



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101625147 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 200910140061. 7

(22) 申请日 2009. 07. 10

(30) 优先权数据

181253/2008 2008. 07. 11 JP

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 米泽宪造 高木康夫 西村信孝

花田雄一 牧野直树 大野秀树

藤井明大 菅原进 前川智则

森本博之

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 徐殿军

(51) Int. Cl.

F24F 11/00(2006. 01)

F24F 11/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 20060183419 A1, 2006. 08. 17,

US 20060183419 A1, 2006. 08. 17,

CN 2884017 Y, 2007. 03. 28,

审查员 郝荣荣

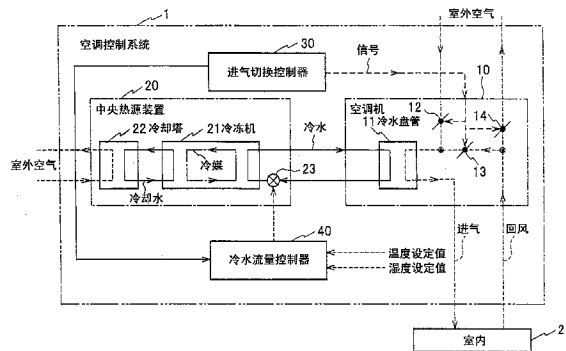
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

空调控制系统及其使用的进气切换控制器、  
空调控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种空调控制系统,通过进气切换控制器(30),按照预先设定的切换间隔交互式切换室外空气控制与回风控制,该进气切换控制器(30)被连接到空调机(10)上,该空调机(10)被设置成与每个空调控制对象的室内(2)相对应,该室外空气控制:为了调节室外空气向空调机(10)的输入量而打开设置在空调机(10)内的第1调节风门(12),同时为了调节来自室内的回风的输入量而关闭设置在空调机(10)内的第2调节风门(13),使室外空气输入至空调机的温度调整盘管,该回风控制:通过关闭第1调节风门(12)同时打开第2调节风门(13),使来自室内(2)的回风输入至空调机(10)的冷水盘管(11)。



1. 一种空调控制系统,其特征在于,具备:

温湿度调整线圈,进行控制对象的空气的温度及湿度的调整处理;

第1调节风门,设置在连接室外空间与上述温湿度调整线圈的空气配管中,调整室外空气的输入量;

第2调节风门,设置在连接空调控制对象的室内的空间与上述温湿度调整线圈的空气配管中,调整来自上述室内的回风的输入量;

进气切换控制器,按照预先设定的切换间隔交替切换室外空气控制与回风控制,该室外空气控制通过打开上述第1调节风门并且关闭上述第2调节风门,来使室外空气输入上述温湿度调整线圈,该回风控制通过关闭上述第1调节风门并且打开上述第2调节风门,来使来自上述室内的回风输入上述温湿度调整线圈;

阀门,调整向上述温湿度调整线圈提供的冷温水的流量;及

冷温水流量控制器,

在上述进气切换控制器切换为上述室外空气控制时,该冷温水流量控制器控制上述阀门的开度,以使与上述室外空气控制相对应的流量的冷温水被提供给上述温湿度调整线圈,

在上述进气切换控制器切换为上述回风控制时,该冷温水流量控制器控制上述阀门的开度,以使与上述回风控制相对应的流量的冷温水被提供给上述温湿度调整线圈。

2. 根据权利要求1所述的空调控制系统,其特征在于,

上述进气切换控制器在将上述室外空气控制与上述回风控制各切换一次后,为了将上述温湿度调整线圈的动作停止规定的时间,控制上述第1调节风门及上述第2调节风门关闭规定的时间。

3. 根据权利要求1所述的空调控制系统,其特征在于,

上述进气切换控制器在进行上述室外空气控制时,控制为按根据在上述室内所需要的室外空气换气量算出的开度来打开上述第1调节风门。

4. 根据权利要求1所述的空调控制系统,其特征在于,

在执行使提供的空气量可变的变风量控制时,在上述进气切换控制器进行上述室外空气控制时和进行上述回风控制时,上述冷温水流量控制器控制流量,以使得冷温水按分别设定的一定流量提供给上述温湿度调整线圈。

5. 根据权利要求1所述的空调控制系统,其特征在于,还具备:

空调机设定值计算部,计算出进气温度及进气湿度的目标值,该进气温度及进气湿度的目标值被设定为使上述空调控制系统内的设备的全部消耗能量最小;及

设定值发送部,将由上述空调机设定值计算部算出的进气温度及进气湿度的目标值发送至上述冷温水流量控制器,

上述冷温水流量控制器基于从上述设定值发送部发送的上述进气温度及进气湿度的目标值,控制上述室外空气控制时及回风控制时的上述阀门的开度。

6. 根据权利要求5所述的空调控制系统,其特征在于,进一步具备:

