



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410068307.1

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100446310C

[22] 申请日 2004. 8. 27

[21] 申请号 200410068307. 1

[30] 优先权

[32] 2003. 8. 28 [33] JP [31] 2003 - 304538

[32] 2004. 2. 27 [33] JP [31] 2004 - 054098

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 松林成彰 船仓正三 今川常子

尾关正高 田中良和

[56] 参考文献

CN1439178A 2003. 8. 27

JP2002 - 352834A 2002. 12. 6

JP2003 - 134665A 2003. 5. 9

审查员 艾 娟

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 汪惠民

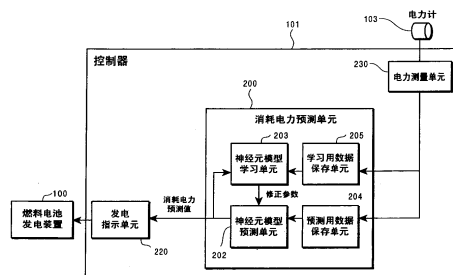
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 13 页

[54] 发明名称

燃料电池发电系统及其控制方法

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种燃料电池发电系统及其控制方法，能够预测出各个家庭不同的消耗电力而有效地控制发电电力，并可以节省能源。该燃料电池发电系统的电力测量单元 230 用于测量家用电器消耗的消耗电力，根据此电力测量单元 230 测量出的消耗电力，消耗电力预测单元 200 预测出从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力预测值，发电指示单元 220 再根据此消耗电力预测单元 200 的消耗电力预测值，作出启动或停止燃料电池发电装置 100 的判断。



1. 一种燃料电池发电系统, 具有产生提供给电器设备的电力的燃料电池发电装置, 其特征在于包括:

电力测量机构, 用于测量所述电器设备消耗的消耗电力;

消耗电力预测机构, 用于根据所述电力测量机构测量出的消耗电力, 对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测;

运行控制机构, 用于根据所述消耗电力预测机构预测出的消耗电力预测值, 对所述燃料电池发电装置的运行进行控制,

所述运行控制机构当所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时, 从所述预测值超过设定的下限值的时刻减去所述燃料电池发电装置启动所需时间的时刻起, 将所述燃料电池发电装置启动。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池发电系统, 其特征在于:

所述运行控制机构当所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时, 从所述预测值低于设定的下限值的时刻起, 将所述燃料电池发电装置停止。

3. 根据权利要求1所述的燃料电池发电系统, 其特征在于:

所述电力测量机构当所述电器设备的消耗电力超过发电电力的上限值时, 将该上限值作为消耗电力来测量。

4. 根据权利要求1所述的燃料电池发电系统, 其特征在于, 还包括:

供应热水测量机构, 用于测量利用所述燃料电池发电装置供应热水的供应热水设备所提供的热水量;

供应热水量预测机构, 用于根据所述供应热水测量机构测量出的供应热水量, 对从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水量进行预测; 其中,

所述运行控制机构, 根据所述消耗电力预测机构预测出的消耗电力预测值和所述供应热水量预测机构预测出的供应热水量预测值, 对所述燃料电池发电装置的运行进行控制。

5. 根据权利要求1~4任何一项所述的燃料电池发电系统, 其特征在于, 所述消耗电力预测机构包括:

预测用数据保存机构, 用于将所述指定时刻之前的消耗电力作为预测用数据保存;

神经元模型预测机构, 用于将所述预测用数据保存机构保存的预测用数据作为输入值, 由神经网络模型对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗

电力进行预测；

学习用数据保存机构，用于将与所述神经元模型预测机构的预测时间段相同的时间段的所述耗电力的实际测量值作为学习用数据保存；

神经元模型学习机构，用于根据所述学习用数据保存机构保存的学习用数据和所述神经元模型预测机构预测出的消耗电力预测值，让所述神经元模型预测机构的神经网络模型学习。

6. 根据权利要求 4 所述的燃料电池发电系统，其特征在于，所述供应热水水量预测机构包括：

预测用数据保存机构，用于将所述指定时刻之前的供应热水水量作为预测用数据保存；

神经元模型预测机构，用于将所述预测用数据保存机构保存的预测用数据作为输入值，由神经网络模型对从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水水量进行预测；

学习用数据保存机构，用于将与神经元模型预测机构的预测时间段相同的时间段的所述供应热水水量实际测量值作为学习用数据保存；

神经元模型学习机构，用于根据所述学习用数据保存机构保存的学习用数据和所述神经元模型预测机构预测出的供应热水水量预测值，让所述神经元模型预测机构的神经网络模型学习。

7. 根据权利要求 4 所述的燃料电池发电系统，其特征在于，所述运行控制机构根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水水量预测机构得出的供应热水水量预测值，预测从现在的热水量存储量开始累计的累计热水存储量，并且调整发电电力使预测出的累计热水存储量不超过事先设定的最大热水存储可能量。

8. 根据权利要求 4 所述的燃料电池发电系统，其特征在于，所述运行控制机构根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水水量预测机构得出的供应热水水量预测值，预测从现在的热水量存储量开始累计的累计热水存储量，当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储可能量时，对所述消耗电力预测值进行修正使其微量减少，并根据修正后的消耗电力预测值和所述供应热水水量预测机构得出的供应热水水量预测值，再预测从现在的热水量存储量开始累计的累计热水存储量。

9. 根据权利要求 4 所述的燃料电池发电系统，其特征在于，所述运行控制机构根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水水量预测机构得出的供应热水水量预测值，预测从现在的热水量存储量开始累计的累计热水存储量，当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储

可能量,并且所述消耗电力预测机构的消耗电力预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时,从超过最大热水存储可能量的时刻起,将所述燃料电池发电装置停止。

10. 根据权利要求 4 所述的燃料电池发电系统,其特征在于,所述运行控制机构根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水量预测机构得出的供应热水量预测值,预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量,当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储可能量,并且所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时,从所述预测值超过设定的下限值的时刻减去所述燃料电池发电装置启动所需时间的时刻起,将所述燃料电池发电装置启动。

11. 一种燃料电池发电系统的控制方法,此燃料电池发电系统具有产生提供给电器设备电力的燃料电池发电装置,其特征在于包括:

电力测量步骤,用于测量所述电器设备消耗的消耗电力;

消耗电力预测步骤,用于根据所述电力测量步骤测量出的消耗电力,对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测;

运行控制步骤,根据所述消耗电力预测步骤预测出的消耗电力预测值,对所述燃料电池发电装置的运行进行控制,

所述运行控制步骤当所述消耗电力预测步骤得出的消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时,从所述预测值超过设定的下限值的时刻减去所述燃料电池发电装置启动所需时间的时刻起,将所述燃料电池发电装置启动。

燃料电池发电系统及其控制方法

技术领域

本发明涉及一种燃料电池发电系统及其控制方法，此燃料电池发电系统具有燃料电池发电装置，用于产生提供给电器设备的电力。

背景技术

以往，一种使用燃料煤气发电来提供电力和热水的燃料电池发电系统为大家所知。燃料电池产生的电力，从发电效率的角度考虑的话，最好是能与家用电器的消耗电力相等。因此，有必要对家用电器的消耗电力进行测量管理，并控制发电电力使其追踪此测量值。但是，由于燃料电池是利用将城市煤气重整而得到的氢和氧的化学反应，而此特性恐怕会产生无法追踪消耗电力的急遽变化的问题。所以，如果只单纯的根据消耗电力的变化来控制燃料电池装置发电的输出的话，会因为发电电力相对消耗电力的追踪迟延而造成例如，消耗电力启动时发电电力的利用率下降、使用电力终止时发电电力的过剩，因而节省能源的性能下降。因此为了确保节能的特性，需要避免追踪消耗电力的急遽变化、频繁地进行启动或停止的操作。

于是，在以往的燃料电池装置中，将消耗电力的变化特征按各时间段进行假设，通过将燃料电池的发电输出用变化率、无益时间及偏移量，按各时间段进行定义并保持，这样即使消耗电力发生急遽的变化也无需追踪，并且不用频繁地启动或停止(例如专利文献 1：专利公开公报 2002-291161 号)

另外，在以往的其他的燃料电池装置中，通过模拟(simulation)事先预测出消耗电力，然后按照此预测值来有效地控制燃料电池的发电输出(例如专利文献 2：专利公开公报 2003-61245 号)

然而，上述以往的燃料电池装置，很难适应各个家庭的消耗电力负荷。也就是说，在专利文献 1 的技术中，由于需事先设定的变化率、无益时间及偏移量，因每个家庭而不同，所以计算出各家庭的最佳值是比较困难的。再者，设备的使用状况随季节、生活方式而变化，因而当消耗电力发生较大变化时很难予以适当地对应。

另外，专利文献 2 的技术是，在负荷预测工序中是通过模拟来预测消耗电力负荷的，但是如果没有同等环境条件的以往的数据的话，则生成预测值就很困难。另外，为了进行模拟，燃料电池的特性是必需的，而此特性可以想象会因各个家庭而异，所以实际上预测值是无法生成的，与上述专利文献 1 的技术一样，很难预测出各个家庭不同的消耗电力。

发明内容

本发明为了解决上述问题，目的在于提供一种燃料电池发电系统及其控制方法，不仅可以预测出各个家庭不同的消耗电力而且还能有效地控制发电电力，实现节省能源。

本发明的燃料电池发电系统，具有产生提供给电器设备的电力的燃料电池发电装置，其特征在于包括：电力测量机构，用于测量所述电器设备消耗的消耗电力；消耗电力预测机构，用于根据所述电力测量机构测量出的消耗电力，对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测；运行控制机构，用于根据所述消耗电力预测机构预测出的消耗电力预测值，对所述燃料电池发电装置的运行进行控制，所述运行控制机构当所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时，从所述预测值超过设定的下限值的时刻减去所述燃料电池发电装置启动所需时间的时刻起，将所述燃料电池发电装置启动。

本发明的燃料电池发电系统，优选地，所述运行控制机构当所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时，从所述预测值低于设定的下限值的时刻起，将所述燃料电池发电装置停止。

本发明的燃料电池发电系统，优选地，所述电力测量机构当所述电器设备的消耗电力超过发电电力的上限值时，将该上限值作为消耗电力来测量。

本发明的燃料电池发电系统，优选地，还包括：供应热水测量机构，用于测量利用所述燃料电池发电装置供应热水的供应热水设备所提供的热水水量；供应热水量预测机构，用于根据所述供应热水测量机构测量出的供应热水水量，对从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水水量进行预测；其中，所述运行控制机构，根据所述消耗电力预测机构预测出的消耗电力预测值和所述供应热水量预测机构预测出的供应热水量预测值，对所述燃料电池发电装置的运行进行控

制。

根据此结构,具有产生提供给电器设备的电力的燃料电池发电装置的燃料电池发电系统,测量电器设备消耗的消耗电力,根据测量出的消耗电力预测从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力,再根据预测出的消耗电力预测值控制燃料电池发电装置的运行。

另外,所述燃料电池发电系统的所述消耗电力预测机构以包括预测用数据保存机构,将所述指定时刻之前的消耗电力作为预测用数据保存;神经元模型预测机构,将所述预测用数据保存机构保存的预测用数据作为输入值通过神经网络模型预测从指定时刻开始指定时间内的未来消耗电力;学习用数据保存机构,将与所述神经元模型预测机构预测的时间段相同时间段的所述消耗电力的实际测量值作为学习用数据保存;神经元模型学习机构,根据所述学习用数据保存机构保存的学习用数据和所述神经元模型预测机构预测出的消耗电力预测值,让所述神经元模型预测机构的神经网络模型进行学习为佳。

根据此结构,指定时刻之前的消耗电力作为预测用数据被保存,预测用数据作为输入值,通过神经网络模型预测出从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力,将与预测时间段相同时间段的消耗电力的实际测量值作为学习用数据保存,根据保存的学习用数据和预测出的消耗电力预测值进行神经网络模型的学习。

根据此结构,当消耗电力的预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时,燃料电池发电装置在预测值超过设定的下限值的时刻减去燃料电池发电装置启动所需时间的时刻被启动。

根据此结构,当消耗电力的预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时,燃料电池发电装置在预测值低于设定的下限值的时刻起被停止。

