



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102574472 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201080034824. 0

(22) 申请日 2010. 08. 25

(30) 优先权数据

2009-289592 2009. 12. 21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/064394 2010. 08. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/077782 JA 2011. 06. 30

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 横山 笃 荒井雅嗣 奈须真吾

(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 张宝荣

(51) Int. Cl.

B60L 3/00(2006. 01)

B60K 11/04(2006. 01)

B60L 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2007-203772 A , 2007. 08. 16,

JP 特开 2009-65767 A , 2009. 03. 26,

US 7332837 B2 , 2008. 02. 19,

审查员 王艳霞

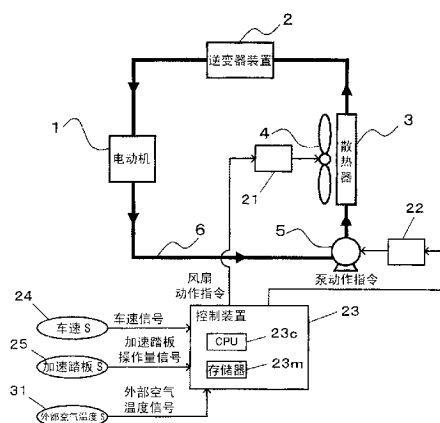
权利要求书1页 说明书22页 附图27页

(54) 发明名称

电动车辆的冷却系统

(57) 摘要

本发明提供一种电动车辆的冷却系统,包括:冷却部,用于冷却对车辆进行电动驱动的电动驱动部;和控制部,控制冷却部,从而对电动驱动部的冷却进行控制,控制部在由电动驱动部产生的车辆的驱动力处于第一工作区域时,用变成第一冷却能力的第一冷却模式来控制冷却部,在由电动驱动部产生的车辆的驱动力处于比第一工作区域更高的第二工作区域时,用变成比第一冷却能力更高的第二冷却能力的第二冷却模式来控制冷却部,在第二冷却模式中,控制部控制冷却部,使得电动驱动部的旋转速度越低,第二冷却能力变得越高。



1. 一种电动车辆的冷却系统,包括:

冷却部,冷却对车辆进行电动驱动的电动驱动部;和

控制部,控制所述冷却部,从而对所述电动驱动部的冷却进行控制,

所述控制部,在由所述电动驱动部产生的车辆的驱动力处于第一工作区域时,用成为第一冷却能力的第一冷却模式来控制所述冷却部,在由所述电动驱动部产生的所述车辆的驱动力处于比所述第一工作区域更高的第二工作区域时,用成为比所述第一冷却能力高的第二冷却能力的第二冷却模式来控制所述冷却部,

在所述第二冷却模式中,所述控制部控制所述冷却部,使得所述电动驱动部的旋转速度越低,所述第二冷却能力变得越高,

与所述电动驱动部的最高运转效率点相对应的所述电动驱动部的转矩,与获得所述最高运转效率点的所述旋转速度相对应,并被包含在所述电动驱动部能够发挥的最大转矩的50~75%的范围内,

与所述电动驱动部的最高运转效率点相对应的所述车辆的速度,比所述车辆的最高速度的1/2高。

2. 根据权利要求1所述的电动车辆的冷却系统,其特征在于,

获得所述电动驱动部之最高运转效率点的所述旋转速度,比提供所述第二冷却能力之最大值的所述旋转速度高。

3. 根据权利要求2所述的电动车辆的冷却系统,其特征在于,

规定所述车辆的变速比,使得获得所述电动驱动部之最高运转效率点的所述旋转速度,比提供所述第二冷却能力之最大值的所述旋转速度高。

电动车辆的冷却系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动车辆的冷却系统。

背景技术

[0002] 已知用于对混合动力车辆的车辆驱动用电动机 (motor) 和其逆变器电源进行冷却的电动车辆的冷却系统 (参考专利文献 1)。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1 :日本国特开平 11-285106 号公报。

[0006] 车辆驱动用电动机和用于驱动所述电动机的逆变器装置的大小等的体格,通过考虑起动时或者加速时、车辆爬坡时等负载极其大的条件而决定。当按照在上述的负载极其大的条件下得到充分的输出的方式决定所述电动机或者逆变器装置的体格时,其体格变大。

发明内容

[0007] 根据本发明的第 1 方式,电动车辆的冷却系统,包括:冷却部,用于冷却对车辆进行电动驱动的电动驱动部;和控制部,控制冷却部,从而对电动驱动部的冷却进行控制,控制部在由电动驱动部引起的车辆的驱动力处于第一工作区域时,用变成第一冷却能力的第一冷却模式来控制冷却部,在由电动驱动部引起的车辆的驱动力处于比第一工作区域更高的第二工作区域时,用变成比第一冷却能力更高的第二冷却能力的第二冷却模式来控制冷却部,在第二冷却模式中,控制部控制冷却部,使得电动驱动部的旋转速度越低,第二冷却能力变得越高。

[0008] 根据本发明的第 2 方式,优选地,在第 1 方式的电动车辆的冷却系统中,获得电动驱动部之最高运转效率点的旋转速度,比提供第二冷却能力之最大值的旋转速度高。

[0009] 根据本发明的第 3 方式,优选地,在第 2 方式的电动车辆的冷却系统中,规定车辆的变速比,使得获得电动驱动部之最高运转效率点的旋转速度,比提供第二冷却能力之最大值的旋转速度高。

[0010] 根据本发明的第 4 方式,优选地,在第 2 或者第 3 方式的电动车辆的冷却系统中,与电动驱动部的最高运转效率点相对应的车辆的速度,比车辆的最高速度的 1/2 高。

[0011] 根据本发明的第 5 方式,优选地,在第 1 方式的电动车辆的冷却系统中,与电动驱动部的最高运转效率点相对应的电动驱动部的转矩,与获得最高运转效率点的旋转速度相对应,并被包含在电动驱动部能够发挥的最大转矩的 50 ~ 75% 的范围内。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明,能够提供将电动机或者逆变器装置的体格小型化的系统。

附图说明

- [0014] 图 1 是表示第 1 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0015] 图 2 是表示电动车辆用冷却系统的变形例的构成的示意图。
- [0016] 图 3(a) 和图 3(b) 是表示电动车辆用冷却系统的其他变形例的构成的示意图。
- [0017] 图 4(a) 是表示与适用一般想法而进行控制之情况的电动机的旋转速度相对的转矩特性的示意图,图 4(b) 是表示与本发明一实施方式的电动机的旋转速度相对的转矩特性的示意图。
- [0018] 图 5(a)、图 5(b) 和图 5(c) 是表示在第一工作区域的第一冷却模式和第二工作区域的第二冷却模式上的风扇和泵的运转方法的示意图。
- [0019] 图 6 是表示第 1 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。
- [0020] 图 7 是表示第 1 实施方式的冷却模式选择控制程序的流程图。
- [0021] 图 8 是表示由外部空气温度引起的第一工作区域和第二工作区域之间的边界线的变更的状态的示意图。
- [0022] 图 9 是用于说明防止第一工作区域和第二工作区域之间的切换摆动 (hunting) 的方法的示意图。
- [0023] 图 10(a) 是表示电动机的输出和旋转速度之间的关系示意图,图 10(b) 是表示冷却能力和旋转速度之间的关系示意图。
- [0024] 图 11 是表示加速踏板操作量的经时变化、伴随加速踏板操作量的经时变化的电动机的旋转速度经时变化、以及与电动机的旋转速度的经时变化相应的电动机的冷却能力的经时变化的示意图。
- [0025] 图 12 是表示使电动机的运转效率高的区域位于比电动机的旋转速度更高的区域上的一个例子的示意图。
- [0026] 图 13 是表示电动机的运转效率在最高效率点的转矩变成中等程度的转矩的一个例子的示意图。
- [0027] 图 14 是表示第 2 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。
- [0028] 图 15 是表示第 2 实施方式的冷却模式选择控制程序的流程图。
- [0029] 图 16 是表示第 3 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。
- [0030] 图 17 是表示第 3 实施方式的冷却模式选择控制程序的流程图。
- [0031] 图 18 是表示第 4 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。
- [0032] 图 19 是表示第 5 实施方式的冷却控制的方框图。
- [0033] 图 20 是用于对电动机损耗、泵耗电和风扇耗电的和变为最小的电动机温度进行说明的示意图。
- [0034] 图 21 是表示第 6 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0035] 图 22 是表示第 6 实施方式的变形例的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0036] 图 23 是表示第 7 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0037] 图 24 是表示第 7 实施方式的变形例的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0038] 图 25 是表示第 8 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0039] 图 26 是表示第 8 实施方式的暖气设备运转时的第一冷却介质的流动的示意图。
- [0040] 图 27 是表示第 9 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成的示意图。
- [0041] 图 28 是表示在第 9 实施方式的电动车辆用冷却系统中在得到高的冷却能力的情

况下的冷却介质的流动的示意图。

[0042] 图 29 是表示第 10 实施方式的电动车辆冷却系统的构成的示意图。

[0043] 图 30 是表示在第 10 实施方式的电动车辆用冷却系统中在得到高的冷却能力的情况下的冷却介质的流动的示意图。

[0044] 图 31 是从横向观察安装了第 6 实施方式的冷却系统的电动车辆的示意图。

[0045] 图 32 是从上方观察安装了第 6 实施方式的冷却系统的电动车辆的示意图。

具体实施方式

[0046] 在以下说明的本发明的实施方式中,不固定于设为解决上述发明之课题栏和发明效果栏的记载内容,而解决向着产品化的各种各样的课题,获得与这些课题相对应的效果。下面列举其中的几个。

[0047] 在以下的实施方式中,能够减小冷却设备例如泵和风扇的耗电,能够提高电动车辆整体的运转效率。

[0048] 在以下的实施方式中,能够将逆变器装置和电动机产生的热利用到车室内的取暖,从而提高能量效率。

[0049] 在以下的实施方式中,由于能够通过利用用于冷却逆变器装置和电动机的压缩机和热交换器来进行室内温度的调整,因此系统的简单化变成可能。

[0050] 说明将本发明的电动车辆的冷却系统适用于电动汽车的一个实施方式。而且,本发明在适用于以下定义的电动汽车时,呈现非常良好的效果,但是,本发明也不只限于电动汽车。本发明即使在适用于诸如建设机械等电动车辆的情况下,也获得良好的效果。此外,本发明也能够适用于诸如电气化铁道等的电动车辆。

[0051] 在以下的实施方式中,将通过逆变器装置驱动的交流电动机举为例子进行说明。下面,在说明的电动机是使用永久磁铁的电动机的情况下,与感应电动机相比,转子的发热少,与其他方式的电动机相比,能提高效率。

[0052] 但是,本发明能够适用的电动机不局限于交流电动机。例如,能够适用于由可控硅-发动机电动机组(thyristor leonard)装置等的转换器电源驱动的直流电动机、或者由斩波器电源驱动的脉冲电动机等所有种类的旋转电机(电动机·发电机)。但是,如上述,根据效率和小型重量轻的观点,使用永久磁铁的电动机最优。对此,感应电动机用于汽车、车辆是优选的。

[0053] 第 1 实施方式

[0054] 图 1 表示第 1 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成,特别地,示出了最适合于电动汽车用的冷却系统。该电动车辆用冷却系统,包括用于对用来产生使车辆行驶的转矩的电动机 1 和用来产生用于驱动该电动机 1 的交流电力的逆变器装置 2 进行冷却的散热器 3、风扇 4、泵 5、制冷剂循环通路 6、风扇驱动装置 21、泵驱动装置 22 和控制装置 23。制冷剂循环通路 6 以泵 5 → 散热器 3 → 逆变器装置 2 → 电动机 1 → 泵 5 的路径使冷却介质循环。从泵 5 压送来的冷却介质在散热器 3 通过由风扇 4 吹来的空气进行冷却,并且对逆变器装置 2 和电动机 1 进行冷却,并重新返回到泵 5。这里,作为冷却介质,水是最适合的,但是也能够使用油。上述逆变器装置 2 从没有图示的外部接受电力,基于该电力,产生用于驱动上述电动机 1 的交流电力。

[0055] 作为上述电动汽车,具有纯粹通过电动机行驶的电动汽车、以及包括发动机(engine)和电动机两者并以两者的驱动力行驶的所谓混合动力车,本申请所述的电动车辆包含这两者。进而,本申请中的电动机1不仅具有将电气能量变换成机械能量的功能,而且包括将机械能量变换成电气能量的发电功能。基于上述逆变器装置2的动作来决定电动机1是按照基于电气能量来产生机械能量的方式进行动作还是按照用于将机械能量变换成电气能量的发电的方式进行动作。例如,相对于电动机1的转子的磁极位置,在由逆变器产生的交流电力引起的电动机1的定子的旋转磁场处于超前侧时,电动机1产生基于电气能量的转矩。另一方面,相对于电动机1的转子的磁极位置,在由逆变器产生的交流电力引起的电动机1的定子的旋转磁场处于滞后侧时,电动机1作为发电机进行动作,基于机械能量而产生电气能量。

[0056] 在该实施方式中,首先将由散热器2散热并冷却的冷却介质送到逆变器装置2,在冷却了逆变器装置2之后,送到电动机1,冷却电动机1。逆变器装置2包括用于将直流电力变换到交流电力或者将交流电力变换到直流电力的功率半导体元件。上述功率半导体元件在用于上述变换动作的开关动作时发热,功率半导体元件的温度上升。逆变器装置2的具有上述功率半导体元件的电路部的热容量小,当驱动电动机1的电流增加时,基于发热量的增加,温度急剧上升。而且上述功率半导体元件自身由于高温而容易受到损伤。如上述,逆变器装置2与电动机1相比,其热时间常数小,为了使温度上升变弱,非常希望有首先将冷却介质向逆变器装置2循环并进行冷却、其后向电动机1循环并进行冷却的通路。但是,假设首先将冷却介质向电动机1循环并进行了冷却、之后向逆变器装置2进行循环并冷却的通路也是可能的。

[0057] 此外,如图2所示,还可以并联连接电动机1和逆变器装置2的制冷剂循环通路6,使从泵5压送来的冷却介质通过介入散热器3并行循环到电动机1和逆变器装置2。而且,还可以将图3(a)所示的电动机1用的制冷剂循环通路6m、泵5m和散热器3m与图3(b)所示的逆变器装置2用的制冷剂循环通路6i、泵5i和散热器3i单独配设。在图3(a)中,由泵5m压送来的冷却介质通过散热器3m在用由风扇4m送风来的空气冷却之后被引入到电动机1,冷却电动机1并返回到泵5m。在图3(b)中,由泵5i压送来的冷却介质通过散热器3i在用由风扇4i送风来的空气冷却之后被引入到逆变器装置2,冷却逆变器装置2并返回到泵5i。

[0058] 在该第1实施方式中,示出了将电动机1和逆变器装置2设为电动车辆用冷却系统的冷却对象的例子,但是,也可以仅仅将电动机1和逆变器装置2之中的任何一个设为冷却对象。除了电动机1和逆变器装置2之外,还可以将在与逆变器装置2之间进行直流电力的接收发送的蓄电装置(后述)加到冷却对象中。

[0059] 图1中,控制装置23具有CPU23c和存储器23m等,通过执行后述的冷却控制程序,控制风扇驱动装置21和泵驱动装置22,控制电动机1和逆变器装置2的冷却。在控制装置23中,连接了用于检测汽车的车速的车速传感器24、用于检测汽车的加速踏板的操作量的加速装置传感器25等。

[0060] 下面,对于第1实施方式的电动汽车的行驶驱动用的电动机1和逆变器装置2的体格(尺寸、大小)的设计方法进行说明。一般地,在电动机和逆变器装置中,在体格、最大扭矩和最高输出、以及冷却能力之间相互存在相关关系。例如,当电动机的体格和冷却能力

确定时,将电动机保持在上限温度以下的电动机自身的发热量确定,确定产生该发热量的电动机的最大转矩和最高输出。当电动机的体格与最大转矩和最高输出确定时,用于将电动机保持在上限温度以下的冷却能力确定。另一方面,电动机和逆变器电源的体格与最大转矩和最高输出成比例,体格越大,最大转矩和最高输出越大。

[0061] 现有技术中,电动机和逆变器电源的体格基于在诸如起动时、加速时、车辆爬坡时所必需的最大转矩和最高输出来设计。但是,实际上,作为车辆,日常使用的转矩和输出是比最大转矩和最高输出小的值,通常在行驶时,需要最大转矩和最高输出的次数低,其时间也短。现有技术中,采用了与正常行驶时的转矩和输出小无关、而将使用次数低且仅短时间使用的最大转矩和最高输出设为基准所设计的大体格的电动机和逆变器电源。在该第1实施方式中,通过对电动机和逆变器装置进行合适的冷却,能够与必要的最大转矩和最高输出合适地对应且小型化电动机和逆变器电源的体格。

[0062] 图4(a)表示针对基于一般的设计方针的电动机之旋转速度的转矩特性,图4(b)表示针对本发明第1实施方式的电动机1之旋转速度的转矩特性。如图4(a)所示,在基于一般的设计方针的电动机中,在旋转速度低的区域中,将转矩限定到最大转矩以下来使用。在图4(a)中,示出作为最大转矩线。在旋转速度高的区域中,在将输出限制到最高输出以下的输出固定,换言之,在根据旋转速度的增加而降低转矩的范围内进行使用。在图4(a)中,示出作为最高输出线。在图4(a)中,如果根据一般的设计方针,对于电动机和逆变器电源的体格,将诸如起动时、加速时、汽车爬坡时等必需的最大转矩和最高输出设为极其重要的要件。

[0063] 与此相对,在第1实施方式的电动机1和逆变器装置2中,如图4(b)所示,由电动机1的旋转速度和转矩决定的工作区域,除了第一工作区域之外,还通过使得包含第二工作区域(阴影区域),来扩大运转区域。第一工作区域是由实线表示的第一转矩线和第一作用线的下侧的区域。第二工作区域是由实线表示的第一转矩线和第一作用线的上侧并且是由虚线表示的第二转矩线和第二作用线的下侧的区域。将第一工作区域设为诸如在平坦路上以几乎固定的速度行驶时的正常行驶时等所必需的轻负载时的工作区域,同时,将第二工作区域设为需要比正常行驶时更大的转矩和输出的诸如起动时、加速时、汽车爬坡时等的重负载时的工作区域。

[0064] 在图4(b)中,第二工作区域的由虚线所示的第二转矩线的转矩和第二输出线的输出,与图4(a)所示的电动机的最大转矩线的最大转矩和最高输出线的最高输出相等或者比其大。此外,由实线所示的第一工作区域和第二工作区域之间的边界线,表示比第二工作区域的第二转矩线的转矩更小的转矩的第一转矩线和比第二工作区域的第二输出线的输出更低的输出的第一输出线。

[0065] 此外,在该第1实施方式中,基于上述图4所示的针对电动机的旋转速度的转矩特性,控制电动机1和逆变器装置2的冷却系统的冷却能力。通过例如用如下说明的方法进行控制,能够与热的课题对应且针对电动机或者逆变器装置的体格得到大的输出。考虑上述第一工作区域和第二工作区域来控制冷却能力,使转矩和输出大的第二工作区域中的冷却能力比第一工作区域中的冷却能力高。在第一工作区域中,通过电动机1和逆变器装置2,连续产生图4(b)实线所示的第一转矩线和第一输出线所包围的区域的转矩和输出,并且驱动控制风扇4和泵5,使得发挥使电动机1和逆变器装置2不会超过各自的上限温度的

冷却能力。在该说明书中,将第一工作区域中的电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却模式称为第一冷却模式。

[0066] 另一方面,在第二工作区域中,通过电动机 1 和逆变器装置 2,在短时间上产生图 4(b) 虚线所示的第二转矩线和第二输出线所包围的阴影区域的转矩和输出,并且驱动控制风扇 4 和泵 5,使得发挥使电动机 1 和逆变器装置 2 不会超过各自的上限温度的冷却能力。在该说明书中,将第二工作区域中的电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却模式称为第二冷却模式。

[0067] 第一转矩线和第一输出线所包围的第一工作区域的转矩和输出,不是电动车辆在诸如起动时、加速时、汽车爬坡时的重负载时设为必需的大的转矩和输出。该第一工作区域的转矩和输出,是诸如在上坡下坡少的平坦路上以加减速度少的几乎固定的速度行驶时等的正常行驶时所要求的轻负载时的转矩和输出,是能够连续产生的典型的转矩和输出。就是说,第一转矩线的转矩是连续额定转矩,第一输出线的输出是连续额定输出。