舒适性指标范围存储部,对预先设定的舒适性指标的目标设定范围进行存储,

上述空调机设定值计算部在上述舒适性指标范围存储部内存储的舒适性指标的目标设定范围中,以使上述全部消耗能量最小的方式计算出上述进气温度及进气湿度的目标

值。

7. 一种空调控制方法,其特征在于,包括:

室外空气控制,通过打开设置在空调机内的第1调节风门并且关闭设置在上述空调机内的第2调节风门,使室外空气输入上述空调机的温湿度调整线圈,该第1调节风门对室外空气向空调机输入的输入量进行调整,该第2调节风门对来自上述室内的回风的输入量进行调整;及

回风控制,通过关闭上述第1调节风门并且打开上述第2调节风门,使来自上述室内的回风输入至上述空调机的温湿度调整线圈,

被连接至空调机的进气切换控制器,按照预先设定的切换间隔交替切换上述室外空气控制与上述回风控制,该空调机被设置成与空调控制对象的室内或室内的每个控制区域相对应,

与对提供给上述空调机的温湿度调整线圈的冷温水的流量进行调整的阀门、及与上述进气切换控制器连接的冷温水流量控制器,执行如下动作:

在上述进气切换控制器切换为上述室外空气控制时,控制上述阀门的开度,以使与上述室外空气控制相对应的流量的冷温水被提供给上述温湿度调整线圈,

在上述进气切换控制器切换为上述回风控制时,控制上述阀门的开度,以使与上述回风控制相对应的流量的冷温水被提供给上述温湿度调整线圈。

8. 根据权利要求7所述的空调控制方法,其特征在于,

在将上述室外空气控制与上述回风控制各切换一次后,为了使上述空调机的上述温湿度调整线圈的动作停止规定的时间,上述进气切换控制器控制为使上述第1调节风门及上述第2调节风门关闭规定的时间。

9. 根据权利要求7所述的空调控制方法,其特征在于,

在进行上述室外空气控制时,上述进气切换控制器控制为按基于上述室内所需要的室外空气换气量计算出的开度打开上述第1调节风门。

10. 根据权利要求7所述的空调控制方法,其特征在于,

在执行使由上述空调机提供的空气量可变的变风量控制时,在进行上述室外空气控制时和进行上述回风控制时,上述冷温水流量控制器控制为使冷温水按照分别设定的一定流量提供给上述温湿度调整线圈。

## 空调控制系统及其使用的进气切换控制器、空调控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制办公室、医院等的空调的空调控制系统及其使用的进气切换控制器、空调控制方法。

### 背景技术

[0002] 室温、室内湿度、平均辐射温度、活动量、着衣量及气流速度等多种因素影响人体的温热感。

[0003] 但是,在通常的事务所大厦内的有人的场所,气流速度为 0.1m/s 以下,所以对于温热感几乎没有影响。此外,着衣量根据夏、冬等季节而固定,活动量在某种程度上由事务用大厦、百货商店等大厦用途所决定。另外,除窗户侧以外,平均辐射温度大致随室温变化。

[0004] 因而,如果研究上述各种因素,除去室温,湿度对人的舒适性影响很大。

[0005] 在图 1 中,范围 A 表示用数值表示人所感受的舒适性的舒适性指数 (PMV) 满足舒适范围 0.3 ~ 0.5 (在夏季冷气时考虑了省能量的情况下) 的室温与湿度的组合。

[0006] 如该范围 A 所示,通过将湿度降低一定程度,从而不必将室温降低至必要程度以下就能够得到舒适性。

[0007] 但是,多数事务所大厦等的空调控制,事实上几乎只有室温控制,对于湿度却没有考虑。

[0008] 因为,在冷气时要控制湿度的情况下,处理对象空气被减湿时,空气被冷水线圈过份地冷却。所以,为了调整进气温度,就需要加热线圈内的空气的再热循环过程。其结果就是,冷气时也要控制湿度的情况与只控制温度的情况相比,要消耗非常大的能量。

[0009] 于是,为了解决以上的问题,在专利文献 1 中提出了在空调机内附加了进行室外空气的除湿的直膨线圈的空调控制装置。

[0010] 使用了专利文献 1 的技术的空调机,如图 2 所示,具备:直膨线圈 41,导入室外空气并除湿;冷水线圈 42,对来自空调控制着的室内的返回空气(回风)进行冷却并调节供向室内的进气温度;及进气扇 43,将由直膨线圈 41 除湿的室外空气与由冷温水线圈 42 冷却的回风进行混合的混合空气向作为空调控制对象的室内供给。像这样,在使用了专利文献 1 的技术的空调机中,由于独立进行室外空气的除湿与回风的冷却,所以能够一面节能化、一面进行维持舒适性的空调控制。