根据此结构,当所述电器设备的消耗电力超过发电电力上限值时,测量出的消耗电力为该上限值。

根据此结构,具有产生提供给电器设备的电力的燃料电池发电装置的燃料电池发电系统,先测量电器设备消耗的消耗电力,根据测量出的消耗电力预测从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力,再测量热水供应设备供应的热水量,根据测量出的供应热水量预测从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水量,燃料电池发电装置的运行由预测出的消耗电力预测值和供应热水量预测值来控制。

另外,所述燃料电池发电系统的所述供应热水量预测机构以包括预测用数据保存机构,将所述指定时刻之前的供应热水量作为预测用数据保存;神经元模型预测机构,将所述预测用数据保存机构保存的预测用数据作为输入值通过神经网络模型预测从指定时刻开始指定时间内的未来供应热水量;学习用数据保存机构,将与所述神经元模型预测机构预测的时间段相同时间段的所述供应热水量的实际测量值作为学习用数据保存;神经元模型学习机

构,根据所述学习用数据保存机构保存的学习用数据和所述神经元模型预测机构预测出的供应热水量预测值,让所述神经元模型预测机构的神经网络模型进行学习为佳。

根据此结构,指定时刻之前的供应热水量作为预测用数据被保存,预测用数据作为为输入值通过神经网络模型预测从指定时刻开始指定时间内的未来供应热水量,与预测时间段相同时间段的供应热水量的实际测量值作为学习用数据被保存,根据保存的学习用数据和预测出的供应热水量预测值进行神经网络模型的学习。

另外,所述燃料电池发电系统的所述运行控制机构,以根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水来量预测机构得出的供应热水量预测值,预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量,并调整发电电力使预测出的累计热水存储量不超过事先设定的最大热水存储可能量为佳。

根据此结构,通过消耗电力预测值和供应热水量预测值,对从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测,并调整发电电力使预测出的累计热水存储量不超过事先设定的最大热水存储可能量。

另外,所述燃料电池发电系统的所述运行控制机构,以根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水来量预测机构得出的供应热水量预测值,预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量,当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储量时,对所述消耗电力预测值进行修正使其微量减少,并根据修正后的消耗电力预测值和从所述供应热水量预测机构得到的供应热水量预测值,再次预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量为佳。

根据此结构,通过消耗电力预测值和供应热水量预测值对从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测,当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储量时,对所述消耗电力预测值进行修正使其微量减少,并根据修正后的消耗电力预测值和从所述供应热水量预测机构得到的供应热水量预测值,再次预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量。然后,当预测出的累计热水存储量低于设定的最大热水存储可能量时,根据最终得出的消耗电力预测值控制燃料电池发电装置的运行。另外,所述燃料电池发电系统的所述运行控制机构,以根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水来量预测机构得出的供应热水量预测值,预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量,当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储量,并且从所述消耗电力预测机构得到的消耗电力预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时,在超过最大热水存储可能量的时刻停止所述燃料电池发电装置为佳。

根据此结构,通过消耗电力预测值和供应热水量预测值对从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测,当预测出的累计热水存储量超

过事先设定的最大热水存储量,并且消耗电力预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时,燃料电池发电装置在超过最大热水存储可能量的时刻停止运行。

另外,所述燃料电池发电系统的所述运行控制机构,以根据所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值和所述供应热水来量预测机构得出的供应热水量预测值,预测从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量,当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储量,并且所述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时,在所述预测值超过设定的下限值的时刻减去所述燃料电池发电装置启动所需时间的时刻启动所述燃料电池发电装置为佳。

根据此结构,通过消耗电力预测值和供应热水量预测值对从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测,当预测出的累计热水存储量超过事先设定的最大热水存储量,并且消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时,燃料电池发电装置在预测值超过设定的下限值的时刻减去燃料电池发电装置启动所需时间的时刻被启动。

本发明的燃料电池发电系统的控制方法,此燃料电池发电系统具有产生提供给电器设备电力的燃料电池发电装置,其特征在于包括:电力测量步骤,用于测量所述电器设备消耗的消耗电力;消耗电力预测步骤,用于根据所述电力测量步骤测量出的消耗电力,对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测;运行控制步骤,根据所述消耗电力预测步骤预测出的消耗电力预测值,对所述燃料电池发电装置的运行进行控制,所述运行控制步骤当所述消耗电力预测步骤得出的消耗电力预测值在指定时间内连续超过设定的下限值时,从所述预测值超过设定的下限值的时刻减去所述燃料电池发电装置启动所需时间的时刻起,将所述燃料电池发电装置启动。

本发明的燃料电池发电系统的控制方法,此燃料电池发电系统具有产生提供给电器设备电力的燃料电池发电装置,其特征在于包括:电力测量步骤,用于测量所述电器设备消耗的消耗电力;消耗电力预测步骤,用于根据所述电力测量步骤测量出的消耗电力,对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测;运行控制步骤,根据所述消耗电力预测步骤预测出的消耗电力预测值,对所述燃料电池发电装置的运行进行控制,所述运行控制步骤当所述消耗电力预测步骤得出的消耗电力预测值在指定时间内连续低于设定的下限值时,从所述预测值低于设定的下限值的时刻起,将所述燃料电池发电装置停止。

本发明的燃料电池发电系统的控制方法,此燃料电池发电系统具有产生提供给电器设备电力的燃料电池发电装置,其特征在于包括:电力测量步骤,用于测量所述电器设备消耗的消耗电力;消耗电力预测步骤,用于根据所述电力测量步骤测量出的消耗电力,对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测;运行控制步骤,根据所述消耗电力预测步骤预测出的消耗

电力预测值, 对所述燃料电池发电装置的运行进行控制, 所述电力测量步骤当所述电器设备的消耗电力超过发电电力的上限值时, 将该上限值作为消耗电力来测量。

本发明的燃料电池发电系统的控制方法, 此燃料电池发电系统具有产生提供给电器设备电力的燃料电池发电装置, 其特征在于包括: 电力测量步骤, 用于测量所述电器设备消耗的消耗电力; 消耗电力预测步骤, 用于根据所述电力测量步骤测量出的消耗电力, 对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测; 运行控制步骤, 根据所述消耗电力预测步骤预测出的消耗电力预测值, 对所述燃料电池发电装置的运行进行控制; 供应热水测量步骤, 用于测量利用所述燃料电池发电装置提供给供应热水的供应热水设备的热水量; 供应热水量预测步骤, 用于根据所述供应热水测量步骤测量出的供应热水量, 对从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水量进行预测; 其中, 所述运行控制步骤, 根据所述消耗电力预测步骤预测出的消耗电力预测值和所述供应热水量预测步骤预测出的供应热水量预测值, 对所述燃料电池发电装置的运行进行控制。

根据此结构, 具有产生提供给电器设备的电力的燃料电池发电装置的燃料电池发电系统的控制方法为, 预测电器设备消耗的消耗电力, 根据预测出的消耗电力, 预测从指定时刻开始指定时间内的未来消耗电力, 并根据预测出的消耗电力预测值控制所述燃料电池发电装置。

根据此结构, 具有产生提供给电器设备的电力的燃料电池发电装置的燃料电池发电系统的控制方法为, 预测供应热水设备供应的热水量, 根据预测出的供应热水量, 预测从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水量, 并根据预测出的消耗电力预测值和供应热水量预测值控制所述燃料电池发电装置。

本发明提供的燃料电池发电系统及其控制方法, 由于预测电器设备消耗的消耗电力, 根据预测出的消耗电力, 预测从指定时刻开始指定时间内的未来消耗电力, 再根据预测出的消耗电力预测值控制燃料电池发电装置的运行, 所以可以预测各个家庭不同的消耗电力而有效地控制燃料电池发电装置的发电电力, 以达到节省能源的目的。

附图说明

图 1 是与本发明实施例 1 相关的燃料电池发电系统的全体构成图。

图 2 是示意图 1 所示控制器的构成的方框图。

图 3 是说明图 2 所示神经元模型预测单元中使用的神经网络模型的构成图。

图 4 是说明图 2 所示发电指示单元的运行的流程图。

图 5 是示意燃料电池系统的发电电力和消耗电力预测值之间关系的一个例子的说明图。

图 6 是说明由图 2 所示电力测量单元测量出的消耗电力的示意图。

图 7 是与本发明实施例 2 相关的燃料电池发电系统的全体构成图。

图 8 是示意图 7 所示控制器的构成的方框图。

图 9 是说明图 8 所示神经元模型预测单元中使用的用于预测耗电量的神经网络模型的构成图。

图 10 是说明图 8 所示神经元模型预测单元中使用的用于预测供应热水量的神经网络模型的构成图。

图 11(A)、11(B)是说明图 8 所示发电指示单元的运行的流程图。

图 12 是示意燃料电池发电系统的发电电力和存储热水量的关系的一个例子的说明图。

具体实施方式

以下,参照附图,对本发明的实施例进行说明。关于各图中相同的结构,赋予统一符号,并省略其说明。

(实施例 1)

图 1 是与本发明实施例 1 相关的燃料电池发电系统的全体构成图。图 1 所示的燃料电池发电系统 1,具有燃料电池发电装置 100,发电控制单元(控制器)101,转换器 102 及电力计 103,且与家用电器 104 及商业电源 105 连接。

燃料电池发电装置 100、转换器 102、作为电器设备的一例的家用电器 104 及商业电源 105 被连接在家庭内的电力系统中。电力计 103 用于测量家用电器 104 消耗的电力。电力计 103 与控制器 101 相连,由电力计 103 向控制器 101 传送家用电器 104 的消耗电力。家用电器 104 是指例如电冰箱、洗衣机之类的在家庭中使用的电器设备。且与电力计 103 连接的家用电器不只局限于一个,也可以是多个。

控制器 101,与燃料电池发电装置 100 相连,由控制器 101 向燃料电池发电装置 100 发出启动或停止的指示,控制燃料电池发电装置 100 的运行。

燃料电池发电装置 100,通过使从城市煤气等燃料得到的氢与空气中的氧反应,将化学能转换成电能来发电。燃料电池发电装置 100 的发电电力,提供给转换器 102,再由转换器 102 提供给家用电器 104。当家用电器 104 的使用电力大于发电电力时,转换器 102,从商业电源 105 处购入电力(买电),以补充不足的部分。反之,当发电电力大于消耗电力时,转换器 102,则将发电电力过剩的部分向商业电源 105 出售(卖电)。然而,在商业电源 105 不允许卖电的情况下,由燃料电池发电装置 100 自身处理过剩的部分。不过从燃料电池发电装置 100 的效率方面考虑,以尽量不买卖电为佳。因此,控制器 101,有必要根据由电力计 103 测量出的家用电器 104 的消耗电力,恰当地发出启动或停止的指示,尽量不进行买电、卖电。

图 2 是示意图 1 所示控制器 101 的构成的方框图。图 2 所示的控制器 101 包括消耗电力预测单元 200, 发电指示单元 220(相当于运行控制机构的一例)及电力测量单元 230。

电力测量单元 230, 用于测量家用电器 104 所消耗的消耗电力。消耗电力预测单元 200, 是根据由电力测量单元 230 测量出的消耗电力, 预测从指定时刻开始指定时间内的未来消耗电力的, 包括神经元模型预测单元(neuro-model-based estimation section)202, 神经元模型学习单元(neuro-model learning section)203, 预测用数据保存单元 204 及学习用数据保存单元 205。

神经元模型预测单元 202, 具有层次型(hierarchical-type)神经网络模型, 由此神经网络模型预测从规定时刻起在规定时间内未来消耗电力。由于有关神经网络模型的特征及学习方法的详细说明, 在「甘利俊一编著、神经网络的新展开、pp.73-86、(株)科学社、1994 年」中有详细的记载, 在此省略其说明。本实施例中的消耗电力预测单元 200, 以一小时为单位, 预测当天未来 24 小时的消耗电力。

图 3 是说明图 2 所示神经元模型预测单元 202 中使用的神经网络模型的构成图。神经网络模型 300 是层次型神经网络, 具有输入层、中间层和输出层 3 层构造。此神经网络模型 300, 为了提高预测的精度, 将预测值作为输出参数, 将与预测值有很密切的因果关系的数据作为输入参数。因此, 将预测当天的消耗电力的预测值作为输出参数, 将被认为与预测值有很密切的因果关系的前一天的消耗电力作为输入参数。