[0068] 与此相对,第二转矩线和第二输出线所包围的第二工作区域的转矩和输出,是电动车辆在诸如起动时、加速时、汽车爬坡时的重负载时所要求的比正常行驶时大的转矩和输出。对于这样大的转矩,连续且长时间要求的可能性少,具有在短时间要求结束的倾向。就是说,第二转矩线的转矩是短时间额定转矩,第二输出线的输出是短时间额定输出。

[0069] 这里,所谓短时间,是在电动车辆的诸如起动时、加速时、汽车爬坡时的重负载时需要产生比正常行驶时更大的转矩和输出的典型的时间。此外,电动机 1 的上限温度基于电动机 1 的绝缘材料等的容许温度而决定,逆变器装置 2 的上限温度基于电力变换用开关元件等的容许温度而决定。

[0070] 图 5(a) ~ (c) 表示第一工作区域中的第一冷却模式和第二工作区域中的第二冷却模式的风扇 4 和泵 5 的运转方法。如图 5(a) ~ (c) 所示,即使在任何一种的运转方法中,为了与第一冷却模式的冷却能力相比使第二冷却模式的冷却能力变得更高,运转风扇 4 和 / 或者泵 5。在第一冷却模式中,连续地产生上述的正常运行时的小的转矩和输出,并且驱动控制风扇 4 和泵 5 使得将电动机 1 和逆变器装置 2 保持在各自的上限温度以下。在第二冷却模式中,短时间地产生诸如起动时、加速时、汽车爬坡时等的重负载时所必需的大的转矩和输出,并且驱动控制风扇 4 和泵 5 使得将电动机 1 和逆变器装置 2 保持在各自的上限温度以下。

[0071] 在图 5(a) 所示的风扇 4 和泵 5 的运转方法中,在第一冷却模式中,将风扇 4 和泵 5 分别以预定速度恒定运转。在第二冷却模式中,基于电动机 1 产生的转矩或者输出分别控制风扇 4 和泵 5。例如,控制冷却风扇 4 或者泵 5 的能力使得与上述电动机 1 的转矩或者输出成比例。

[0072] 在图 5(b) 所示的运转方法中,使风扇 4 和泵 5 的运转方法相互不同。风扇 4 在第一冷却模式中以预定速度恒定运转,在第二冷却模式中基于由电动机 1 产生的转矩或者输出以例如成比例的冷却能力进行运转。与此相对,泵 5 即使在第一冷却模式和第二冷却模式的任何一个中,也以预定速度进行恒定运转。同样地,在图 5(c) 所示的运转方法中,使风扇 4 和泵 5 的运转方法相互不同。风扇 4 即使在第一冷却模式和第二冷却模式的任何一个中,也以预定速度进行恒定运转。与此相对,泵 5 在第一冷却模式中以预定速度进行恒定运转,在第二冷却模式中基于由电动机 1 产生的转矩或者输出以例如成比例的冷却能力进行

运转。

[0073] 作为第一冷却模式和第二冷却模式中的风扇 4 和泵 5 的运转方法,根据上述的图 5(a) ~ (c) 所示的运转方法,具有下述效果:针对由运转模式产生的热的影响而温度上升前合适的对应,能够以更简单化的控制对应。但是,不局限于该方法,如果执行与第一冷却模式的冷却能力相比使第二冷却模式的冷却能力变得更高那样的运转方法,则也具有这样的效果。而且,在上述的运转方法之内,通过适用以与由电动机 1 产生的转矩或者输出成比例的冷却能力来对风扇 4 或者泵 5 进行运转的运转方法,与进行恒定运转的情况相比,能够更有效率地运转风扇 4 和泵 5。

[0074] 图 6 是表示第 1 实施方式的冷却模式选择控制的方框图,图 7 是表示第 1 实施方式的冷却模式选择控制程序的流程图。通过这些图,说明第 1 实施方式的冷却模式选择动作。控制装置 23 的 CPU23c,通过微型计算机软件形式,构成图 6 所示的冷却模式选择控制块,在点火钥匙开关(没有图示)接通的期间,重复执行图 7 所示的冷却模式选择控制程序。

[0075] 图 7 中符号 S 表示步骤。例如符号 S1 意味着步骤 1,符号 S2 意味着步骤 2。在步骤 1 中,当来自车速传感器 24 的车速信号、以及来自加速装置传感器 25 的表示加速踏板操作量的信号被输入到控制装置 23 时,控制装置 23 计算基于这些信号的电动机 1 的输出要求值。加速踏板的操作量是车辆行驶所用的驱动力的要求,能够看做表示作为电动车辆的电动机 1 的转矩要求值。因此,将加速踏板操作量换算成转矩要求值与车速相乘,计算电动车辆的驱动力要求值,即电动机 1 的输出要求值。

[0076] 在步骤 2 中,根据转矩要求值和车速,判定由电动机 1 的转矩和旋转速度决定的动作点是否处于上述的第一工作区域内或者处于第二工作区域内。首先,将作为电动车辆的转矩要求值通过变速器(没有图示)的变速比换算成电动机 1 的转矩,并且将车速通过变速器的变速比换算成电动机 1 的旋转速度,从而决定与电动机 1 的转矩和旋转速度相应的动作点。接着,判定电动机 1 的动作点处于第一工作区域内或者处于第二工作区域内,选择与判定结果的工作区域相应的冷却模式。

[0077] 在电动机 1 的动作点处于第一工作区域内的情况下,前进到步骤 4,选择第一冷却模式,在电动机 1 的动作点处于第二工作区域内的情况下,前进到步骤 5,选择第二冷却模式。在步骤 6,根据冷却模式的选择结果,向风扇驱动装置 21 输出风扇 4 的第一冷却模式或者第二冷却模式的动作指令,并且向风扇驱动装置 22 输出泵 5 的第一冷却模式或者第二冷却模式的动作指令。

[0078] 在适用基于一般想法的控制方法的情况下,电动机 1 和逆变器装置 2,在历经由图 4(a) 所示的最大转矩线和最高输出线包围的宽的工作区域中,由同样的高的冷却能力进行冷却。在这样的冷却之下,将在最大转矩线的最大转矩和最高输出线的最高输出上能够连续且长时间对应的情况设为条件,来决定电动机 1 和逆变器装置 2 的体格。为此,电动机 1 和逆变器装置 2 的体格,变成比与上述的正常行驶时的小的转矩和输出对应的体格更大的体格。与此相对,在本发明的第 1 实施方式中,将电动机 1 的工作区域,分成用于产生上述的正常行驶时的小的转矩和输出的第一工作区域和用于在诸如起动时、加速时、汽车爬坡时的重负载时产生大的转矩和输出的第二工作区域。在电动机 1 的动作区域处于第二工作区域的情况下,控制泵 5 和风扇 4 等的过冷却所用的设备,使得用比第一工作区域的冷却能

力更高的冷却能力进行冷却。通过这样做,变成不需要基于与图 4(a) 的最大转矩线和最高输出线相当的第二工作区域的第二转矩线和第二输出线(参考图 4(b))来决定电动机 1 和逆变器装置 2 的体格。能够基于比第二转矩线和第二输出线更小的第一工作区域的第一转矩线和第一输出线来决定电动机 1 和逆变器装置 2 的体格。为此,能够使电动机 1 和逆变器装置 2 的体格成为比通过一般想法引起的情况下的体格更小。

[0079] 此外,根据第 1 实施方式的电动车辆用冷却系统,能够在效率高的工作区域中运转电动机 1。在图 4 所示的转矩相对电动机的旋转速度的特性图中,示出表示电动机的运转效率的等效率线。在适用一般的控制方法的情况下,如图 4(a) 所示,由于基于最大转矩线和最高输出线来决定电动机的体格,因此通常行驶时使用次数高的工作区域(图 4(a) 的由虚线包围的区域)、即正常行驶时的小的转矩和输出的动作点变成效率低的区域。与此相对,在第 1 实施方式中,如图 4(b) 所示,基于正常行驶时的小的转矩和输出的动作点,决定电动机 1 的体格。因此,通常行驶时使用次数高的工作区域(图 4(b) 的由虚线包围的区域)、即正常行驶时的小的转矩和输出的动作点与适用一般的控制方法的情况相比变成效率高的区域。就是说,根据第 1 实施方式,与现有技术相比能够以更高的效率运转电动机 1,能够降低耗电。

[0080] 进而,在第 1 实施方式中,与需要在正常行驶时的小的转矩和输出的第一工作区域上的电动机运转时的由风扇 4 和泵 5 产生的冷却能力相比,使在需要大的转矩和输出的第二工作区域上的电动机运转时的由风扇 4 和泵 5 产生的冷却能力更大。因此,风扇 4 和泵 5 以及它们的驱动装置 21、22 的体格的小型化和耗电的降低是可能的。

[0081] 但是,冷却系统的冷却能力不仅通过风扇 4 和泵 5 的运转方法而且还通过散热器 3 中与冷却介质进行热交换的冷空气的温度而进行变化,空气温度越高,冷却能力越低。就是说,冷却能力与空气温度成反比例。因此,希望如图 8 所示那样根据空气温度即外部空气温度 T_{air} 使如图 4(b) 所示那样的对第一冷却模式和第二冷却模式进行切换的第一工作区域和第二工作区域之间的边界线即第一转矩线和第一输出线进行变化。就是说,随着外部空气温度 T_{air} 变成高于 T_1 、 T_2 、 T_3 ($T_1 < T_2 < T_3$),减小第一转矩线的转矩和第一输出线的输出,随着外部空气温度 T_{air} 变高而冷却能力变低,容易切换到第二冷却模式,补偿随着外部空气温度上升的冷却能力的降低。而且,外部空气温度 T_{air} 通过图 1 所示的外部空气温度传感器 31,检测作为被送风到散热器 3 的冷空气的温度。

[0082] 此外,为了防止第一冷却模式和第二冷却模式之间的切换的摆动,可以将图 9 所示那样的第一工作区域和第二工作区域之间的边界线即第一转矩线和第一输出线设定 2 根。在图 9 中,用实线和虚线示出 2 根的第一转矩线和第一输出线。在这种情况下,用实线所示的第一转矩线和第一输出线判定从第一工作区域向第二工作区域的切换,用虚线所示的第一转矩线和第一输出线判定从第二工作区域向第一工作区域的切换。或者,将第一转矩线和第一输出线直接设为 1 根,为了防止第一冷却模式和第二冷却模式之间的切换的摆动,还可以进行如下的禁止处理。在该禁止处理中,在从第一冷却模式切换到第二冷却模式之后,即使需要从第二工作区域向第一工作区域的切换,也在预定时间的期间内禁止切换。

[0083] 如上述,在图 4(b) 中,由于在电动机 1 的旋转速度高的区域以将输出限制于最高输出以下的输出恒定中进行使用,因此成为根据旋转速度的增加而降低产生的转矩。此外,如上所述,在电动机 1 的最高输出和冷却能力之间相互存在相关关系。在恒定的冷却能力

之下,决定将电动机 1 保持在上限温度以下的电动机自身的发热量,决定产生该发热量的电动机 1 的最大转矩和最高输出。由于当电动机 1 的旋转速度变高时发热量增加,在用于将电动机 1 保持于上限温度以下的冷却能力为固定的情况下,如图 4(b) 所示,当电动机 1 的旋转速度高时,转矩随着最大转矩或者最高输出而降低。换言之,当电动机 1 的旋转速度低时,通过提高冷却能力,能够使电动机 1 的最大转矩和最高输出进一步大大地增加。

[0084] 图 10 是表示电动机 1 的输出和旋转速度之间的关系以及冷却能力和电动机 1 的旋转速度之间的关系的关系的示意图。如图 10(b) 所示,在发挥由第二冷却模式引起的冷却能力时,提高电动机 1 的旋转速度低的区域中的冷却能力。通过这样做,如图 10(a) 所示,在电动机 1 的旋转速度低的区域中,能够得到更高的电动机输出。如图 10(b) 所示,在属于电动机 1 的旋转速度低的区域的旋转速度 N_0 中,冷却能力变为最大值。由第二冷却模式引起的冷却能力的提高依赖于电动机 1 的旋转速度。因此,具体地,通过基于图 1 所示的控制装置 23 所输入的电动机 1 的旋转速度信息(没有图示),控制装置 23 控制风扇驱动装置 21 和泵驱动装置 22,来控制冷却能力。

[0085] 图 11 是表示加速踏板操作量的经时变化、伴随加速踏板操作量的经时变化的电动机 1 的旋转速度的经时变化、以及与电动机 1 的旋转速度的经时变化相应的电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却能力的经时变化的示意图。在时刻 t_0 ,加速踏板操作量变化到预定值,以后保持固定。这样,电动机 1 的旋转速度一边保持最高输出一边慢慢加速,在时刻 t_{max} 到达最大旋转速度,以后保持固定。此时,电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却能力,在电动机 1 的旋转速度低的区域中急速地增加并到达最大值,并随着电动机 1 的旋转速度加速而慢慢地减少。

[0086] 通过这样,在电动机 1 的旋转速度低时,通过提高冷却能力,能够使电动机 1 的最大转矩和最高输出进一步大大地增加。如上述,当电动机 1 的旋转速度变高时发热量增加。在用于将电动机 1 保持在上限温度以下的冷却能力是固定的情况下,如图 4(b) 所示,随着电动机 1 的旋转速度变高,转矩根据最大转矩或者最高输出而降低。但是,当通过将电动机 1 的运转效率的最高效率点设定在电动机 1 的旋转速度高的区域而降低发热量时,在电动机 1 的旋转速度高的区域中,能够得到更高的电动机输出。具体地,通过使图 4(b) 所示的电动机 1 的运转效率高的区域位于电动机 1 的高旋转速度区域,从而降低电动机 1 的发热量。所谓电动机 1 的高旋转速度区域,是指例如电动机 1 的旋转速度与图 10(b) 所示的提供冷却能力最大值的电动机 1 的旋转速度 N_0 相比为足够高的区域。

[0087] 图 12 是表示使电动机 1 的运转效率高的区域位于电动机 1 的旋转速度的更高的区域的一个例子的示意图。在适用本发明的电动车辆的冷却系统的电动汽车中的变速比为固定的前提之下,如果将图 12 与图 4(a) 相比,则分别对于纵轴将电动机 1 的转矩读为车辆的驱动力,对于横轴将电动机 1 的旋转速度读为车速。将图 4(a) 中的最大转矩线和最大输出线在图 12 中进行总结而表示作为最大驱动力线 DV1 和 DV2。将使电动机 1 的运转效率高的区域位于高车速区域之情况下的最大驱动力线用实线 DV2 表示,将最高效率点用内部被涂满的圆 PE2 表示。将使电动机 1 的运转效率高的区域不位于高车速区域之情况下的最大驱动力线用虚线 DV1 表示,将最高效率点用内部被附加斜线的虚线的圆 PE1 表示。

[0088] 通过使电动机 1 的运转效率的最高效率点位于高车速侧,能够使电动机 1 的发热量降低,并且在高车速侧提高最大驱动力。通过将上述的固定的变速比设定为合适的设定

值,能够使电动机 1 的运转效率的最高效率点位于高车速侧。这里,将表示车速阻力(抵抗)的粗虚线 RR 和最大驱动力线 DV2 之间的交点的作为车速所得到的最高车速设为 V_{max} ,将相当于最高车速 V_{max} 之 1/2 车速的中央车速设为 V_{mid} 。设定变速比的设定值,使得电动机 1 的运转效率的最高效率点变成例如提供比中央车速 V_{mid} 更高的最高效率车速 V_{η} 的位置。这样,通过将变速比设定为合适的设定值,在高车速侧得到高的最大驱动力。而且,在车速为中央车速 V_{mid} 以下的低车速侧,如上述,通过与高车速侧相比来提高冷却能力,从而能够使电动机 1 的最大转矩和最高输出即最大驱动力线 DV2 进一步大大地增加。

[0089] 如上述,当电动机 1 的旋转速度低时,通过提高冷却能力,能够使电动机 1 的最大转矩和最高输出进一步大大地增加,但是,如果过度地增加,则电动机 1 的发热量将过度地增加,从而不理想。相反,即使电动机 1 的最大转矩和最高输出的增加量过小,如果考虑行驶阻力,则也不理想。对于电动机 1 的运转效率的最高效率点的转矩的大小,以下参考图 13 进行说明。

[0090] 图 13 与图 4(b) 同样地表示针对电动机 1 的旋转速度的转矩特性,是表示电动机 1 的运转效率的最高效率点变成中等程度的转矩的一个例子的示意图。将电动机 1 的运转效率的最高效率点的转矩和旋转速度分别设为 T_{η} 和 N_{η} 。将电动机 1 的运转效率的最高效率点的旋转速度 N_{η} 称为最高效率速度 N_{η} 。提高了冷却能力的第二冷却模式的最高效率速度 N_{η} 的最大转矩 $T_{max \eta}$ 被得到作为最高效率速度 N_{η} 的第二转矩线和第二输出线上的电动机转矩。此时,最高效率点的转矩 T_{η} 相对最大转矩 $T_{max \eta}$ 变成中转矩。具体地,优选地,最高效率点的转矩 T_{η} 处于最大转矩 $T_{max \eta}$ 的 50 ~ 75% 的范围内。

[0091] 第 2 实施方式

[0092] 在上述第 1 实施方式的说明中,示出了基于车速信号和表示加速踏板操作量的信号来实时计算电动机 1 的动作点,判定电动机 1 的工作区域,从而切换冷却模式的例子。下面,说明预先预测电动机 1 的动作点,通过预测结果的动作点来判定电动机 1 的工作区域,从而切换冷却模式的第 2 实施方式。图 14 是表示第 2 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。而且,对于冷却模式选择控制以外,是与上述的第 1 实施方式同样,省略图示和说明。

[0093] 在该第 2 实施方式中,除了图 1 所示的车速传感器 24 和加速装置传感器 25 以外,用于检测道路坡度的坡度传感器 26、用于检测车辆的重量车重传感器 27 和用于运算行驶路线信息的导航装置 28 被连接到控制装置 23A。导航装置 28 包括 GPS 接收机、VICS 接收机、道路地图数据存储装置(都没有图示)等,探索从车辆的当前地到目的地的最合适的路径即引导路径,并且检测出当前地、沿着引导路径的道路的坡度、平均车速、阻塞状况等。控制装置 23A,基于从导航装置 28 输入的引导路径信息、坡度信息、平均车速信息和阻塞信息以及从车重传感器 27 输入的车重等,计算在目的地之前的引导路径上的电动机 1 的转矩和旋转速度,预测动作点,判定工作区域。使该引导路径上的道路的电动机 1 的工作区域存储在控制装置 23A 的存储器 23m 中(参考图 1)。

[0094] 图 15 是表示第 2 实施方式的冷却模式选择控制程序的流程图。控制装置 23A 的 CPU23c,在点火开关(没有图示)接通的期间,重复执行图 15 所示的冷却模式选择控制程序。而且,对于与图 7 所示的第 1 实施方式同样的控制步骤,赋予相同的步骤号码,以不同点为中心进行说明。如上述,在步骤 1 ~ 3 中,基于车速信号和表示加速踏板操作量的信号,计算电动机 1 的输出要求值,判定与车速和加速踏板操作量相应的电动机 1 的动作点是否

处于第一工作区域内或者处于第二工作区域内。在判定处于第一工作区域内时前进到步骤 11, 在判定处于第二工作区域内时前进到步骤 5。

[0095] 在基于电动车辆的车速和加速踏板操作量所计算的电动机 1 的动作点被判定为处于第一工作区域内时, 在步骤 11 通过导航装置 28 检测电动车辆的当前地。接着在步骤 12, 从存储器 23m 读出当前地周边的工作区域。在步骤 13, 判别是否接近于第二工作区域的区间。例如, 判别从电动车辆的当前地沿着引导路径在预定距离前方是否存在第二工作区域的道路区间, 当在预定距离前方存在第二工作区域的道路区间的情况下, 前进到步骤 5, 如果不是, 则前进到步骤 4。

[0096] 在基于电动车辆的车速和加速踏板操作量所计算的电动机 1 的动作点被判定为处于第一工作区域内、且沿着引导路径在预定距离前方没有第二工作区域的道路区间时, 在步骤 4 选择第一冷却模式。另一方面, 在基于电动车辆的车速和加速踏板操作量所计算的电动机 1 的动作点被判定为没有在第一工作区域内、就是说处于第二工作区域内时, 在步骤 5 选择第二冷却模式。或者, 即使在当前地的电动机 1 的工作区域被判定为处于第一工作区域内, 在沿着引导路径在预定距离前方、第二工作区域的道路区间正在接近的情况下, 也在步骤 5 选择第二冷却模式。在步骤 6, 根据冷却模式的选择结果, 向风扇驱动装置 21 输出风扇 4 的第一冷却模式或者第二冷却模式的动作指令, 并且向泵驱动装置 22 输出泵 5 的第一冷却模式或者第二冷却模式的动作指令。

