



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107532932 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201680023028.4  
 (22)申请日 2016.03.11  
 (65)同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 107532932 A  
 (43)申请公布日 2018.01.02  
 (30)优先权数据  
 2015-088778 2015.04.23 JP  
 (85)PCT国际申请进入国家阶段日  
 2017.10.20  
 (86)PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2016/057792 2016.03.11  
 (87)PCT国际申请的公布数据  
 W02016/170871 JA 2016.10.27  
 (73)专利权人 东京瓦斯株式会社  
 地址 日本东京都  
 (72)发明人 菱沼祐一 小林贤知  
 (74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127  
 代理人 黄纶伟 欧阳琴

(51)Int.Cl.  
 G01F 1/00(2006.01)  
 F23N 5/00(2006.01)  
 F23N 5/18(2006.01)  
 G01F 1/66(2006.01)  
 G01F 3/22(2006.01)  
 G01F 15/04(2006.01)  
 G01F 15/06(2006.01)  
 G01N 29/024(2006.01)  
 G06Q 50/06(2006.01)

(56)对比文件  
 CN 101779103 A,2010.07.14,  
 CN 101779103 A,2010.07.14,  
 JP 5984457 B2,2016.09.06,  
 JP 2000039425 A,2000.02.08,  
 CN 101063669 A,2007.10.31,  
 CN 101487818 A,2009.07.22,

审查员 吕扬

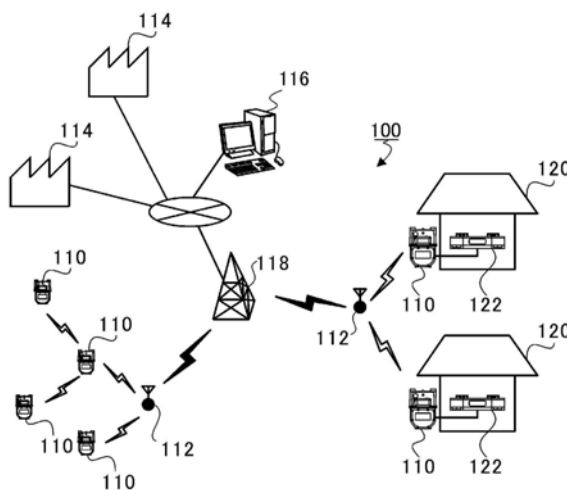
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

燃气表系统及发热量导出方法

(57)摘要

本发明提供能够高精度地导出燃气的发热量的燃气表系统。在具有燃气表(110)、燃气生成工厂(114)和中央装置(116)的燃气表系统(100)中,燃气表(110)具有导出供给至需求地点的燃气的声速的声速导出部,燃气生成工厂(114)具有:燃气生成部,其生成燃气;以及燃气特性确定部,其根据在燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示燃气的声速及发热量的关系的燃气特性,中央装置(116)具有燃气发热量导出部,该燃气发热量导出部根据由燃气表的声速导出部导出的燃气的声速以及由燃气生成工厂的燃气特性确定部确定出的燃气特性,导出在燃气表通过的燃气的发热量。



CN 107532932 B

1. 一种燃气表系统,其具有燃气表、燃气生成工厂和中央装置,该燃气表系统的特征在于,

所述燃气表具有导出供给至需求地点的燃气的声速的声速导出部,

所述燃气生成工厂具有:

燃气生成部,其生成所述燃气;以及

燃气特性确定部,其根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的声速及发热量之间的关系的燃气特性,

所述中央装置具有发热量导出部,该发热量导出部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速以及由所述燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

2. 根据权利要求1所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气生成工厂设置了多个,

所述中央装置还具有工厂确定部,该工厂确定部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速的时序性变化,确定多个所述燃气生成工厂中向该燃气表供给燃气的燃气生成工厂,

所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速以及由所述工厂确定部确定的燃气生成工厂的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

3. 根据权利要求1或2所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气包含烃类的燃气。

4. 根据权利要求1所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有导出在燃气流路中通过的燃气的流量的流量导出部,

所述中央装置还具有通过发热量导出部,该通过发热量导出部根据由所述发热量导出部确定出的燃气的发热量和由所述燃气表的所述流量导出部导出的燃气的流量,导出在该燃气表通过的燃气的通过发热量。

5. 根据权利要求1所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有计测在所述燃气流路内流过的燃气的温度的温度传感器,

所述燃气特性确定部根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的温度、声速及发热量之间的关系的燃气特性,

所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述温度传感器计测的燃气的温度、由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速和由所述燃气生成工厂的所述燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

6. 根据权利要求2所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有导出在燃气流路中通过的燃气的流量的流量导出部,

所述中央装置还具有通过发热量导出部,该通过发热量导出部根据由所述发热量导出部确定出的燃气的发热量和由所述燃气表的所述流量导出部导出的燃气的流量,导出在该燃气表通过的燃气的通过发热量。

7. 根据权利要求2所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有计测在所述燃气流路内流过的燃气的温度的温度传感器,

所述燃气特性确定部根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的温度、声速及发热量之间的关系的燃气特性,

所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述温度传感器计测的燃气的温度、由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速和由所述燃气生成工厂的所述燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

8. 根据权利要求3所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有导出在燃气流路中通过的燃气的流量的流量导出部,

所述中央装置还具有通过发热量导出部,该通过发热量导出部根据由所述发热量导出部确定出的燃气的发热量和由所述燃气表的所述流量导出部导出的燃气的流量,导出在该燃气表通过的燃气的通过发热量。

9. 根据权利要求3所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有计测在所述燃气流路内流过的燃气的温度的温度传感器,

所述燃气特性确定部根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的温度、声速及发热量之间的关系的燃气特性,

所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述温度传感器计测的燃气的温度、由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速和由所述燃气生成工厂的所述燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

10. 根据权利要求4所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表还具有计测在所述燃气流路内流过的燃气的温度的温度传感器,

所述燃气特性确定部根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的温度、声速及发热量之间的关系的燃气特性,

所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述温度传感器计测的燃气的温度、由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速和由所述燃气生成工厂的所述燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

11. 根据权利要求2所述的燃气表系统,其特征在于,

所述燃气表设置了多个,

所述工厂确定部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速的时序性变化,生成燃气供给图,该燃气供给图表示在该多个燃气表以及该多个燃气生成工厂连接而成的燃气供给管道网中供给至各个燃气表的燃气是该多个燃气生成工厂中的哪个,根据所生成的该燃气供给图确定向该燃气表供给燃气的燃气生成工厂。

12. 一种燃气表系统的发热量导出方法,该燃气表系统具有燃气表、燃气生成工厂和中央装置,其特征在于,所述发热量导出方法包括:

所述燃气表导出供给至需求地点的燃气的声速,

所述燃气生成工厂生成所述燃气,并根据所述生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的声速及发热量之间的关系的燃气特性,

所述中央装置根据由所述燃气表导出的燃气的声速以及在所述燃气生成工厂确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

## 燃气表系统及发热量导出方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及导出燃气(gas)的发热量的燃气表系统及发热量导出方法。

### 背景技术

[0002] 燃气经营者为了掌握需求者消耗的烃类的燃气的通过体积,在需求地点配置燃气表,根据在燃气表计测出的燃气的通过体积进行收费。在此,如果提供给需求地点的燃气的每单位体积的发热量固定,则也可以根据燃气的通过体积正确导出通过燃气表的燃气的通过发热量即需求者消耗的燃气的总发热量。因此,也能够适当进行收费。

[0003] 但是,还存在对需求地点供给发热量因时间和/或场所而不同的燃气的情况。在这种情况下,在仅计测燃气的通过体积的以往的燃气表中,难以根据燃气的使用量正确导出通过发热量,可能无法进行适当收费。

[0004] 因此,提出了这样的燃气表:以供给需求地点的燃气是烃类的燃气为前提,计测燃气的温度及声速,根据所计测出的温度及声速估计燃气的标准状态下的发热量,根据所估计出的标准状态下的发热量、燃气的通过体积及燃气的温度导出通过发热量(例如,专利文献1)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2013-210344号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,在上述专利文献1的燃气表中,以所供给的燃气只是烃类的燃气为前提,因而当烃类的燃气中混入氮气、二氧化碳、氧气、水(水蒸气)等杂质燃气的情况下,存在温度和/或声速发生变动而不能高精度地导出燃气的发热量的问题。