在本实施例中, 由于是以一小时为单位对未来 24 小时作预测, 所以神经网络模型 300 的输出参数是, “当天 0 点时段的消耗电力预测值”、“当天 1 点时段的消耗电力预测值”、……、“当天 23 点时段的消耗电力预测值”的 24 个数据, 输入参数是, “前一天 0 点时段的消耗电力”、“前一天 1 点时段的消耗电力”、……、“前一天 23 点时段的消耗电力”的 24 个数据。在此, 0 点时段的消耗电力是指, 0 点到 1 点之间消耗的电力平均值。根据神经网络模型的这种结构, 在希望预测的当天过 0 点的时刻输入前一天的消耗电力, 便可以一小时为单位预测出(24 个小时的预测)当天的消耗电力。

另外, 在神经网络模型 300 中, 为提高预测的精度, 使用预测与实际测量之差的逆误差传播法(back propagation algorithm)进行学习, 以修正神经网络模型 300 的权重系数(weighting factor)。

预测用数据保存单元 204, 从电力测量单元 230 得到消耗电力, 对过去 24 小时的记录以一小时为单位进行保存。于是在日期被更新的时刻, 将作为神经网络模型 300 的输入值的前一天的消耗电力传送给神经元模型预测单元 202。在神经元模型预测单元 202 中, 通过将传送过来的前一天的消耗电力输入到神经网络模型 300, 便可输出当天 24 小时的消耗电力预测值。该消耗电力预测值, 被传送给发电指示单元 220, 就能够判断燃料电池发电

装置 100 的启动、停止运行。

在神经网络模型 300 中，为提高预测的精度，有必要用消耗电力预测值和与其对应的时间的实际消耗电力(以下称为消耗电力实际测量值)之差，通过逆误差传播法进行学习。实际上为了进行以提高精度为目的的学习，需要过去几天的消耗电力预测值和消耗电力实际测量值。因此，学习用数据保存单元 205，保存有神经元模型 202 输出的 24 个小时的消耗电力预测值，及过去几天中与其各时间段相对应的消耗电力实际测量值，并将它们作为学习用数据使用。学习用数据保存单元 205，在超过作为消耗电力预测值对象的那一天的那一时刻，将所能得到的 24 小时消耗电力实际测量值，作为来自电力测量单元 230 的消耗电力并以一小时为单位进行保存，当消耗电力实际测量值凑足了 24 个小时时，则向神经元模型单元 203 输出。经过几天这样的操作，在神经元模型单元 203 中，便确保了有关这几天的消耗电力预测值与消耗电力实际测量值的成对的数据。通过进行学习，可使神经元模型预测单元 202 的神经网络模型 300 的权重系数得到修正，结果是可以提高对各个家庭的预测精度。

然而，为了进一步提高精度，最好是将用于学习的数据进行分类。例如对工作日进行预测时，使用工作日的数据作为学习数据会比较有效果。

另外，当神经网络模型 300 处于完全未学习的初期状态时，需要在确保了学习所需的几天的数据并进行了至少一次的学习后才可进行预测。

由消耗电力预测单元 200 的神经元模型预测单元 202 输出的从 0 点时段到 23 点时段的 24 小时消耗电力预测值，被输入到发电指示单元 220。发电指示单元 220，根据预测值，作出使燃料电池发电装置 100 能够有效运行的启动或停止的判断，并根据判断结果向燃料电池发电装置 100 发出启动或停止指示。

以下，就燃料电池发电装置 100 根据消耗电力预测单元 200 输出的消耗电力预测值而进行的运行判断进行说明。

一般来说燃料电池发电装置 100 的发电电力可变范围，考虑到其性能、效率而设有上限值和下限值。例如家庭使用的燃料电池发电装置 100，其上限值被设定成 1kW，下限值被设定成 0.5kW，如果消耗电力在上下限值范围内，就让发电电力追踪消耗电力，也就是可以进行以电为主的运行，以下简称为电主运行。

然而，如果只在消耗电力进入上下限值范围内的时刻才作启动或停止的判断的话，在效率上会有很大问题。这是因为，燃料电池发电装置 100 启动时，在发电电力渐渐上升的过程中会产生泵动力、余热等上升损耗。由于会产生过多的损耗所以从效率上考虑不提倡频繁地进行启动或停止的操作。一般来说，一旦启动的话就必须让其运转 2 至 3 个小时。鉴于以上，发电指示单元 220 以指定时间例如连续 3 个小时的消耗电力预测值为基准，作出启动或停止的判断。

图 4 是说明图 2 所示发电指示单元 220 的运行的流程图。消耗电力预测单元 200 在运行当天的 0 点时刻输入 24 个小时的消耗电力预测值(步骤 S1), 发电指示单元 220, 为了作出启动判断, 在 24 个小时的消耗电力预测值中检索连续 3 个小时超出事先设定的下限值的初始时间 T_{start} (步骤 S2)。假定燃料电池发电装置 100 所要的启动时间为 ΔT , 发电指示单元 220 则在 $(T_{start} - \Delta T)$ 时刻发出启动指示(步骤 S3)。而且, 为了作出停止判断, 发电指示单元 220, 在 24 个小时的消耗电力预测值中检索连续 3 个小时低于事先设定的下限值的初始时间 T_{stop} (步骤 S4)。于是, 发电指示单元 220 在 T_{stop} 时刻向燃料电池发电装置 100 发出停止指示(步骤 S5)。

图 5 是示意进行了上述一连串运行的燃料电池装置 100 的发电电力和消耗电力预测值之间关系的一个例子的说明图。在图 5 中, 纵轴表示消耗电力, 横轴表示时间。另外, 在此省略 8 点至 16 点之间的消耗电力预测值及燃料电池发电装置 100 的发电电力的示意。

在作出启动判断时, 对 0 点时段至 23 点时段的消耗电力预测值进行检索, 找出连续 3 个小时超过发电电力下限值的时间段。在图 5 所示的本实施例中, 由于连续 3 个小时超过发电电力下限值的时间段是从 5 点开始的, 所以 $T_{start}=5$ 点, 于是发电指示单元 220 在 $(5 - \Delta T)$ 点发出启动指示。收到启动指示的燃料电池发电装置 100 启动并开始发电。此时, 由于燃料电池发电装置 100 提前了启动所需时间 ΔT 进行启动, 所以能够在 5 点这一时刻提供出与消耗电力预测值同等的发电电力。而且, 由于事先通过消耗电力预测值得知 $T_{start}=5$ 点以后至少要发生 3 个小时的电力消耗, 所以启动后至少 3 个小时不会有过剩发电电力而无需将其停止。因此一种更有效的启动运行得以实现。

在作出停止判断时, 也是同样对 0 点时段至 23 点时段的消耗电力预测值进行检索, 找出连续 3 个小时低于发电电力下限值的时间段。图 5 所示的本实施例中, 由于连续 3 个小时低于发电电力下限值的时间段是从 20 点开始的, 所以 $T_{stop}=20$ 点, 于是发电指示单元 220 在 20 点发出停止指示。收到停止指示的燃料电池发电装置 100 停止运行, 而且由于事先通过消耗电力预测值得知 $T_{stop}=20$ 点以后至少 3 个小时的消耗电力是低于下限值的, 所以停止后的至少 3 个小时无需再启动。因此一种更有效的停止运行得以实现。

图 6 是说明图 2 所示电力测量单元 230 测出的消耗电力的示意图。在图 6 中, 纵轴表示家用电器所消耗的消耗电力, 横轴表示时间。而且, 图 6 所示的是从 0 点到 24 点之间每小时消耗电力的变化。

如上所述, 家用电器 104 的消耗电力, 由电力计 103 测量, 通过电力测量单元 230 得出的测量值被输入消耗电力预测单元 200。在这种情况下, 如图 6 所示, 由燃料电池发电装置 100 的发电电力可捕捉的电力, 为发电电力的上限值为止的电力。所以, 实际上与发电电力相关的消耗电力, 为图

6 所示的斜线部分, 超过上限值的电力则与其无关。因此, 电力测量单元 230, 如图 6 所示, 将没有超过发电电力上限值的部分(图 6 的斜线部分)作为消耗电力取得, 并输送给电力预测单元 200。

这样, 当家用电器 104 的消耗电力超过发电电力的上限值时, 由于该上限值被作为消耗电力来测量, 因此可以将例如吹风机、微波炉等短时间内电力急速上升, 而实际上燃料电池发电装置 100 无法捕捉的消耗电力排除在外。这样, 由于能够预测出燃料电池发电装置 100 实际上捕捉的消耗电力, 因此可以更有效地进行启动或停止的判断。

以下, 就燃料电池发电装置 100 的控制系统进行说明, 该控制系统对家用电器 104 的消耗电力进行预测并对燃料电池装置 100 的运行进行判断。

当控制器 101 内置的计时器(图示省略)作出已到开始预测时间的判断时, 预测用数据保存单元 204 将预测用数据输送给神经元模型预测单元 202。在本实施例中, 由于是以一小时为单位对 0 点时段至 23 点时段的 24 小时的消耗电力进行预测, 所以在 0 点时, 预测用数据保存单元 204 将 0 点时段至 23 点时段之间各时间段的消耗电力作为预测用数据, 输送给神经元模型预测单元 202。

神经元模型预测单元 202, 通过神经网络模型, 对燃料电池发电装置 100 的 0 点时段至 23 点时段之间 24 个小时的未来消耗电力进行预测。由神经元模型预测单元 202 预测出的 0 点时段至 23 点时段之间各时间段的消耗电力预测值, 被输送给发电指示单元 202。

发电指示单元 202 对燃料电池发电装置 100 的运行进行判断。也就是, 发电指示单元 202, 对神经元模型预测单元 202 输出的 0 点时段至 23 点时段之间各时间段的消耗电力预测值进行检索, 找出连续 3 个小时超过事先设定的下限值的时间段的初始时刻 T_{start} 。

另外, 发电指示单元 202, 对神经元模型预测单元 202 输出的 0 点时段至 23 点时段之间各时间段的消耗电力预测值进行检索, 找出连续 3 个小时低于事先设定的下限值的时间段的初始时刻 T_{stop} 。

时间, 由控制器 101 内置的计时器(图示省略)计时, 发电指示单元 202, 在 T_{start} 时刻减去燃料电池发电装置 100 启动所需时间 ΔT 的时刻, 向燃料电池发电装置 100 发出启动指示。另外, 发电指示单元 202 在 T_{stop} 时刻, 向燃料电池发电装置 100 发出停止指示。

以上, 本发明的消耗电力预测单元 200, 由于对家庭的消耗电力预测值通过神经网络模型 300 进行学习, 所以能够预测出各个家庭不同的消耗电力, 再者, 由于发电指示单元 220 可以根据预测出的消耗电力, 作出使燃料电池发电装置 100 不必频繁地启动或停止的启动以及停止的判断, 因而燃料电池发电装置 100 能够被有效地运用。

本发明中对消耗电力的预测, 是将当天的 24 个小时以一小时为单位进行预测的, 然而时间量与单位并不局限于 24 小时或一小时, 根据神经网络

模型 300 的输入参数和输出参数的取值方法的变化,也可以简单地构成例如以 30 分钟为单位进行 6 个小时消耗电力的预测的结构。

另外,本发明中是以预测消耗电力为对象,不过如果能够测量出热水的消耗量的话,可以同样的结构对消耗热量进行预测。关于此例,将在实施例 2 中作详细说明。

这样,家用电器 104 消耗的消耗电力被测量,根据测量出的消耗电力,预测从指定时刻开始,在指定时间内的未来消耗电力,根据预测出的消耗电力预测值对燃料电池发电装置 100 作启动及停止的判断,因而可以预测出各个家庭不同的消耗电力,对燃料电池发电装置 100 的发电电力进行有效的控制,实现节省能源的目的。

而且,指定时刻之前的消耗电力作为预测用数据被保存,将预测用数据作为输入值由神经网络模型 300 预测出从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力,并将与预测时间段对应的同时时间段的消耗电力实际测量值作为学习用数据保存,根据保存的学习用数据和预测出的消耗电力预测值,进行神经网络模型 300 的学习。由此,可以更加精确地预测各个家庭不同的消耗电力。