[0097] 根据该第 2 实施方式, 预先预测在目的地之前的道路上的电动机 1 的工作区域。当预测在发热量大的第二工作区域中电动机 1 和逆变器装置 2 进行动作的情况下, 能够在第二工作区域的道路区间的预定距离之前从第一冷却模式切换到冷却能力高的第二冷却模式。因此, 能够将第二工作区域的道路区间上的电动机 1 和逆变器装置 2 的温度上升抑制在比上限温度更低的温度。换言之, 在到达上限温度之前留有余量, 并且能够将图 4(b) 所示的第二转矩线和第二输出线所规定的最大转矩和最高输出的短时间额定值进一步设定为大的值。

[0098] 第 3 实施方式

[0099] 说明在上述第 1 和第 2 实施方式上附加了冷却模式的手动选择功能的第 3 实施方式。图 16 是表示第 3 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。在该第 3 实施方式中, 除了图 14 所示的第 2 实施方式的构成之外, 手动切换开关 29 被连接到控制装置 23B。手动切换开关 29 是用于用手动来选择冷却模式的开关。

[0100] 图 17 是表示第 3 实施方式的冷却模式选择控制程序的流程图。控制装置 23B 的 CPU23c, 在点火开关 (没有图示) 接通的期间, 重复执行图 17 所示的冷却模式选择控制程序。而且, 对于与图 7 所示的第 1 实施方式和图 15 所示的第 2 实施方式同样的控制步骤, 赋予相同的步骤号码, 以不同点为中心进行说明。如上述, 在步骤 1 ~ 3 中, 基于车速信号和加速踏板操作量信号, 计算电动机 1 的输出要求值, 判定与车速和加速踏板操作量相应的电动机 1 的动作点是否处于第一工作区域内或者处于第二工作区域内。在判定处于第一工作区域内时前进到步骤 11, 在判定处于第二工作区域内时前进到步骤 5。

[0101] 在基于电动车辆的车速和加速踏板操作量所计算的电动机 1 的动作点被判定为处于第一工作区域内时, 在步骤 11 检测电动车辆的当前地, 并且在步骤 12, 从存储器 23m 读出当前地周边的工作区域, 在步骤 13, 判别第二工作区域的道路区间是否正在接近。当在预

定距离前方存在第二工作区域的道路区间的情况下,前进到步骤 5,如果不是,则前进到步骤 21。

[0102] 前进到步骤 21 的情况,是判定基于电动车辆的车速和加速踏板操作量所计算的电动机 1 的动作点位于第一工作区域内、并且沿着引导路径在预定距离前方没有第二工作区域的道路区间的情况。在步骤 21 判别是否由手动切换开关 29 选择了第二冷却模式,在用手动选择了第二冷却模式的情况下,前进到步骤 5,在选择了第一冷却模式的情况下,前进到步骤 4。在通过控制装置 23B 判别电动机 1 的动作点是第一工作区域内、并且在从当前地到预定距离前方之间没有第二工作区域的道路区间、并且用手动选择了第一冷却模式的情况下,在步骤 4 选择第一冷却模式。

[0103] 另一方面,在基于电动车辆的车速和加速踏板操作量所计算的电动机 1 的动作点被判定为没有在第一工作区域内、就是说处于第二工作区域内时,在步骤 5 选择第二冷却模式。或者,即使在当前地的电动机 1 的工作区域被判定为处于第一工作区域内,在引导路径上的预定距离前方、第二工作区域的道路区间正在接近的情况下,也在步骤 5 选择第二冷却模式。或者在用手动选择了第二冷却模式的情况下,在步骤 5 选择第二冷却模式。在步骤 6,根据冷却模式的选择结果,向风扇驱动装置 21 输出风扇 4 的第一冷却模式或者第二冷却模式的动作指令,并且向泵驱动装置 22 输出泵 5 的第一冷却模式或者第二冷却模式的动作指令。

[0104] 根据该第 3 实施方式,在驾驶者用手动选择了第二冷却模式的情况下,与由控制装置 23B 产生的冷却模式的判别结果无关而选择第二冷却模式。在由手动引起的冷却模式的选择结果和由控制装置 23B 产生的冷却模式的判别结果都是第一冷却模式的情况下,选择第一冷却模式。因此,在电动车辆的驾驶者根据驾驶爱好、驾驶时的气候条件以及行驶条件等考虑希望提高冷却能力的情况下,能够优先驾驶者的意志而在冷却能力高的第二冷却模式下进行冷却。对于第 1 和第 2 实施方式的冷却模式的自动选择功能,能够有效地插入手动选择功能。

[0105] 第 4 实施方式

[0106] 说明根据电车车辆的每个驾驶者的驾驶履历来变更用于切换第一冷却模式和第二冷却模式的第一工作区域和第二工作区域之间的边界线即第一转矩线和第一输出线(参考图 4(b))的第 4 实施方式。图 18 是表示第 4 实施方式的冷却模式选择控制的方框图。在该第 4 实施方式中,除了图 16 所示的第 3 实施方式的构成之外,还将驾驶者识别装置 30 连接到控制装置 23C,并且在控制装置 23C 的存储器 23m 中存储了每个驾驶者的过去的驾驶履历数据。而且,该第 4 实施方式的冷却模式选择控制与上述的第 1 ~ 第 3 实施方式的冷却模式选择控制是同样的,因此省略流程图的图示和动作说明。

[0107] 驾驶者识别装置 30 识别驾驶电动车辆的驾驶者。作为识别方法,考虑通过读取驾驶执照上所附加的 IC 芯片的数据来识别驾驶者,或者准备存储了电动车辆的对每个驾驶者不同的 ID 的点火钥匙、通过读取 ID 来识别驾驶者等的方法。控制装置 23C 的存储器 23m 对每个被识别的驾驶者,存储驾驶履历。例如,对于与平均的驾驶者相比具有要求加速之倾向的驾驶者,需要比平均的驾驶者更大的转矩和输出,在第二工作区域的运转次数变多。因此,将用于切换冷却模式的第一转矩线和第一输出线变更到低转矩、低输出侧,容易选择冷却能力高的第二冷却模式。由此,对于更加要求加速的驾驶者,即使电动机动作点与平均的

驾驶者是相同的,也变成扩大了冷却能力高的第二冷却模式的范围。能够用与驾驶者的驾驶特性一致的电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却能力来进行冷却。

[0108] 第 5 实施方式

[0109] 一般地,电动机和逆变器装置的效率根据它们的温度而变化,如果电动机的动作点是相同的,即如果是相同的转矩和旋转速度,则电动机和逆变器装置的温度变得越高,它们的效率就越降低。因此,需要电动机和逆变器装置根据它们的温度来使冷却能力变化。换言之,通过使冷却能力变化来改变电动机和逆变器装置的温度,能够改变电动机和逆变器装置的效率。现有技术中,即使有时根据电动机和逆变器装置的转矩和输出或者它们的温度来改变冷却能力,也不进行通过考虑由温度引起的效率变化来控制冷却能力。

[0110] 这里,说明在电动机 1 和逆变器装置 2 的运转效率上添加风扇 4 和泵 5 等配件的效率、从而进行了它们的综合效率的冷却控制的第 5 实施方式。而且,由于与电动机 1 的损耗相比,逆变器装置 2 的损耗少,因此在该第 5 实施方式中,说明关注于仅仅电动机 1 的温度和损耗的冷却控制。该第 5 实施方式的冷却模式选择控制与上述第 1~第 3 实施方式的冷却模式选择控制是同样的,因此省略流程图的图示和动作说明。

[0111] 图 19 是表示第 5 实施方式的冷却控制的方框图。在该第 5 实施方式中,除了图 18 所示的第 4 实施方式的构成之外,还将外部气体温度传感器 31 和冷却液温度传感器 32 连接到控制装置 23D,并且在控制装置 23D 上具有由 CPU23c 的软件形式实现的控制块 23c1~23c6。外部气体温度传感器 31 检测电动车辆的外部气体温度,冷却液温度传感器 32 检测冷却介质的温度。

[0112] 在控制块 23c1 中,如上述,预测计算电动机 1 的动作点。如果电动机 1 的动作点和温度被决定,则求得电动机 1 的铜损和气流损耗等的损耗电力,并且求得伴随电力损耗的发热量。在控制块 23c2 中,用计算结果的动作点,计算在驱动电动机 1 时每个电动机温度的铜损和气流损失等的损耗电力(发热量)。接着,在控制块 23c3 中,计算每个电动机温度的冷却装置的动作。冷却装置是风扇 4、泵 5、风扇 4 的风扇驱动控制装置 21、以及泵 5 的泵驱动控制装置 22。具体地,计算风扇 4 和泵 5 的运转速度,该风扇 4 和泵 5 用于将与计算结果的每个电动机温度的电动机损耗电力相应的发热量通过介入由冷却液温度传感器 32 检测的温度的冷却介质散热到由外部气体温度传感器 31 检测的温度的空气中。

[0113] 接着,在控制块 23c4 中,对在将风扇 4 和泵 5 以计算结果的运转速度进行运转时的风扇 4、泵 5、风扇 4 的风扇驱动装置 21、以及泵 5 的泵驱动装置 22 的耗电进行计算。然后在控制块 23c5 中,如图 20 所示,针对每个电动机温度,将电动机损耗电力、风扇耗电和泵耗电进行相加,求得总和。将在下限温度和上限温度之间其总和变成最小的电动机温度设为是最高效率温度,设定成目标电动机温度。在控制块 23c6 中,对用于在当前的外部气体温度和冷却液温度中使电动机温度成为目标温度的冷却装置即风扇 4 和泵 5 的运转速度进行计算,将风扇动作指令和泵动作指令输出到风扇驱动装置 21 和泵驱动装置 22。

[0114] 通过该第 5 实施方式,能够以不仅考虑了电动机效率而且考虑了用于进行冷却而消耗的冷却装置自身的耗电后的综合效率变为更高的电动机温度,来运转电动机 1、逆变器装置 2、风扇 4 和泵 5,能够实现节能运转。而且,在上述的例子中,仅仅关注于电动机损耗来决定冷却装置的运转状态,但是除了电动机损耗之外,还可以考虑逆变器装置 2 和蓄电装置(没有图示)的损耗来决定冷却装置的运转状态。

[0115] 第 6 实施方式

[0116] 图 21 表示第 6 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与图 1 所示的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在图 21 中,省略了图 1 所示的风扇驱动装置 21、泵驱动装置 22、控制装置 23 以及控制装置 23 上所连接的车速传感器 24 和加速装置传感器 25 等的设备的图示和说明。该第 6 实施方式的电动车辆用冷却系统,由将冷却介质的热散热到外部空气的第一冷却系统和通过介入热交换器 8 与该第一冷却系统进行热交换而冷却电动机 1 和逆变器装置 2 的第二冷却系统构成。

[0117] 首先,第二冷却系统包括泵 5、制冷剂循环通路 6b、热交换器 8、冷却对象的电动机 1 和逆变器装置 2,制冷剂循环通路 6b 以泵 5 → 热交换器 8 → 逆变器装置 2 → 电动机 1 → 泵 5 的路径来循环冷却介质。从泵 5 压送来的冷却介质,在热交换器 8 中与第一冷却系统的冷却介质之间进行热交换而被冷却,并且冷却逆变器装置 2 和电动机 1,再次返回到泵 5。这里,作为冷却介质,尽管水或者油适用于电动机 1 或者逆变器装置 2 的冷却,但是除此之外,还能够使用诸如氢氟碳化合物或者氢氯氟碳化合物 (hydrochlorofluorocarbon) 等的替代氟利昂。

[0118] 接着,第一冷却系统包括散热器 3、风扇 4、制冷剂循环通路 6a、压缩机 7、热交换器 8 和调节阀 9,制冷剂循环通路 6a 以热交换器 8 → 压缩机 7 → 散热器 3 → 调节阀 9 → 热交换器 8 的路径来循环冷却介质。该第一冷却系统是制冷循环,第一冷却介质使用 HFC-134a 等的制冷循环用的制冷剂,散热器 3 作为冷凝器而作用,调节阀 9 作为膨胀阀而作用,热交换器 8 作为蒸发器而作用。通过热交换器 8 吸收了第二冷却系统的第二冷却介质的热的第一冷却介质被在压缩机 7 中压缩,并且在散热器 3 中通过由风扇 4 送风来的空气进行冷却之后,通过介入调节阀 9 而再次返回到热交换器 8。

[0119] 在图 1 所示的第 1 实施方式中,由于将对冷却对象的电动机 1 和逆变器装置 2 进行了冷却的冷却介质在散热器 3 中通过与空气的热交换而进行散热,因此不能够使冷却介质的温度比通过风扇 4 而送风到散热器 3 的的空气的温度更低。与此相对,在第 6 实施方式中,将对冷却对象的电动机 1 和逆变器装置 2 进行了冷却的第二冷却系统的第二冷却介质以热交换器 8 散热到第一冷却系统的第一冷却介质,还在使用了制冷循环的第一冷却系统中将第一冷却介质以散热器 3 散热到空气中。因此,能够使第二冷却介质的温度比空气温度更低,能够更加提高冷却能力。

[0120] 而且,在该第 6 实施方式中,除了第 1 实施方式的冷却系统的设备之外,还配设了压缩机 7 和调节阀 9 之类的控制对象的设备。对于该第 6 实施方式的动作,作为电动车辆上所安装的冷却系统而后述。

[0121] 第 6 实施方式的变形例

[0122] 图 22 表示图 21 所示的第 6 实施方式的变形例的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与图 21 所示的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在该变形例中,在第二冷却系统的电动机 1 和泵之间设置散热器 14 和风扇 15。而且,在图 22 中,省略风扇 15 的驱动装置的图示。当在构成第一冷却系统的风扇 4、压缩机 7、调节阀 9 等上发生问题、从而电动机 1 与逆变器装置 2 的冷却能力降低的情况下,在散热器 14 中将第二冷却系统的第二冷却介质的热散热到通过风扇 15 送风的空气中,从而确保与图 1 所示的第 1 实施方式相同程度的冷却能力。通过这样,即使在第一冷却系统发生了不良情况的

情况下,也能够继续电动车辆的运行。而且,不仅在第一冷却系统有问题时而且在平时也可以进行由散热器 14 和风扇 15 实现的第二冷却介质的冷却。

[0123] 第 7 实施方式

[0124] 图 23 表示第 7 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与图 1 和图 21 所示的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在图 23 中,省略了上述的风扇驱动装置 21、泵驱动装置 22、控制装置 23 以及与控制装置 23 连接的车速传感器 24 和加速装置传感器 25 等的设备的图示和说明。在该第 7 实施方式中,与图 21 所示的第 6 实施方式相对,第二冷却系统分成冷却对象冷却用的循环通路 6c 和车室内空调用的循环通路 6d 这两个路径。

[0125] 首先,在冷却对象冷却用循环通路 6c 中,从泵 5a 压送来的第二冷却介质通过热交换器 8a 散热到第一冷却系统的第一冷却介质,之后,用散热器 3a 从由风扇 4a 送风的车室内空气中进行吸热,从而冷却车室内。接着,顺次导入到作为冷却对象的逆变器装置 2 和电动机 1,对这些冷却对象进行冷却。此外,在车室内空调用路径 6d 中,从泵 5b 压送来的第二冷却介质通过热交换器 8b 散热到第一冷却系统的第一冷却介质,之后,用散热器 3b 从由风扇 4a 送风的车室内空气中进行吸热,从而冷却车室内。

[0126] 另一方面,在第一冷却系统中,与第二冷却系统的第二冷却介质进行热交换的路径被分成两个,在冷却对象冷却用路径上设置了调节阀 9a 和热交换器 8a,在车室内空调用路径上设置了调节阀 9b 和热交换器 8b。对于除此以外的散热器 3、风扇 4 和压缩机 7,与图 21 所示的第一冷却系统是同样的。

[0127] 根据该第 6 实施方式,在电动机 1 和逆变器装置 2 等的冷却对象用和车室内的制冷用上不分别构筑制冷循环,能够用一个制冷循环来实现电动车辆用驱动装置即电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却以及车室内制冷。这样,通过将电动机 1 和逆变器装置 2 产生的热利用于车室内的温度调整,能够抑制用于向车室内制造热能的能量,从而提高车辆整体的效率。此外,具有能够使诸如将用于确保车室内的热源的电能量变换成热能量的加热器等的用于取暖的热发生装置小型化的优点。通过这样,使得不需要使用特别的热发生装置。此外,能够共同地使用压缩机 7 和风扇 4、散热器 3,并且简单化整个系统。这些与大幅度的成本降低相关联。

[0128] 第 7 实施方式的变形例

[0129] 图 24 表示图 23 所示的第 7 实施方式的变形例的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与图 23 所示的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在该变形例中,在第二冷却系统的冷却对象冷却用循环通路 6c 的电动机 1 和泵 5a 之间设置散热器 14 和风扇 15。而且,在图 24 中,省略风扇 15 的驱动装置的图示。当在构成第一冷却系统的风扇 4、压缩机 7、调节阀 9 等上发生问题、从而电动机 1 与逆变器装置 2 的冷却能力降低了的情况下,在散热器 14 中将第二冷却系统的第二冷却介质的热散热到通过风扇 15 送风的空气中,从而确保与图 1 所示的第 1 实施方式相同程度的冷却能力。通过这样,即使在第一冷却系统上发生了问题的情况下,也能够继续电动车辆的运行。

[0130] 第 8 实施方式

[0131] 图 25 表示第 8 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与图 1 和图 23 所示的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在图 25 中,省

略了上述的风扇驱动装置 21、泵驱动装置 22、控制装置 23 以及与控制装置 23 连接的车速传感器 24 和加速装置传感器 25 等的设备的图示和说明。在该第 8 实施方式中,相对图 23 所示的第 7 实施方式,通过在压缩机 7 的排出侧设置四通阀 10,切换制冷循环的制冷剂循环方向,使得除了能够制冷运转之外还能够取暖运转。图 25 的第一冷却系统的制冷剂循环通路上所示的箭头,表示制冷运转中的第一冷却介质的流动即制冷循环的方向。由压缩机 7 所压缩的冷却介质,在通过了作为冷凝器的散热器 3 之后,在通过介入作为蒸发器的热交换器 8a 和 8b 而与第二冷却系统的第二冷却介质进行热交换(冷却第二冷却介质)之后,返回到压缩机 7。

[0132] 图 26 表示第 8 实施方式的取暖运转时的第一冷却介质的流动。由压缩机 7 压缩后的冷却介质,通过介入作为冷凝器的热交换器 8b,散热到在第二冷却系统的车室内空调用循环通路 6d 中流动的第二冷却介质,暖热第二冷却介质,在通过了作为冷凝器的热交换器 8a 和散热器 3 之后,返回到压缩机 7。在热交换器 8a,与在第二冷却系统的冷却对象冷却用循环通路 6c 中流动的第二冷却介质进行热交换并散热。就是说,由于将冷却了电动机 1 和逆变器装置 2 后的热用热交换器 8a 散热到第一冷却系统的第一冷却介质,因此成为将电动机 1 和逆变器装置 2 的发热利用到车厢内空调的取暖中。由此,能够降低取暖所必需的动力。

[0133] 根据该第 8 实施方式,能够将冷却对象设备的冷却、车室内的制冷、以及车室内的取暖全部用一个系统实现。而且由于在取暖运转时能够将由电动机 1 和逆变器装置 2 产生的热利用于取暖,因此使效率更高的取暖运转变成可能。

[0134] 而且,在图 25 和图 26 所示的第 8 实施方式的冷却对象冷却用循环通路 6c 中,还可以在电动机 1 和泵 5a 之间设置图 24 所示的散热器 14 和风扇 15,从而获得在第一冷却系统有问题时的备份。

[0135] 第 9 实施方式

[0136] 图 27 表示第 9 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与构成上述各个实施方式的冷却系统的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在图 27 中,省略了上述的风扇驱动装置 21、泵驱动装置 22、控制装置 23 以及与控制装置 23 连接的车速传感器 24 和加速装置传感器 25 等的设备的图示和说明。在该第 9 实施方式中,相对图 25 和图 26 所示的第 8 实施方式,追加了流通路切换用三通阀 12,从而提高电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却能力。即,在希望得到更高的冷却能力时,按图 28 所示那样设定流通路切换用三通阀 12,使在第二冷却系统的冷却对象冷却用循环通路 6c 上流动的第二冷却介质顺次流到两个热交换器 8a 和 8b,进行冷却。在图 28 中,用实线所示的路径是冷却介质流动的路径,用虚线所示的路径是冷却介质没有流动的路径。