[0011] 专利文献 1:日本特开 2006 - 292300 号公报

[0012] 但是,在使用了上述专利文献 1 的技术的空调机中,需要追加直膨线圈,且随着直膨线圈的追加还需要相应地变更和追加空气管道、水配管等。因而,不能原样地使用以往的空调机,存在增加成本的问题。

### 发明内容

[0013] 本发明是鉴于上述问题而产生的,所以目的是提供一种空调控制系统及其使用的进气切换控制器、空调控制方法,从而不必追加直膨线圈等新的空调机设备,就能够进行舒

适性的维持及节能效果的提高这两者兼得的空调控制。

[0014] 为了达成上述目的,本发明的第 1 技术方案涉及的空调控制系统具备:

[0015] 温湿度调整线圈,进行控制对象的空气的温度及湿度的调整处理;

[0016] 第 1 调节风门,配置在连接室外空间与上述温湿度调整线圈的空气配管中,调整室外空气的输入量;

[0017] 第 2 调节风门,配置在连接空调控制对象的室内的空间与上述温湿度调整线圈的空气配管中,调整来自上述室内的回风的输入量;

[0018] 进气切换控制器,按照预先设定的切换间隔交替切换室外空气控制和回风控制,该室外空气控制通过打开上述第 1 调节风门并且关闭上述第 2 调节风门来使室外空气输入上述温湿度调整线圈,该回风控制通过关闭上述第 1 调节风门并且打开上述第 2 调节风门来使来自室内的回风输入至上述温湿度调整线圈。

[0019] 此外,本发明的第 2 技术方案涉及的进气切换控制器,具备进气切换控制器,该进气切换控制器被连接到空调机,该空调机被设置为与空调控制对象的每个室内或室内的控制区域相对应,该进气切换控制器,按照预先设定的切换间隔交替切换室外空气控制与回风控制,该室外空气控制为,为了调节室外空气向上述空调机的输入量而打开设置在上述空调机内的第 1 调节风门,并且为了调节来自室内的回风的输入量而关闭设置在上述空调机内的第 2 调节风门,使室外空气输入至空调机的温湿度调整线圈,该回风控制为通过关闭第 1 调节风门并且打开第 2 调节风门,使来自室内的回风输入上述空调机的温湿度调整线圈。

[0020] 此外,本发明的第 3 技术方案涉及的空调控制方法具备:室外空气控制,为了调节室外空气向空调机的输入量而打开设置在上述空调机内的第 1 调节风门,并且为了调节来自室内的回风的输入量而关闭设置在上述空调机内的第 2 调节风门,使室外空气输入至上述空调机的温湿度调整线圈;回风控制,通过关闭上述第 1 调节风门并且打开上述第 2 调节风门,使来自上述室内的回风输入至空调机的温湿度调整线圈。并且,进气切换控制器按照预先设定的切换间隔交互地切换室外空气控制与回风控制,该进气切换控制器被连接至上述空调机,该空调机被设置为与空调控制对象的室内或室内的控制区域相对应。

[0021] 根据本发明的技术方案,能够不必追加直膨线圈等新的空调机设备的情况下,就进行舒适性的维持及节能效果的提高这两者兼得的空调控制。

## 附图说明

[0022] 图 1 是表示使舒适性指数 (PMV) 满足舒适范围 0.3 ~ 0.5 的室温与湿度的关系的图。

[0023] 图 2 是表示能够独立控制湿度与温度的专利文献 1 中所述的空调机的结构的结构图。

[0024] 图 3 是表示基于本发明的一种实施方式的空调控制系统的结构的整体图。

[0025] 图 4 是表示基于本发明的一种实施方式的空调控制系统的动作的序列图。

## 具体实施方式

[0026] 参照附图,对使用了本发明的进气切换控制器的空调控制系统的实施方式进行

说明。另外,最近的多数办公大厦等的绝热性好,而且由于PC(个人计算机:personal computer)、OA(办公自动化:office automation)设备多,所以全年为冷气模式。因而,在以下的各实施方式中,对在冷气模式下进行空调控制的情况进行说明。

[0027] <一种实施方式的空调控制系统的结构>

[0028] 根据本发明的一种实施方式的空调控制系统1的整体图,如图3所示。

[0029] 另外,在大型大厦的情况下,由于室内大,将室内分成多个控制区域。而且,分别对应每个控制区域,在室内附近的机械室内设置多个空调机。在这样的情况下,以下为了简略,也将各控制区域称为室内。