(实施例 2)

其次,就与本发明实施例 2 相关的的燃料电池发电系统进行说明。实施例 1 中的燃料电池发电系统,根据家用电器 104 的消耗电力,对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力进行预测,并根据预测出的消耗电力预测值对燃料电池发电装置 100 作启动或停止的判断。与上述第 1 实施例相比,而实施例 2 的燃料电池发电系统是,用燃料电池发电装置 100 来测量供应热水的供应热水设备的供应热量,根据测量出的供应热量,对从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热量进行预测,并根据消耗电力预测值和供应热量预测值来控制燃料电池发电装置 100 的运行。

图 7 是与本发明实施例 2 相关的燃料电池发电系统的全体构成图。图 7 所示实施例 2 中的燃料电池发电系统 2,包括燃料电池发电装置 100,发电控制单元(控制器)101,转换器 102,电力计 103,热水存储罐 106,备用燃烧器 107 及供应热水负荷表 109,与家用电器 104,商业电源 105,供应热水设备 108 以及市自来水供应单元 110 连接。

燃料电池发电装置 100,转换器 102,家用电器 104 及商业电源 105 被连接在家庭内的电力系统中。电力计 103 用于测量家用电器 104 消耗的电力。另外,热水存储罐 106,备用燃烧器 107,供应热水设备 108 及市自来水供应单元 110 被连接在家庭内的供应热水系统上。供应热水设备 108 是指例如浴缸、淋浴器、洗脸池等住户消耗热水的设备。供应热水负荷表 109 用于测量供应给供应热水设备 108 的热水的量和热水的温度,以及市自来水供应单元 110 供应的自来水的温度,并测量供应热水设备 108 消耗的

供应热水负荷的热量。以下，称此供应热水负荷的热量为消耗热水热量。

电力计 103 及供应热水负荷表 109 与控制器 101 连接，电力计 103 输出家用电器 104 的消耗电力，供应热水负荷表 109 输出供应热水设备 108 的消耗热水热量。控制器 101 与燃料电池发电装置 100 连接，由控制器 101 向燃料电池发电装置 100 发出发电指示，燃料电池发电装置 100 根据发电指示进行发电。

燃料电池发电装置 100 让从城市煤气等燃料中得到的氢与空气中的氧反应，将化学能转化成电能来发电。燃料电池发电装置的发电电力提供给转换器 102，再由转换器 102 提供给家用电器 104。当家用电器 104 消耗的电力大于发电电力时，由转换器 102 从商业电源 105 处购入电力(买电)，以补充不足的部分。反之，当发电电力大于消耗电力时，则由转换器将发电电力过剩的部分向商业电源 105 出售(卖电)。然而，在商业电源 105 不允许卖电的情况时，由燃料电池发电装置 100 自身处理过剩的部分。

另外，燃料电池发电装置 100，在发电的同时会产生热量。产生的热量，作为发电供热热量，被转换成热水存储在热水存储罐 106 里。存储在热水存储罐 106 里的热水，根据用户的要求通过供应热水设备 108 放出。此时，如果热水存储罐 106 里没有所需热水的话，则由备用燃烧器 107 生成热水并提供给供应热水设备 108。导致热水存储器 106 里没有热水的原因可能为，由于家用电器 104 的消耗电力少而燃料电池装置 100 的发电电力过少，或是因为供应热水设备 108 消耗了大量的热水。反之，当家用电器 104 的消耗电力非常大而燃料电池发电装置的发电电力过多，或供应热水设备 108 消耗的热水量极少时，发电供热热量相对变大因而热水存储罐 106 被装满。在这种状况下，只有将发电供热热量释放到外部放弃，或将燃料电池发电装置 100 完全停止不再产生超出的发电供热热量，但随之带来的是再启动时则会产生上升损耗。

所以，为了谋求燃料电池发电装置 100 的效率化，必须控制发电供热热量让热水存储罐 106 不要装满，也就是有必要发出适当调整发电电力的发电指示。

图 8 是示意图 7 所示控制器 101 的构成的方框图。图 8 所示的控制器 101 包括，消耗电力预测单元 200，供应热水量预测单元 240，发电指示单元 220，电力测量单元 230 以及供应热水量测量单元 250。

首先就消耗电力进行说明。电力测量单元 230 用于测量家用电器 104 消耗的消耗电力。消耗电力预测单元 200，根据由电力测量单元 230 测量出的消耗电力，预测从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力，它包括神经元模型预测单元 202，神经元模型学习单元 203，预测用数据保存单元 204 以及学习用数据保存单元 205。

神经元模型预测单元 202，具有层次型神经网络模型，由神经网络模型预测从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力。有关神经网络模型的特

征及学习方法的详细说明,在「甘利俊一编著、神经网络的新展开、pp.73-86、(株)科学社、1994年」中有记载,在此省略其说明。本实施例中的消耗电力预测单元200,以一小时为单位预测从预测时刻开始到未来24小时为止的消耗电力。图9是说明图8所示神经元模型预测单元202中使用的神经网络模型的构成图。神经网络模型310是层次型神经网络,具有输入层、中间层和输出层3层构造。神经网络模型310将预测值作为输出参数,且将与预测值有很密切的因果关系的数据作为输入参数,此结构是为了提高预测精度所必需的。因此,输出参数为当天的消耗电力预测值,输入参数为被认为与预测值有很密切的因果关系的前一天的消耗电力。

在本实施例中,由于是以一小时为单位对未来24小时作预测,所以神经网络模型310的输出参数为,“预测时刻时段的消耗电力预测值”、“(预测时刻+1)时段的消耗电力预测值”、……、“(预测时刻+23)时段的消耗电力预测值”的24个数据,输入参数为,“与预测时刻时段相同的前一天的消耗电力”、“与(预测时刻+1)时段相同的前一天的消耗电力”、……、“与(预测时刻+23)时段相同的前一天的消耗电力”的24个数据。在此,预测时刻时段的消耗电力是指,当预测时刻为0点时,0点到1点之间消耗的电力平均值。根据神经网络模型的这种结构,在希望预测的当天过0点的时刻输入前一天的消耗电力,便可以一小时为单位预测出(24个小时的预测)当天的消耗电力。

另外,在神经网络模型310中,为提高预测的精度,使用预测与实际测量之差的逆误差传播法(back propagation algorithm)进行学习,以修正神经网络模型310的权重系数(weighting factor)。

预测用数据保存单元204,从电力测量单元230得到消耗电力,并对过去24小时的记录以一小时为单位进行保存。于是,在日期被更新的时刻,将作为神经网络模型310的输入的前一天的消耗电力输送给神经元模型预测单元202。在神经元模型预测单元202中,通过将输送过来的前一天的消耗电力输入神经网络模型310,便可输出当天24小时的消耗电力预测值,而消耗电力预测值被输送给发电指示单元220。

在神经网络模型310中,为提高预测的精度,有必要利用消耗电力预测值和与其对应的时间的实际消耗电力(以下称为消耗电力实际测量值)之差,通过逆误差传播法进行学习。实际上为了进行以提高精度为目的的学习,需要过去几天的消耗电力预测值和消耗电力实际测量值。因此,学习用数据保存单元205,保存有神经元模型202输出的24小时消耗电力,及过去几天中与其各时段相对应的消耗电力实际测量值,并将它们作为学习用数据使用。学习用数据保存单元205,在超过作为消耗电力预测值对象的那一天的时刻,将所能得到的24小时消耗电力实际测量值,作为来自电力测量单元230的消耗电力并以一小时为单位进行保存,当消耗电力实际测量值凑足了24个小时时,则向神经元模型单元203输出。经过几天这样的操作,在神

神经元模型单元 203 中，便确保了这几天的有关消耗电力预测值与消耗电力实际测量值的成对的数据。通过进行学习，可使神经元模型预测单元 202 的神经网络模型 310 的权重系数得到修正，结果是可以提高对各个家庭的预测精度。

然而，为了进一步提高精度，最好是将用于学习的数据进行分类。例如对工作日进行预测时，使用工作日的数据作为学习数据会比较有效果。

另外，当神经网络模型 310 处于完全未学习的初期状态时，需要在确保了学习所需的几天的数据并进行了至少一次的学习后才可进行预测。

由消耗电力预测单元 200 的神经元模型预测单元 202 输出的从预测时刻时刻开始的未来的 24 小时消耗电力预测值，被输入到发电指示单元 220。

其次，就供应热水进行说明。供应热水量测量单元 250，用于测量供应热水设备 108 消耗的热水量。供应热水量预测单元 240，根据供应热水量测量单元 250 测量出的供应热水量，预测从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水量，它包括神经元模型预测单元 242，神经元模型学习单元 243，预测用数据保存单元 244 及学习用数据保存单元 245。

在此，供应热水量预测单元 240 的运行基本上与电力预测单元 200 相同，神经元模型预测单元 242 使用的神经网络模型如图 10 所示。神经网络模型 320 是层次型神经网络模型，具有输入层、中间层和输出层 3 层构造。由于此神经网络模型的结构是以一小时为单位预测从预测时刻开始未来 24 小时的供应热水量，所以神经网络模型 320 的输出参数为，“预测时刻时段的供应热水量预测值”、“(预测时刻+1)时段的供应热水量预测值”、……、“(预测时刻+23)时段的供应热水量预测值”的 24 个数据，输入参数为，“与预测时刻时段相同的前一天的供应热水量”、“与(预测时刻+1)时段相同的前一天的供应热水量”、……、“与(预测时刻+23)时段相同的前一天的供应热水量”的 24 个数据。

在此，预测时刻时段的供应热水量是指，当预测时刻为 0 点时，0 点到 1 点之间消耗的热水量平均值。根据神经网络模型的这种结构，在希望预测的当天过 0 点的时刻输入前一天的供应热水量，便可以一小时为单位预测出(24 个小时的预测)当天的供应热水量。这样，指定时刻之前的供应热水量作为预测用数据被保存，将预测用数据作为输入值由神经网络模型 320 预测出从指定时刻开始在指定时间内的未来供应热水量，将与预测时间段对应的同时间段的供应热水量实际测量值作为学习用数据保存，根据保存的学习用数据和预测出的供应热水量预测值，进行神经网络模型 320 的学习。由此，可以更加精确地预测各个家庭不同的供应热水量。

根据以上的结构，神经元模型预测单元 242、神经元模型学习单元 243、预测用数据保存单元 244 及学习用数据保存单元 245 能够与消耗电力预测单元 200 以同样的动作运行的话，神经元模型预测单元 242 能够输出从预测时刻开始未来 24 小时的供应热水量预测值，并输送给发电指示单元 220。

发电指示单元 220, 根据消耗电力预测值以及供应热水预测值能够调整发电电力, 以使燃料电池发电装置 100 更有效地运行。

下面就发电指示单元 220 的运行进行说明。图 11(A)、(B)是说明图 8 所示发电指示单元 220 的运作的流程图。由于预测时间的单位是一小时, 所以当时间更新时, 首先判断能否更新预测值(步骤 S11)。当判断为不能更新预测值时(步骤 S11 的“否”), 重复进行步骤 S11 的处理。当判断为能够更新预测值时(步骤 S11 的“是”), 首先从热水存储罐 106 处获得热水存储罐 106 现在的热热水存储热量 Q_{now} [kWh] (步骤 S12)。现在的热热水存储热量 Q_{now} [kWh] 的一般计算方法为通过装在热水存储罐 106 上的温度计, 测量出罐中残留热水的温度分布来得出。

其次, 分别从消耗电力预测单元 200 和供应热水量预测单元 240 处以一小时为单位取得未来 24 个小时的消耗电力预测值 $P_{gene}(i)$ [kWh] ($i=1\sim 24$) 以及供应热水量预测值 $Phot(i)$ [kWh] ($i=1\sim 24$) (步骤 S13)。接着进入计算发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh] 的步骤。首先, 将消耗电力预测值 $P_{gene}(i)$ [kWh] 设定为发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh] 的初始值(步骤 S14)。这相当于进行 24 小时的完全电主运行状态。其次, 燃料电池发电装置 100 根据发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh] 计算发电时附带产生的热量, 即, 发电供应热水负荷 $Q_{gene}(i)$ [kWh]。发电供应热水负荷 $Q_{gene}(i)$ [kWh] 通过下列的计算式(1) 算出(步骤 S15)。

$$Q_{gene}(i) [kWh] = P_{prof}(i) [kWh] \times (\text{供应热水效率}[\%] / \text{发电效率}[\%]) \cdots (1)$$

