骤ST5相同，因此省略说明。

[0149] 在步骤ST21中，控制部30根据规定期间内(例如，到前一天为止的一周)的存储在存储部31中的第一时间序列数据，求出该期间内的各热水供给对象4的热水供给需求量的时间序列数据。

[0150] 在步骤ST22中，控制部30使用规定的逻辑式和第一系数，根据在步骤ST21中求出的热水供给需求量的时间序列数据，预测次日的各热水供给对象4的热水供给需求量。

[0151] 在步骤ST23中，控制部30根据在步骤ST22中预测出的各热水供给对象4的次日的热水供给需求量，预测次日的总热水供给需求量。

[0152] 在步骤ST27中，控制部30根据在步骤ST22中预测出的各热水供给对象4的热水供给需求量与实际使用了的各热水供给对象4的热水供给需求量的残差，调节第一系数以使预测误差变小。控制部30将调节后的第一系数输入到推测部33中。

[0153] 在步骤ST28中，控制部30根据在步骤ST23中预测出的总热水供给需求量与实际使用了的总热水供给需求量的残差，调节第二系数以使预测误差变小。控制部30将调节后的第二系数输入到推测部33中。

[0154] 根据本例，在各热水供给对象4的热水供给需求预测中，通过反复调节第一系数的输入，能够使已预测出的各热水供给对象4的热水供给需求量与实际使用了的各热水供给对象4的热水供给需求量的残差变小。进一步，通过反复调节第二系数的输入，能够使已预测出的热水供给需求量与实际使用了的热水供给需求量的残差变小，其结果是，能够提高总热水供给需求量的预测精度。

[0155] (变形例3)

[0156] 在本例的热水供给系统1中，控制部30包含预先已进行过学习的学习完毕运转预测模型M2。下面，对与上述实施方式和上述变形例不同的结构进行说明。

[0157] 如图9所示，本例的控制部30不具有第二学习部35。本例的运转预测模型M2在用户使用热水供给系统1之前(热水供给系统1出厂前)已预先生成为根据总热水供给需求量来预测运转控制。

[0158] 本例的运转预测模型M2是通过“强化学习”生成的。上述实施方式的保存在数据服务器中的输入数据(全国的用户信息(构成家庭的人数、年龄、性别、居住地域)、各用户所拥有的热水供给对象4的信息(热水供给对象的数量、种类和水龙头信息)、以及各用户的总热水供给需求量等)被输入到运转预测模型M2中。通过将回报设定为一天的电费，将状态变量设定为加热装置20的运转状态，来生成学习完毕运转预测模型M2，所述学习完毕运转预测模型M2经过学习而使得加热装置20运转一天所需的电费最小化。就这样，通过将总热水供给需求量输入到学习完毕运转预测模型M2中，来输出对使功率最小化那样的加热装置20的运转控制。

[0159] 就这样，在本例中，使用通过机器学习而习得的运转预测模型M2，能够控制加热装置20而使得一天的电费与这之前过去一天的电费相比最少。特别是，本例的学习完毕运转预测模型M2是使用保存在数据服务器中的全国用户的总热水供给需求量生成的。因此，与仅输入总热水供给需求量的情况相比，通过将用户的居住地域、家庭结构等信息和总热水供给需求量输入到学习完毕运转预测模型M2中，便能够根据用户预测出对降低了电费的加热装置20的运转控制。

[0160] 此外，由于热水供给系统1在出厂时就已经具备学习完毕的运转预测模型M2，因此

用户从开始使用时就能够使用降低一天电费那样的、能够对加热装置20进行运转控制的热水供给系统1。

[0161] (变形例4)

[0162] 本例的热水供给系统1基于规定的控制，根据总热水供给需求量来预测对加热装置20的运转控制。下面，对与上述实施方式和上述变形例不同的结构进行说明。

[0163] 如图10所示，在本例的热水供给系统1中，控制部30具有热水用尽判断部36。控制部30不具有运转预测模型M2。

[0164] 如果在加热装置20处于开启状态时流量传感器62的检测值变成零，热水用尽判断部36则会做出水箱40内没有水(热水用尽)的判断。

[0165] 第二学习部35根据总热水供给需求量学习对降低了热水用尽的风险的加热装置20的运转控制。具体而言，在根据由推测部33预测出的总热水供给需求量来控制加热装置20的运转状态的结果是存在发生热水用尽的时刻的情况下，第二学习部35对当天进行的对加热装置20的运转控制进行修正。通过这样的反馈，第二学习部35修正对加热装置20的运转控制，并预测次日的对加热装置20的运转控制。

[0166] 〈热水供给系统的工作情况〉

[0167] 接下来，参照图11对本例的热水供给系统1的工作情况的一例进行说明。步骤ST41～ST42与上述实施方式的步骤ST1～步骤ST2相同，因此省略说明。

[0168] 在步骤ST43中，控制部30根据由推测部33推测出的总热水供给需求量，预测对加热装置20的运转控制。

[0169] 在步骤ST44中，控制部30以执行在步骤ST43中预测出的运转控制的方式控制加热装置20。

[0170] 在步骤ST45中，控制部30判断在向热水供给对象4供给热水时是否发生了热水用尽的情况。在发生了热水用尽的情况下(步骤ST45中为“是”)，控制部30控制加热装置20以将供给到水箱40内的水烧热(步骤ST44)。在没有发生热水用尽的情况下(步骤ST45中为“否”)，执行步骤ST46。

[0171] 在步骤ST46中，控制部30判断加热装置20一天的运转是否已结束。在运转已结束的情况下(步骤ST46中为“是”)，执行步骤ST47。在运转尚未结束的情况下(步骤ST46中为“否”)，再次执行步骤ST44。