[0030] 空调控制系统1控制空调对象的室内2的空调,具备:空调机10,设置于每个室内2;中央热源装置20,将向各空调机10供给的冷水一并制造管理;给气切换控制器30,作为调节风门控制部,能够在各空调机10内将进行空调控制处理的对象的空气切换为室外空气及室内2的回风;及冷温水流量控制器40,作为阀门控制部,控制从中央热源装置20向各空调机10供给的冷水的流量。

[0031] 空调机10具备:冷水线圈11,作为温湿度调整线圈,进行控制对象的空气的除湿/冷却处理;第1调节风门12,设置在连接室外空间与冷水线圈11的空气配管上,调整室外空气的输入量;第2调节风门13,设置在连接室内2空间和冷水线圈11的空气配管上,调整来自室内2的回风的输入量;及第3调节风门14,设置在连接室内2空间与室外空间的空气配管上,调整从室内2向室外放出的排气量。

[0032] 中央热源装置20具备:冷冻机21,利用冷却水生成向空调机10提供的冷水;冷却塔22,为了再利用对冷冻机21进行冷却而温度上升了的冷却水,通过空气冷却该冷却水;及阀门23,用开度调整从冷冻机21向空调机10供给的冷水的流量。此外,虽然未图示,但是冷冻机21、冷却塔22具备驱动冷水和冷却水的阀门,冷却塔22具备输入室外空气的风扇。

[0033] 进气切换控制器30按照预先设定的切换间隔控制第1调节风门12、第2调节风门13、及第3调节风门14的开闭。由于该结构,进气切换控制器30能够将输入空调机10的控制对象的空气切换为室外空气与回风,控制为将与向室内2供给的进气量对应的必要量的控制对象的空气输入至空调机10。例如,向空调机10输入室外空气时,进气切换控制器30控制为将第1调节风门12及第3调节风门14打开对应于需要的开度,并且关闭第2调节风门13。此外,在向空调机10输入回风时,进气切换控制器30控制为关闭第1调节风门12,并且第2调节风门13及第3调节风门14打开对应于需要的开度。结果,室外空气或回风的向空调机10的输入量被控制。

[0034] 该切换间隔是不影响空调控制对象的室内2的室温的程度的时间,例如被设定为5分钟的间隔。

[0035] 冷温水流量控制器40随着对进气切换控制器30上预先设定的室外空气与回风的切换间隔,控制中央热源装置20的阀门23的开度。例如,在进气切换控制器30进行向空调机10输入室外空气的控制时,冷温水流量控制器40控制为加大阀门23的开度,以使向空调机10供给的冷水流量增加。此外,在执行向空调机10输入回风的控制时,冷温水流量控制器40控制为减小阀门23的开度,以使向空调机10供给的冷水流量减少。

[0036] <一种实施方式的空调控制系统的动作>

[0037] 参照图 4 的序列图说明本实施方式的空调控制系统 1 的动作。

[0038] 在本实施方式中,预先对进气切换控制器 30 设定切换间隔,使得室外空气与回风按照 5 分钟的间隔切换并向空调机 10 输入。

[0039] 首先,在空调机 10 上接入电源,开始室内 2 的空调控制 (S1)。于是,进气切换控制器 30 控制为关闭第 1 调节风门 12 并且将第 2 调节风门 13 及第 3 调节风门 14 分别打开与需要的进气量相对应的开度。结果是,空调控制对象的室内 2 的回风向空调机 10 输入规定的量,向冷水线圈 11 供给 (S2)。

[0040] 于是,冷温水流量控制器 40 控制中央热源装置 20 的阀门 23 的开度 (S3),使得将与回风控制对应的流量的冷水供给冷水线圈 11。

[0041] 根据冷温水流量控制器 40 对阀门 23 的开度的控制,是基于室内 2 测量的温度测量值与湿度测量值而算出控制值来执行的。

[0042] 输入空调机 10 的室内 2 的回风,被向冷水线圈 11 供给的冷水冷却至规定温度 (S4)。而且,被冷却的回风作为进气再次供给室内 2 (S5)。

[0043] 这里,事务所的开始工作时刻前等空调机 10 起动起的一定时间,由于室内几乎没有人,CO<sub>2</sub>(二氧化碳)浓度低,还没有用室外空气换气的必要。因而,为了节能只进行室内 2 的回风控制。

[0044] 其次,在仅进行该回风控制而经过一定时间后,例如如果经过了对进气切换控制器 30 预先设定的切换间隔的 5 分钟,进气切换控制器 30 控制为将第 1 调节风门 12 及第 3 调节风门 14 打开对应于需要的开度,并且关闭第 2 调节风门 13。因此,向空调机 10 输入的空气,从室内 2 的回风被切换为室外空气 (S6)。