其次, 根据发电供应热水负荷 $Q_{gene}(i)$ [kWh] 以及供应热水量预测值 $Phot(i)$ [kWh], 通过下列的计算式(2), 计算从现在时刻到未来 24 小时热水存储罐的热量的增加和减少, 即, 预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh] (步骤 S16)。

$$Q_{add}(i) = Q_{gene}(i) - Phot(i) + Q_{add}(i-1) \cdots \cdots (2)$$

其次, 如下列计算式(3)所示, 对现在的热热水存储热量 Q_{now} [kWh] 和预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh] 相加的数值是否小于“0”进行判断(步骤 S17)。这是为了防止, 由于消耗电力预测值 $P_{gene}(i)$ [kWh] 以及供应热水量预测值 $Phot(i)$ [kWh] 产生误差, 而使预计的热热水存储罐的热热水存储热量 $Q_{now} + Q_{add}(i)$ 的数值产生负值的状况的发生。在此, 当判断出现在的热热水存储热量 Q_{now} [kWh] 和预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh] 相加的数值为“0”以上时(步骤 S17 的“否”), 就进入步骤 S19 的处理。另一方面, 当判断出现在的热热水存储热量 Q_{now} [kWh] 和预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh] 相加的数值为“0”以下时(步骤 S17 的“是”), 预测累计热水存储热量 ($Q_{add}(i)$ [kWh]) 为下列等式(4)所示(步骤 S18)。

$$Q_{now} + Q_{add}(i) < 0 \cdots \cdots (3)$$

$$Q_{add}(i) = -Q_{now} \cdots \cdots (4)$$

其次, 发电指示单元 220 对现在的热热水存储热量 Q_{now} [kWh] 和预测累

计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh]相加的数值是否小于“0”进行判断，此运行一直重复进行直到 $i=24$ 时为止(步骤 S19, 20)。

其次，计算出预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh]超过热水存储可能热量 $Q_{max}-Q_{now}$ 的时刻 i (步骤 S21、22、23)。此处的 Q_{max} [kWh]为最大热水存储可能热量，是依赖于热水存储罐 106 的大小一个固定值。预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh]超过热水存储可能热量 $Q_{max}-Q_{now}$ 就意味着热水存储罐 106 在 i 时刻已经装满。于是，发电指示单元 220 对预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ 的数值是否超过最大热水存储可能热量 Q_{max} 减去现在热水存储热量 Q_{now} 的数值进行判断。当预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ 超过热水存储可能热量 $Q_{max}-Q_{now}$ 时(步骤 S21 的“是”)，进入步骤 S24 的处理，当预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ 低于热水存储可能热量 $Q_{max}-Q_{now}$ 时(步骤 S21 的“否”)，则判断 i 是否等于 24。当 i 不等于 24 时(步骤 S22 的“否”)，将 i 的值加“1”并返回到步骤 S21 的处理(步骤 S23)。

在此，当预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ 超过热水存储可能热量 $Q_{max}-Q_{now}$ 的时刻 i 存在时，通过下列的计算式(5)对发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh]进行修正(步骤 S24、25、26)。修正后返回到步骤 S15 的处理。另外、当预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ 超过热水存储可能热量 $Q_{max}-Q_{now}$ 的时刻 i 不存在时(步骤 S22 的“是”)，则返回等待预测时刻更新(步骤 S11)，等待下一个时刻的更新。

$$P_{prof}(j)=P_{prof}(j)-\Delta P_{prof} \cdots \cdots (5)$$

在上述计算式(5)中， $j=i$ ， ΔP_{prof} 是用于修正发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh]的变化刻度，一般将其设定为十分小的数值(固定值)。

通过以上一连串的运行，发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh]得以修正，使热水存储罐 106 不至于装满，并最终将其输送给燃料电池发电装置 100。燃料电池发电装置 100 进行发电，以达到发电指示单元 220 输出的发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ 。

图 12 是示意燃料电池发电系统的发电电力和存储热水量的关系的一个例子的说明图。在图 12 中，示意了现在时刻的消耗电力预测值 $P_{gene}(i)$ [kWh]、供应热水量预测值 $Phot(i)$ [kWh]、发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh]、发电供应热水负荷 $Q_{gene}(i)$ [kWh]、预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh]、现在的热水存储热量 $Q_{now}(i)$ [kWh]、最大热水存储可能热量 Q_{max} [kWh]之间的关系。

假设一直让发电电力指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh]保持和电力预测值 $P_{gene}(i)$ 相等的运行，即进行所谓的电主运行时，正如预测累计热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh]在“修正前”所示的那样，例如 10 小时之后的 $Q_{add}(10)$ 会超过最大热水存储可能热量 Q_{max} [kWh]，这时需要将燃料电池停止或将存储罐热量的一部分向外释放掉，于是产生损耗。因此，这种状况下，通过反复执行步骤 S11~S27，发电指示值 $P_{prof}(i)$ [kWh]得以修正，最终预测累计热水存储

热量 $Q_{add}(i)$ [kWh] 如“修正后”所示被修正, 这样就可以使其不超过最大热水存储热量 $Q_{add}(i)$ [kWh]。另外, 由于是每隔一小时执行步骤 S11~S27, 可使未来 24 小时的运行一直为预测累计热水存储热量 $P_{add}(i)$ [kWh] 不超过最大热水存储可能热量 $Q_{max}(i)$ [kWh] 的状态, 因此可以抑制因停止燃料电池发电装置 100 或释放存储罐的一部分热量而产生的损耗, 从而运行效率得以提高。

以上, 本发明的发电指示单元 220, 可以根据消耗电力预测单元 200 输出的消耗电力预测值和供应热水量预测单元 240 输出的供应热水预测值, 得出使热水存储罐 106 的热水不至于装满的发电电力指示值, 因此即使在各个家庭不同的电力、供应热水消耗环境中, 也能够确保节能运行。

另外, 由于家用电器 104 消耗的消耗电力以及供应热水设备 108 供应的供应热水量被测量, 根据测量出的消耗电力及供应热水量, 对从指定时刻开始在指定时间内的未来消耗电力及供应热水量进行预测, 并根据预测出的消耗电力预测值及供应热水量预测值, 调整燃料电池发电装置 100 的发电电力, 所以可以预测出各个家庭不同的消耗电力及供应热水量, 而有效地对燃料电池发电装置 100 的发电电力进行控制, 就不会因为热水存储罐 106 里的热水装满而将热量向外释放或将燃料电池发电装置 100 完全停止, 于是再启动时的上升损耗也不会产生, 所以可以节省能源。

再者, 根据消耗电力预测值及供应热水量预测值, 对从现在的热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测, 当预测出的累计热水存储量超过设定的最大热水存储可能量时, 对消耗电力预测值进行修正, 使其微量减少, 并根据修正后的消耗电力预测值及供应热水量预测值再次预测从现在的热水存储量开始累计的累计热水存储量。当预测出的累计热水存储量低于设定的最大热水存储可能量时, 根据最终得出的消耗电力预测值控制燃料电池发电装置 100 的运行。由此, 无需将燃料电池发电装置 100 完全停止而是通过调整发电电力达到节省能源的目的。

另外, 在本发明的燃料电池发电系统 2 的结构中, 是含有电力计 103、热水供应负荷表 109 的, 但是本发明并不特别局限于此结构, 也可以将电力计 103 以及 / 或者热水供应负荷表 109 安装在燃料电池发电系统 2 的外部, 不用说, 只要是能够获得数据的结构同样也可以得到期待的效果。

另外, 在本实施例中, 燃料电池发电装置 100 无需停止运行, 而是在燃料电池发电装置启动的状态下对其发电电力指示值进行调整, 由此来防止热水存储罐的热水装满。但是, 本发明并不特别局限于此方法, 发电指示单元 220 根据消耗电力预测单元 200 得出的消耗电力预测值及供应热水量预测单元 240 得出的供应热水量预测值, 对从现在的热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测, 当预测出的累计热水存储量超过设定的最大热水存储可能量, 并且上述消耗电力预测机构得出的消耗电力预测值在指定的时间内连续低于设定的下限值时, 可以在超过最大热水存储可能量的时刻, 将

燃料电池发电装置 100 停止。

另外，发电指示单元 220 根据消耗电力预测单元 200 得出的消耗电力预测值，对从现在的热热水存储量开始累计的累计热水存储量进行预测，当预测出的累计热水存储量超过设定的最大热水存储可能量，并且从消耗电力预测单元 200 得到的消耗电力预测值在指定的时间内连续超过设定的下限值时，在预测值超过设定的下限值的时刻减去燃料电池发电装置 100 启动所需时间的时刻起，将燃料电池发电装置 100 的启动。在这些状态下，虽然会因为让燃料电池发电装置 100 停止而再启动时产生上升损耗，但是由于不进行不必要的发电，所以可以达到节省能源的目的。