[0172] 在步骤ST47中，控制部30判断加热装置20在一天的运转中是否存在热水用尽的情况。在存在热水用尽的情况下(步骤ST47中为“是”)，执行步骤ST48。

[0173] 在步骤ST48中，控制部30根据热水用尽的时刻、烧热的热水的量、烧热温度等，对运转控制进行修正。

[0174] 根据本例，每当存在热水用尽的情况，控制部30便修正对加热装置20的运转控制。通过基于这样的修正来预测运转控制，能够降低次日发生热水用尽的风险。

[0175] (其他实施方式)

[0176] 上述实施方式和变形例也可以采用如下结构。

[0177] 第一指标也可以是热水供给对象4所使用的水的温度、和与该热水供给对象4相连的供给路径5中的水量。在该情况下，在各供给路径5上设置有测量水的流量的流量传感器(省略图示)。流量传感器通过有线或无线的方式与控制部30相连接。

[0178] 第一指标也可以是各热水供给对象4所使用的水的热量。各热水供给对象4所使用的水的热量的时间序列数据也可以根据热水供给对象4所使用的水的温度的时间序列数据、和与该热水供给对象4相连的供给路径5中的水压的时间序列数据来求出。各热水供给对象4所使用的水的热量的时间序列数据也可以根据热水供给对象4所使用的水的温度的时间序列数据、和与该热水供给对象4相连的供给路径5中的水量的时间序列数据来求出。各热水供给对象4所使用的水的热量的时间序列数据作为输入数据被输入到推测模型M1中。

[0179] 在运转预测模型M2的强化学习中，作为状态变量而设定的加热装置20的运转状态也可以是压缩机22的转速、利用热交换器25的冷凝温度、以及膨胀阀24的开度等。例如，控制部30通过增大压缩机22的转速来加热水箱40内的水，或者通过减小膨胀阀24的开度抑制利用热交换器25的冷凝温度上升，来抑制对水箱40内的水的加热。

[0180] 热水供给系统1也可以具有对各热水供给对象4所使用的水的热量直接进行检测的规定的传感器(省略图示)。在该情况下，将由该传感器检测出的各热水供给对象4所使用的水的热量的时间序列数据输入到推测模型M1中，而不用依靠运算部34。

[0181] 作为输入到推测模型M1中的输入数据，也可以包含热水供给对象4的数量、热水供给对象4的种类和热水供给对象4的水龙头规格中的至少一者。就这样，通过在第一时间序列数据的基础上，再将各热水供给对象4的信息作为输入数据，便能够根据种类已确定的热水供给对象4、和该热水供给对象4的第一时间序列数据来预测总热水供给需求量。例如，如果热水供给对象4是浴缸和淋浴器，浴缸(放洗澡水)和淋浴器在同时或相对较近的时间段(入浴前和入浴中等)使用的情况较多，因此第一学习部32能够根据浴缸的第一时间序列数据，考虑淋浴器的热水供给需求量来学习总热水供给需求量，另外，也可以根据淋浴器的第一时间序列数据，考虑浴缸的热水供给需求量来学习总热水供给需求量。通过使用这样学习后的学习完毕推测模型M1，能够降低发生热水用尽的风险。

[0182] 推测部33要预测的总热水供给需求量也可以是仅在规定的时间段内(例如，从次日的某时刻起1小时)热水供给装置10所使用的水的热量。

[0183] 在上述实施方式中，第二时间序列数据也可以根据水箱40内的热水贮存温度的变化来求出。在该情况下，在水箱40内设置有热水贮存温度传感器(省略图示)。热水贮存温度传感器通过有线或无线的方式与控制部30相连接。例如，在热水贮存温度传感器的温度值降低了的情况下，可知从水箱40供给出了热水且已对水箱40供水。根据热水贮存温度传感器的温度降低了多少，能够求出从水箱40流出的水的热量。

[0184] 推测部33也可以根据已选择出的热水供给对象4的各热水供给用量，来推测总热水供给需求量。这样一来，通过省去会降低预测精度的噪声性质的热水供给对象，能够提高总热水供给需求量的预测精度。

[0185] 推测模型M1也可以通过“无监督学习”生成。在该情况下，神经网络重复进行学习动作，该学习动作通过聚类算法(clustering)将多个输入数据分组成多个类别，使得彼此相似的输入数据(总热水供给需求量)归为同一类别。这样一来，不使用训练数据，便能够生成学习完毕推测模型M1。推测模型M1也可以通过“强化学习”生成。

[0186] 存储部31也可以不设置在控制部30。存储部31也可以保存在能够与控制部30进行通信的规定的服务器中。

[0187] 在上述第二实施方式和变形例中，运转预测模型M2也可以通过“监督学习”或“无监督学习”生成。

[0188] 第一学习部32也可以通过除了上述实施方式和变形例以外的学习方法进行学习。第二学习部35也可以通过除了上述实施方式和变形例以外的学习方法进行学习。

[0189] 以上，对实施方式和变形例进行了说明，但应理解的是可以在不脱离权利要求书的主旨和范围的情况下，对其构成方式和具体情况进行各种改变。只要不影响本公开的对象的功能，还可以对上述实施方式和变形例适当地进行组合和替换。以上所述的“第一”和“第二”等用语仅用于区分包含上述用语的语句，并不是要限定该语句的数量、顺序。