[0010] 鉴于这种问题,本发明的目的在于,提供能够高精度地导出燃气的发热量的燃气表系统及发热量导出方法。

[0011] 用于解决问题的手段

[0012] 为了解决上述问题,本发明的燃气表系统具有燃气表、燃气生成工厂和中央装置,所述燃气表具有导出供给至需求地点的燃气的声速的声速导出部,所述燃气生成工厂具有:燃气生成部,其生成所述燃气;以及燃气特性确定部,其根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的声速及发热量之间的关系的燃气特性,所述中央装置具有发热量导出部,该发热量导出部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速以及由燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

[0013] 另外,也可以是,所述燃气生成工厂设置了多个,所述中央装置还具有工厂确定部,该工厂确定部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速的时序性变化,

确定所述多个燃气生成工厂中向该燃气表供给燃气的燃气生成工厂,所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速以及由所述工厂确定部确定出的燃气生成工厂的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

[0014] 另外,也可以是,所述燃气包含烃类的燃气。

[0015] 另外,也可以是,所述燃气表还具有导出在燃气流路中通过的燃气的流量的流量导出部,所述中央装置还具有通过发热量导出部,其根据由所述发热量导出部确定出的燃气的发热量和由所述燃气表的所述流量导出部导出的燃气的流量,导出在该燃气表通过的燃气的通过发热量。

[0016] 另外,也可以是,所述燃气表还具有计测在所述燃气流路内流过的燃气的温度的温度传感器,所述燃气特性确定部根据在所述燃气生成部生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的温度、声速及发热量之间的关系的燃气特性,所述发热量导出部根据由所述燃气表的所述温度传感器计测的燃气的温度、由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速和由所述燃气生成工厂的所述燃气特性确定部确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

[0017] 另外,也可以是,所述燃气表设置了多个,所述工厂确定部根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速的时序性变化,生成燃气供给图,该燃气供给图表示在多个该燃气表以及多个该燃气生成工厂连接而成的燃气供给管道网中供给至各个燃气表的燃气是多个该燃气生成工厂中的哪个,根据所生成的该燃气供给图确定向该燃气表供给燃气的燃气生成工厂。

[0018] 另外,在本发明的燃气表系统的发热量导出方法中,该燃气表系统具有燃气表、燃气生成工厂和中央装置,其特征在于,所述发热量导出方法包括:所述燃气表导出供给至需求地点的燃气的声速,所述燃气生成工厂生成所述燃气,并根据所述生成的燃气的成分的分析结果,确定表示该燃气的声速及发热量之间的关系的燃气特性,所述中央装置根据由所述燃气表的所述声速导出部导出的燃气的声速以及在所述燃气生成工厂确定出的所述燃气特性,导出在该燃气表使用的燃气的发热量。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明,能够高精度地导出燃气的发热量。

## 附图说明

[0021] 图1是示出与燃气表系统的信息传递有关的概略结构的说明图。

[0022] 图2是示出燃气供给管道网的图。

[0023] 图3是示出燃气表的概略结构的功能框图。

[0024] 图4是示出超声波流量计的结构图。

[0025] 图5是说明由超声波流量计的超声波收发器接收的超声波的波形的图。

[0026] 图6是示出燃气生成工厂的概略结构的功能框图。

[0027] 图7是示中央装置的概略结构的功能框图。

[0028] 图8的(a)及图8的(b)是说明燃气的声速的时序性变化的图。

[0029] 图9的(a)及图9的(b)是说明燃气供给图的图。

[0030] 图10是示出温度、声速及燃气的发热量的关系的图。

[0031] 图11是示出声速及单位发热量之间的关系图。

[0032] 图12是示出只是烃类的燃气时以及烃类的燃气中混入了氮气(杂质燃气)时的温度及声速的关系图。

[0033] 图13是示出变形例的燃气表的概略结构的功能框图。

### 具体实施方式

[0034] 下面,参照附图详细地说明本发明的优选的实施方式。该实施方式示出的尺寸、材料及其它具体数值等只不过是为了容易理解发明的示例,除有特殊说明的情况以外,不能限定本发明。另外,在本说明书及附图中,对实质上具有相同的功能、结构的要素标注相同的标号,由此省略重复说明,并且对与本发明没有直接关系的要素省略图示。

[0035] (燃气表系统100)

[0036] 图1是示出与燃气表系统100的信息传递有关的概略结构的说明图。如图1所示,燃气表系统100构成为包括多个燃气表110、多个网关设备112、多个燃气生成工厂114和中央装置116。

[0037] 燃气表110导出向其需求地点120供给的燃气的声速及流量,根据来自中央装置116的指令控制在需求地点120设置的设备122。网关设备112收集一个或者多个燃气表110的数据,并且向一个或者多个燃气表110发布数据。

[0038] 燃气生成工厂114生成供给需求地点120的燃气,并且确定表示所生成的燃气的温度、声速及每单位体积的发热量(以下也称为单位发热量)的关系的燃气特性。

[0039] 中央装置116由计算机等构成,属于燃气经营者等燃气表系统100的管理者侧。中央装置116收集一个或者多个网关设备112的数据,并且向一个或者多个网关设备112发布数据。因此,能够由中央装置116统一管理在所有需求地点120配置的燃气表110具有的信息。

[0040] 在此,在网关设备112与中央装置116之间,通过例如包括基站118的移动电话网或PHS(Personal Handyphone System)网等已有的通信网执行无线通信。另外,在燃气表110彼此以及燃气表110与网关设备112之间,通过例如利用920MHz频带的智能仪表用无线系统(U-Bus Air)执行无线通信。

[0041] 另外,中央装置116通过已有的通信网络与燃气生成工厂114执行有线通信,收集一个或者多个燃气生成工厂114的信息(燃气特性)。

[0042] 图2是示出燃气供给管道网130的图。如图2所示,燃气供给管道网130由多个燃气表110以及在多个燃气生成工厂114铺设的燃气供给管132构成。换言之,多个燃气表110和多个燃气生成工厂114经由燃气供给管道网130(燃气供给管132)相连接。

[0043] 另外,在多个燃气生成工厂114生成的燃气通过构成燃气供给管道网130的燃气供给管132被供给燃气表至110。因此,虽然在多个燃气生成工厂114生成的燃气被供给至燃气供给管道网130,但是基于在燃气管道内的燃气输送的移动绝对快于在燃气管道内的燃气的扩散,因而在多个燃气生成工厂114生成的燃气几乎不会混合。

[0044] 另一方面,将在多个燃气生成工厂114生成的燃气中、在任意一个燃气生成工厂114生成的燃气供给燃气表110。并且,即使是同一个燃气表110,也存在所供给的燃气的生成源(燃气生成工厂114)即所供给的燃气根据时间而不同的情况。

[0045] 在这样的燃气表110中,如后面详细说明的那样,当在烃类的燃气中没有混入氮气、二氧化碳、氧气、水(水蒸气)等杂质燃气的情况下,能够根据燃气的声速高精度地导出燃气的每单位体积的发热量(下面也称为单位发热量)。但是,当在烃类的燃气中混入了杂质燃气的情况下,在根据燃气的声速导出燃气的单位发热量时,单位发热量的导出精度略微下降。在这种情况下,燃气经营者不能进行适当收费。

[0046] 因此,在本实施方式的燃气表系统100中,根据下面详细说明的燃气表110、燃气生成工厂114及中央装置116的结构,即使是通过燃气生成工厂114生成的烃类的燃气中混入了杂质燃气的情况下,也能够高精度地导出在燃气表110通过的燃气的单位发热量。

[0047] (燃气表110)

[0048] 图3是示出燃气表110的概略结构的功能框图。燃气表110构成为包括超声波流量计150、切断阀152、通信电路154、燃气表存储部156、燃气表控制部158。

[0049] 图4是示出超声波流量计150的结构的图。超声波流量计150是到达时间差式的流量计,如图4所示,包括沿着燃气流路140的流向(在图4中用白箭头示出)在上游和下游的两个部位配置的一对的超声波收发器150a、150b而构成,能够在每单位时间双向计测从一方超声波收发器150a、150b向另一方超声波收发器150b、150a在燃气内传播超声波的传播时间。该传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 将在后述的声速导出部160中使用。

[0050] 在此,一对的超声波收发器150a、150b分别设置在燃气流路140的上游侧和下游侧,因而在两者之间传播的超声波受到燃气的流速的影响,从上游侧向下游侧传播的超声波被加速,从下游侧向上游侧传播的超声波被减速。在此,将从上游侧的超声波收发器150a向下游侧的超声波收发器150b传播的超声波的传播时间设为 $t_1$ ,将从下游侧的超声波收发器150b向上游侧的超声波收发器150a传播的超声波的传播时间设为 $t_2$ 。