与本发明有关的燃料电池发电系统及其控制方法，也可以被应用在具有发动机等其它发动设备的发电装置中。另外，还可用于控制消耗热水量等以代替控制消耗电力。

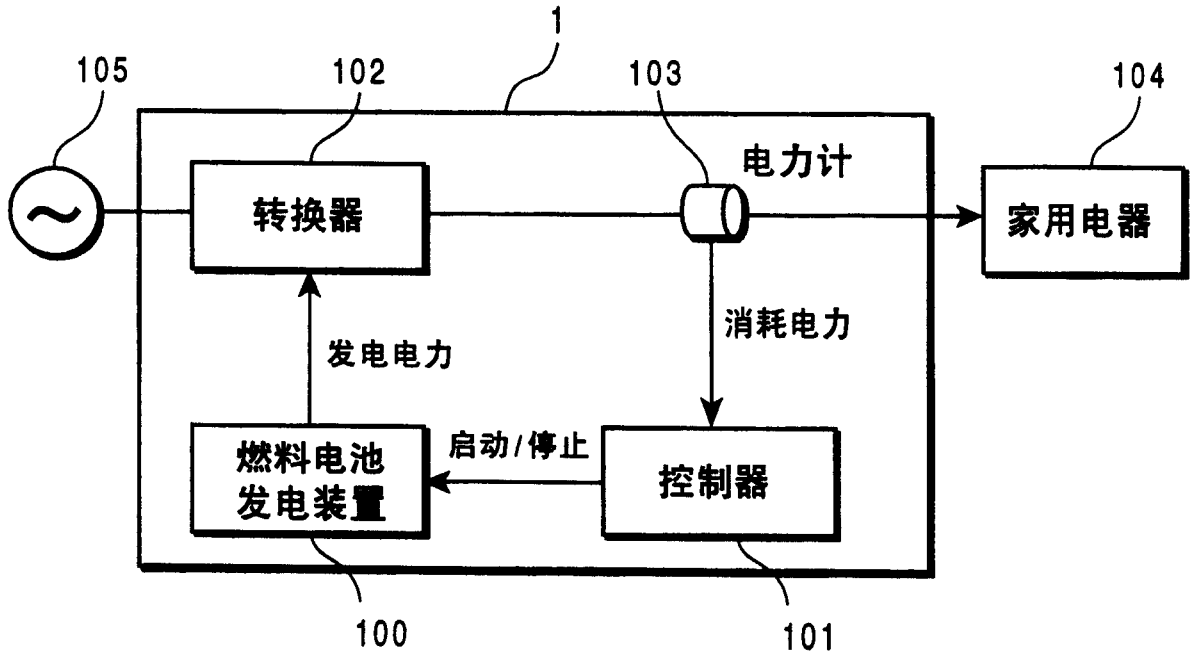


图 1

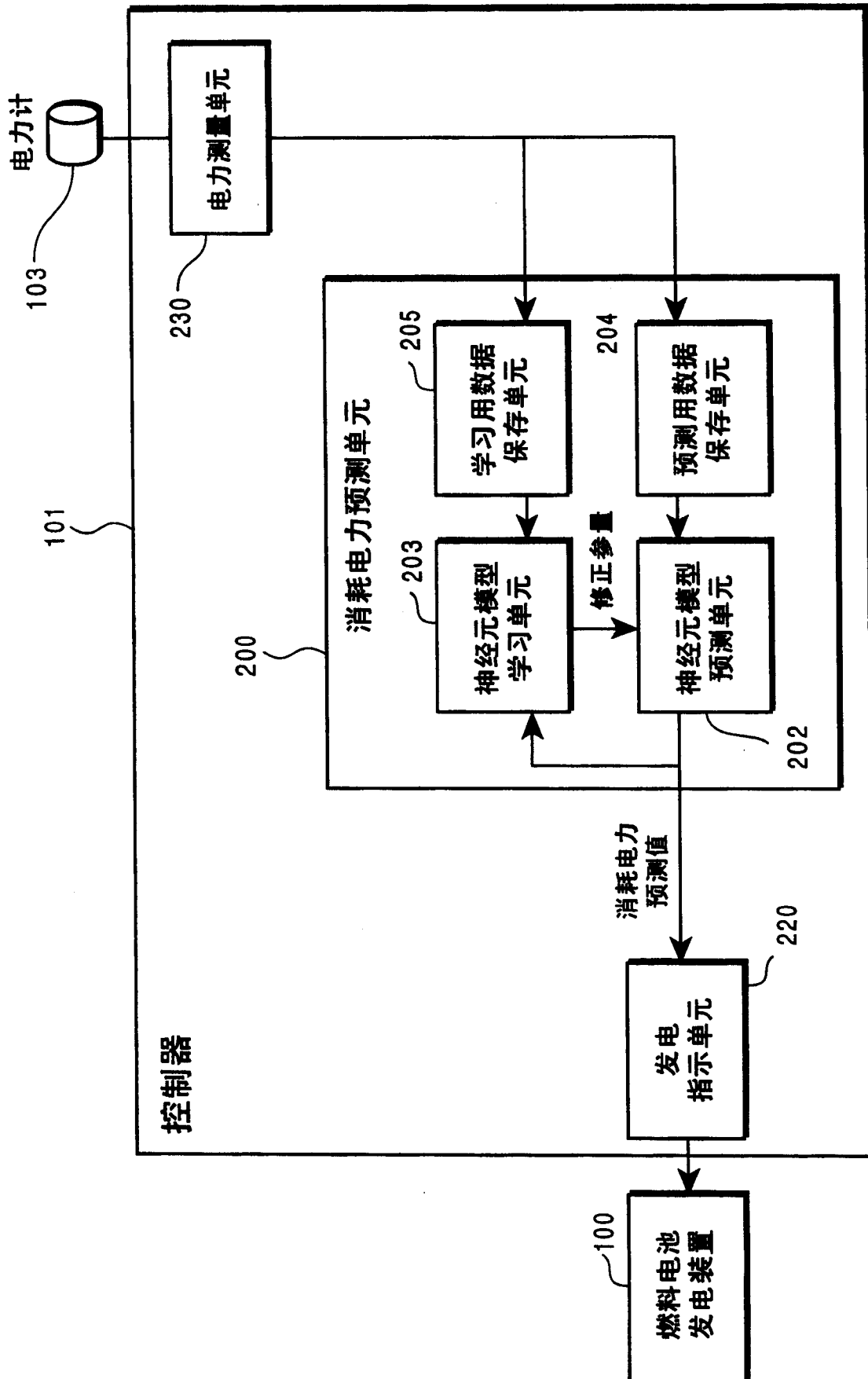


图 2

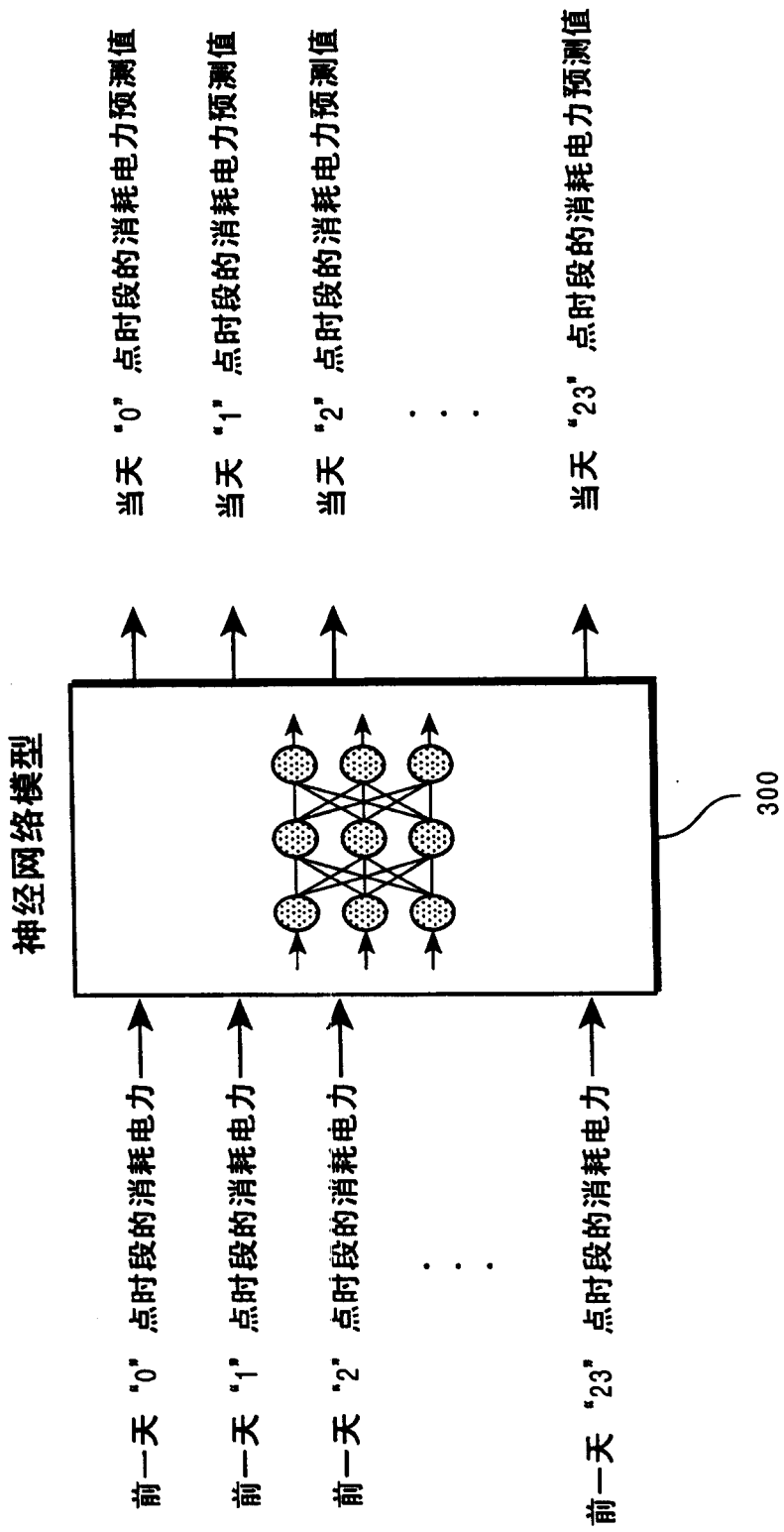