[0190] －产业实用性－

[0191] 综上所述，本公开对于热水供给系统很有用。

[0192] －符号说明－

[0193] M1 推测模型

[0194] M2 运转预测模型

[0195] 4 热水供给对象

[0196] 5 供给路径

[0197] 10 热水供给装置

[0198] 20 加热装置

[0199] 30 控制部

[0200] 32 第一学习部

[0201] 33 推测部

[0202] 35 第二学习部

[0203] 40 水箱

[0204] 50 水回路

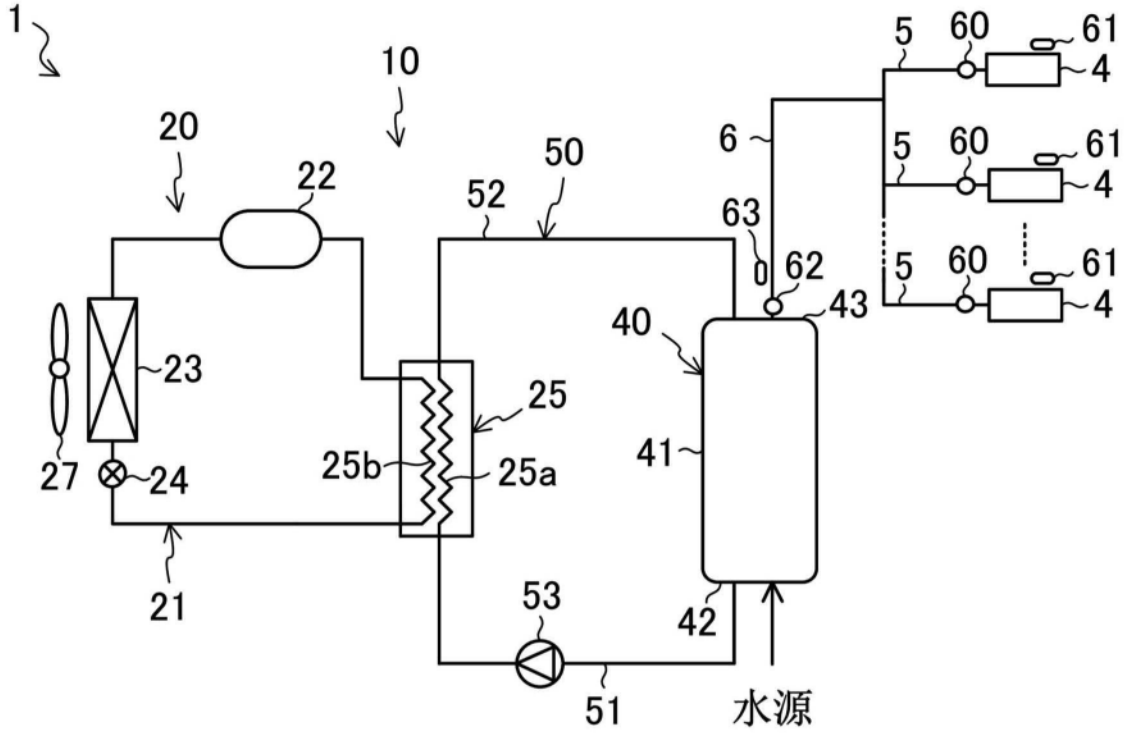

1
10
20
22
50
52
6
5
60
61
4
63
62
43
40
41
42
23
25
25b
25a
27
24
21
53
51
水源

图1

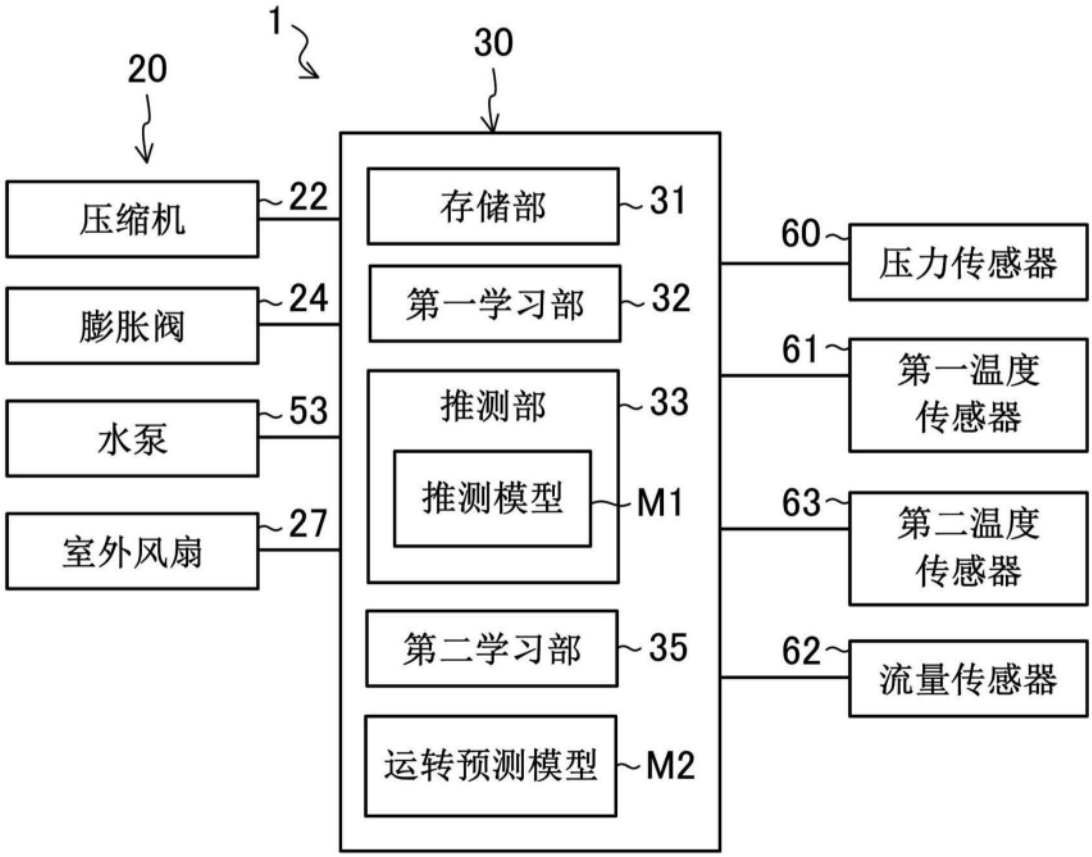

1
20
30
压缩机
22
膨胀阀
24
水泵
53
室外风扇
27
存储部
31
第一学习部
32
推测部
33
推测模型
M1
第二学习部
35
运转预测模型
M2
60
压力传感器
61
第一温度传感器
63
第二温度传感器
62
流量传感器