[0051] 返回到图3,切断阀152例如由使用螺线管(solenoid)和/或步进电机的电磁阀等构成,使燃气的流路断开或者开放。通信电路154与网关设备112和其它燃气表110建立无线通信。燃气表存储部156由ROM、RAM、闪存、HDD等构成,存储在燃气表110中使用的程序和各種数据。

[0052] 燃气表控制部158由CPU和DSP构成,使用在燃气表存储部156中存储的程序控制燃气表110整体。另外,燃气表控制部158作为声速导出部160、流量导出部162、切断部164、仪表通信部166发挥作用。

[0053] 声速导出部160根据在超声波流量计150计测出的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 导出声速。流量导出部162根据在超声波流量计150计测出的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 导出燃气的流量。

[0054] 切断部164控制切断阀152而控制燃气的需求供给。仪表通信部166通过通信电路154与中央装置116传递信息,例如每1小时将在声速导出部160导出的声速、在流量导出部162导出的流量的信息发送给中央装置116。然而,即使是没有切断部164和切断阀152的结构,本实施方式也成立。

[0055] 下面,对声速导出部160、流量导出部162的具体处理进行说明。

[0056] (声速导出部160)

[0057] 图5是说明在超声波流量计150的超声波收发器150a、150b接收的超声波的波形的图。如图5所示,在超声波流量计150的超声波收发器150a或者150b接收的超声波,在刚刚开始接收后振幅较小,然后振幅逐渐增大,在几个波数后达到振幅的峰值,然后振幅再次减

小。另外,在超声波收发器150a、150b中,在接收从成对的超声波收发器150b、150a发送的超声波时,由于敏感度和S/N比的问题,难以高精度地规定振幅较小的最初的几个波数量的到达时间,在振幅增大至某种程度的几个波数后的超声波成为过零(zero crossing)时(在图5中用黑点示出),判定为接收到超声波。

[0058] 因此,在超声波流量计150中,从发出超声波到接收的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 成为比本来的到达时间、延长了与约2个波长量相当的延迟到达时间的时间。即,在传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 产生了延迟到达时间量的误差。

[0059] 在此,燃气的流量通常是根据传播时间 $t_1$ 与传播时间 $t_2$ 的差分导出的。因此,假设传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 相对于本来的到达时间都具有延迟到达时间量的误差,通过获取传播时间 $t_1$ 与传播时间 $t_2$ 的差分将延迟到达时间抵消,在导出流量时该误差的影响也减小。

[0060] 另一方面,在声速导出部160中,根据在超声波流量计150计测出的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 导出声速,因而在传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 具有延迟到达时间量的误差时,在导出声速时受到该误差的影响。

[0061] 因此,在声速导出部160中,从在超声波流量计150计测出的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 中减去作为误差的延迟到达时间,导出与本来的到达时间相当的到达时间 $ta_1$ 、 $ta_2$ ,尽可能地减小误差的影响。

[0062] 另外,与本来的到达时间相当的到达时间 $ta_1$ 、 $ta_2$ 能够表示如下式(1)所示。

[0063] [数式1]

$$[0064] \quad ta_1 = \frac{L}{C+V}, \quad ta_2 = \frac{L}{C-V} \quad \dots (1)$$

[0065] 另外,L表示一对的超声波收发器150a、150b之间的距离,V表示燃气的流速。

[0066] 因此,声速导出部160根据与本来的到达时间相当的到达时间 $ta_1$ 、 $ta_2$ ,使用联立上述的式(1)得到的下述的式(2)导出声速C。

[0067] [数式2]

$$[0068] \quad C = \frac{L}{2} \left( \frac{1}{ta_1} + \frac{1}{ta_2} \right) \quad \dots (2)$$

[0069] 这样,声速导出部160从超声波流量计150计测出的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ 中减去振幅较小而无法检测的超声波的延迟到达时间,根据与本来的到达时间相当的到达时间 $ta_1$ 、 $ta_2$ ,使用上述的式(2)导出声速C,由此能够高精度地导出声速C。另外,关于延迟到达时间,既可以通过实验预先对声速导出部160一台一台地进行测定,也可以在同一设计的声速导出部160中计测标准的延迟到达时间,而省略一台一台的测定。

[0070] (流量导出部162)

[0071] 流量导出部162根据超声波流量计150计测出的传播时间 $t_1$ 、 $t_2$ ,使用下述的式(3)导出燃气的流速V。

[0072] [数式3]

$$[0073] \quad V = \frac{L}{2} \left( \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) \quad \dots (3)$$

[0074] 另外,流量导出部162将所导出的燃气的流速V与燃气流路的截面积相乘,由此导

出燃气的流量。

[0075] (燃气生成工厂114)

[0076] 图6是示出燃气生成工厂114的概略结构的功能框图。如图6所示,燃气生成工厂114构成为包括燃气生成部170、燃气色谱仪172、通信电路174、工厂存储部176、工厂控制部178。

[0077] 燃气生成部170通过使LNG气化而生成烃类的燃气,向燃气供给管132(燃气供给管道网130)供给燃气。燃气色谱仪172分析通过燃气生成部170生成并供给至燃气供给管道网130的燃气的成分。通信电路174与中央装置116建立有线通信。工厂存储部176由ROM、RAM、闪存、HDD等构成,存储在燃气生成工厂114中使用的程序和各种数据。

[0078] 工厂控制部178由CPU和DSP构成,根据在工厂存储部176中存储的程序控制燃气生成工厂114整体。并且,工厂控制部178作为燃气特性确定部180、工厂通信部182发挥作用。

[0079] 燃气特性确定部180根据由燃气色谱仪172分析出的燃气的成分,将在燃气生成部170生成的燃气的温度、声速及单位发热量的关系确定为燃气特性。具体地讲,根据烃类的燃气在由燃气色谱仪172分析出的燃气的整体成分中所占据的比率、单位发热量与所分析出的燃气成分中的烃类的燃气的温度及声速的关系,导出燃气特性。另外,单位发热量与烃类的燃气的温度及声速的关系(燃气特性)预先存储在工厂存储部176中。并且,也可以在燃气生成工厂114设有导出声速的声速导出部,根据所导出的声速导出单位发热量与烃类的燃气的声速的关系(燃气特性)。

[0080] 因此,在由燃气生成部170生成的烃类的燃气中没有混入杂质燃气的情况下,燃气特性确定部180直接读出在工厂存储部176中存储的烃类的燃气的燃气特性。另一方面,在由燃气生成部170生成的烃类的燃气中混入了杂质燃气的情况下,燃气特性确定部180导出相对于在工厂存储部176中存储的烃类的燃气的燃气特性、考虑了烃类的燃气的比率的燃气特性。

[0081] 工厂通信部182通过通信电路174与中央装置116交换信息,将由燃气特性确定部180确定出的燃气特性的信息随时发送给中央装置116。

[0082] 这样,在各个燃气生成工厂114中,根据所生成的燃气的成分的分析结果,将发送至燃气供给管道网130的燃气的燃气特性的信息随时发送给中央装置116。

[0083] (中央装置116)

[0084] 图7是示出中央装置116的概略结构的功能框图。如图7所示,中央装置116构成为包括通信电路190、使用量存储部192、设备存储部194、燃气特性存储部196、中央控制部198。

[0085] 通信电路190经由基站118与网关设备112建立无线通信,并且与燃气生成工厂114建立有线通信。使用量存储部192由ROM、RAM、闪存、HDD等构成,将从各个燃气表110接收到的燃气的声速及流量与该燃气表110关联起来进行存储。因此,在使用量存储部192中保存有每个燃气表110过去的燃气的声速及流量的推移。设备存储部194与使用量存储部192一样由ROM、RAM、闪存、HDD等构成,将点火设备等经由燃气表110使用的设备122与该燃气表110关联起来进行存储。燃气特性存储部196与使用量存储部192一样由ROM、RAM、闪存、HDD等构成,将从燃气生成工厂114接收到的燃气特性与该燃气生成工厂114关联起来进行存储。因此,在燃气特性存储部196中保存有每个燃气生成工厂114的过去的燃气特性的推移。

[0086] 中央控制部198由CPU和DSP构成,根据在使用量存储部192、设备存储部194、燃气特性存储部196中存储的信息控制中央装置116整体。并且,中央控制部198作为中央通信部200、工厂确定部202、发热量导出部204、通过发热量导出部206、异常诊断部208发挥作用。

[0087] 中央通信部200通过通信电路190与各个燃气表110交换信息,例如从燃气表110接收燃气的声速及流量。并且,中央通信部200通过通信电路190与各个燃气生成工厂114交换信息,例如从燃气生成工厂114接收燃气特性。

[0088] 工厂确定部202根据从燃气表110接收到的燃气的声速自身和其时序性变化和从燃气生成工厂114接收到的燃气特性,确定供给该燃气表110的燃气的生成源、即多个燃气生成工厂114中生成了所供给的燃气的燃气生成工厂114。