[0045] 将每 1 小时 (3600 秒 :3600sec) 输入室外空气的时间作为 m(秒 :sec),没有输入室外空气的时间作为 3600-m(秒),在进行这样的室外空气的控制时,可以将调节风门的开度设定为使向室内 2 的最小进气流量为必要的室外空气换气量的 3600/m 倍。

[0046] 例如,按照上述 5 分钟间隔向空调机 10 交替输入回风与室外空气时,输入室外空气的时间 m 为 1800(秒),在进行室外空气的控制时,只要将第 1 调节风门 12 的开度设定为使得向室内 2 输入的最小进气流量成为必要的室外空气换气量的 2 倍。

[0047] 例如,根据下述式 (1) 求出该必要室外空气换气量。

[0048] 必要的室外空气换气量  $V(\text{m}^3/\text{h}) = 20 \times \text{地板面积}(\text{m}^2) / \text{每一个人的占有面积} N(\text{m}^2) \cdots (1)$

[0049] 这里, S/N 表示在室内的人数,结果每一个人需要 20 (m<sup>3</sup>/h) 的室外空气换气量。

[0050] 在上述式 (1) 中,在没有确定在室内的人数的情况下,也可以使用建筑用途类别的每一个人的占有面积的标准数值 (例如,事务所 :5m<sup>2</sup>、旅馆 :10m<sup>2</sup>、百货店 :2m<sup>2</sup>) 来算出必要的室外空气换气量。

[0051] 通过如上由进气切换控制器 30 控制调节风门的开度,室外空气被切换成输入空调机 10。于是,冷温水流量控制器 40 控制中央热源装置 20 的阀门 23 的开度,以使与室外空气控制对应的流量的冷水被提供至冷水线圈 11 (S7)。

[0052] 而且,输入空调机 10 的室外空气被向冷水线圈 11 供给的冷水来进行除湿 (S8),并作为进气向室内 2 供给 (S9)。

[0053] 而且,如果输入空调机 10 的空气被切换为室外空气后又经过切换间隔 5 分钟,则

进气切换控制器 30 再次控制为关闭第 1 调节风门 12, 并且将第 2 调节风门 13 及第 3 调节风门 14 打开对应于需要的开度。因此, 输入空调机 10 的空气, 被再次从室外空气切换为室内 2 的回风 (S10)。

[0054] 此外, 如果进气切换控制器 30 进行切换而使回风输入空调机 10, 空调控制系统 1 的动作就返回步骤 S3。即, 冷温水流量控制器 40 控制为向冷水线圈 11 供给与回风控制相对应的流量的冷水, 对输入空调机 10 的回风进行冷却并作为进气向室内 2 供给。

[0055] 像这样, 每隔对进气切换控制器 30 预先设定的切换间隔 5 分钟, 输入空调机 10 的空气在回风或室外空气之间重复交替地切换。结果, 通过一个冷水线圈 11 分别进行回风的冷却与室外空气的除湿。

[0056] 这里, 回风与室外空气按照预先设定的切换间隔在每一次切换而输入空调机 10 后, 通过进行将空调机 10 的调节风门 12 及 13 关闭预先设定的时间 (n 分钟) 而使冷水线圈 11 的动作停止的间歇运转, 可以提高节能效果。该停止时间只要设定为不影响空调控制对象的室内 2 的室温的程度地时间 (例如 5 分钟) 就可以。

[0057] 此外, 在上述的空调控制系统 1 中, 在进行 VAV (Variable Air Volume: 变风量) 控制的情况下, 在向空调机 10 输入室外空气时与输入了回风时, 向冷水线圈 11 供给的冷水流量的值分别被冷温水流量控制器 40 切换为最佳的值。

[0058] 此外, 在根据本实施方式的空调控制系统 1 内, 还可以设置管理空调控制系统 1 内的消耗能量值的系统控制装置 (未图示)。该系统控制装置, 以使该空调控制系统 1 内的全消耗能量最小化的方式, 设定空调机 10 上所设定的进气温度及进气湿度的目标值, 并且基于这些目标值控制冷温水流量控制器 40 等的各个动力控制器。在这样的状态下, 上述的空调机 10 交替进行回风的冷却及室外空气的除湿, 所以能够进一步提高节能效果。

[0059] 用下述式 (2) 表示该空调控制系统 1 内的全部消耗能量。

[0060] 全部消耗能量 = 冷却塔消耗能量 + 冷冻机消耗能量 + 冷水线圈消耗能量 + 泵消耗能量 + 风扇消耗能量... (2)