图2

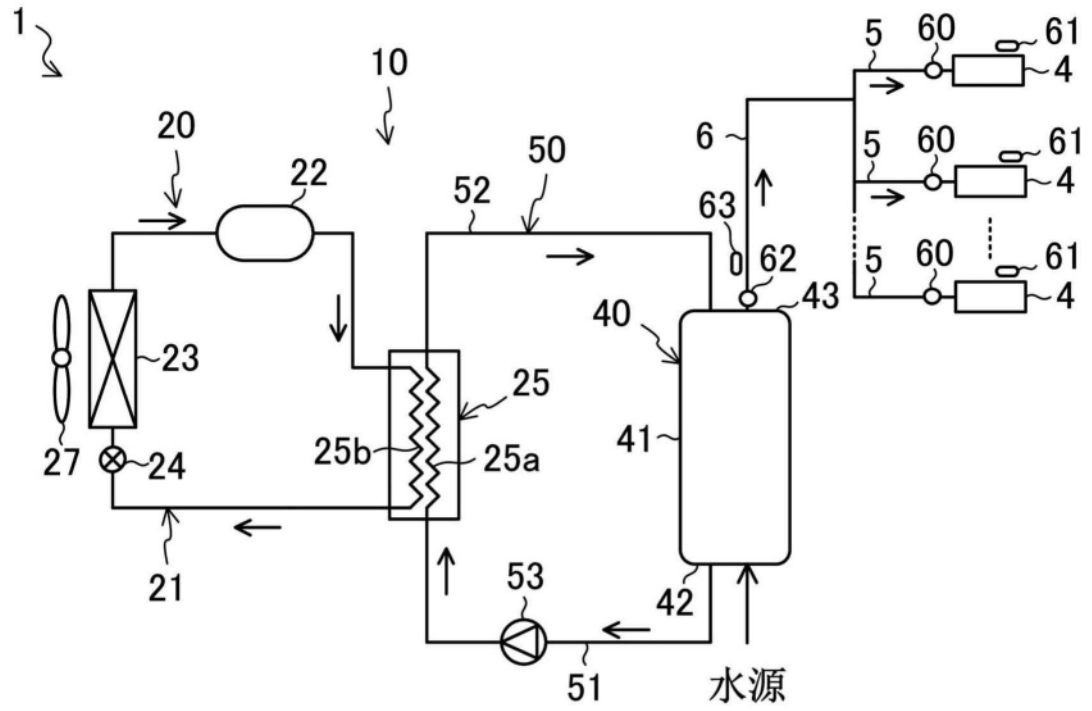

1
10
20
22
50
52
6
63
62
43
40
41
42
53
51
水源
23
27
24
21
25
25b
25a
5
60
61
4

图3

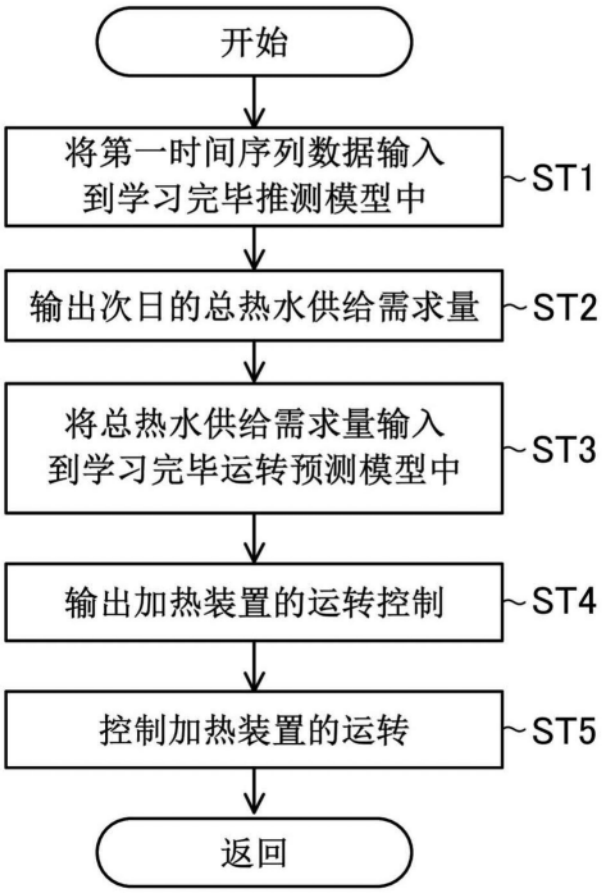

开始
将第一时间序列数据输入到学习完毕推测模型中
ST1
输出次日的总热水供给需求量
ST2
将总热水供给需求量输入到学习完毕运转预测模型中
ST3
输出加热装置的运转控制
ST4
控制加热装置的运转
ST5
返回