[0089] 图8(a)是说明在燃气的温度固定的情况下,供给燃气表110的燃气变更时的声速的变化的图,图8(b)是说明在燃气的温度不固定的情况下,供给燃气表110的燃气变更时的声速的变化的图。

[0090] 如图8(a)所示,在燃气的温度固定、供给燃气表110的燃气未变更的时间(比时刻 $t_{11}$ 靠前、以及比时刻 $t_{11}$ 靠后)中,声速也固定。另外,当在时刻 $t_{11}$ 供给的燃气变更即燃气的供给源(燃气生成工厂114)变化时,燃气的声速也变化。

[0091] 另外,如图8(b)所示,在燃气的温度不固定、供给燃气表110的燃气未变更的时间(比时刻 $t_{12}$ 靠前、以及比时刻 $t_{12}$ 靠后)中,燃气的声速也根据燃气的温度而变化。另外,当在时刻 $t_{12}$ 供给的燃气变更即燃气的供给源(燃气生成工厂114)变化时,燃气的声速比根据燃气的温度而变化的情况更急剧地(分级地)变化。

[0092] 即,如图8(a)及(b)所示,与燃气的温度是否固定无关,当所供给的燃气变更时,燃气的声速也急剧变化。

[0093] 因此,工厂确定部202导出从燃气表110接收到的燃气的声速的时序性变化,更具体地讲,导出燃气的声速的微分值,在所导出的微分值达到燃气的供给源变化时的规定的阈值以上的情况下,判定所供给的燃气已变更。

[0094] 在此,工厂确定部202在燃气供给管道网130中按照时序监视在燃气生成工厂114生成的燃气被供给至哪个燃气表110,由此生成表示将在哪个燃气生成工厂114生成的燃气供给至哪个燃气表110的燃气供给图。并且,工厂确定部202在判定供给一个燃气表110的燃气已变更的情况下,参照燃气供给图,确定将在哪一个燃气生成工厂114生成的燃气供给至该燃气表110。

[0095] 图9(a)及图9(b)是说明燃气供给图的图。在此,如上所述,在燃气供给管道网130中配置有多个燃气表110,将在多个燃气生成工厂114生成的燃气以混合的状态供给各个燃气表110。

[0096] 例如,如图9(a)所示,在燃气供给管道网130中,以边界134为界限,将在各个燃气生成工厂114生成的燃气供给至燃气表110(需求地点)。另外,如图9(b)所示,在燃气供给管道网130中,在通过各个燃气生成工厂114生成的燃气的供给范围随着时间的经过而变化时,边界134也变化。并且,当在燃气表110导出的燃气的声速急剧变化的情况下,工厂确定部202根据多个燃气表110的燃气的声速确定边界134的变化,由此更新燃气供给图。

[0097] 这样,工厂确定部202按照时序监视在多个燃气表110导出的燃气的声速,判定在多个燃气表110导出的燃气的声速的急剧变化的定时,由此判定将在哪个燃气生成工厂114

生成的燃气供给至哪个燃气表110,并更新燃气供给图。即,也可以讲,燃气供给图示出了将在各个燃气生成工厂114生成的燃气供给至燃气供给管道网130中的哪个范围。

[0098] 发热量导出部204在确定了生成供给至燃气表110的燃气的燃气生成工厂114时,根据所确定出的燃气生成工厂114的燃气特性及从燃气表110接收到的声速,导出燃气的单位发热量。

[0099] 图10是示出温度、声速及燃气的类别(标准状态下的发热量)的关系的图。图11是示出声速及单位发热量的关系的图。下面,将标准状态下的发热量也称为标准发热量。

[0100] 在此,如图10所示,与烃类的燃气的类别(标准发热量)无关,都是在燃气的温度较低时燃气的声速较慢,随着燃气的温度升高,燃气的声速加快。另一方面,在燃气的类别(标准发热量)不同时,即使是燃气的温度相同,燃气的声速也不同,并且即使是燃气的声速相同,燃气的温度也不同。更具体地讲,随着燃气的标准发热量提高,即使是燃气的温度相同,燃气的声速也变慢,并且即使是燃气的声速相同,燃气的温度也升高。

[0101] 根据这种特性,如果能够确定燃气的温度及声速,则能够估计燃气的类别(标准发热量)。例如,在燃气的温度是20℃、燃气的声速是415m/s的情况下,能够估计出燃气的类别(标准发热量)是44.4MJ/Nm<sup>3</sup>。

[0102] 另外,根据图10所示的温度、声速及燃气的类别(标准发热量)的关系,在表1中示出了设声速相同为405m/s时的、不同的燃气的类别(标准发热量)的温度及单位发热量。

[0103] [表1]

[0104]

燃气的类别 (MJ/Nm <sup>3</sup> )	42.0	43.2	43.5	44.0	44.4	45.0	46.0
温度 (°C)	-8.3	-4.5	0.5	4.5	7.0	12.0	19.0
单位发量 (MJ/m <sup>3</sup> )	43.3	43.9	43.4	43.3	43.3	43.1	43.0

[0105] 根据表1可知,在设声速相同为405m/s的情况下,与燃气的类别(标准发热量)及温度无关,单位发热量成为固定值,收敛为约43.5±0.5MJ/m<sup>3</sup>。

[0106] 另外,如图11所示,与燃气的类别(标准发热量)无关,声速和单位发热量能够用基本是同一条线的关系表示。因此,可以理解为与燃气的类别(标准发热量)无关,能够仅根据声速导出单位发热量。另外,在表1及图11中,根据燃气的类别(标准发热量),声速和单位发热量的关系产生若干的误差,但是该误差约为±2.5%以下,与燃气的类别无关,能够仅使用声速高精度地导出单位发热量。

[0107] 下面,从理论上说明能够仅使用声速C导出单位发热量。

[0108] 声速C能够用下述的式(4)表示。

[0109] [数式4]

$$[0110] \quad C = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \dots (4)$$

[0111] 其中,γ表示混合气体的比热比,R表示气体常数(J/(mol·K)),M表示混合气体的平均分子量(kg/mol)。

[0112] 另外,燃气密度(平均分子量)与标准发热量的关系能够用下述的式(5)表示。

[0113] [数式5]

$$[0114] \quad CV_0 = aM + b \quad \dots (5)$$

[0115] 其中,  $CV_0$ 表示标准发热量 ( $\text{kJ}/\text{Nm}^3$ ),  $a$ 、 $b$ 表示常数(对于饱和烃的理想气体,  $a=2.1 \times 10^6$ 、 $b=7.4 \times 10^3$ , 对于饱和烃的实际气体,  $a=2.4 \times 10^6$ 、 $b=5.7 \times 10^2$ )。

[0116] 另外, 温度 $T$ 时的燃气的单位发热量能够用下述的式(6)表示。

[0117] [数式6]

$$[0118] \quad CV_T = \frac{pT_0}{p_0T} CV_0 \quad \dots (6)$$

[0119] 其中,  $CV_T$ 表示温度 $T$ 时的单位发热量 ( $\text{kJ}/\text{m}^3$ ),  $p$ 表示温度 $T$ 时的压力(供给压力, Pa),  $p_0$ 表示标准压力(101325Pa),  $T_0$ 表示标准温度(273.15K)。

[0120] 根据这些式(4)~式(6), 导出下述的式(7)。

[0121] [数式7]

$$[0122] \quad CV_T = \frac{1}{C^2} \frac{\gamma RT_0 p}{p_0} \left( a + \frac{b}{M} \right) \quad \dots (7)$$

[0123] 其中, 如果是城市燃气,  $M$ 约为16~20,  $a \gg b/M$ 关系成立, 因而能够将式(7)表示为式(8)。

[0124] [数式8]

$$[0125] \quad CV_T = \frac{1}{C^2} \frac{\alpha \gamma RT_0 p}{p_0} \quad \dots (8)$$

[0126] 这样, 可知的是, 在式(8)中, 由于未受到测定时的温度 $T$ 的影响, 因而如果供给压力 $p$ 已知, 则不需计测温度 $T$ , 能够仅根据声速 $C$ 导出单位发热量。另外, 在不计测温度 $T$ 而仅根据声速 $C$ 导出单位发热量的情况下, 如果是直链饱和烃的燃气, 则导出精度提高若干程度。另外, 由于已知声速几乎不受压力的影响, 因而关于压力 $p$ , 需要通过计测压力并按照通常的波义耳定律(boyle's law)进行校正即可。