[0137] 根据该第 9 实施方式,车室内的制冷变成不可能,但是,能够将冷却对象以更高的冷却能力进行冷却。在希望与车室内的制冷并存的情况下,可以设置两个流量调节阀来代替分流切换用三通阀 11,从而调节在车室内空调用的热交换器 3a 中流动的第二冷却介质的流量。

[0138] 而且,在图 27 和图 28 所示的第 9 实施方式的冷却对象冷却用循环通路 6c 中,还可以在电动机 1 和泵 5a 之间设置图 24 所示的散热器 14 和风扇 15,从而获得在第一冷却系统有问题时的备份。

[0139] 第 10 实施方式

[0140] 图 29 表示第 10 实施方式的电动车辆用冷却系统的构成。而且,对于与构成上述各个实施方式的冷却系统的设备同样的设备,赋予相同的符号,并以不同点为中心进行说明。在图 29 中,省略了上述的风扇驱动装置 21、泵驱动装置 22、控制装置 23 以及与控制装置 23 连接的车速传感器 24 和加速装置传感器 25 等的设备的图示和说明。在该第 10 实施方式中,相对图 25 和图 26 所示的第 8 实施方式,通过追加流通路切换用三通阀 12,对电动机 1 与逆变器装置 2 并联进行冷却,从而提高冷却能力。

[0141] 即,在希望得到更高的冷却能力时,按图 30 所示那样设定流通路切换用三通阀 12,使用由泵 5b 压送来的且用热交换器 8b 冷却的第二冷却介质来冷却电动机 1。与此同时,使用由泵 5a 压送来的且用热交换器 8a 冷却的第二冷却介质来冷却逆变器装置 2。在图 30 中,用实线所示的路径是冷却介质流动的路径,用虚线所示的路径是冷却介质没有流动的路径。由此,尽管车室内的制冷变成不可能,但是冷却对象却能够以更高的冷却能力进行冷却。

[0142] 第 11 实施方式

[0143] 说明将上述实施方式的电动车辆用冷却系统实际安装于电动车辆上的第 11 实施方式。在该第 11 实施方式中,示出安装了具有图 21 所示的第一冷却系统和第二冷却系统的第 6 实施方式的电动车辆用冷却系统的例子,但是,上述的第 1~第 5、第 7~第 10 实施方式的电动车辆用冷却系统的任何一个都同样地能够安装于电动车辆上。

[0144] 图 31 是从横向观察安装了冷却系统的电动车辆的前部的示意图,图 32 是从上面观察相同的电动车辆的前部的示意图。而且,对与图 21 所示的设备同样的设备,赋予相同的符号来进行说明。在图 31 和图 32 中,附图纸面右侧是车辆的前进方向,电动车辆的电气驱动系统被安装在车辆的前部。以前轮驱动方式的电动车辆举为例子来说明该实施方式,但是,在后轮驱动方式或四轮驱动方式的电动汽车或者混合动力汽车等的电动车辆上,也能够安装上述实施方式的电动车辆用冷却系统。

[0145] 该电动车辆的电气驱动系统具有:蓄积驱动能量的蓄电装置 51;控制从蓄电装置 51 向电动机 1 之电力的逆变器装置 2;接受来自逆变器装置 2 的电力和产生旋转转矩的电动机 1;将电动机 1 的转矩进行放大的减速器 52;将减速器 52 的输出转矩传输到车轮的驱动轴 53;根据驾驶者的操作状态和冷却系统的状态对电动机 1 的目标转矩和冷却系统的运转状态进行控制的控制装置 23;以及对逆变器装置 2 和电动机 1 进行冷却的冷却系统 50。在下面,将电动机 1、逆变器装置 2、减速器 52 特别地称为驱动部件。

[0146] 冷却系统 50 具有制冷循环的第一冷却系统和水冷的第二冷却系统(参考图 21)。制冷循环的第一冷却系统具有压缩机 7、散热器(车厢外热交换器)3、调节器(膨胀阀)9、热交换器 8、制冷剂循环通路 6a。在散热器 3 上附设风扇 4,并且将来自车辆前方的空气送风到散热器 3。该冷却风的流量通过由控制装置 23 控制风扇 4 的旋转速度而被调节。另一方面,水冷的第二冷却系统具有泵 5、热交换器 8、室内热交换器 54、整流板 55、三通阀 56、57、制冷剂循环通路(水冷配管)6b。在室内热交换器 54 上附设风扇 58,并且将车室内的空气送风到室内热交换器 54 而进行车室内的空调。该风量通过由控制装置 23 控制风扇 58 的旋转速度而被调节。

[0147] 尽管在图 31 和图 32 上省略图示,但是在该电动车辆的冷却系统 50 中,由温度传

传感器等所检测的驱动部件和冷却介质的温度被测量。控制装置 23 基于驱动部件和冷却介质的温度、以及电气驱动系统的构成部件的运转状态,控制压缩机 7、风扇 4 和 58、泵 5、以及三通阀 56 和 57,控制第一冷却系统和第二冷却系统的冷却介质温度。

[0148] 在该电动车辆的冷却系统 50 中,在连通压缩机 7、调节器(膨胀阀)9、散热器 3 和热交换器 8 的第一冷却系统的制冷剂循环通路 6a 中流通着诸如替代氟利昂等的适合于制冷循环的制冷剂,该制冷剂通过将压缩机 7 设为动力源的制冷循环而被冷却。另一方面,在连通热交换器 8、三通阀 56 和 57、逆变器装置 2、电动机 1 和泵 5 的第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b 中流通着诸如不冻液的冷却水,冷却逆变器装置 2、电动机 1 等的驱动部件和车室内。而且,还可以同时将蓄电装置 51 通过第二冷却系统的冷却介质进行冷却。第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b 的冷却介质(诸如冷却水等)通过了热交换器 8,在该热交换器 8 中与在第一冷却系统的制冷剂循环通路 6a 中流动的冷却介质进行热交换(散热)而被冷却。此外,用于在车室内执行制冷或者取暖的空气通过介入室内热交换器 54 由风扇 58 被送风到图 31 的虚线箭头所示的方向,车室内的温度被调节。

[0149] 在冷却系统 50 中,能够通过控制装置 23 控制压缩机 7、风扇 4 和 58、泵 5、以及三通阀 56 和 57 的动作,使第一冷却系统和第二冷却系统的冷却介质的温度任意地变化。例如,在逆变器装置 2 和电动机 1 的负载高、驱动部件的温度上升的情况下,或者当在行驶道路前方预先预测驱动部件的温度上升的情况下,能够增大冷却系统 50 的驱动输出,降低冷却介质的温度。一般地,逆变器装置 2 由于与电动机 1 相比,其热容量小,相对驱动负载的增大,其温度上升快,因此需要比电动机 1 更低的冷却介质温度和更高的冷却响应性。因此,希望构成第二冷却系统,使得从热交换器 8 流出的冷却介质最初流入到逆变器装置 2,其后流入到电动机 1。

[0150] 为了使由电动机 1 的驱动转矩引起的振动和位移不传递到车辆骨架(车架)61,电动机 1 通过介入弹性体的支撑部件(橡胶固定件)62 和刚性体的副车架 63 被安装到车辆骨架 61。电动机 1 对副车架 63 被刚性地连结。在副车架 63 上,除了电动机 1 之外,还刚性地设置了逆变器装置 2、压缩机 7、调节器(膨胀阀)9、散热器(车厢外热交换器)3、风扇 4、室内热交换器 54、泵 5、三通阀 56 和 57、热交换器 8 等冷却设备。冷却系统 50 的构成部件(调节器 9、压缩机 7、泵 5、三通阀 56 和 57、热交换器 8、散热器 3、风扇 4 等)和逆变器装置 2 与电动机 1,通过第一冷却系统的制冷剂循环通路 6a 和第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b 被相互连接。这里,如果将构成部件设为一体结构,则能够省略第一冷却系统的制冷剂循环通路 6a 和第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b。例如,如果用一体机壳(housing)构成逆变器装置 2 和电动机 1,则能够将第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b 用机壳内的流道代替,能够进一步缩短流通道长度。

[0151] 如一般车辆的散热器那样,在将冷却系统 50 的散热器 3 设置在车体顶端的保险杠附近时,需要在散热器 3 和驱动部件(逆变器装置 2 和电动机 1)之间的连接上使用橡胶软管等弹性体的配管。这是因为通过弹性体吸收起因于驱动转矩的电动机 1 和车体骨架 61 之间的相对位移。这样,在通过介入弹性体的配管来对散热器 3 和驱动部件进行连接的情况下,为了吸收相互的相对位移,必须通过介入弹性体的较长的配管来连接。由此,由散热器 3 冷却的制冷剂到达热交换器 8 而冷却第二冷却系统的冷却介质,在温度降低了的第二冷却系统的冷却介质到达逆变器装置 2 和电动机 1 之前,需要比较长的时间。

[0152] 根据该实施方式的冷却系统 50,使得在被车体骨架 61 所弹性支撑的副车架 63 上设置逆变器装置 2、电动机 1 和冷却系统 50。由此,不需要考虑由电动机 1 的驱动转矩而引起的电动机 1 和车体骨架 61 的相对位移,能够使第一冷却系统的制冷剂循环通路 6a 和第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b 的配管的长度变得比较短(或者省略)。因此,能够使由散热器 3 冷却的冷却介质在短时间之内到达逆变器装置 2 和电动机 1,而且为了能够降低冷却介质的容积和热容量而能够快速改变冷却介质的温度,能够提供冷却响应性优良的电动车辆的冷却系统 50。

[0153] 此外,根据该一个实施方式,热交换器 8 被配设在散热器 3 和逆变器装置 2 之间。即,如图 31、图 32 所示那样,热交换器 8 的至少一部分被配设在对在散热器 3 和逆变器装置 2 之间的最长距离进行表示的区间 L 的区域上。由此,与热交换器 8 被配置在区间 L 之外的情况相比较,能够使配管的长度缩短,能够将由散热器 3 和热交换器 8 被冷却的冷却介质在短时间之内压送到逆变器装置 2 和电动机 1。

[0154] 在图 32 所示的热交换器 8、散热器 3 和逆变器装置 2 的位置关系中,由于热交换器 8 被配设在散热器 3 和逆变器装置 2 之间的位置上,因此能够减少剩余的配管长度,能够提供冷却响应性优良的冷却系统 50。

[0155] 此外,散热器 3 的制冷剂出口同制冷剂入口相比被配置在更接近于热交换器 8。由此,与制冷剂出口同制冷剂入口相比被配置于距热交换器 8 更远的情况相比,能够使由散热器 3 被冷却的冷却介质以比较短的时间到达热交换器 8 的制冷剂入口,能够提供冷却响应性优良的冷却系统 50。同样地,热交换器 8 的制冷剂出口同制冷剂入口相比被配置在更接近于逆变器装置 2。由此,与制冷剂出口被配置于距逆变器装置 2 的制冷剂入口更远的情况相比,能够使由热交换器 8 冷却的冷却介质以短时间到达逆变器装置 2,能够提供冷却响应性优良的冷却系统 50。

[0156] 散热器 3,相对电动车辆的前进方向(图 31 的纸面右方向),与驱动部件(逆变器装置 2 或者电动机 1)相比,被配置到车辆后方。由此,如果将可动式的折流板(导风板)55 控制到图 31 的实线所示的位置,则能够在冷却驱动部件时所放出的散热器 3 的废热沿着图 1 虚线箭头所示的方向导入到车室内。特别地,在为了强化驱动部件的冷却性能而将冷却介质的温度控制到比较低的情况下,能够对由室内热交换器 54 产生的车室内的取暖功能进行替代或者进行补充。

[0157] 下面,说明该一个实施方式的冷却动作。在制冷动作中,第一冷却系统的制冷剂循环通路 6a 的冷却介质通过压缩机 7 流通到图 31 用箭头所示的方向。冷却介质通过压缩机 7 被压缩成高温高压气体,接着通过散热器(室外热交换器)3 把热放出到空气中而冷凝,从而变成高压的液体。而且,冷却介质通过调节器(膨胀阀)9 被减压,变成低压低温的制冷剂(液体和气体的双层制冷剂)。其后,冷却介质通过介入热交换器 8 与第二冷却系统的制冷剂循环通路 6b 中流通的冷却介质(例如冷却水)进行热交换。控制装置 23 通过驱动控制压缩机 7 来调节冷却介质的温度和流量。

[0158] 由热交换器 8 冷却的第二冷却系统的冷却介质通过泵 5 被压送在制冷剂循环通路 6b 上,并且冷却介质的一部分穿过室内热交换器 54 来冷却车室内的空气。对车室内进行冷却的冷却介质导入到逆变器装置 2 和电动机 1。在通过三通阀 56 使向室内热交换器 54 的流路被遮断的情况下,流出热交换器 8 的冷却介质被直接压送到逆变器装置 2 和电动机

1。第二冷却系统的冷却介质吸收逆变器装置 2 和电动机 1 的热而温度上升,并通过介入泵 5 而返回到热交换器 8。控制装置 23 驱动控制泵 5 和风扇 4,并且通过切换三通阀 56 和 57 的流道来调节第二冷却系统的冷却介质的温度和流量。

[0159] 例如,在存在逆变器装置 2 或者电动机 1 的温度在短时间内上升之可能性的情况下或者在温度超过容许范围的情况下,通过三通阀 56 遮断冷却介质向室内热交换器 54 的流通,使冷却介质直接流入逆变器装置 2 或者电动机 1。即,防止通过室内热交换器 54 使冷却介质的温度上升,并且使从热交换器 8 到逆变器装置 2 和电动机 1 的制冷剂流通路变短。由此,能够在短时间内降低流入到逆变器装置 2 和电动机 1 的冷却介质的温度,能够提供冷却响应性优良的冷却系统 50。

[0160] 此外,如果逆变器装置 2 的温度是在容许范围内,则将从逆变器装置 2 流出的冷却介质通过介入三通阀 57 流入到电动机 1,冷却电动机 1。但是,在逆变器装置 2 的温度超过容许范围的情况下或者在存在短时间内上升之可能性的情况下,通过切换三通阀 57 的流通路来遮断向电动机 1 的流入,回归到泵 5。如果逆变器装置 2 的负载降低,则控制三通阀 57 使得冷却介质也流到电动机 1。由此,尽管使温度上升比较缓和的电动机 1 的冷却暂时停止,但是能够快速抑制温度上升比较急剧的逆变器装置 2 的温度上升,从而能够提供冷却响应性优良的冷却系统。

[0161] 而且,在降低冷却介质的温度的同时,当需要使车室内温度上升的情况下,控制三通阀 56,使得冷却介质不循环到室内热交换器 54。同时,将可动式的折流板 55 控制到图 1 的实线所示的位置,将从散热器 3 放出的热导入到车室内。这样,通过使散热器 3 与逆变器装置 2 和电动机 1 一体配置,从而使散热器 3 和车室内之间的距离变得比较近,即使在冷却介质为低温的情况下,也能够通过散热器 3 的废热来暖和车室内。

[0162] 而且,在上述的实施方式和它们的变形例中,实施方式之间或者实施方式与变形例之间的所有组合是可能的。

[0163] 根据上述的实施方式和其变形例,能够获得如下的作用效果。首先,电动车辆的冷却系统包括:制冷剂循环通路 6,其使冷却介质在用于对车辆进行电动驱动的电动机 1 和逆变器装置 2 上循环;散热器 3,其在冷却介质和外部空气之间进行热交换;泵 5,其通过制冷剂循环通路 6,使冷却介质在散热器 3 与电动机 1 和逆变器装置 2 之间进行循环;风扇 4,其送风到散热器 3;控制装置 23,其通过控制泵 5 和风扇 4,来控制电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却。通过控制装置 23,使得在由电动机 1 和逆变器装置 2 引起的车辆的驱动力位于第一工作区域时,用第一冷却模式控制泵 5 和风扇 4;在由电动机 1 和逆变器装置 2 引起的车辆的驱动力位于比第一工作区域高的第二工作区域时,用冷却能力比第一冷却模式更高的第二冷却模式控制泵 5 和风扇 4。因此,不用使电动机 1 和逆变器装置 2 的体格(尺寸、大小)过量地大,就能够获得与现有技术同等的驱动力,同时能够使电动机 1 和逆变器装置 2 的体格变小。在此基础上,由于仅仅在需要高的驱动力时提高冷却能力,因此能够降低泵 5 和风扇 4 的耗电,能够提高电动车辆整体的运转效率。

[0164] 根据上述的实施方式和其变形例,在电动车辆的冷却系统中,在通过电动机 1 和逆变器装置 2 使连续产生第一工作区域的车辆的驱动力时,将第一冷却模式的冷却能力设为将电动机 1 和逆变器装置 2 的温度保持在上限温度以下的冷却能力。此外,在通过电动机 1 和逆变器装置 2 使在短时间内产生第二工作区域的车辆的驱动力时,将第二冷却模式

的冷却能力设为将电动机 1 和逆变器装置 2 的温度保持在上限温度以下的冷却能力。因此,能够将第一工作区域的电动机 1 的连续额定转矩和连续额定输出成为基准来决定电动机 1 和逆变器装置 2 的体格。与现有技术的使第二工作区域中的电动机 1 的最大转矩和最大输出成为基准的电动机 1 和逆变器装置 2 的体格相比,能够获得电动机 1 和逆变器装置 2 的小型化,同时能够获得第二工作区域中的电动机 1 的短时间最大转矩和短时间最高输出。因此,通过使用比现有技术小的体格的电动机 1 和逆变器装置 2,能够在车辆正常行驶时从电动机 1 连续地产生小的转矩和输出,能够在诸如车辆的起动时、加速时、汽车爬坡时等从电动机 1 短时间地产生大的转矩和输出。

[0165] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统还包括用于检测车速的车速传感器 24 和用于检测加速踏板操作量的加速装置传感器 25。基于由车速传感器 24 检测的车速和由加速装置传感器 25 检测的加速踏板操作量,求得车辆的驱动力。通过与车辆的驱动力相应的电动机 1 和逆变器装置 2 的转矩和旋转速度的动作点处于第一工作区域和第二工作区域的哪一个,来选择第一冷却模式或者第二冷却模式。因此,能够正确地选择与行驶中的电动机 1 的转矩和输出相应的冷却模式,能够合适地冷却电动机 1 和逆变器装置 2。

[0166] 根据上述的实施方式和其变形例,在电动车辆的冷却系统中,在通过电动机 1 和逆变器装置 2 使连续产生第一工作区域的车辆的驱动力时,将第一冷却模式的冷却能力设为将电动机 1 和逆变器装置 2 的温度保持在上限温度以下的冷却能力。此外,在通过电动机 1 和逆变器装置 2 使在短时间内产生第二工作区域的车辆的驱动力时,将第二冷却模式的冷却能力设为将电动机 1 和逆变器装置 2 的温度保持在上限温度以下的冷却能力。而且,由于在发挥由第二冷却模式所产生的冷却能力时,提高了在电动机 1 的旋转速度低的区域中的冷却能力,因此在电动机 1 的旋转速度低的区域中,能够得到更高的电动机输出。

[0167] 根据上述的实施方式和其变形例,在电动车辆的冷却系统中,将电动机 1 的运转效率高的区域设定成电动机 1 的高旋转速度区域。由此,由于在高车速区域的电动机 1 的发热量被降低,因此在电动机 1 的高旋转速度区域中,能够得到更高的电动机输出。在变速比是固定的情况下,通过将该固定的变速比设定到合适的设定值,从而在比车辆的最高车速的 $1/2$ 更大的高车速侧,能够提高车辆的最大驱动力。

[0168] 根据上述的实施方式和其变形例,在电动车辆的冷却系统中,在电动机 1 的运转效率的最高效率点上的转矩被包含在电动机 1 相对该最高效率点上的旋转速度之最大转矩的 $50 \sim 75\%$ 的范围内。由此,电动车辆的冷却系统,能够使电动机 1 的发热量不会过度增加,并且能够具有考虑了行驶阻力的合适的冷却能力。