图4

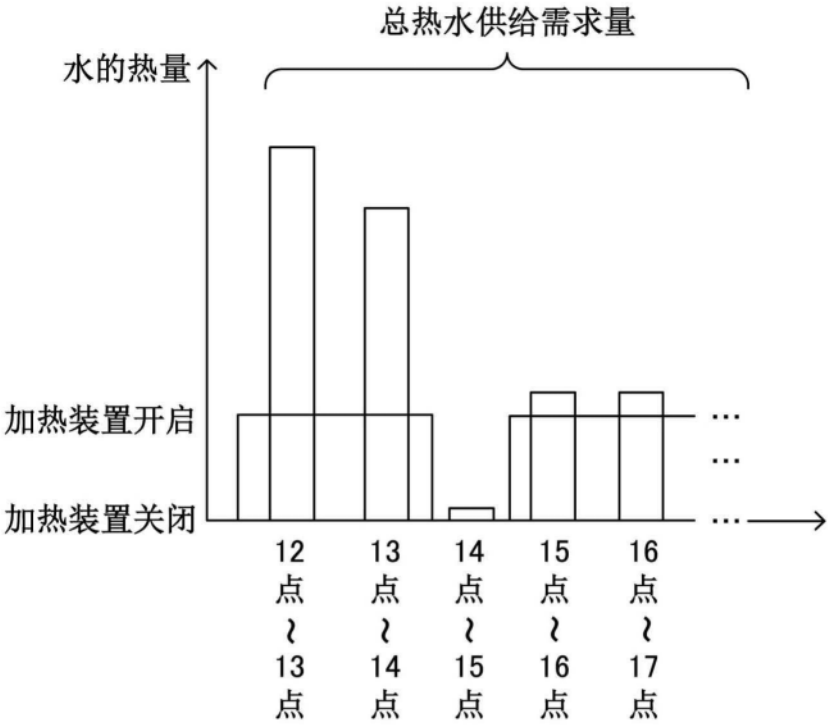

总热水供给需求量
水的热量
加热装置开启
加热装置关闭
…
…
…
12点～13点
13点～14点
14点～15点
15点～16点
16点～17点

图5

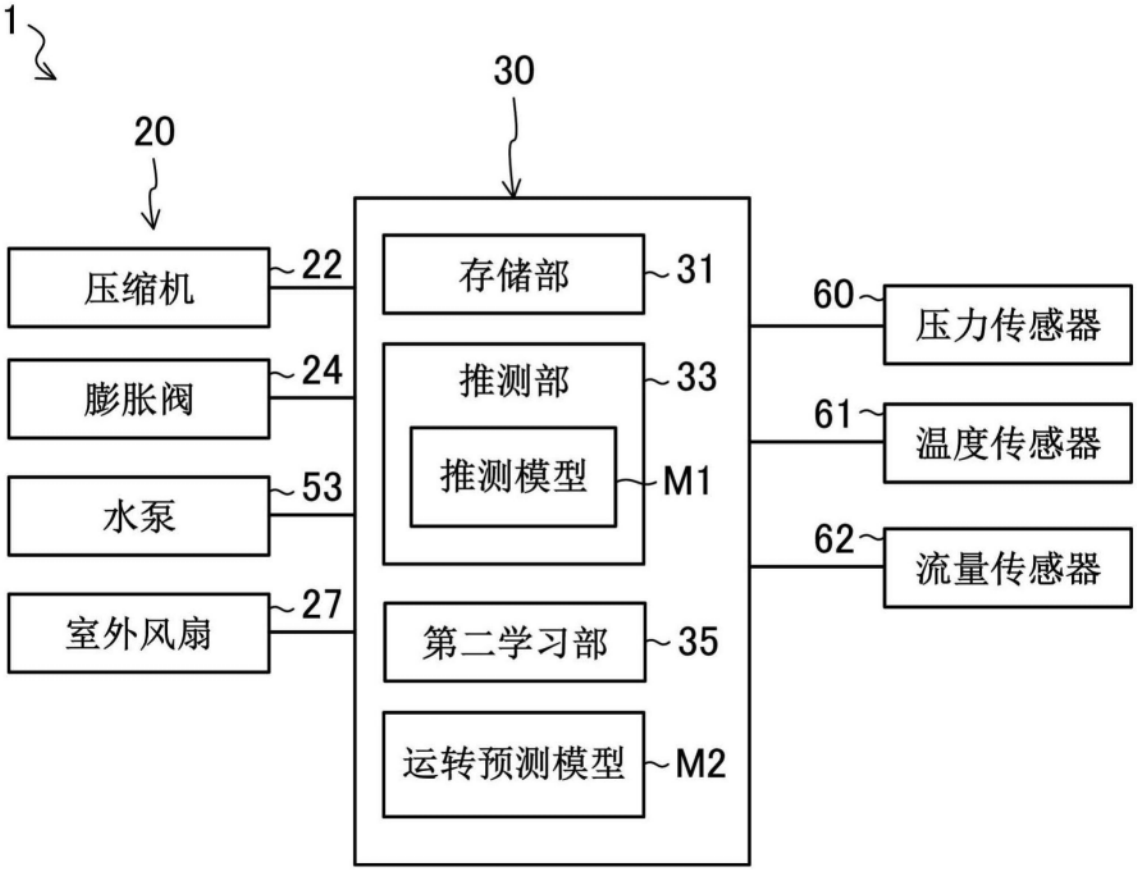

1
20
30
压缩机
22
膨胀阀
24
水泵
53
室外风扇
27
存储部
31
推测部
33
推测模型
M1
第二学习部
35
运转预测模型
M2
60
压力传感器
61
温度传感器
62
流量传感器