[0127] 图12是示出仅为烃类的燃气时以及烃类的燃气中混入了氮气(杂质燃气)时的温度及声速的关系的图。如上所述, 在供给燃气表110的燃气只是烃类的燃气的情况下, 能够根据声速导出单位发热量。但是, 如图12所示, 在只是标准发热量为43.5 ( $\text{MJ}/\text{Nm}^3$ )的烃类的燃气的情况下和在标准发热量为43.2 ( $\text{MJ}/\text{Nm}^3$ )的烃类的燃气中混入了4%的氮气的情况下, 温度及声速的关系能够用基本是同一条线的关系表示。因此, 当在烃类的燃气中混入了氮气(杂质燃气)的情况下, 在根据声速导出单位发热量时, 导出精度下降。具体地讲, 当在烃类的燃气中混入了1%的氮气(杂质燃气)的情况下, 相对于只是烃类的燃气时, 单位发热量产生约1.4%的误差。

[0128] 因此, 发热量导出部204根据从燃气表110接收到的声速和从所确定的燃气生成工厂114接收到的燃气特性, 导出燃气的单位发热量。在从所确定的燃气生成工厂114接收到的燃气特性中, 也示出了在烃类的燃气中混入了杂质燃气时考虑到杂质燃气混入的单位发热量, 因而发热量导出部204能够导出考虑了杂质燃气的混入的影响的燃气的单位发热量。

[0129] 通过发热量导出部206将由发热量导出部204导出的燃气的单位发热量与从燃气表110接收到的流量之乘积, 相对于时间轴进行积分, 由此导出燃气的通过发热量。

[0130] 异常诊断部208根据在使用量存储部192中存储的过去的通过发热量的推移, 诊断当前的通过发热量是否异常。并且, 异常诊断部208还可以根据在设备存储部194中存储的

设备122的燃气的额定通过发热量诊断异常。

[0131] 如以上说明的那样,在本实施方式的中央装置116(发热量导出方法)中,根据在燃气表110导出的声速以及在燃气生成工厂114确定出的燃气特性,能够导出供给燃气表110的燃气的发热量。由此,即使是在烃类的燃气中混入了杂质燃气的情况下,也能够高精度地导出供给燃气表110的燃气的单位发热量。另外,燃气经营者能够根据所导出的燃气的单位发热量适当进行收费。

[0132] <变形例>

[0133] 图13是示出变形例的燃气表300的概略结构的功能框图。如图13所示,燃气表300相对于上述的燃气表110的不同之处在于设有温度传感器302,其它结构与燃气表110相同。

[0134] 温度传感器302计测所供给的燃气的温度。另外,仪表通信部166每1小时将在声速导出部160导出的声速、温度传感器302计测出的温度、以及流量导出部162导出的流量发送给中央装置116。

[0135] 在中央装置116中,发热量导出部204根据从燃气表110接收到的声速及温度和从所确定的燃气生成工厂114接收到的燃气特性,导出燃气的单位发热量(MJ/Nm<sup>3</sup>)。由此,在中央装置116中能够比在燃气表110高精度地导出燃气的单位发热量。

[0136] 如上所述,在具有燃气表300的燃气表系统中,能够通过燃气表300导出或者计测燃气的温度及声速,通过中央装置116根据燃气的温度及声速导出供给至燃气表300的燃气的单位发热量。由此,能够提高燃气的单位发热量的导出精度。

[0137] 以上参照附图对本发明的优选的实施方式进行了说明,当然本发明不限于该实施方式。本领域技术人员显然能够在权利要求书所记载的范畴内想到各种变更例或者修正例,这些当然应理解为属于本发明的技术范围。

[0138] 产业上的可利用性

[0139] 本发明能够用于导出单位发热量的燃气表系统及发热量导出方法。

[0140] 标号说明

[0141] 100燃气表系统;110燃气表;114燃气生成工厂;116中央装置;150超声波流量计;160声速导出部;162流量导出部;170燃气生成部;180燃气特性确定部;202工厂确定部;204发热量导出部;206通过发热量导出部。