[0169] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统,还包括用于取得目的地之前的路径、车辆的当前地和道路信息的导航装置 28。基于目的地之前的路径的道路信息,预测在路径上的道路中的电动机 1 和逆变器装置 2 的动作点。基于预测结果,在从当前地到预定距离前方具有第二工作区域的道路的情况下,即使在当前地上的电动机 1 和逆变器装置 2 的动作点处于第一工作区域,也使得从第一冷却模式切换到第二冷却模式。因此,能够将第二工作区域的道路区间上的电动机 1 和逆变器装置 2 的温度上升抑制在比上限温度更低的温度。换言之,在到达上限温度之前留有余量,并且能够将第二工作区域的转矩和输出的短时间额定值进一步设定为大的值。

[0170] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统,还包括用于乘员用手动

切换第一冷却模式和第二冷却模式的手动切换开关 29。在通过手动切换开关 29 选择第二冷却模式时,即使电动机 1 和逆变器装置 2 的动作点处于第一工作区域,也从第一冷却模式切换到第二冷却模式。因此,在车辆的驾驶者根据驾驶爱好、驾驶时的气候条件以及行驶条件等考虑希望提高冷却能力的情况下,能够优先驾驶者的意志而在冷却能力高的第二冷却模式下进行冷却,对冷却模式的自动选择功能,能够有效地插入手动选择功能。

[0171] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统,还包括用于检测外部空气温度的外部空气温度传感器 31。检测的外部空气温度越高,就使第一工作区域越窄,第二工作区域越宽。因此,外部空气温度变得越高,就越容易切换到第二工作区域,能够补偿伴随外部空气温度上升的冷却能力的降低。

[0172] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统,求得为了得到车辆的驱动力而由电动机 1 和逆变器装置 2 产生的损耗、与用于对伴随该损耗的发热量进行冷却的泵 5 和风扇 4 的耗电之和变成最小的电动机 1 的目标温度,控制泵 5 和风扇 4 使得电动机 1 的温度变成目标温度。因此,能够在不仅考虑电动机 1 的效率而且考虑为了进行冷却而消耗的泵 5 和风扇 4 自身的耗电后的综合效率变成最高的电动机温度下来运转电动机 1、逆变器装置 2、风扇 4 和泵 5,能够实现节能运转。

[0173] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统,还包括用于识别车辆的驾驶者的驾驶者识别装置 30 和用于存储每个驾驶者的驾驶履历的存储器 23m。可以从存储器 23m 读出驾驶者的驾驶履历,判别驾驶倾向,根据判别结果的驾驶倾向,变更第一工作区域和第二工作区域之间的边界。因此,对更加要求加速的驾驶者,即使电动机动作点与平均的驾驶者是相同的,也变成扩大冷却能力高的第二冷却模式的范围,能够用与驾驶者的驾驶特性一致的电动机 1 和逆变器装置 2 的冷却能力来进行冷却。

[0174] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统具有与制冷剂循环通路 6b 不同的另一个制冷剂循环通路 6a 来代替散热器 3,还具有:将冷却介质压缩到另一个制冷剂循环通路 6a 的压缩机 7;将压缩后的冷却制冷剂散热到外部空气而进行冷凝的散热器 3;将冷凝后的冷却制冷剂的压力降低的调节阀 9;使冷却制冷剂气化而从制冷剂循环通路 6b 的冷却制冷剂中进行吸热的热交换器 8。因此,能够使制冷剂循环通路 6b 中流动的冷却介质的温度比空气温度更低,能够更加提高冷却能力。

[0175] 根据上述的实施方式和其变形例,电动车辆的冷却系统,可以在制冷剂循环通路 6 的上游侧配设逆变器装置 2,在下游侧配设电动机 1。因此,能够构成考虑了电动机 1 和逆变器装置 2 的热时间常数的最合适的冷却系统。

[0176] 在上述中,说明了各种实施方式和变形例,但是,本发明不局限于这些内容。在本发明的技术构思的范围内所考虑的其他的方式也包含在本发明的范围内。

[0177] 下面的优先权基础申请的公开内容作为引文而在此插入。

[0178] 日本国专利申请 2009 年第 289592 号 (2009 年 12 月 21 日申请)。

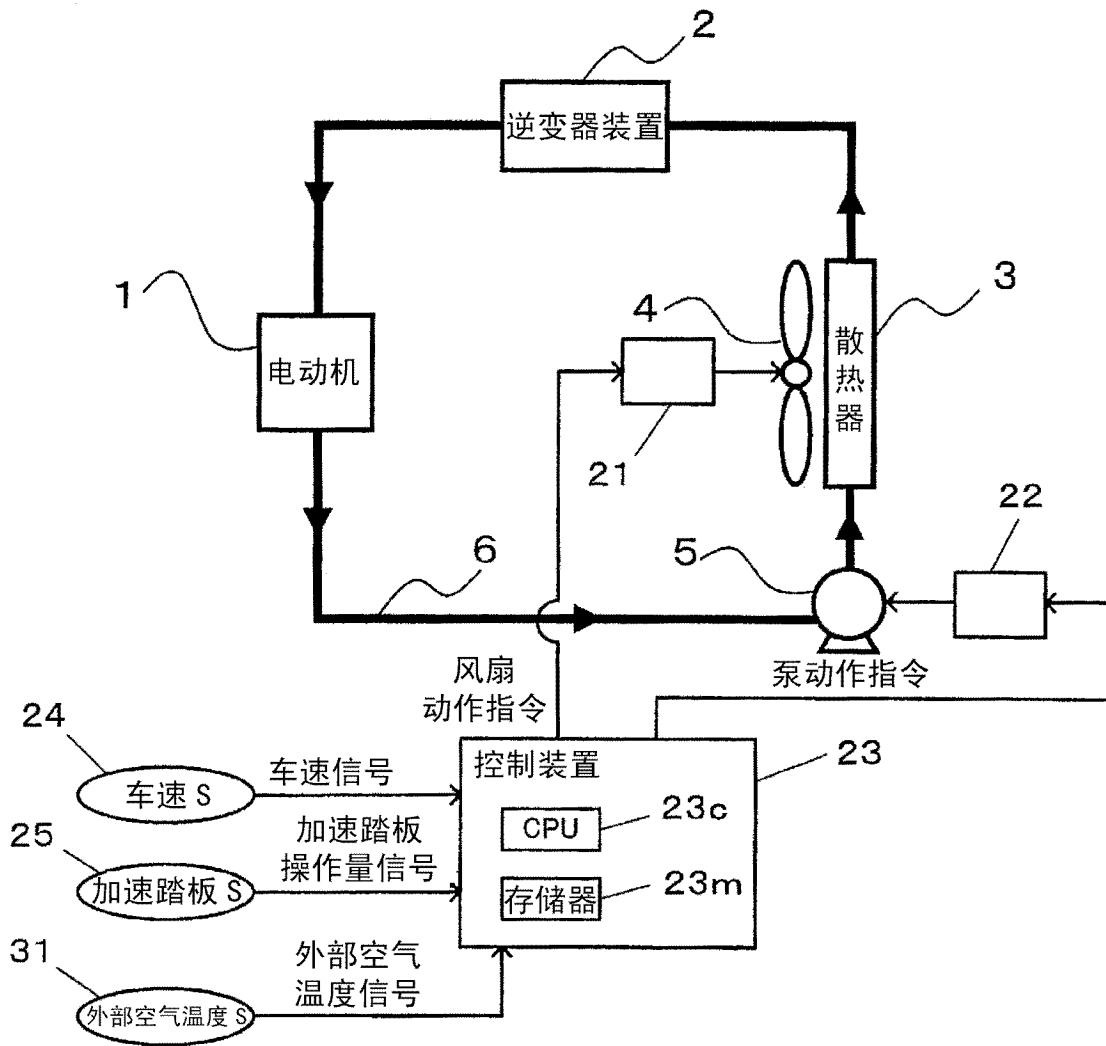


图 1

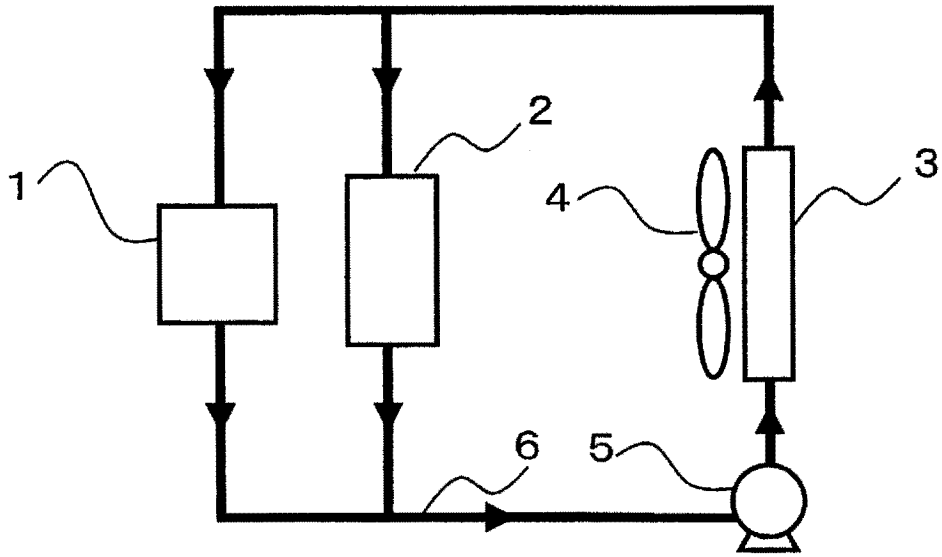
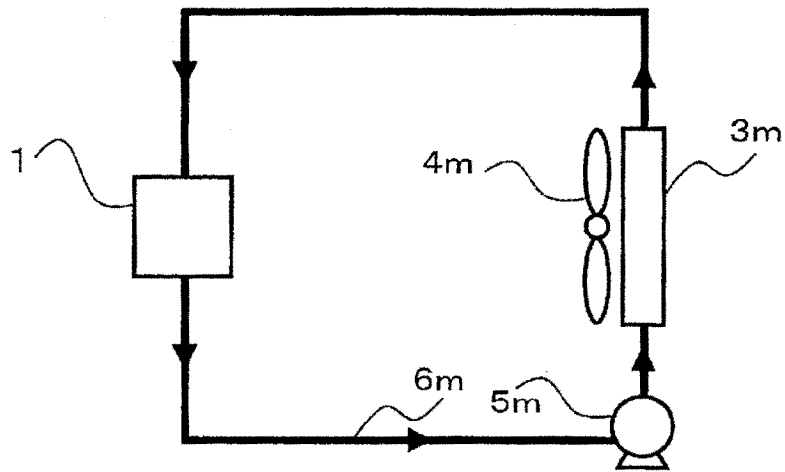
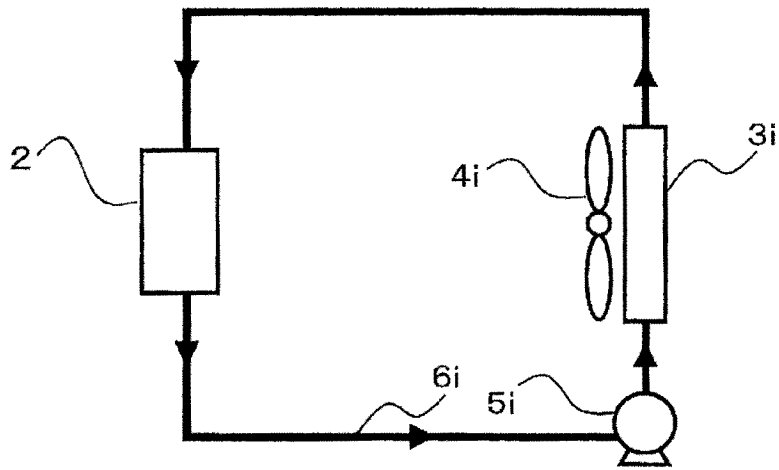


图 2



(a)



(b)

图 3

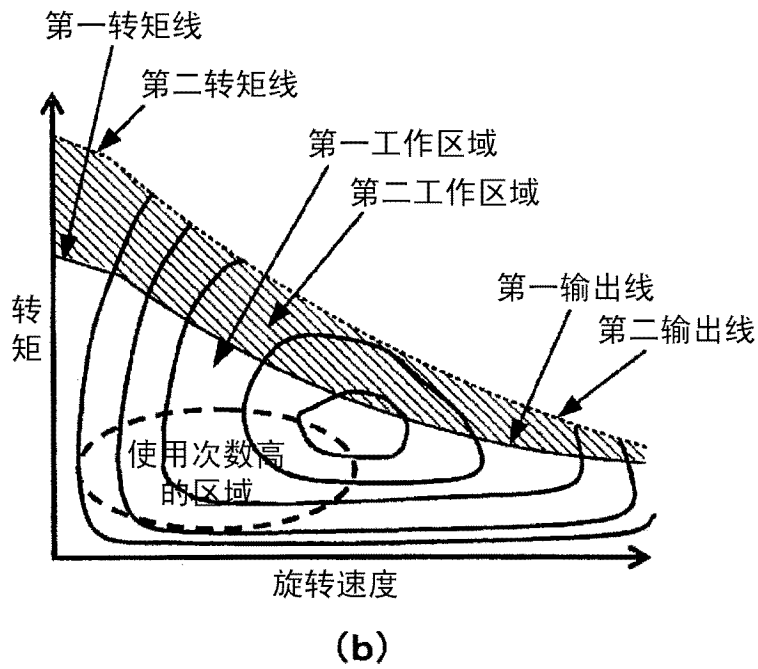
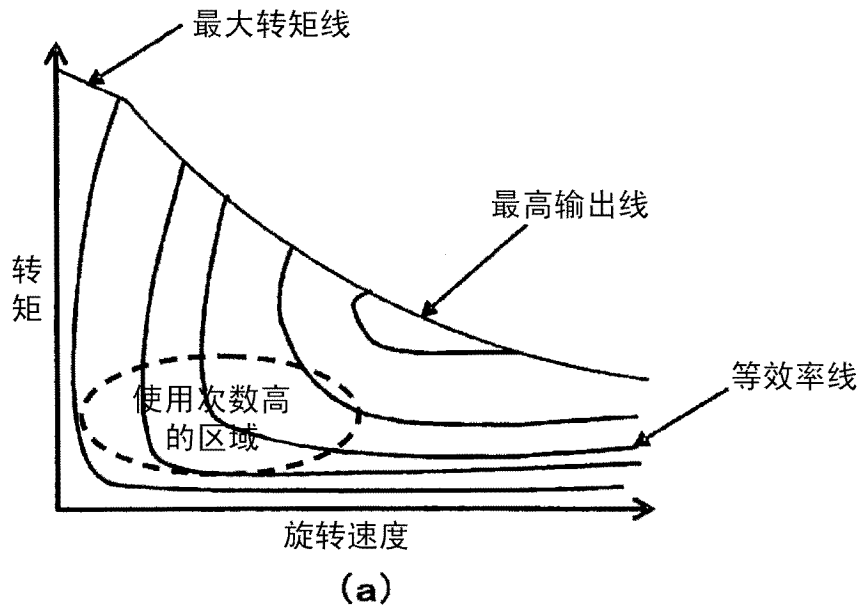


图 4

(a)

	第一冷却模式	第二冷却模式
风扇	恒定运转	与电动机输出成比例运转
泵		

(b)

	第一冷却模式	第二冷却模式
风扇	恒定运转	与电动机输出成比例运转
泵	恒定运转	

(c)