图6

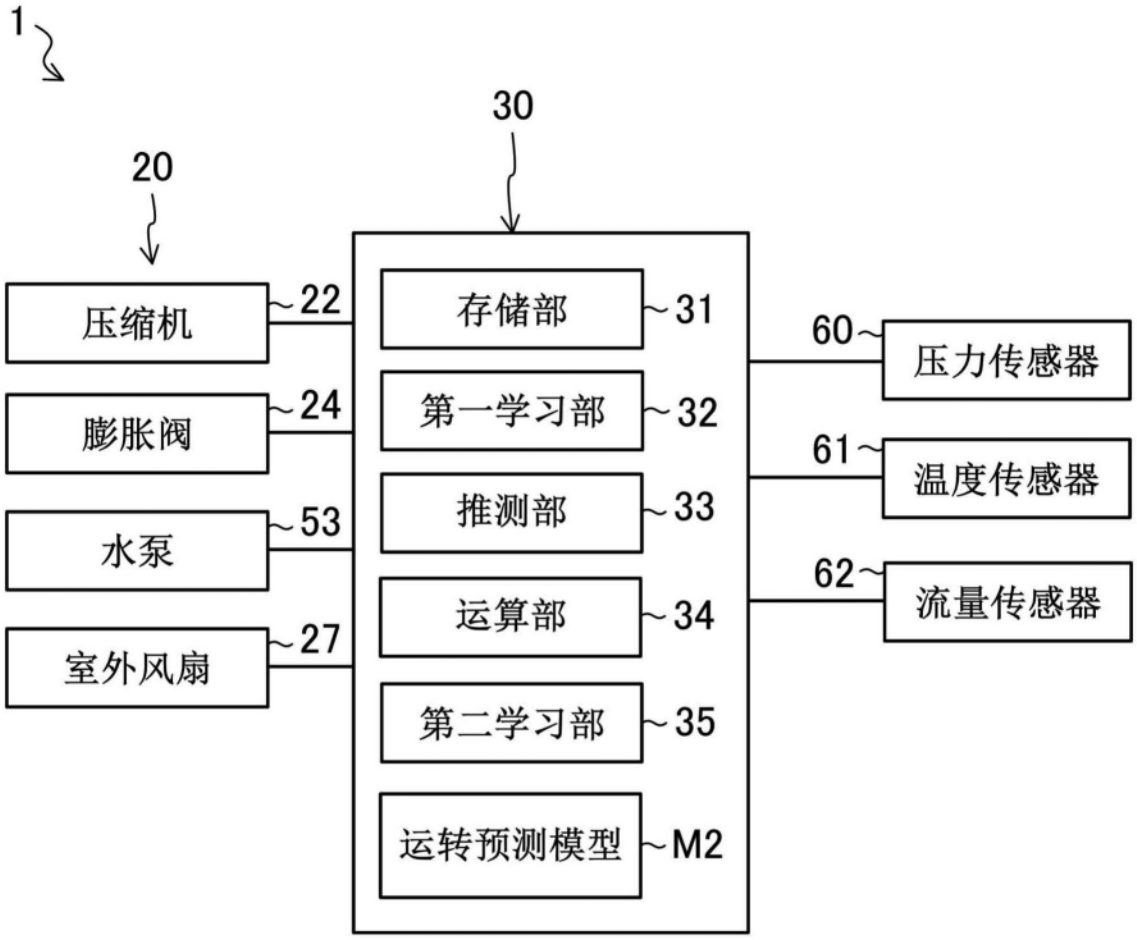

1
30
20
压缩机
22
膨胀阀
24
水泵
53
室外风扇
27
存储部
31
第一学习部
32
推测部
33
运算部
34
第二学习部
35
运转预测模型
M2
60
压力传感器
61
温度传感器
62
流量传感器