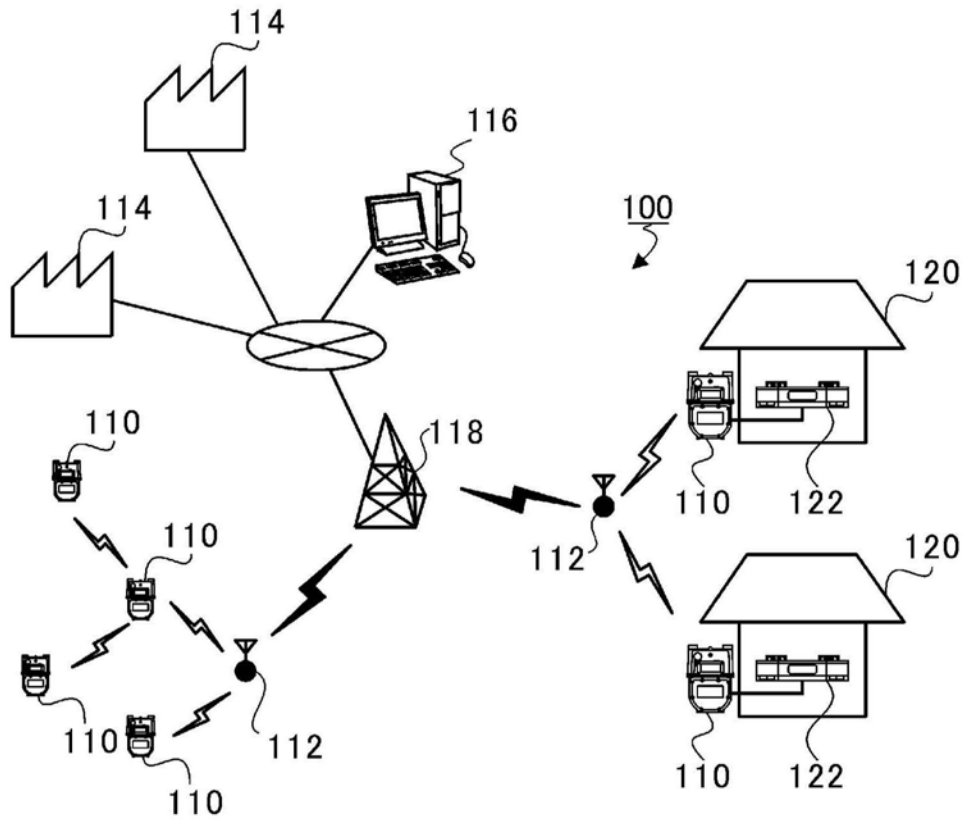


图1

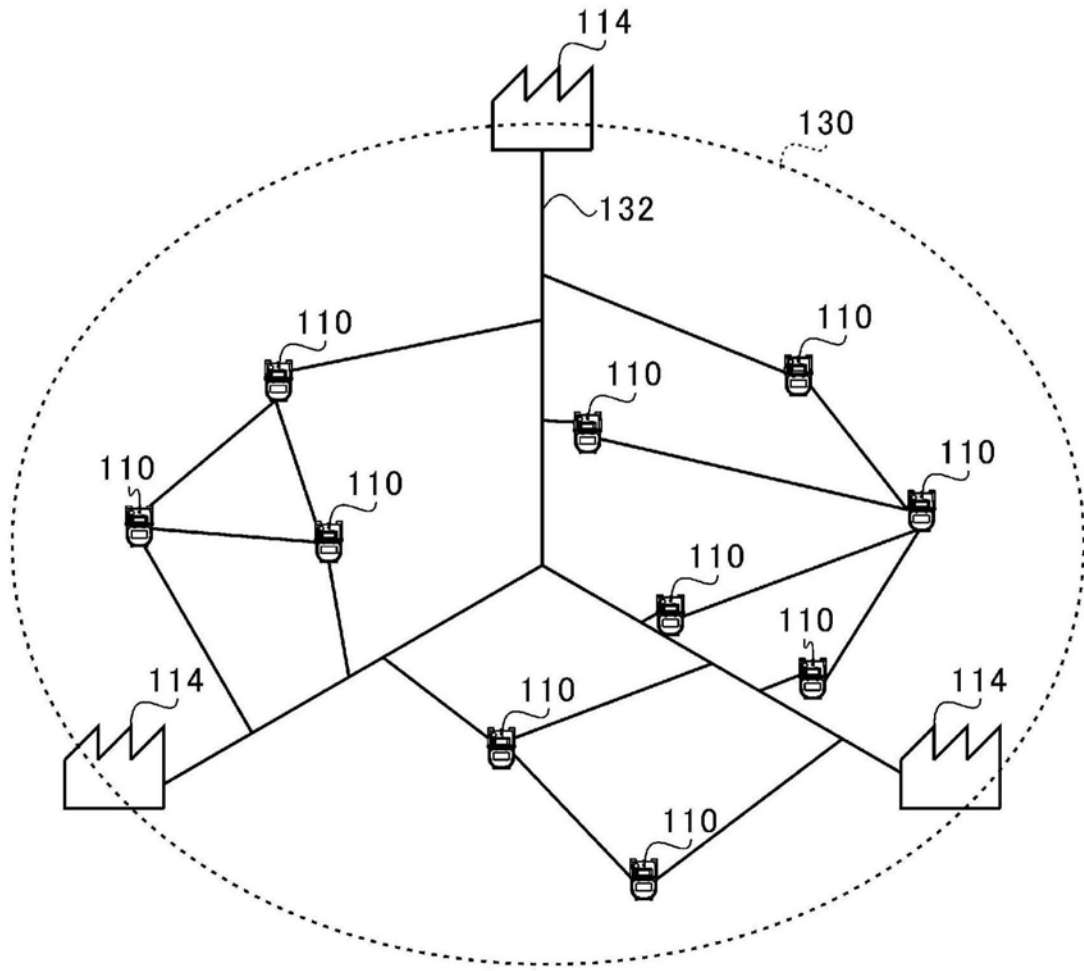


图2

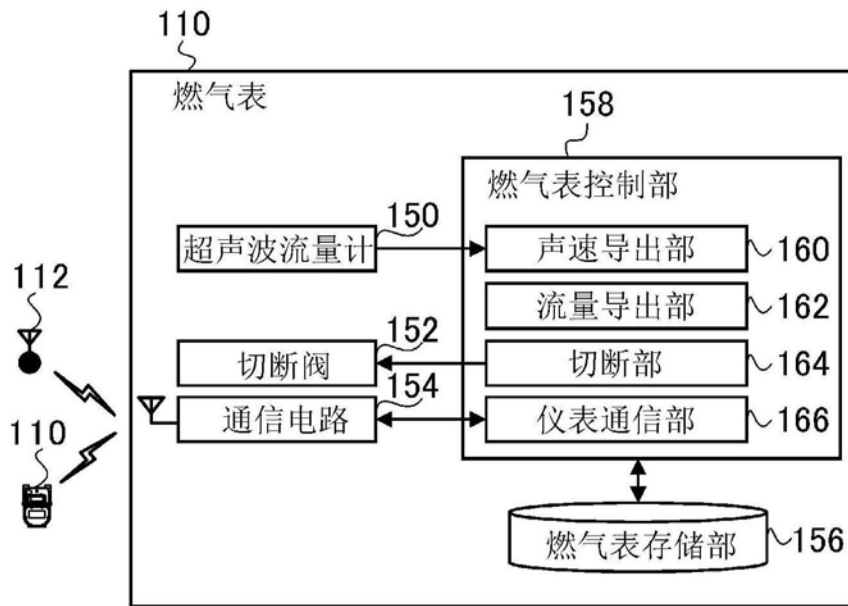


图3

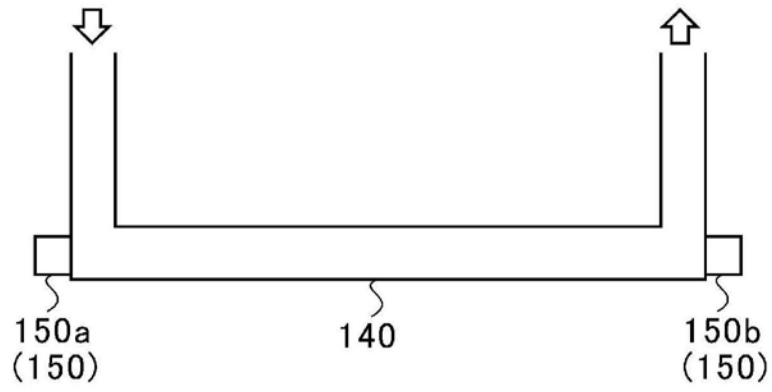


图4

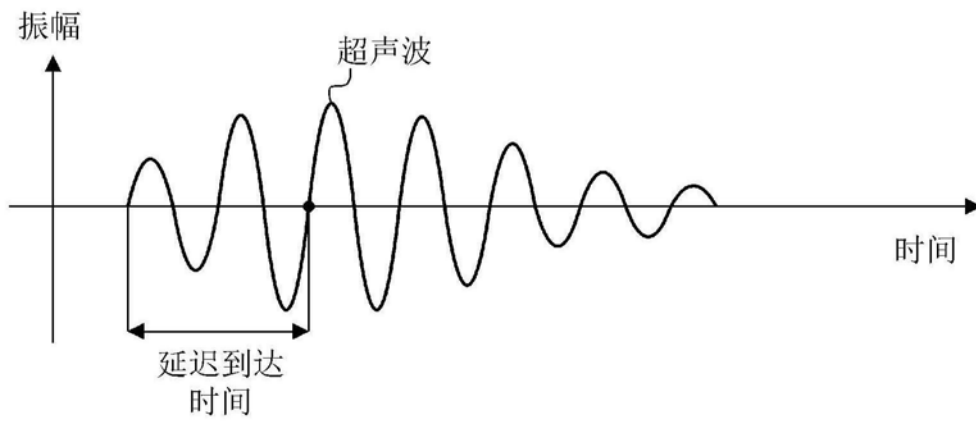


图5