	第一冷却模式	第二冷却模式
风扇	恒定运转	
泵	恒定运转	与电动机输出成比例运转

图 5

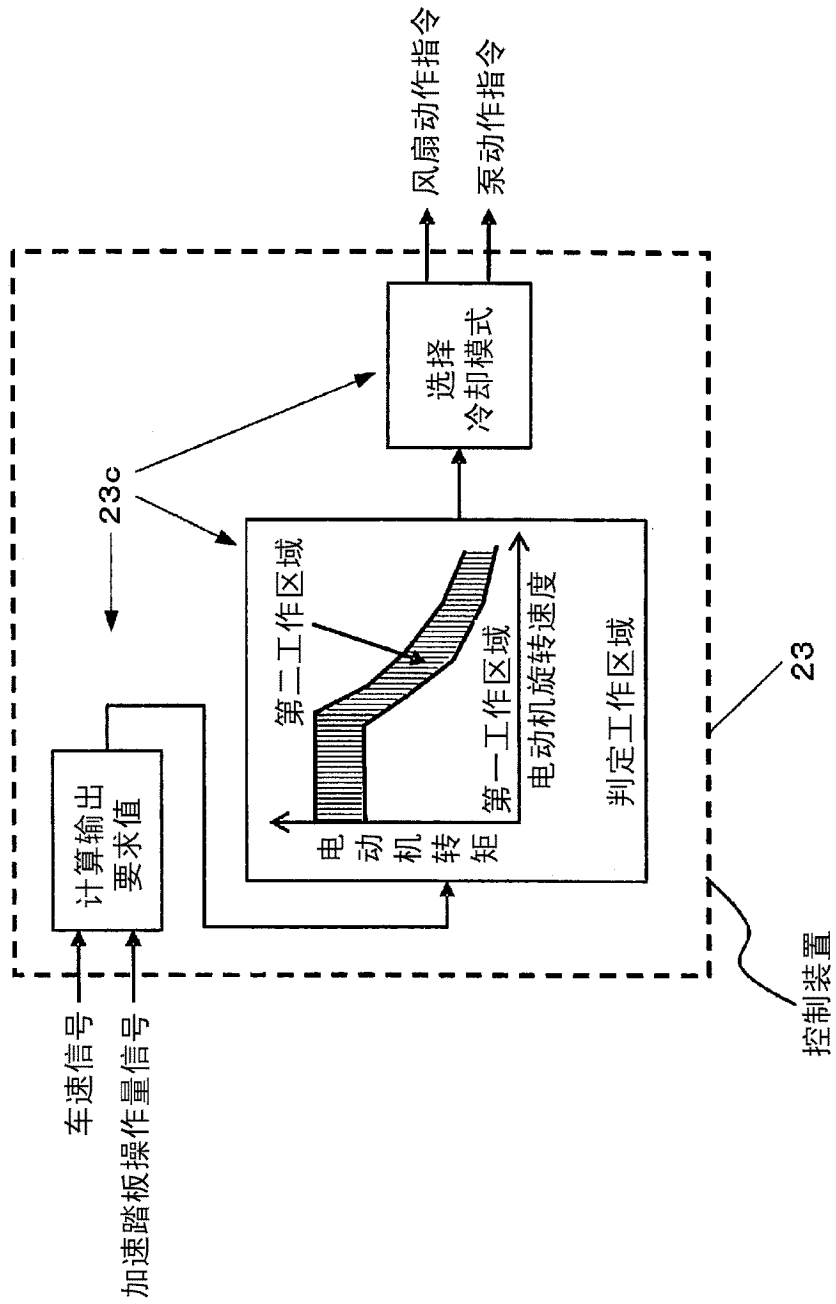


图 6

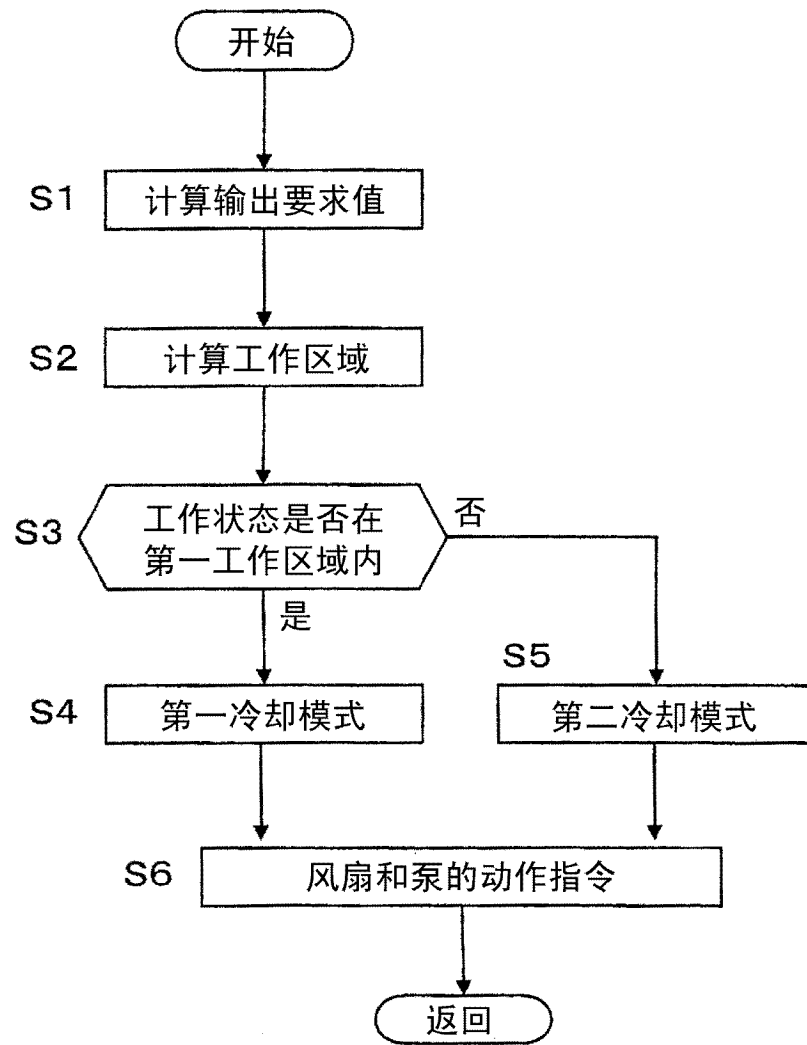


图 7

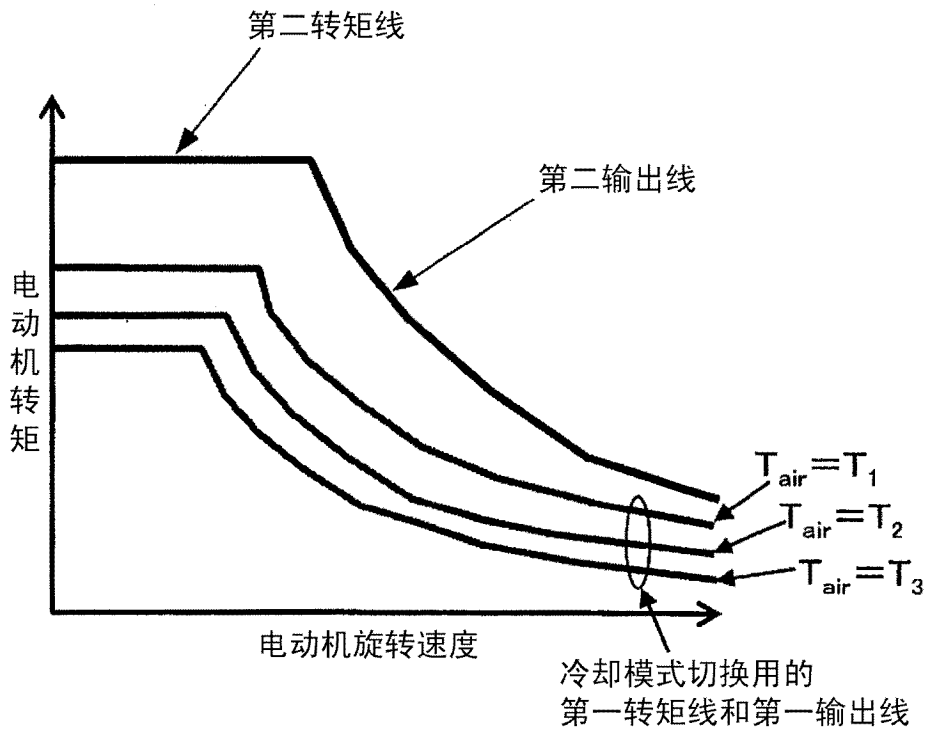


图 8

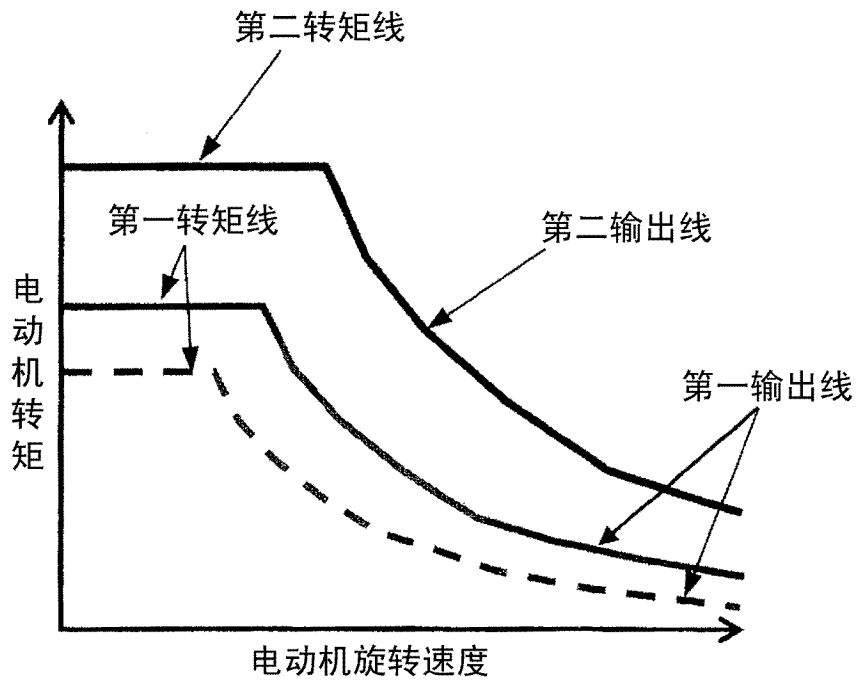
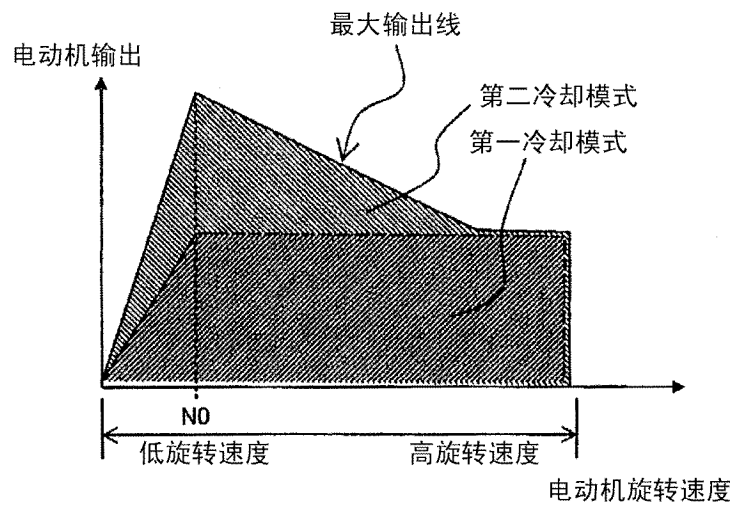
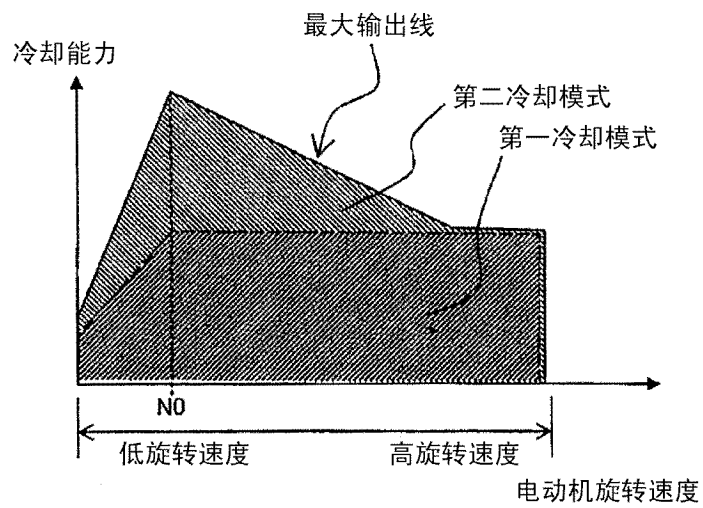


图 9



(a)



(b)