[0061] 此外, 在地区冷暖气设备 (District Heating and Cooling: DHC) 适用本空调控制系统 1 的情况下, 没有中央热源装置 20, 从外部供给冷 / 温水。在该情况下, 用下述式 (3) 表示全部消耗能量。

[0062] 全部消耗能量 = 冷水线圈消耗能量 + 泵消耗能量 + 风扇消耗能量... (3)

[0063] 关于以使空调控制系统 1 内的这些全部消耗能量最小的方式算出的空调机 10 设定的进气温度及进气湿度的目标值的方法, 有如日本专利申请 2007-070923 号说明书所述的方法。即, 通过根据空调控制所使用的各种传感器的输出值, 推断空调最优化所需要的状态量, 例如房间内产生的热量、房间内产生的水蒸气量、热交换器的综合传热系数与传热面积的积等物理量, 来使得空调系统整体的最佳的控制能够实现的方法。此外, 有如日本专利申请 2007-098551 号说明书所述的方法。即, 在初始阶段根据当前的热源机与冷水线圈之间的热交换量算出暂时的空调总负荷, 将该空调总负荷作为变量, 基于空调系统的最佳运转状态量来控制空调系统的空调设备。而且, 空调控制对象空间的空气状态与设定的空调条件大致一致时, 能够通过算出真实的空调总负荷并决定最佳运转状态量来有效地运转空调, 实现空调系统的节能。

[0064] 这样算出的进气温度及进气湿度的目标值, 从系统控制装置发送至空调机 10。而



且,基于从系统控制装置接收的进气温度及进气湿度的目标值,在空调机 10 内进行控制对象的空气的温度及湿度的调整处理。

[0065] 此外,对于本实施方式,上述的空调机 10 对回风及室外空气交替进行冷却,在除湿时,通过在系统内的各装置的控制目标值被设定为使得空调控制对象的室内 2 的 PMV(Predicted Mean Vote) 值在舒适的范围内(例如  $-0.5 \sim +0.5$ ) 的状态下,就能够不牺牲居住者的舒适性,而实现大幅的节能。

[0066] 另外,本申请发明不限于上述实施方式,能够在不脱离该精神的范围内实施多种变形。例如在本实施方式中,说明了室外空气控制、回风控制各进行 5 分钟的情况,但是可以根据需要设定为室外空气控制与回风控制的时间不同。