图7

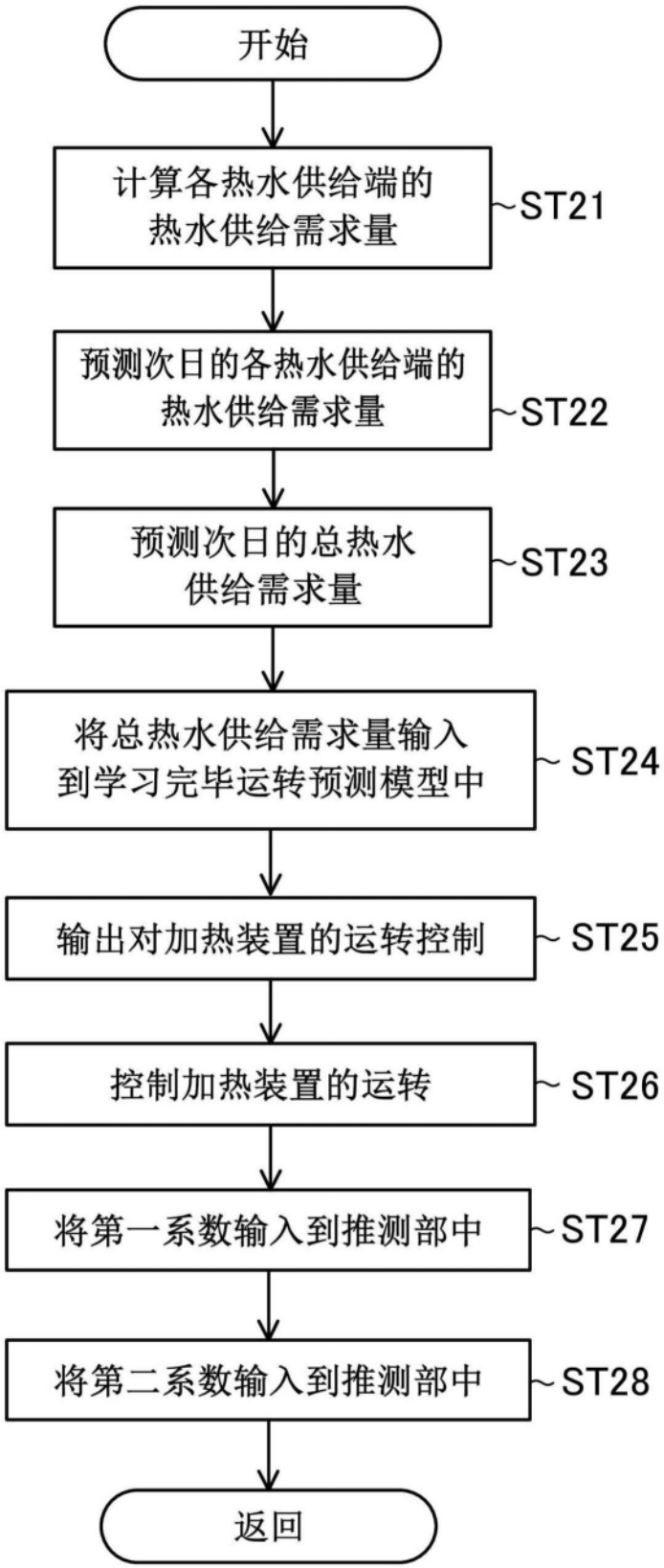

开始
计算各热水供给端的热水供给需求量
ST21
预测次日的各热水供给端的热水供给需求量
ST22
预测次日的总热水供给需求量
ST23
将总热水供给需求量输入到学习完毕运转预测模型中
ST24
输出对加热装置的运转控制
ST25
控制加热装置的运转
ST26
将第一系数输入到推测部中
ST27
将第二系数输入到推测部中
ST28
返回

图8

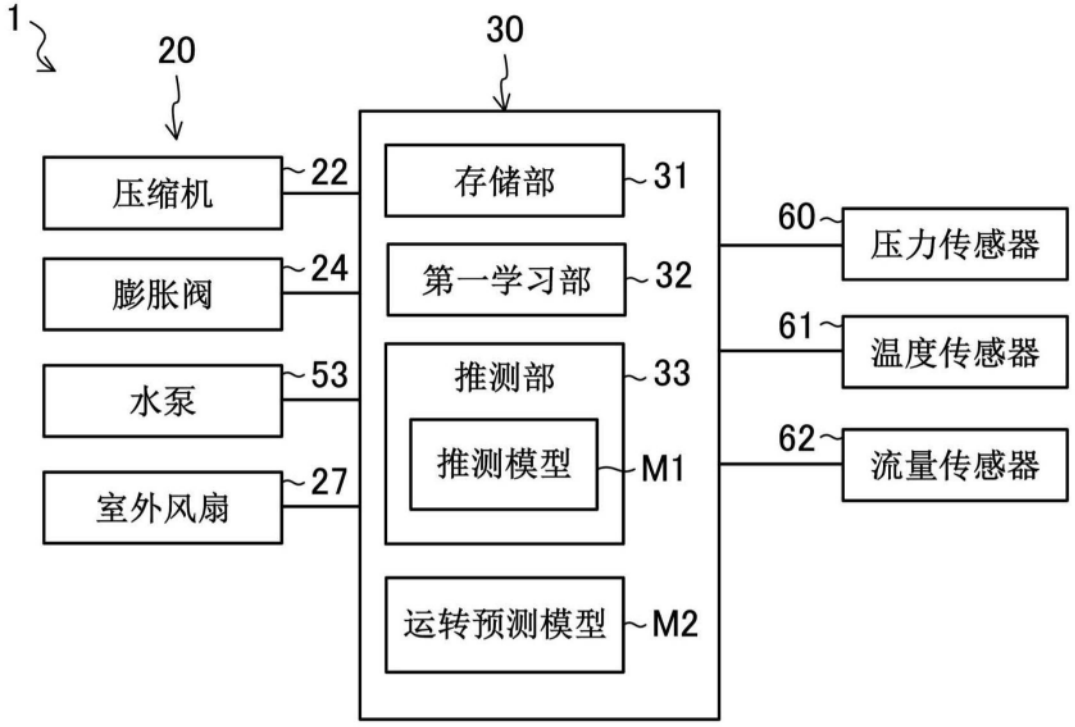

1
20
30
压缩机
22
膨胀阀
24
水泵
53
室外风扇
27
存储部
31
第一学习部
32
推测部
33
推测模型
M1
运转预测模型
M2
60
压力传感器
61
温度传感器
62
流量传感器