图 10

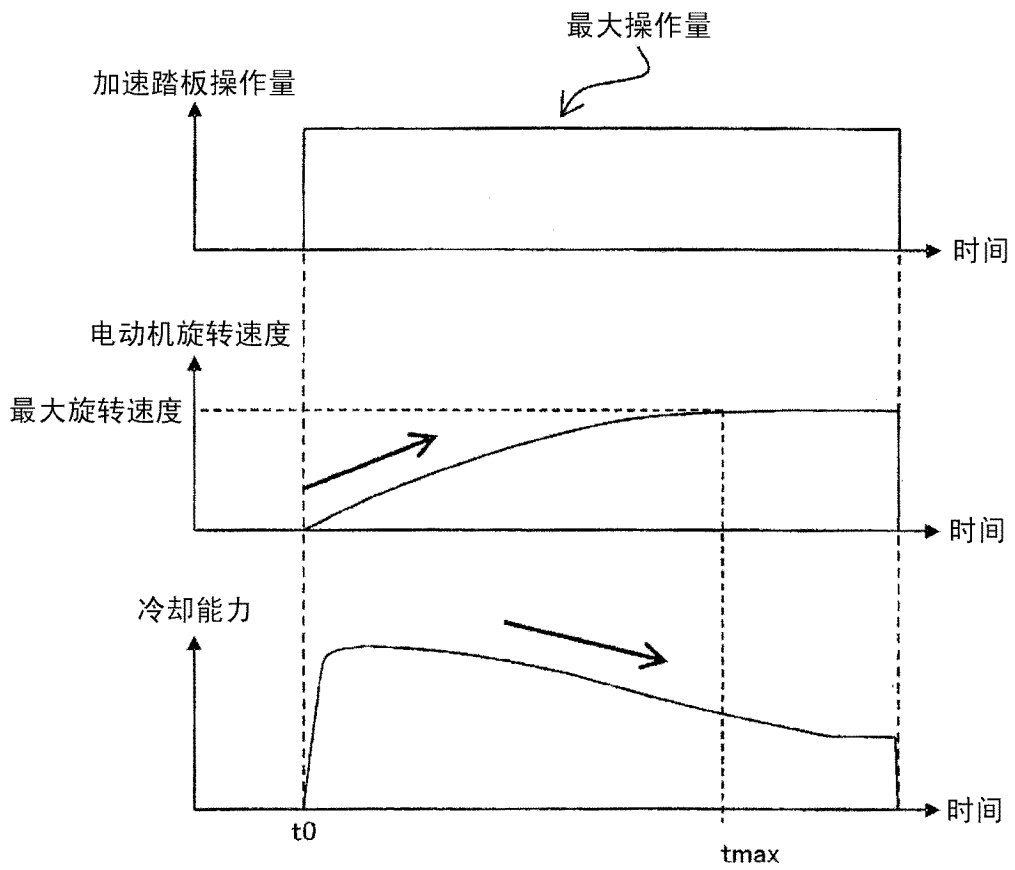


图 11

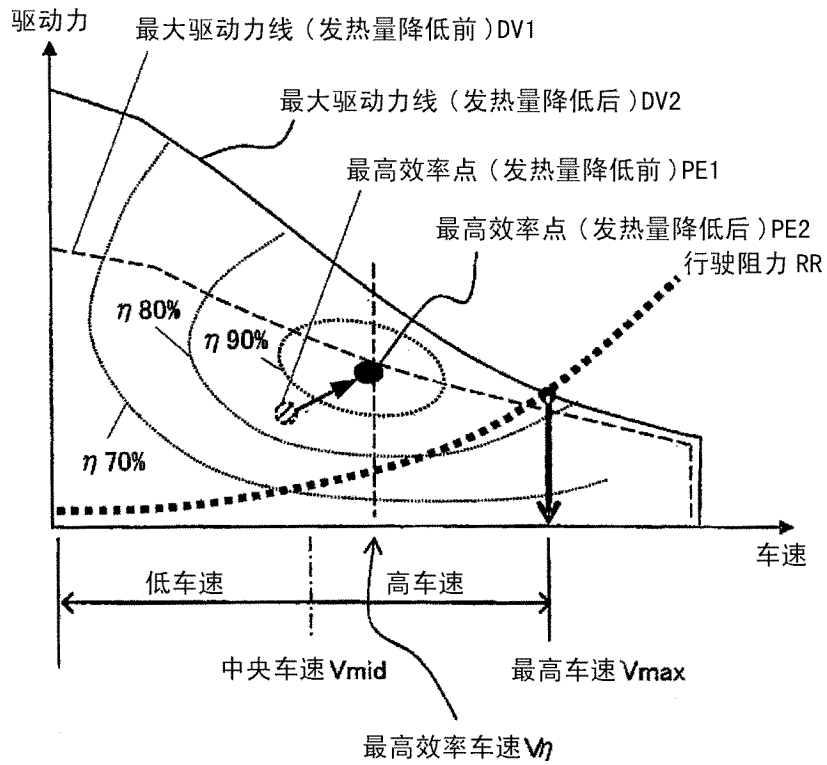


图 12

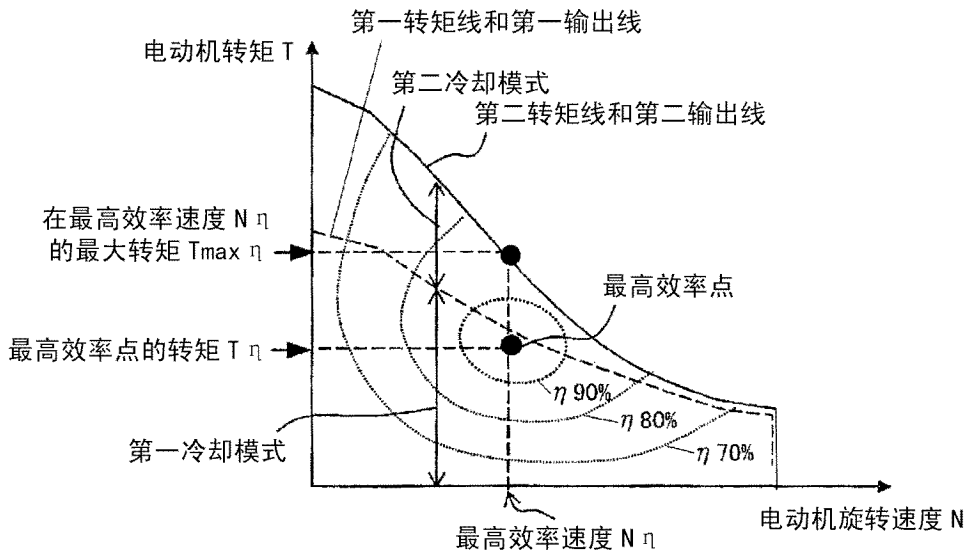


图 13

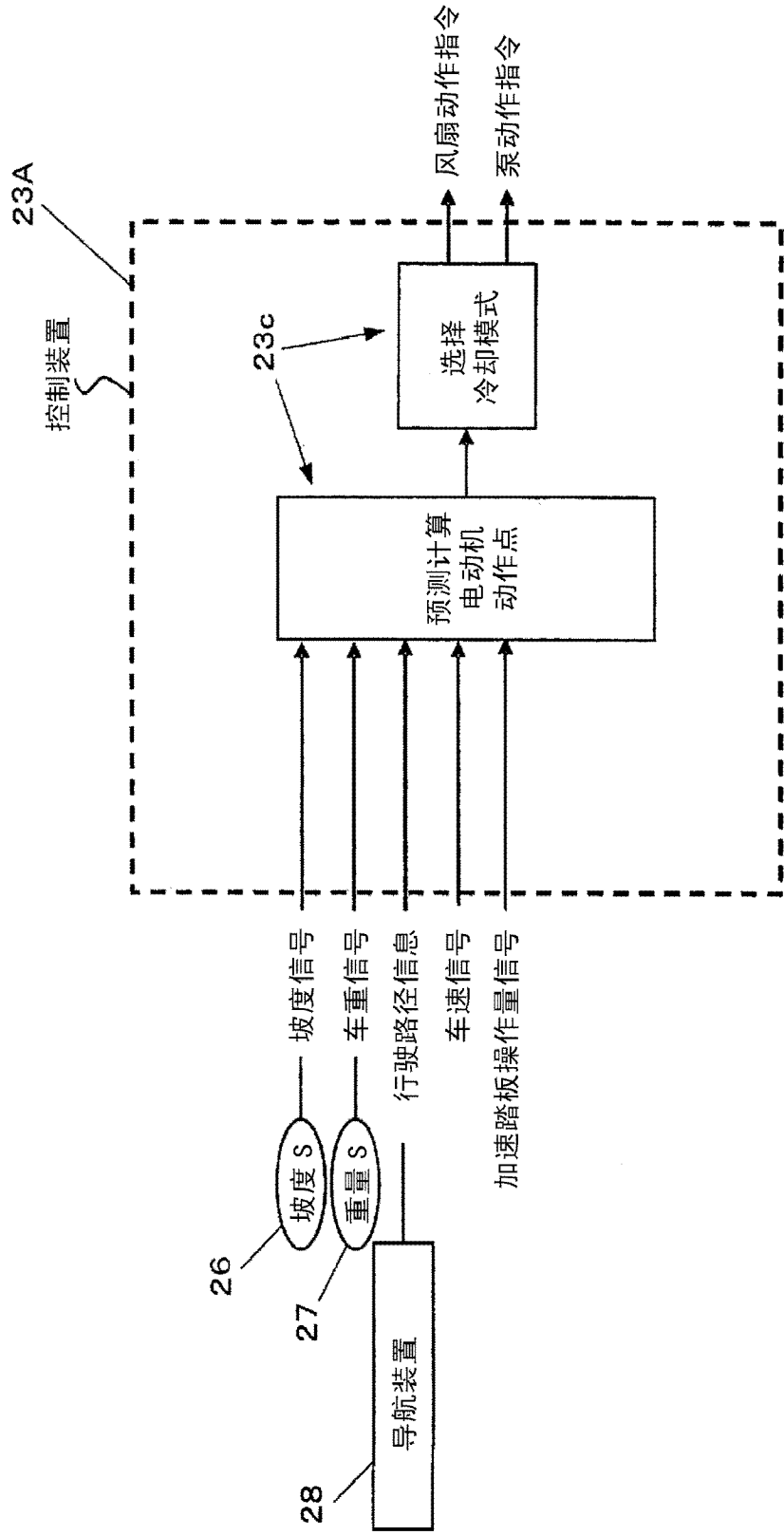


图 14

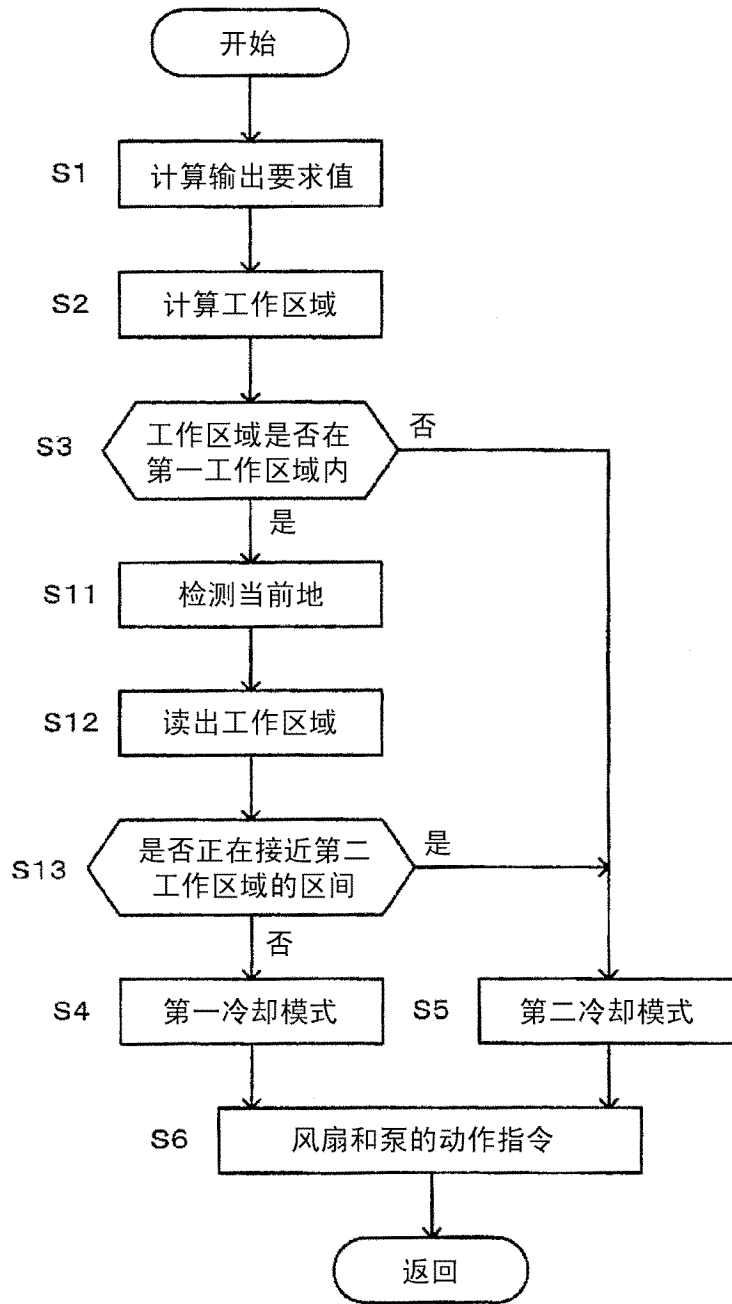


图 15

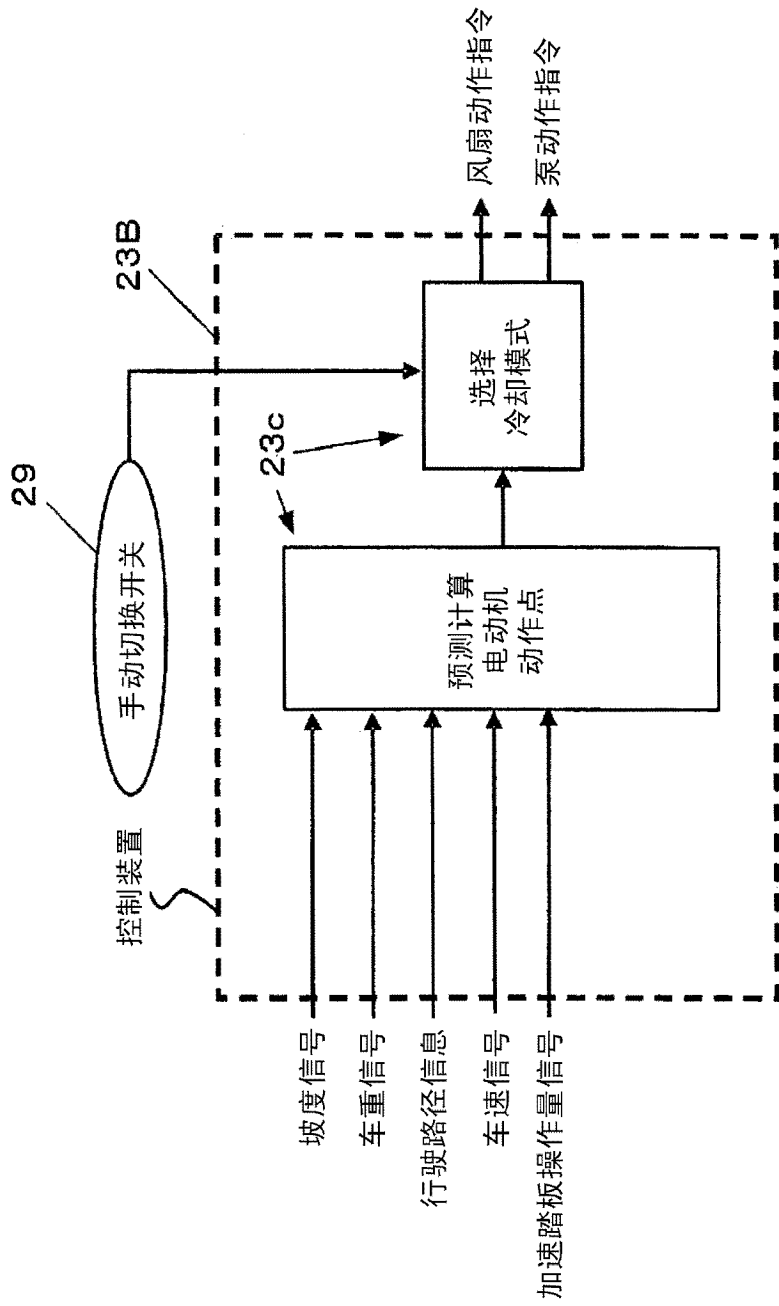


图 16

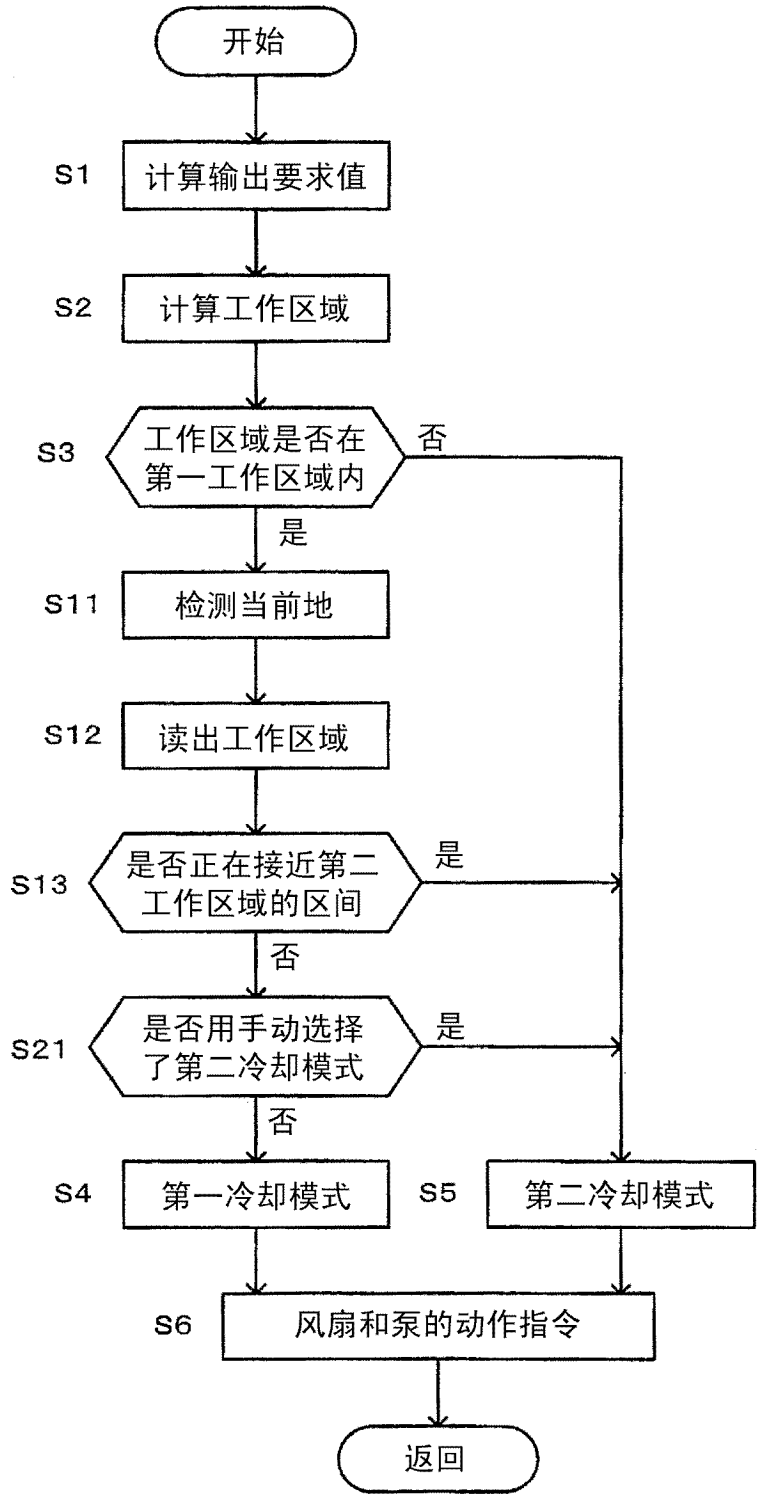


图 17

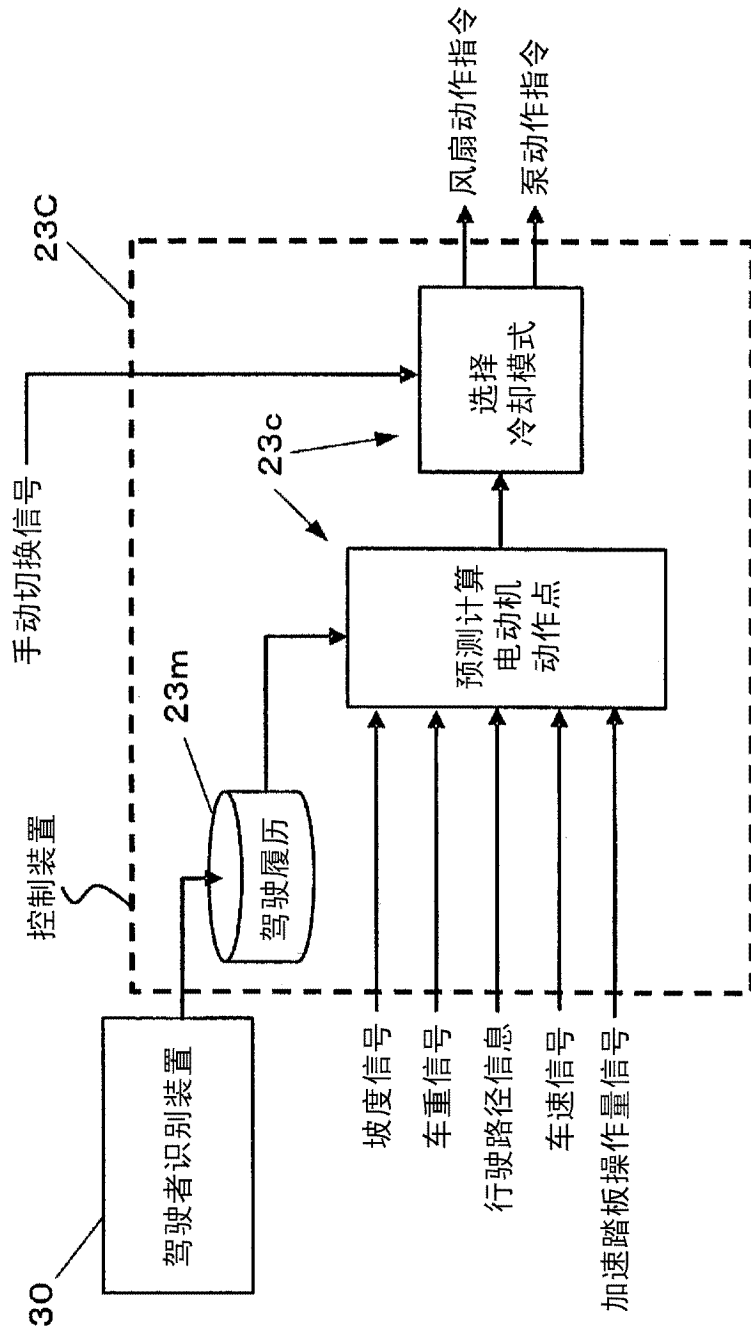


图 18

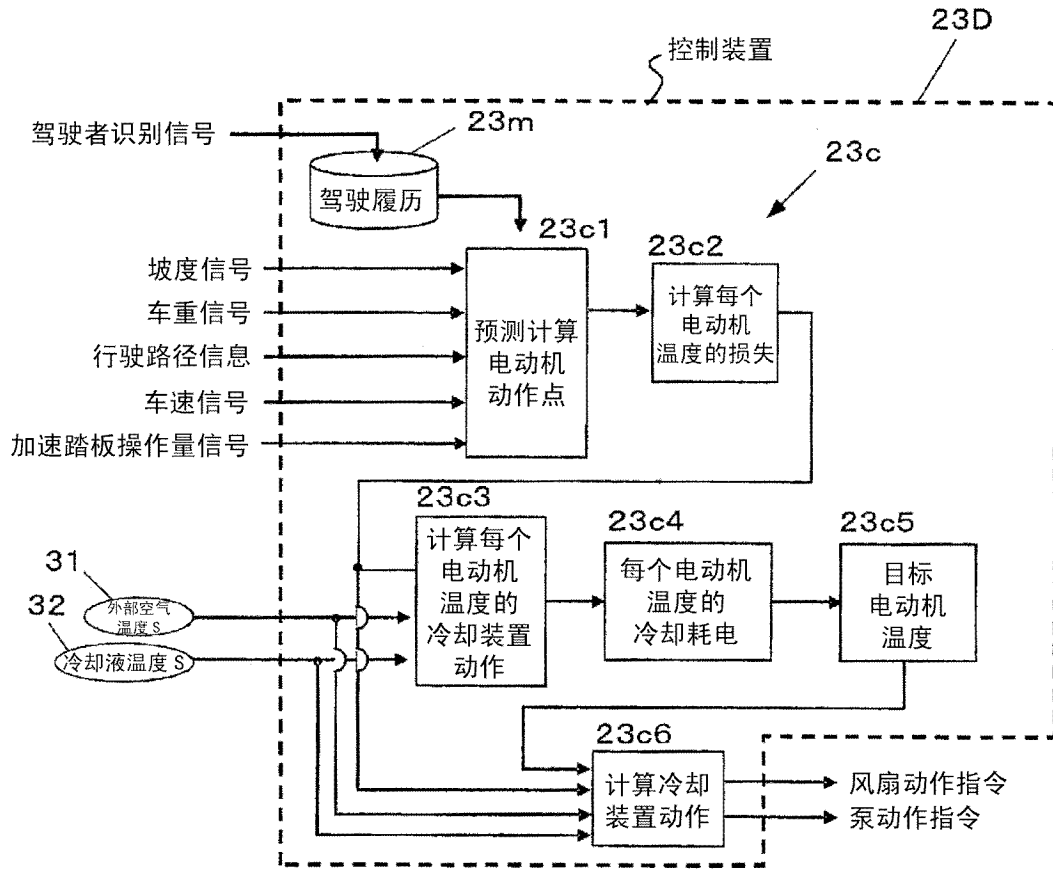


图 19