图 3

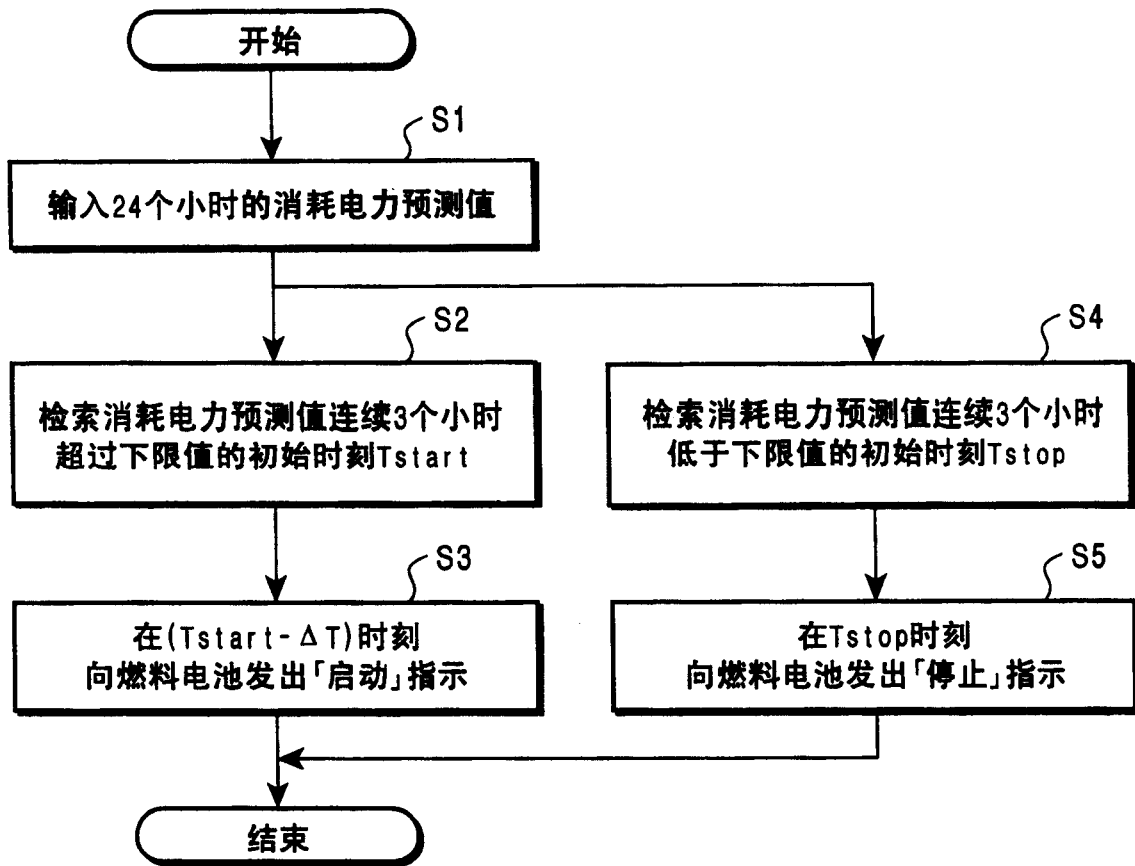


图 4

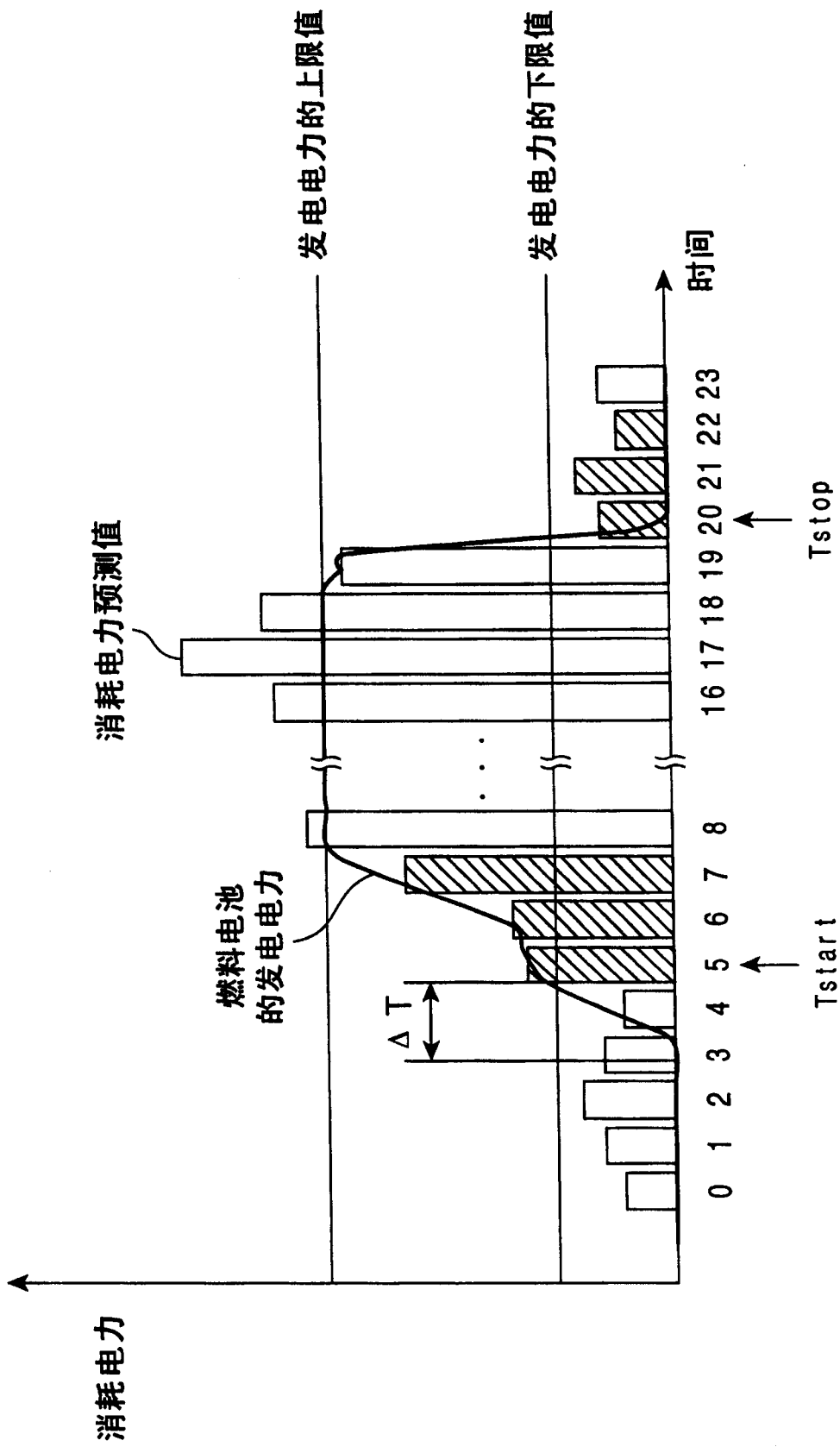


图 5

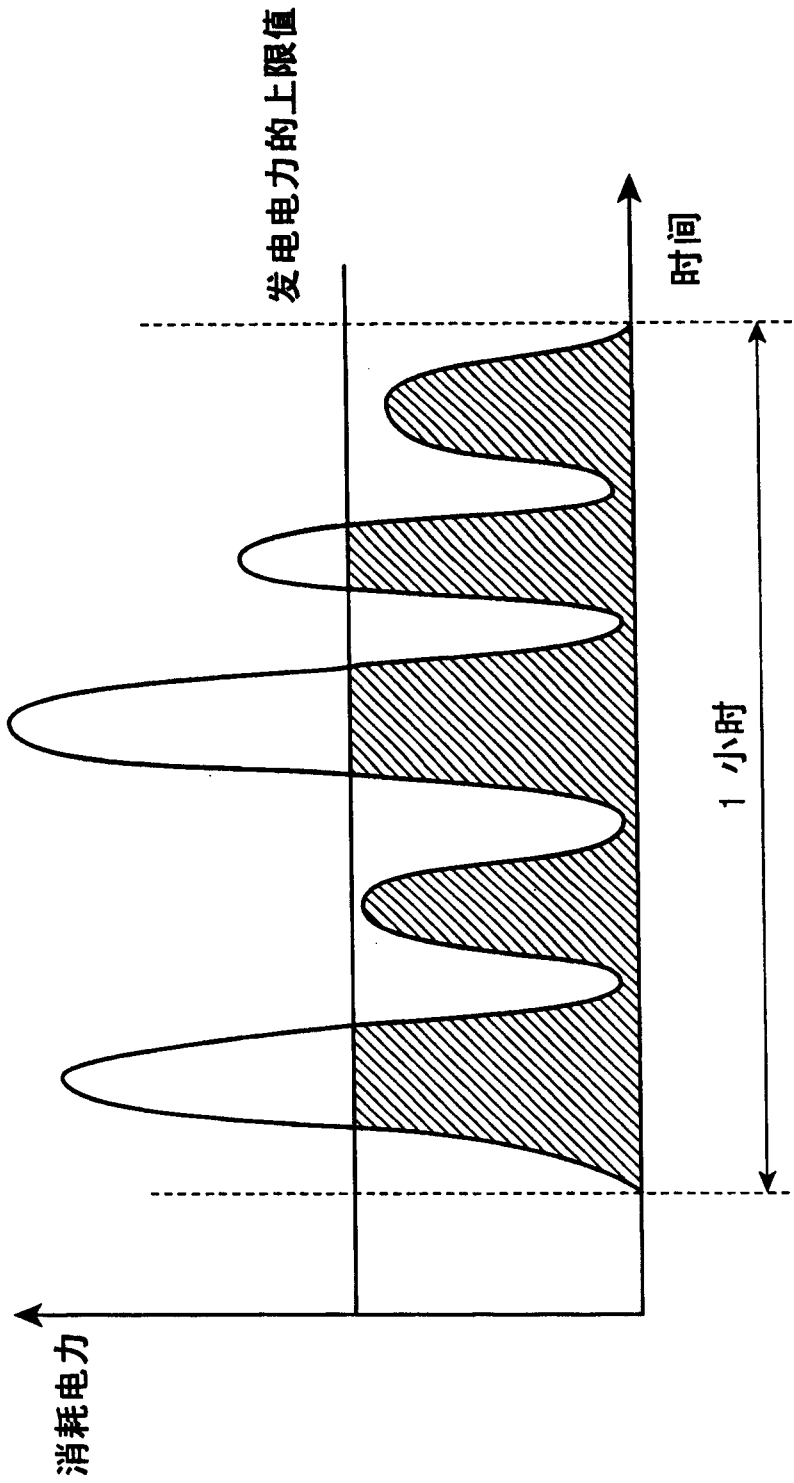


图 6

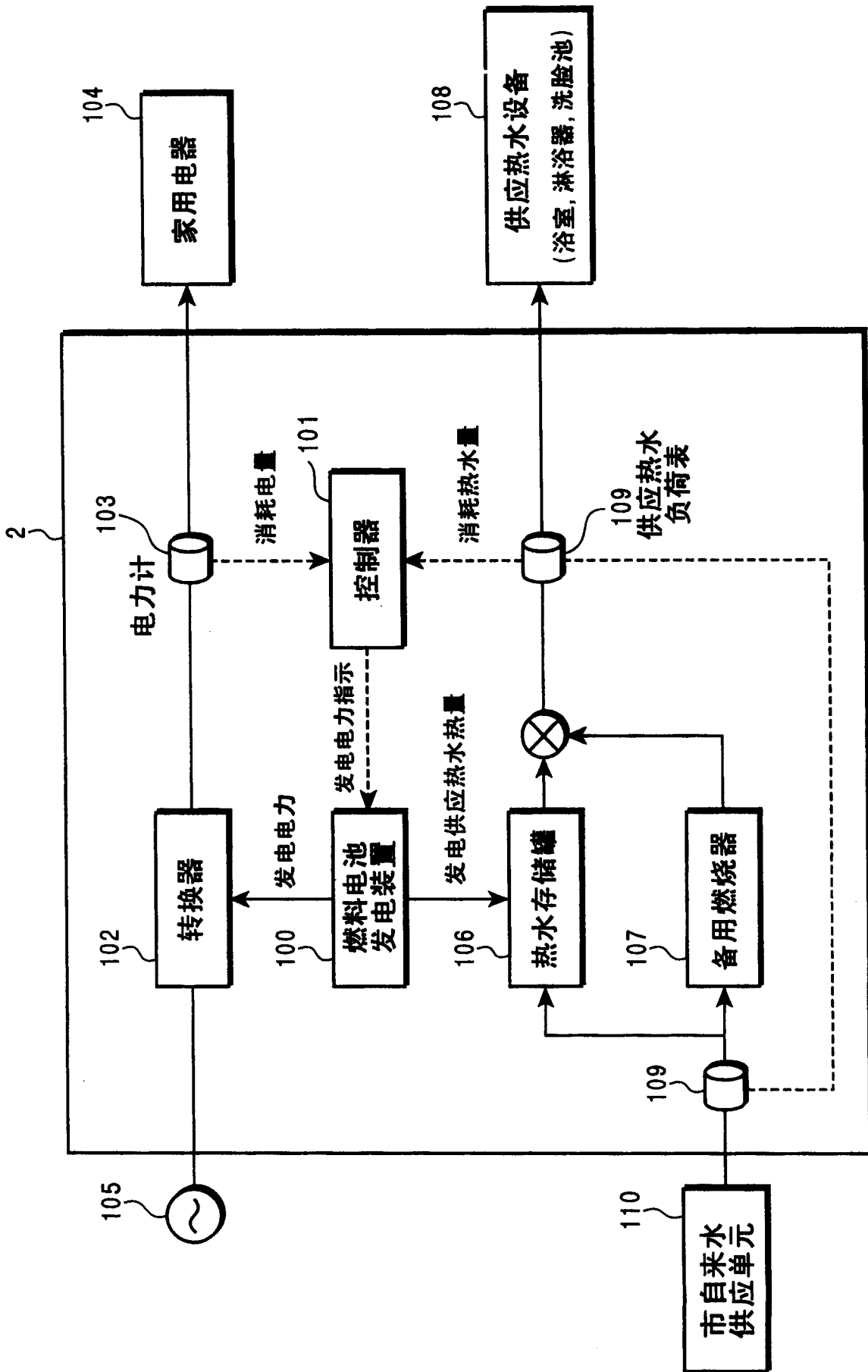