图9

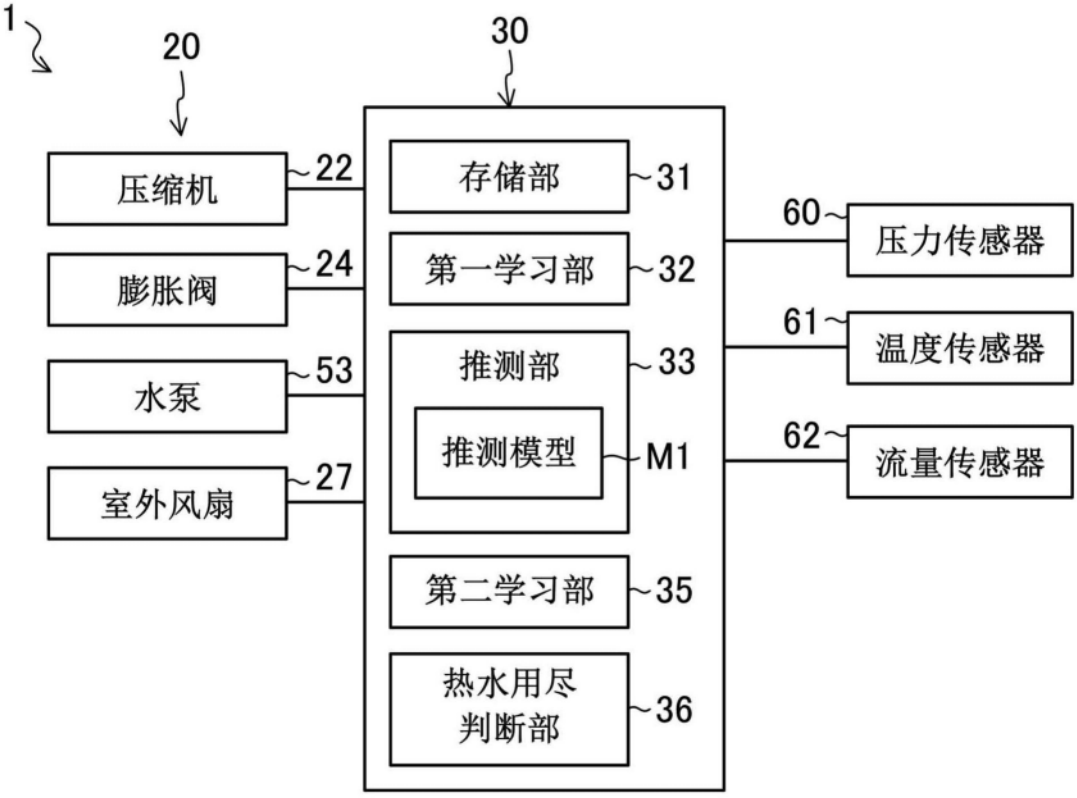

1
20
30
压缩机
22
膨胀阀
24
水泵
53
室外风扇
27
存储部
31
第一学习部
32
推测部
33
推测模型
M1
第二学习部
35
热水用尽
判断部
36
60
压力传感器
61
温度传感器
62
流量传感器

图10

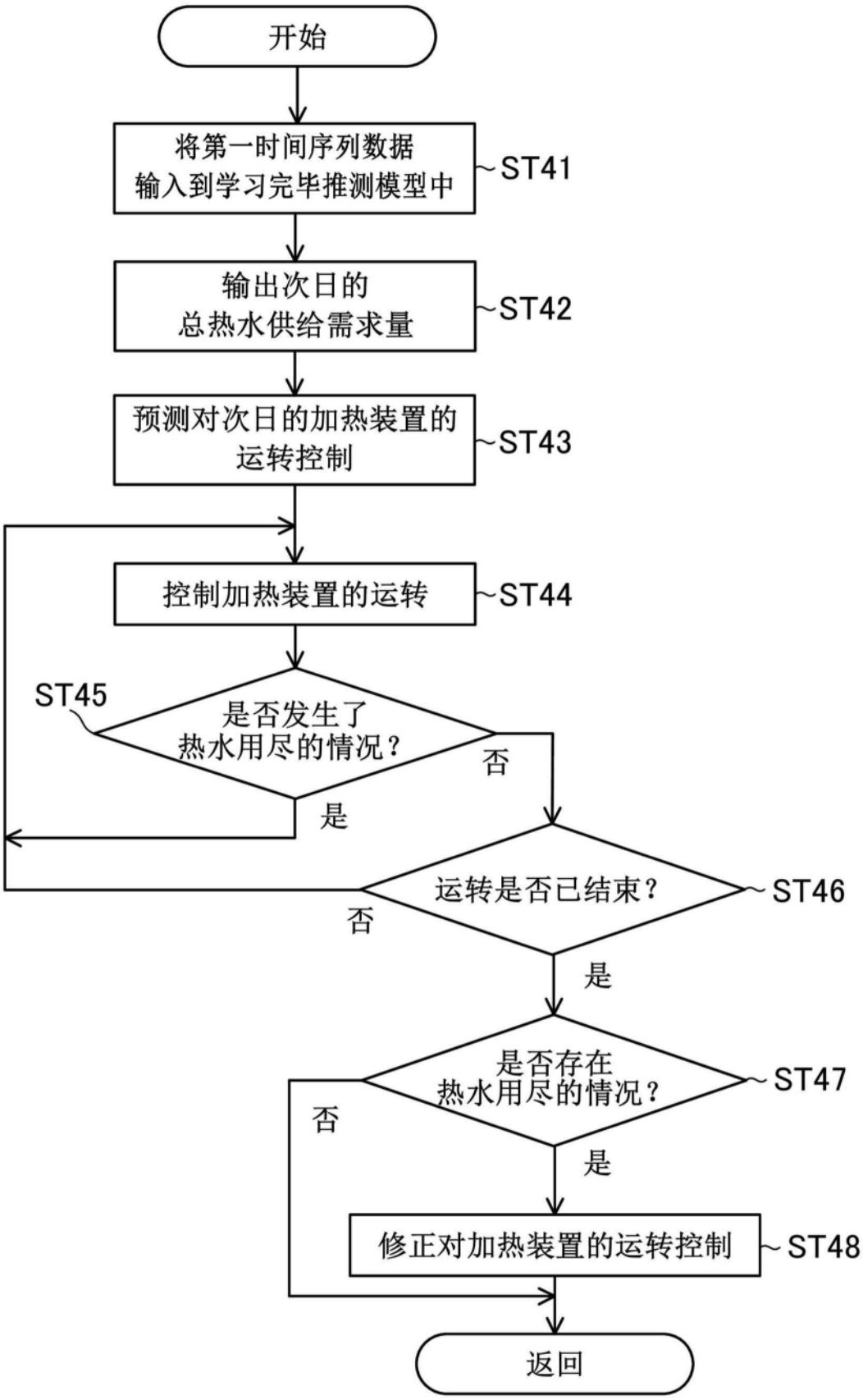

开始
将第一时间序列数据
输入到学习完毕推测模型中
ST41
输出次日的
总热水供给需求量
ST42
预测对次日的加热装置的
运转控制
ST43
控制加热装置的运转
ST44
ST45
是否发生了
热水用尽的情况？
否
是
运转是否已结束？
ST46
否
是
是否存在
热水用尽的情况？
ST47
否
是
修正对加热装置的运转控制
ST48
返回

图11