[0067] 根据以上的本实施方式的空调控制系统,能够不需要追加新的空调机,进行舒适性的维持及节能效果的提高这两者兼得的空调控制。

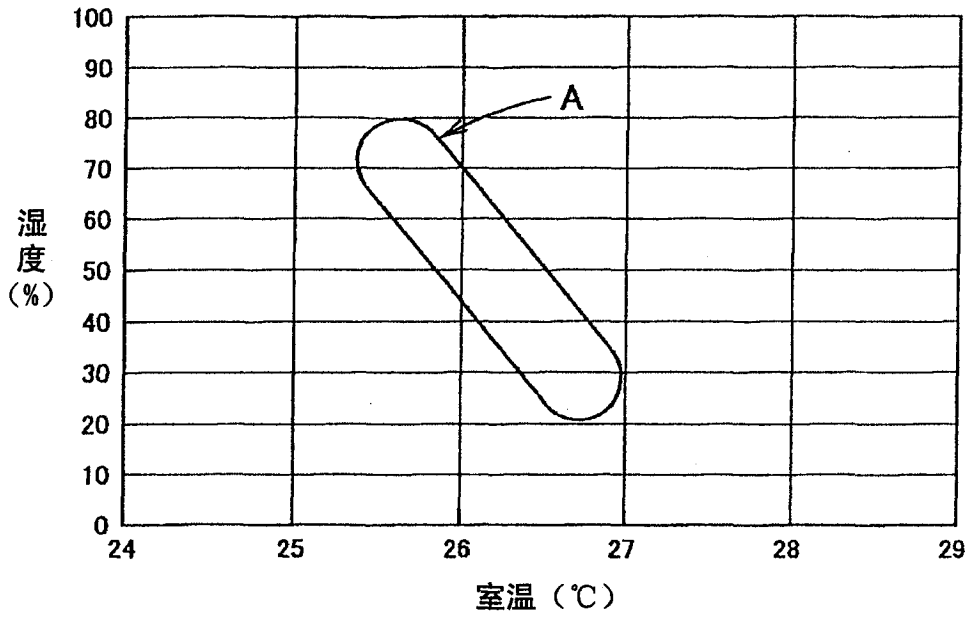


图 1