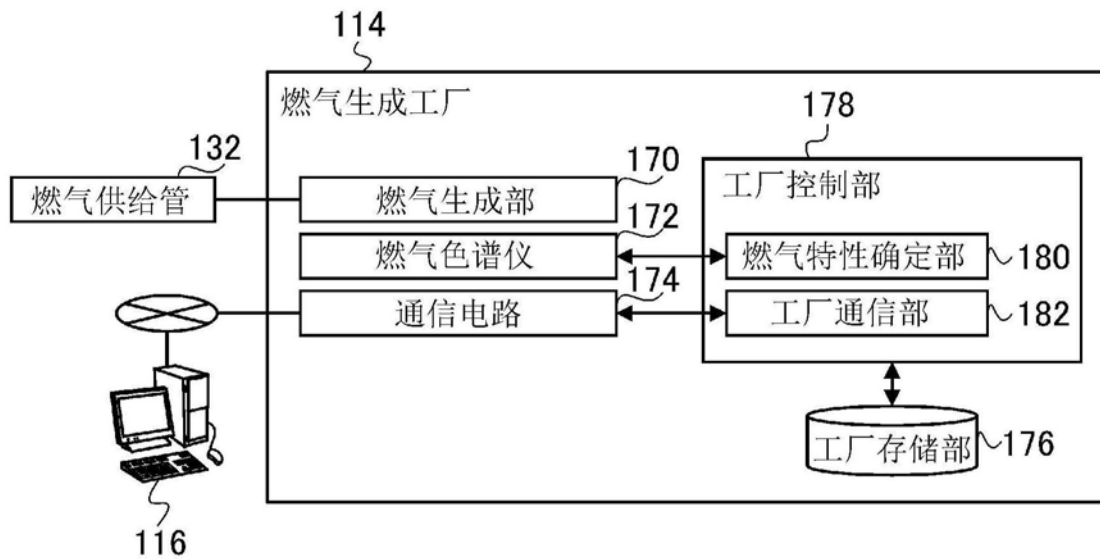


图6

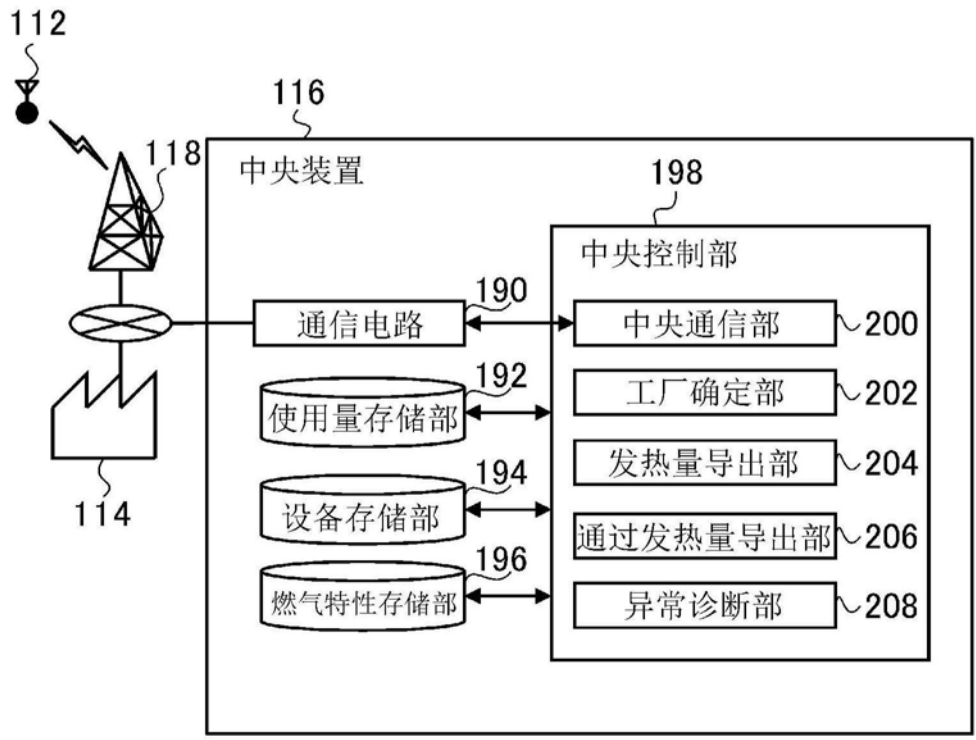
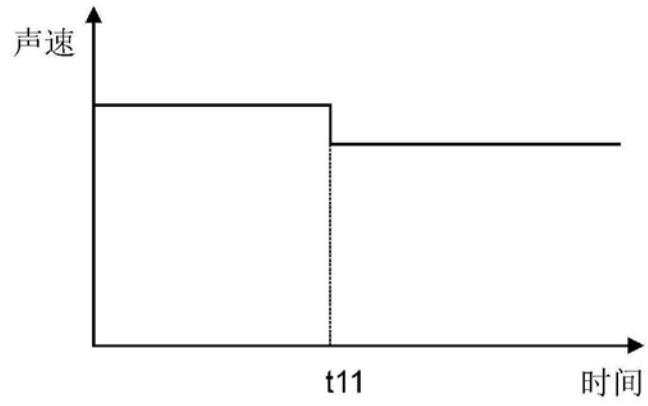


图7

(a)



(b)

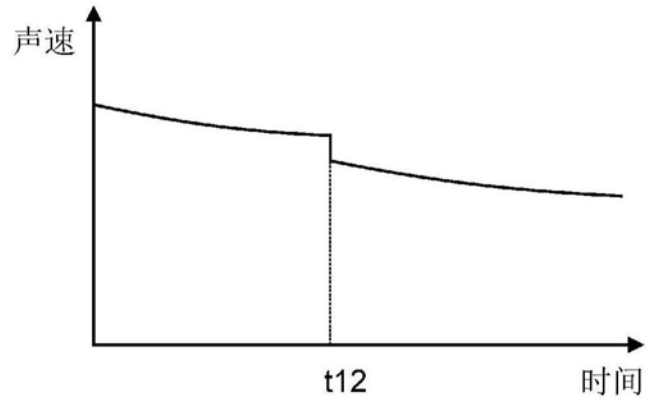
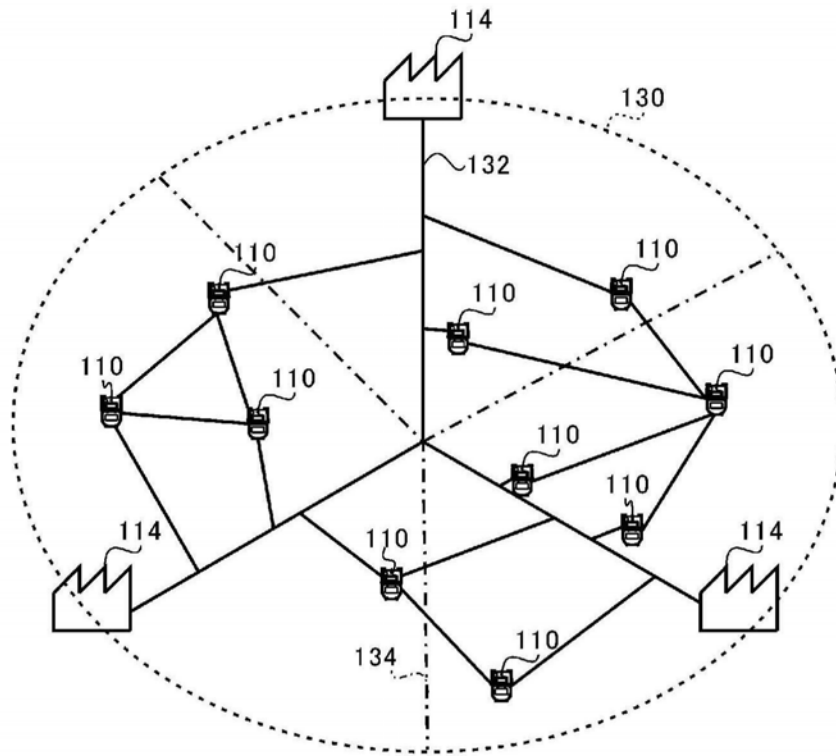


图8

(a)



(b)