图 7

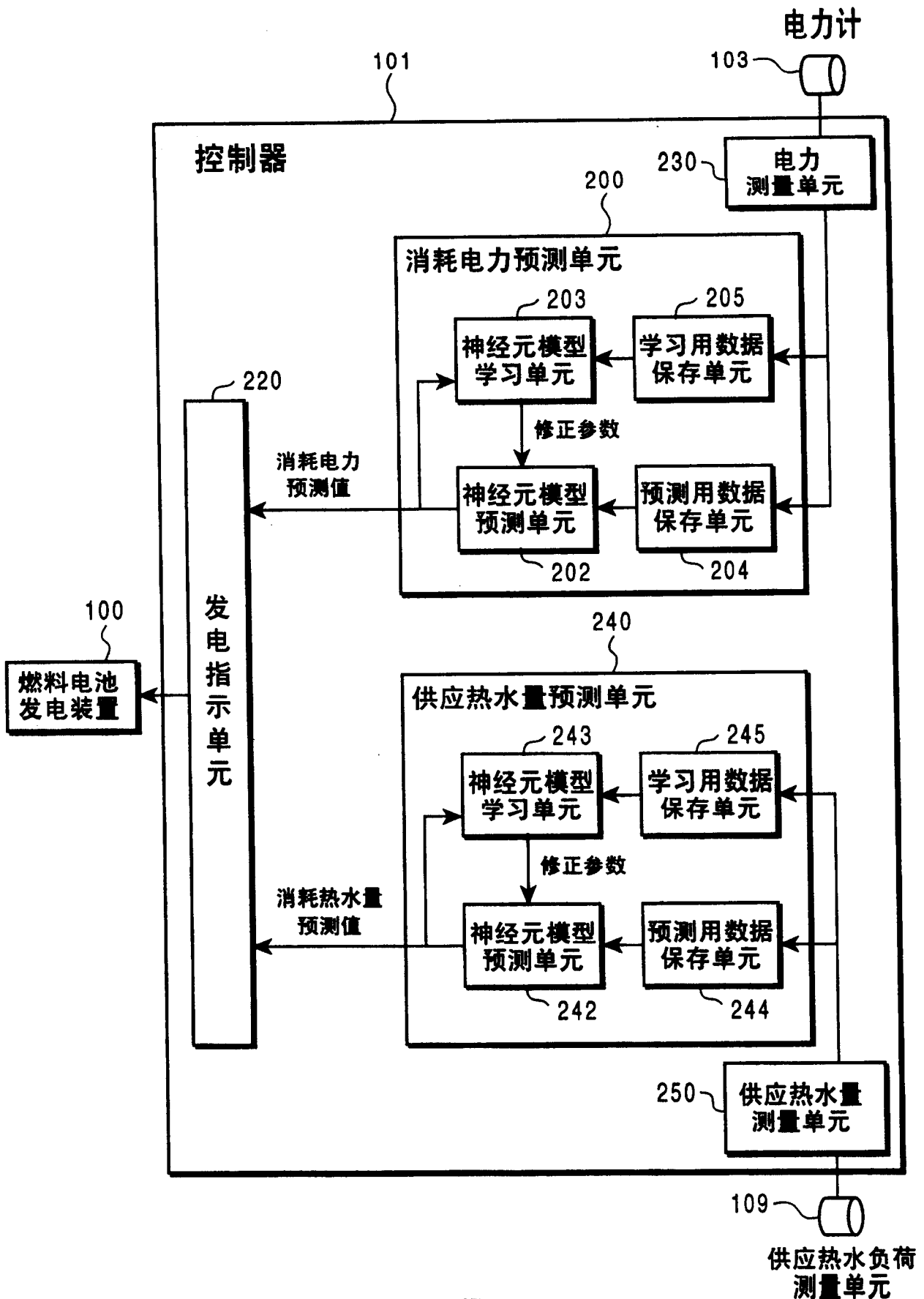


图 8

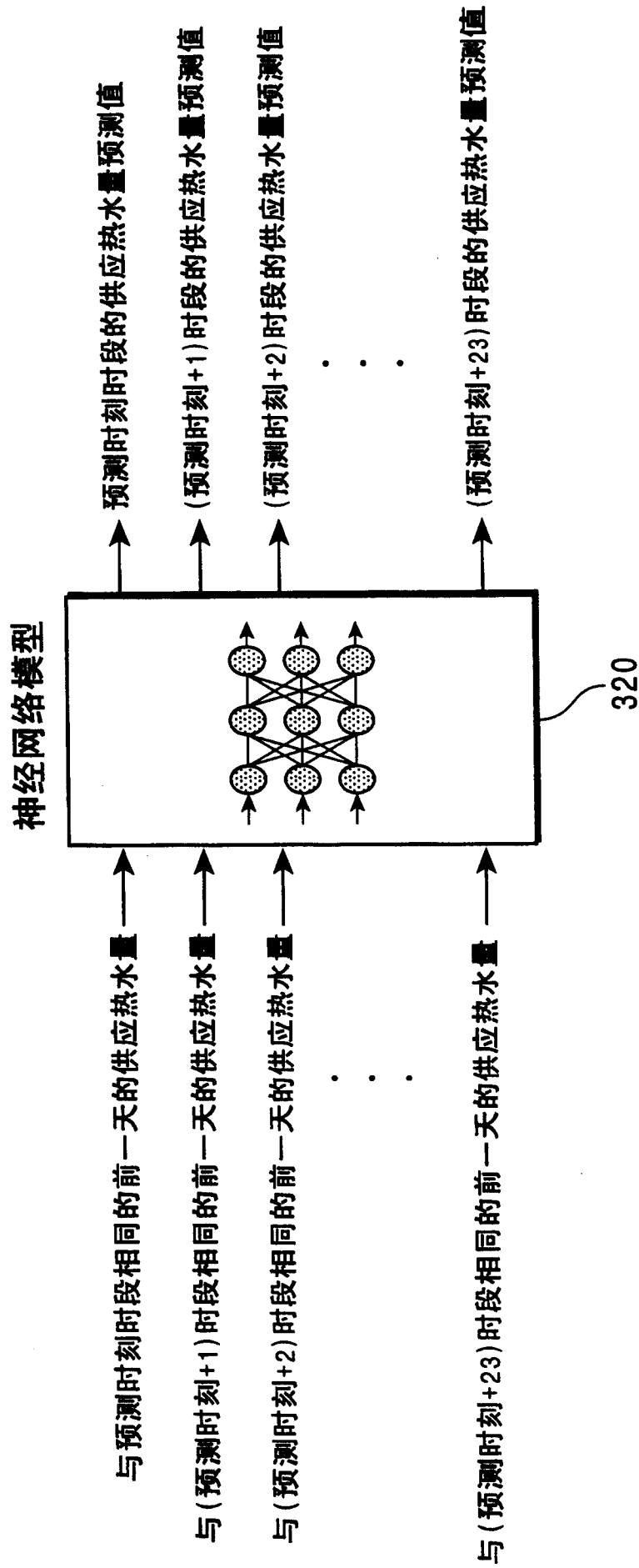


图 10

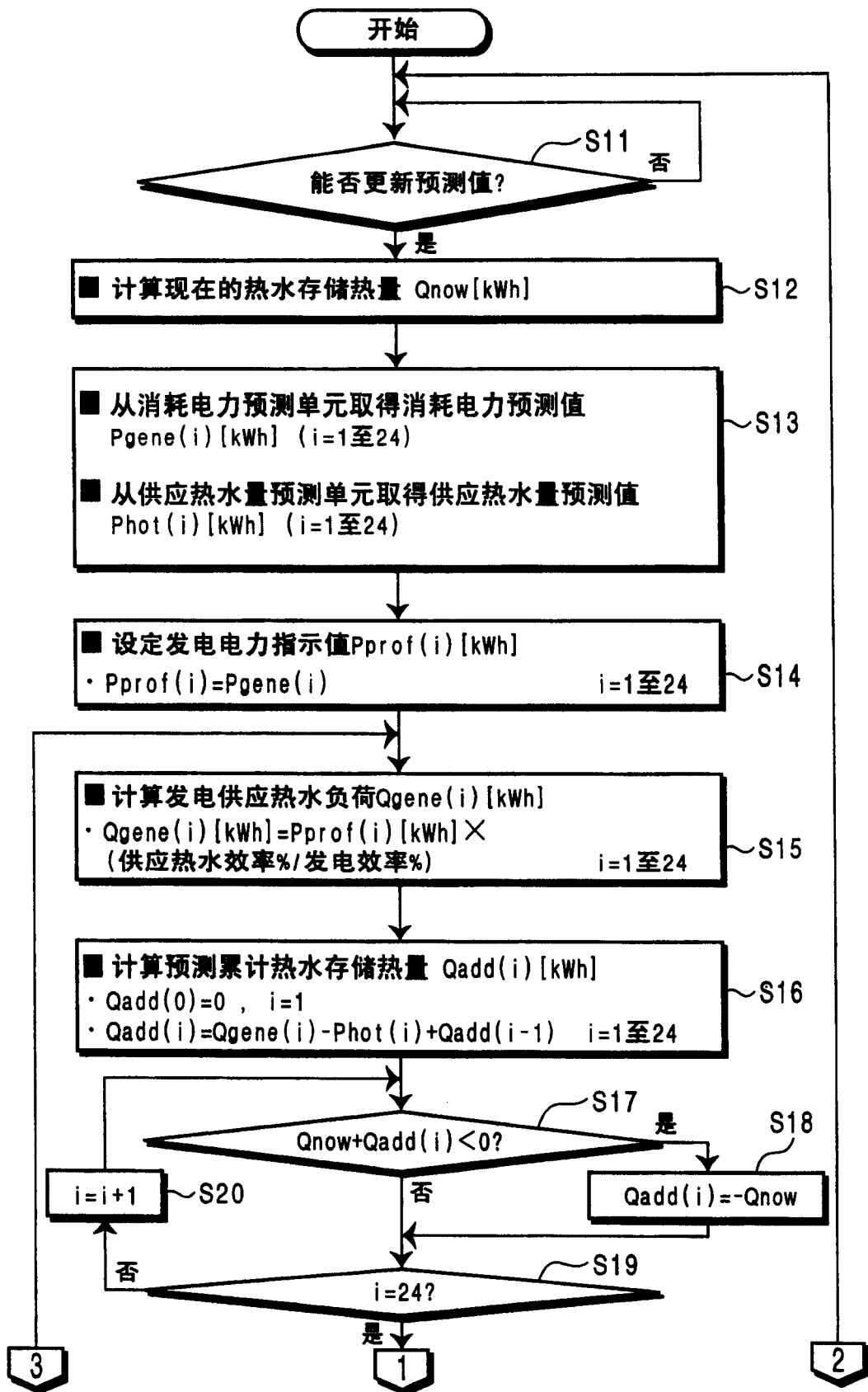


图 11(A)

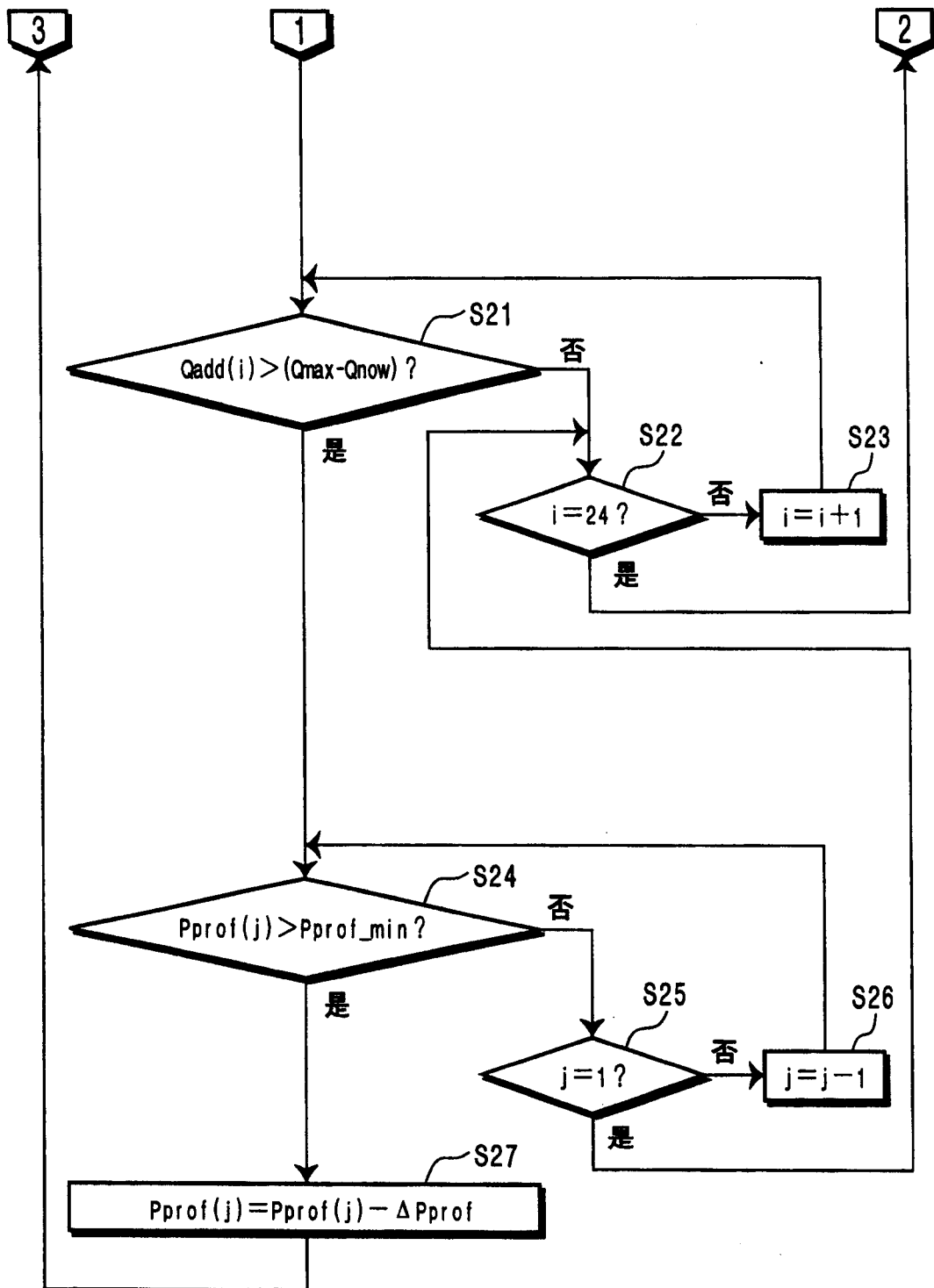


图 11(B)