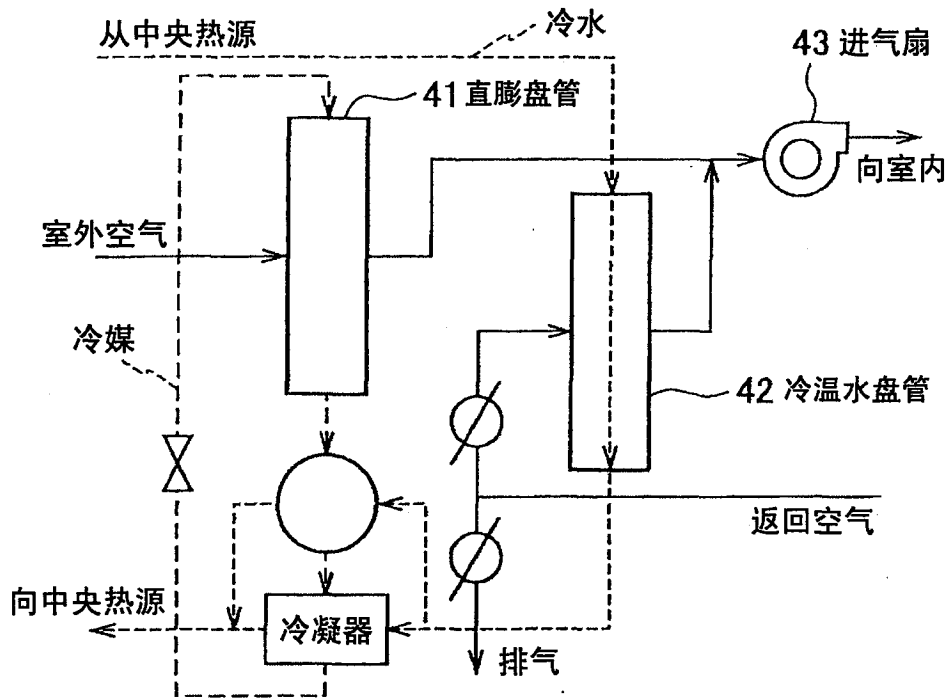


图 2

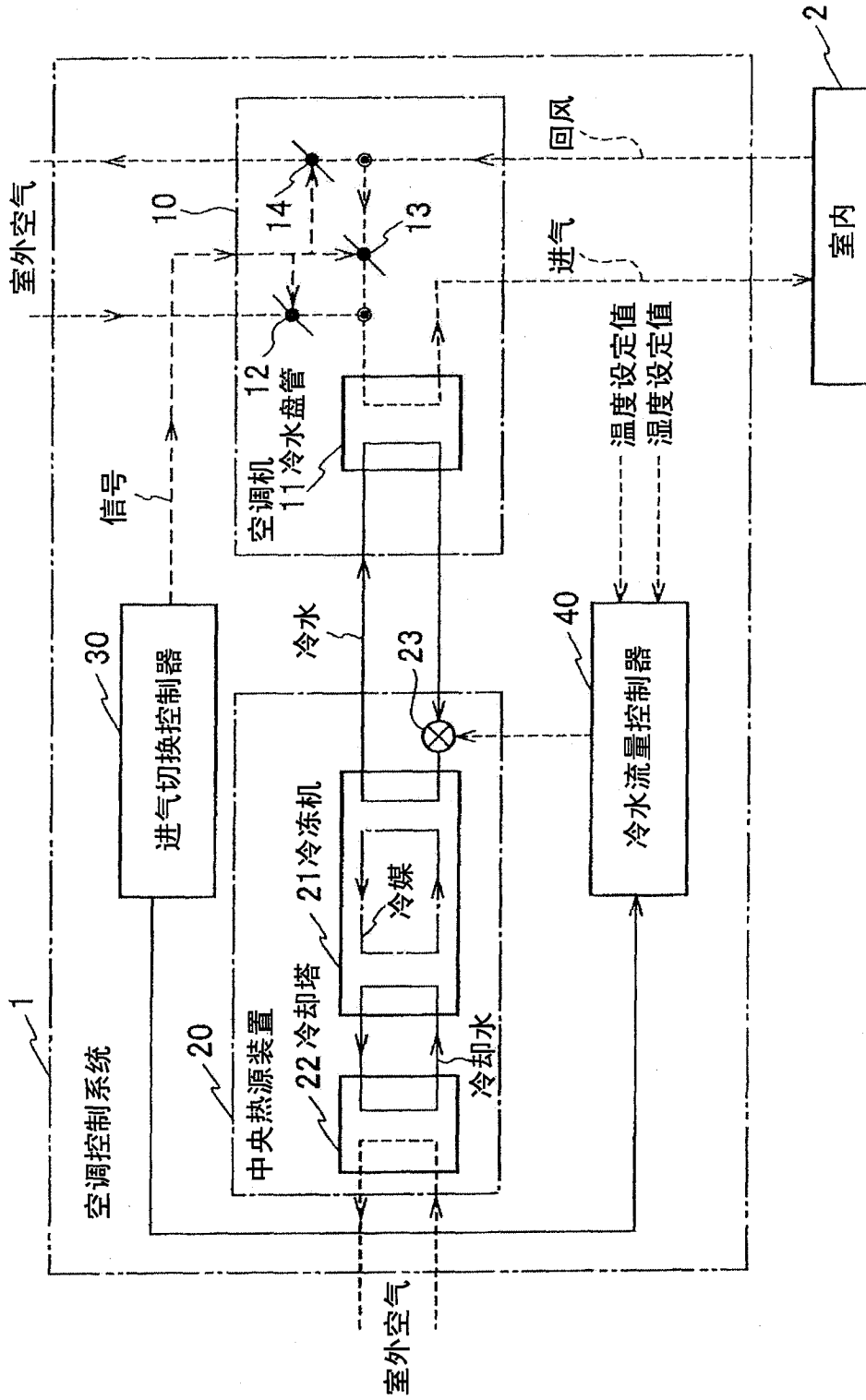


图 3

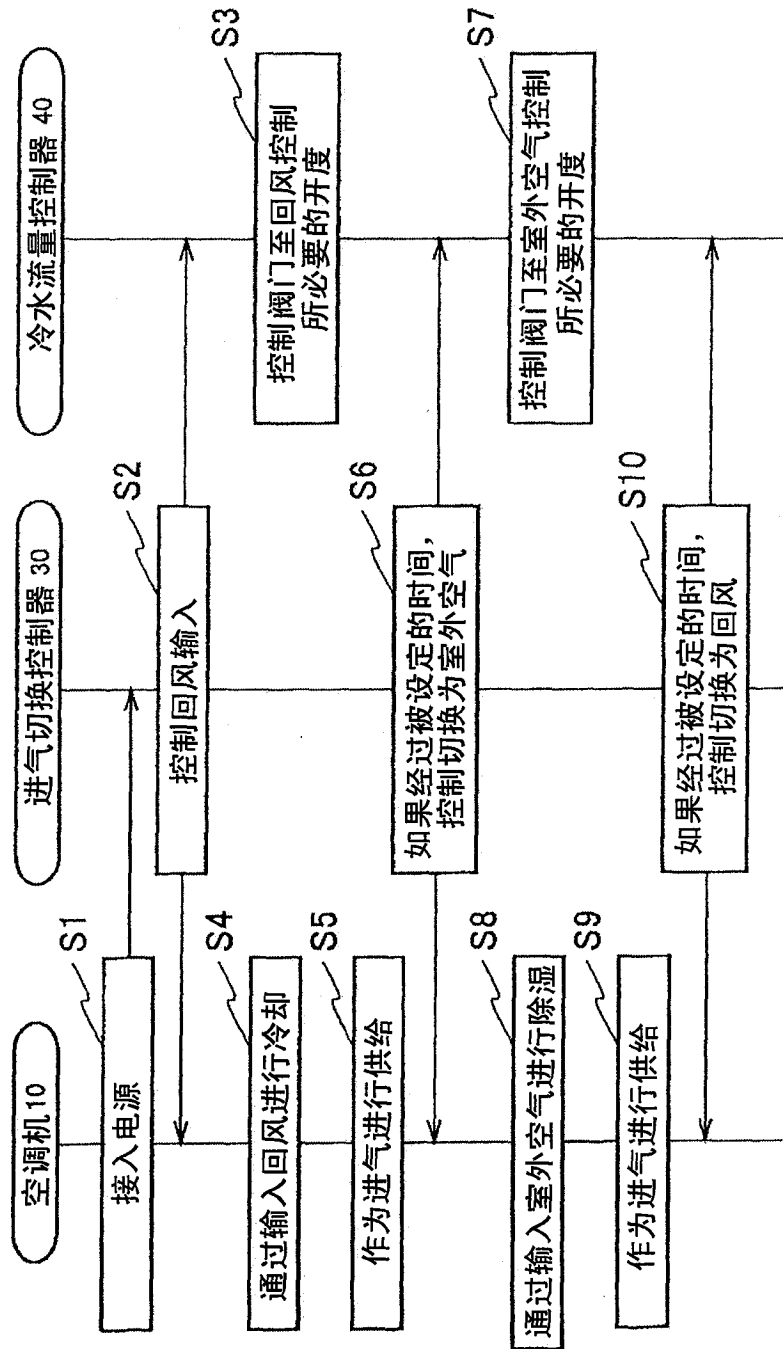


图 4