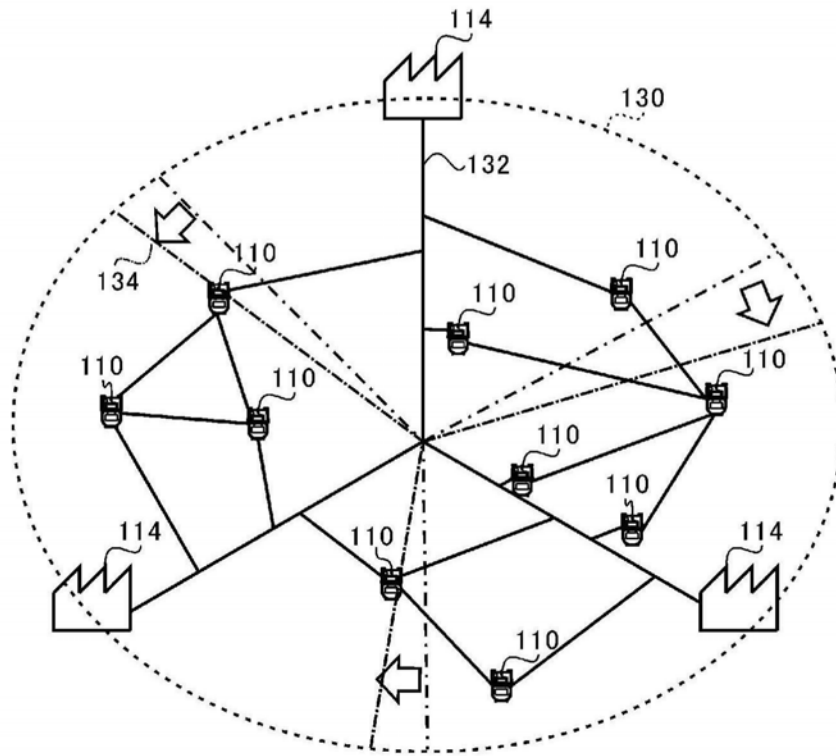


图9

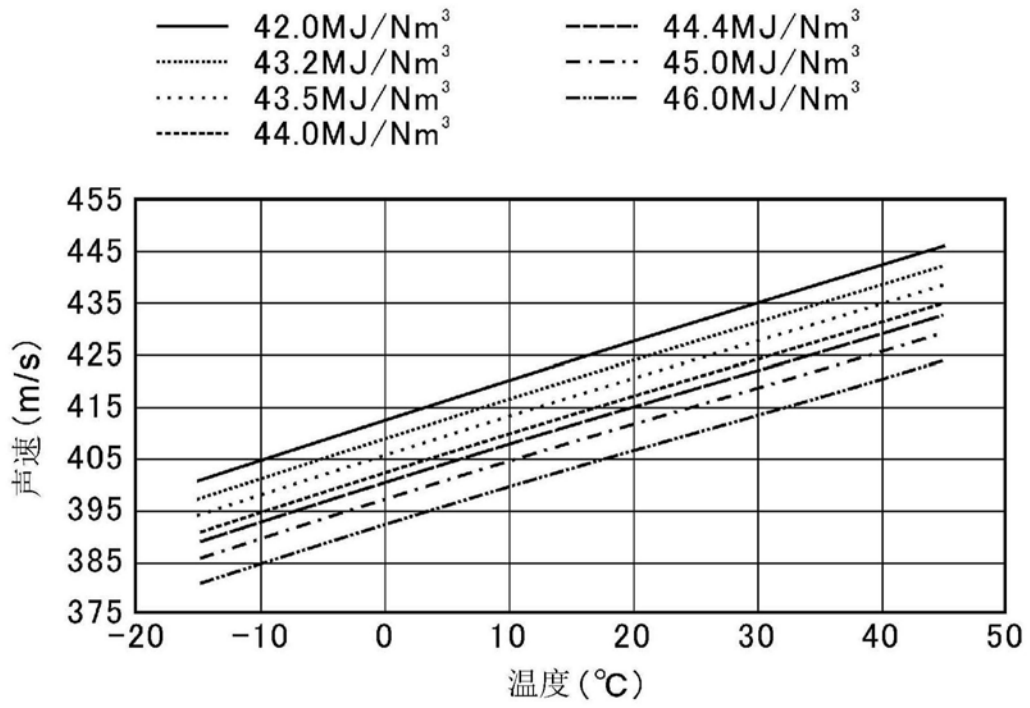


图10

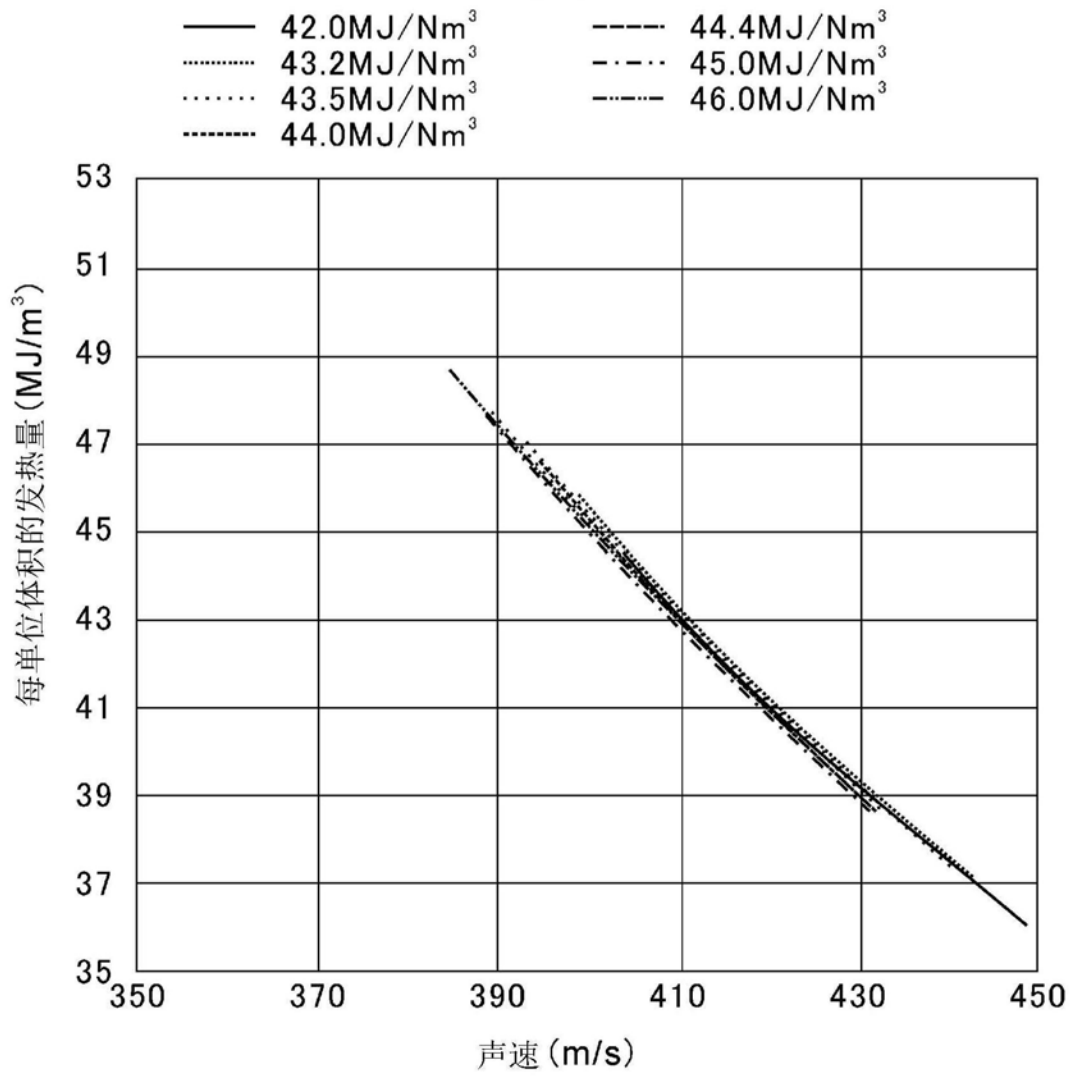


图11

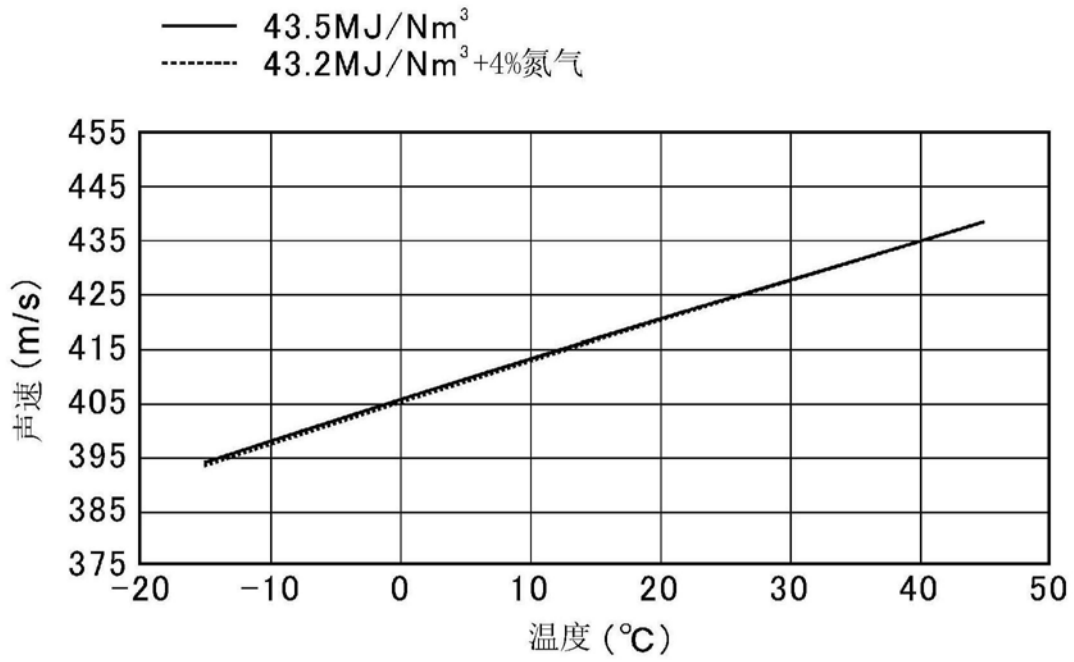


图12

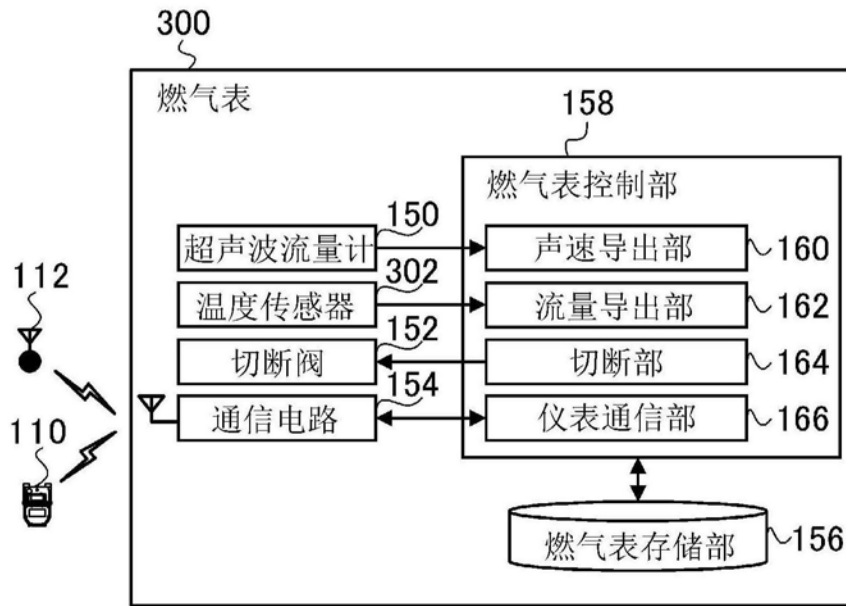


图13