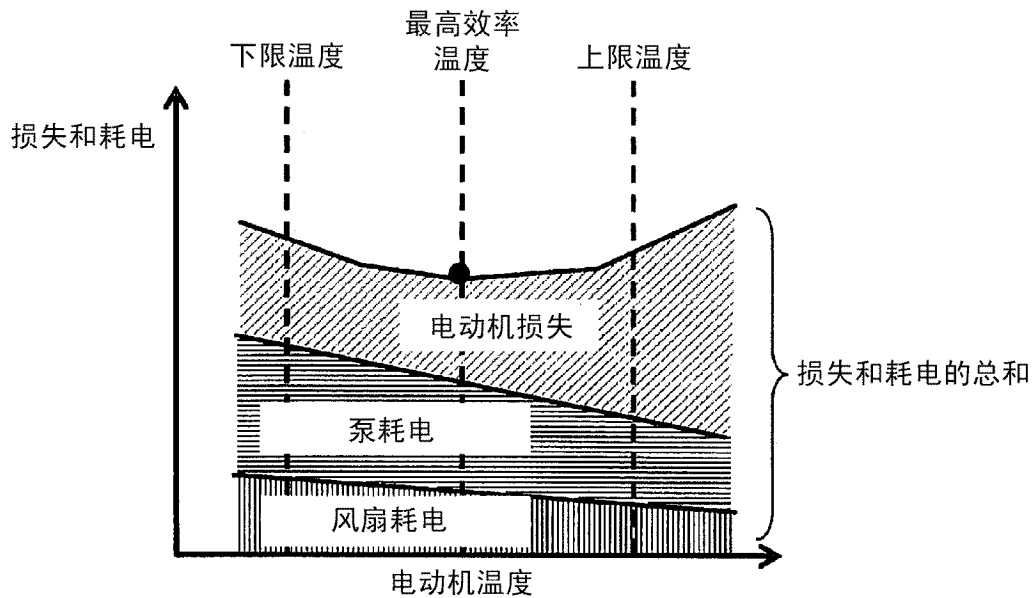


图 20

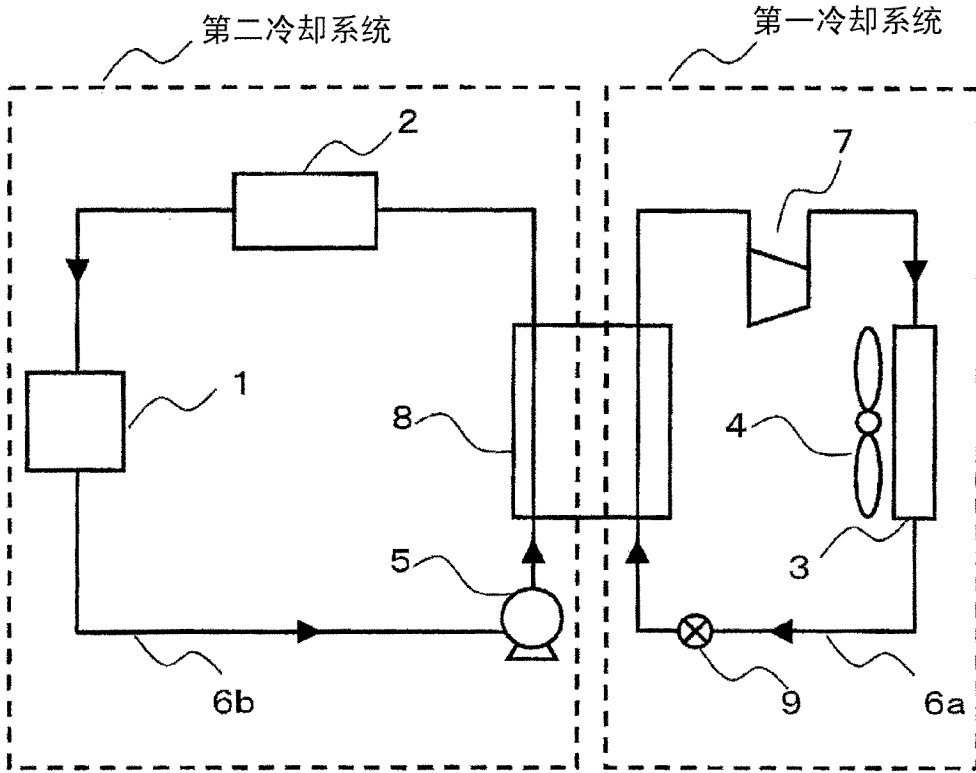


图 21

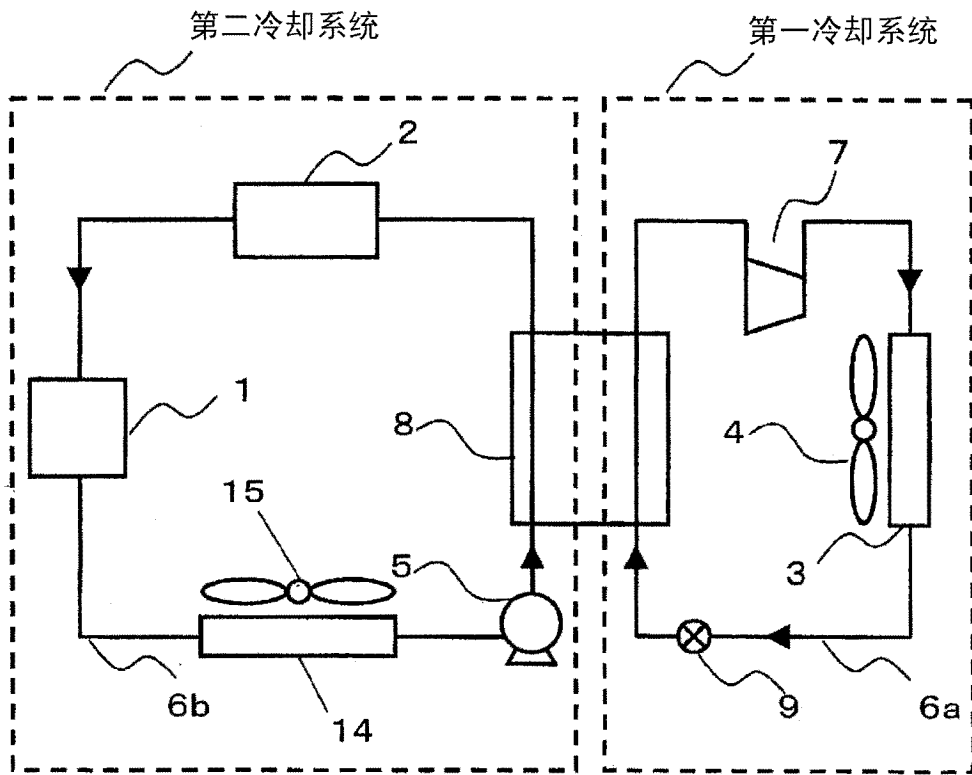


图 22

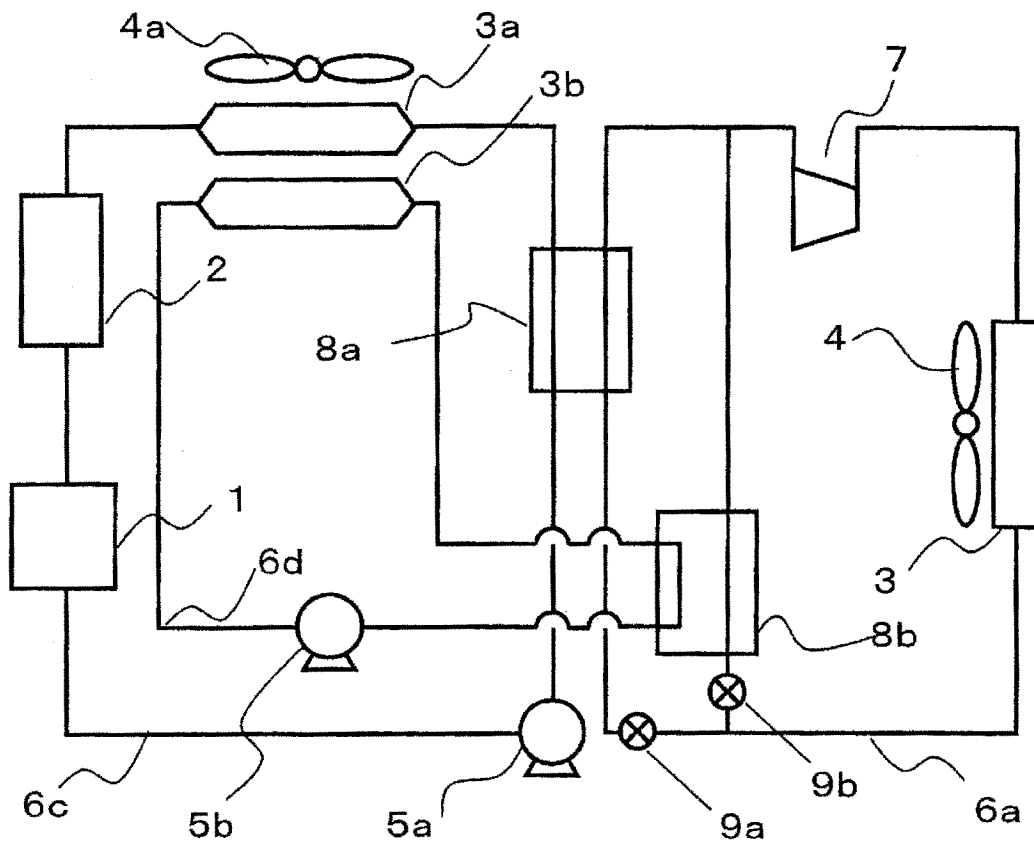


图 23

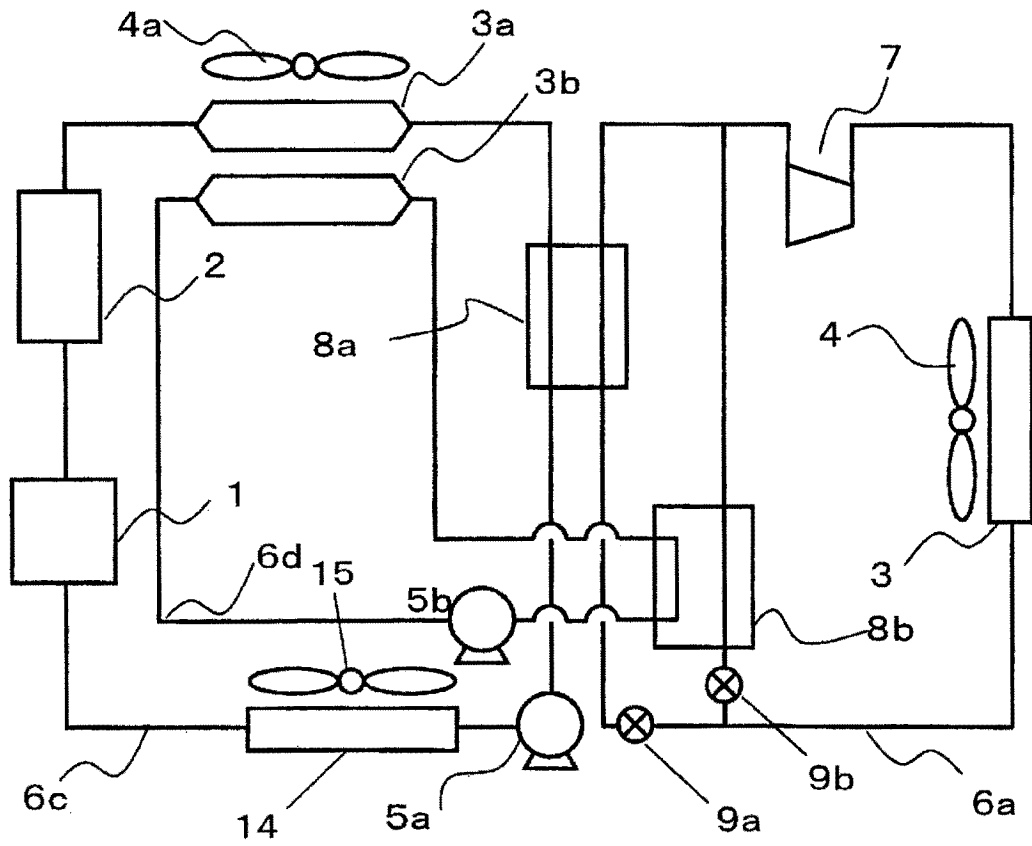


图 24

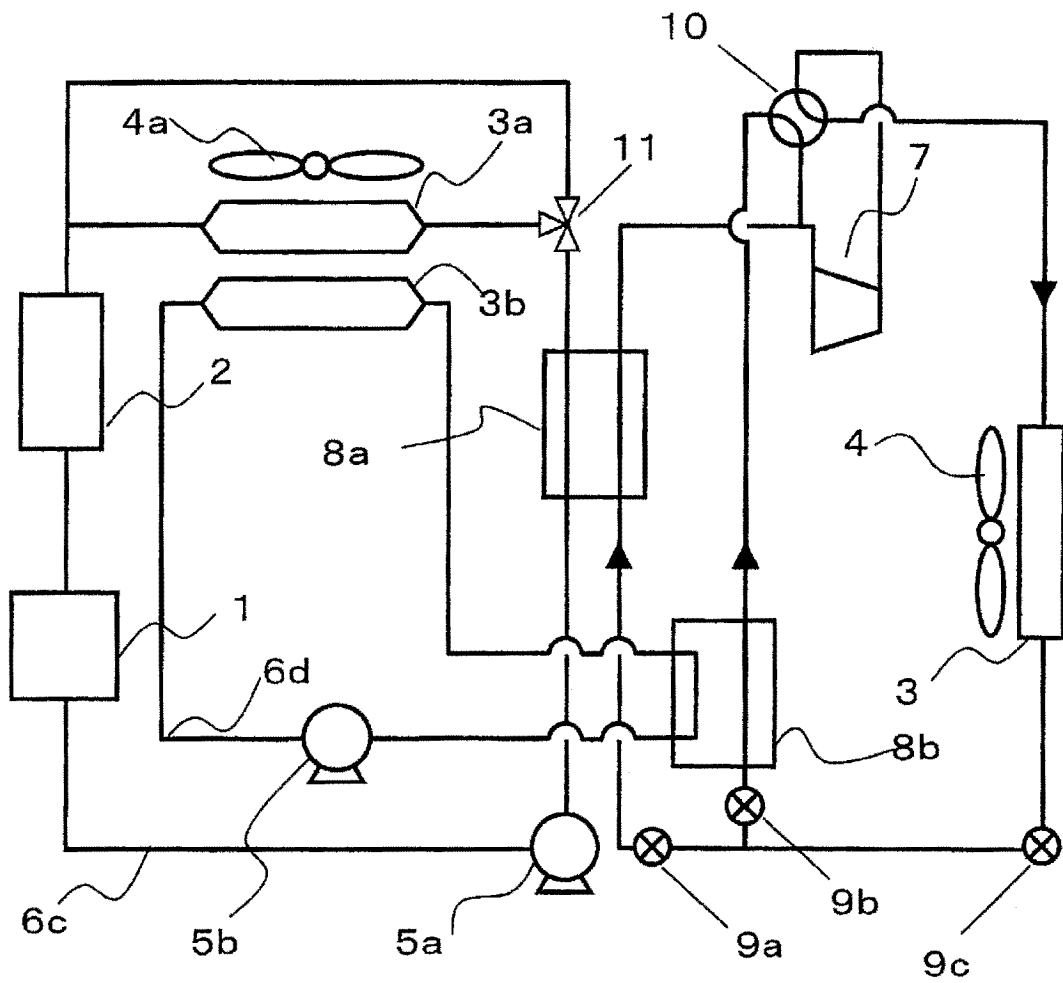


图 25

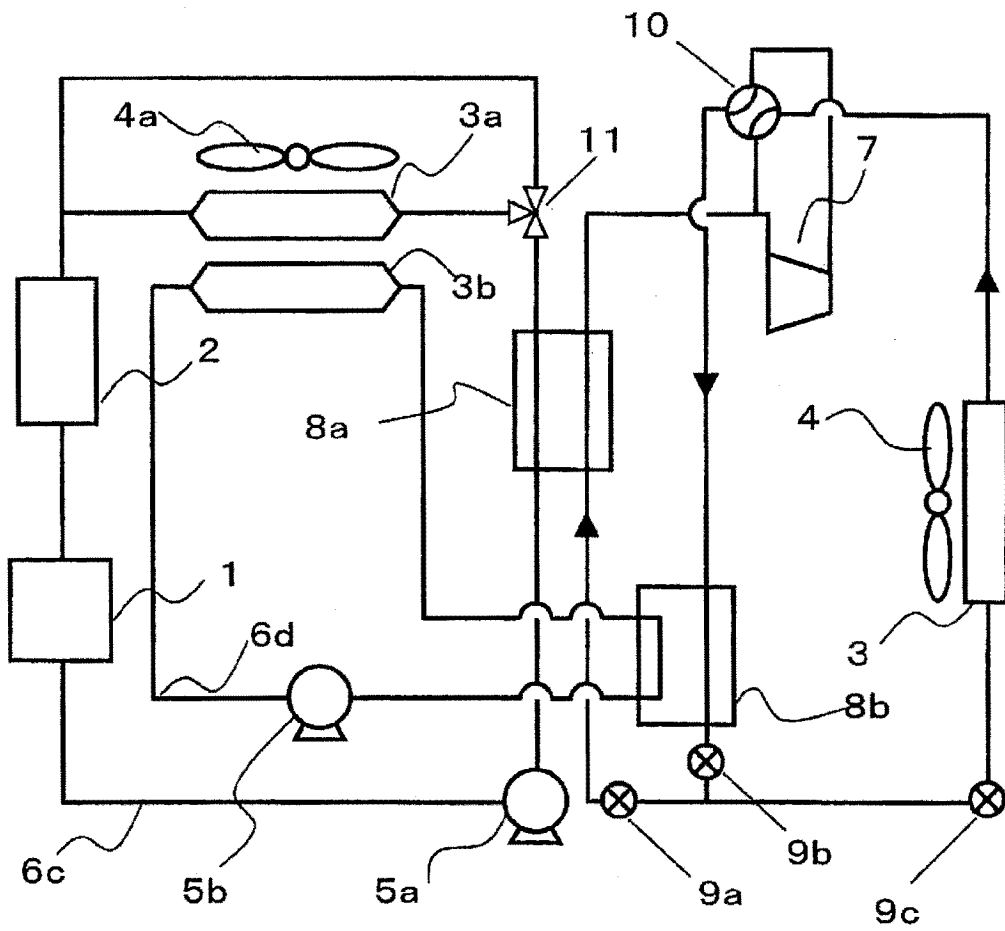


图 26

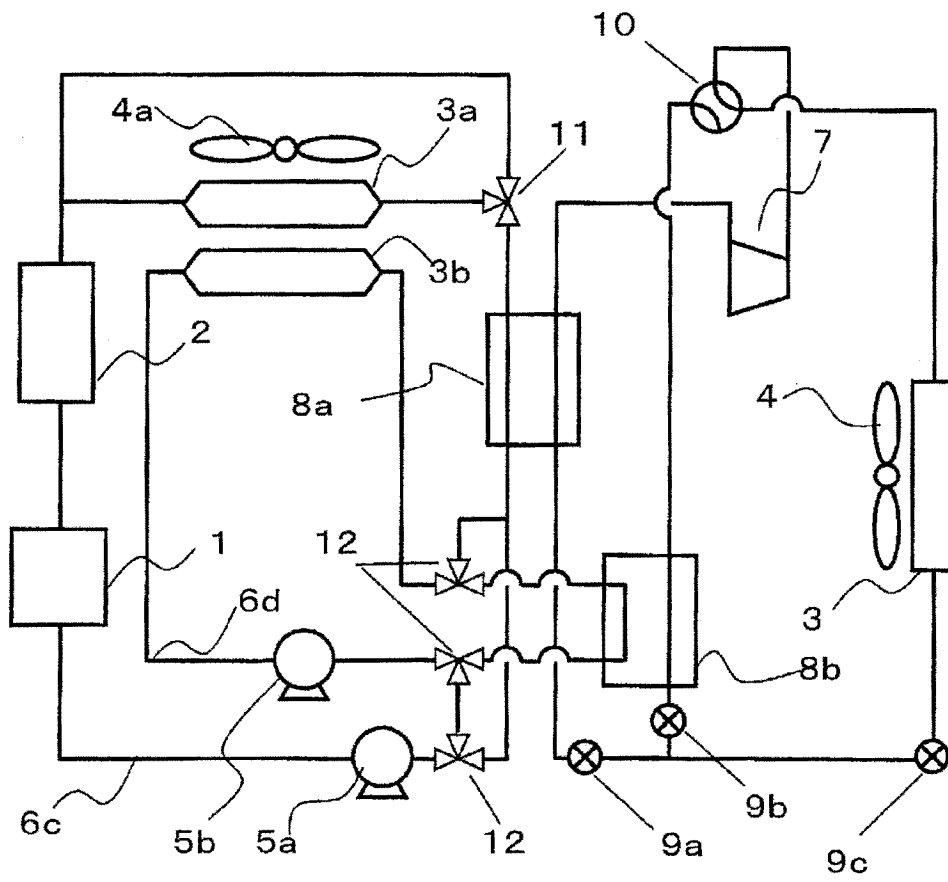


图 27

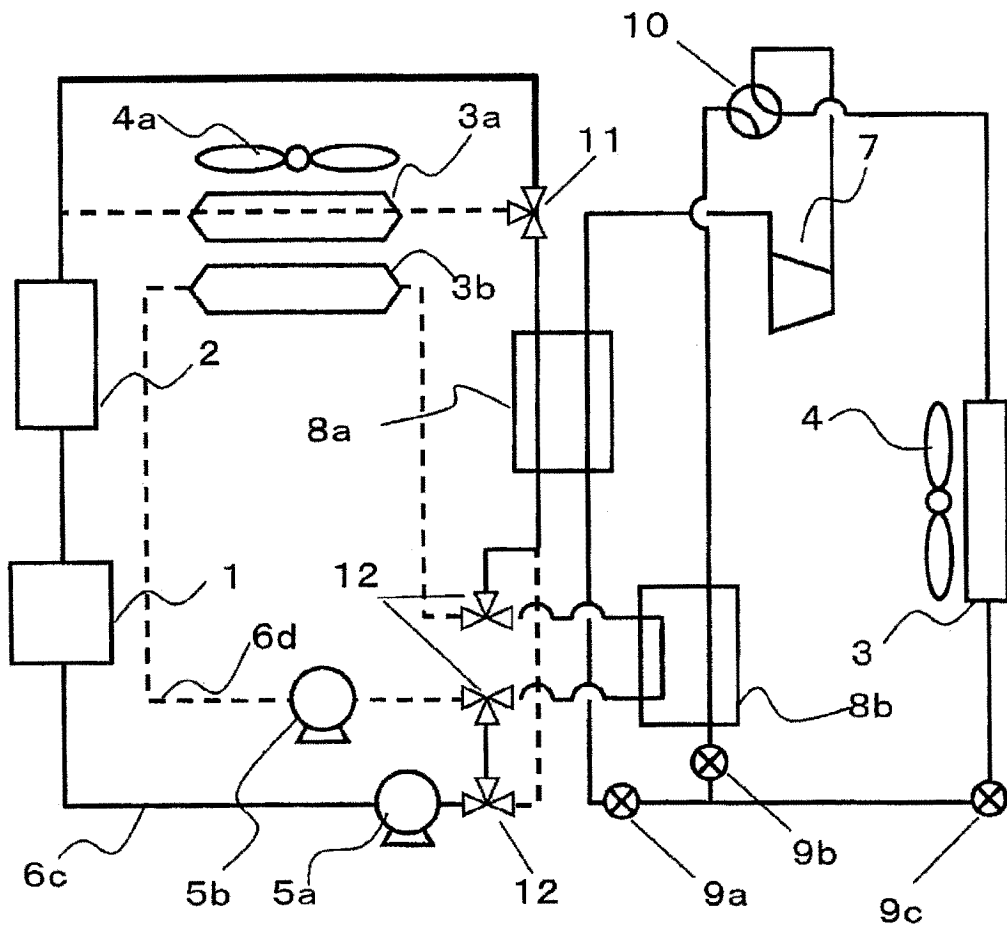


图 28

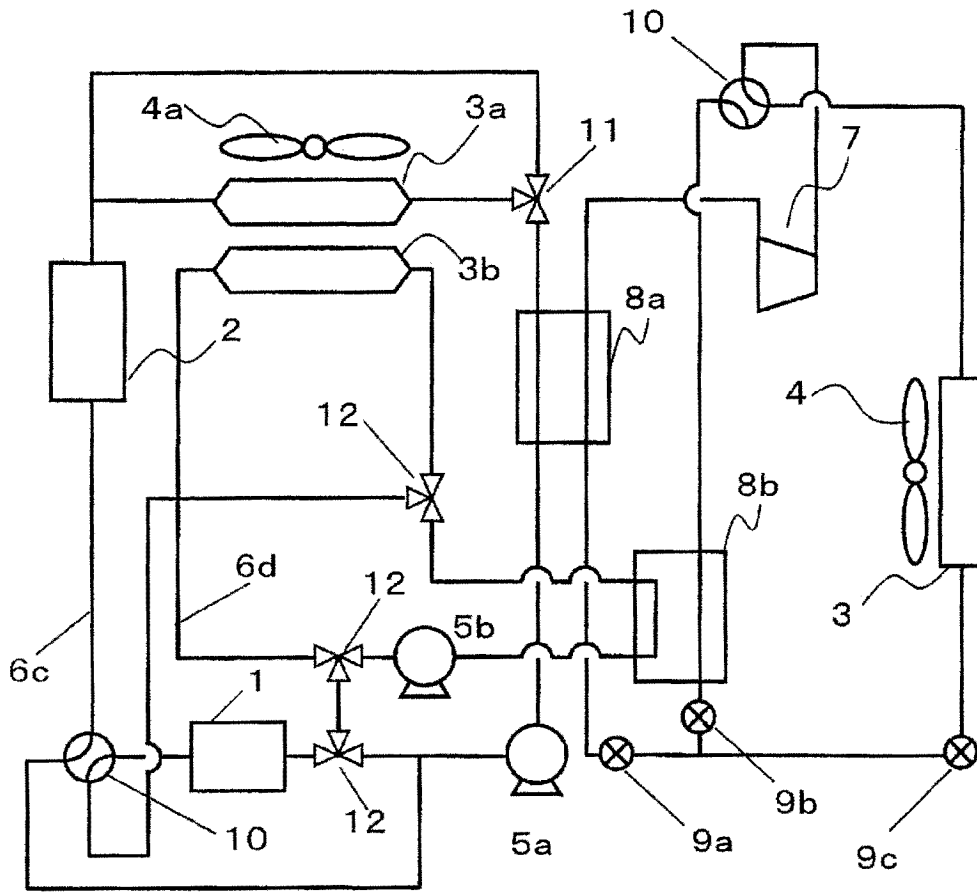


图 29

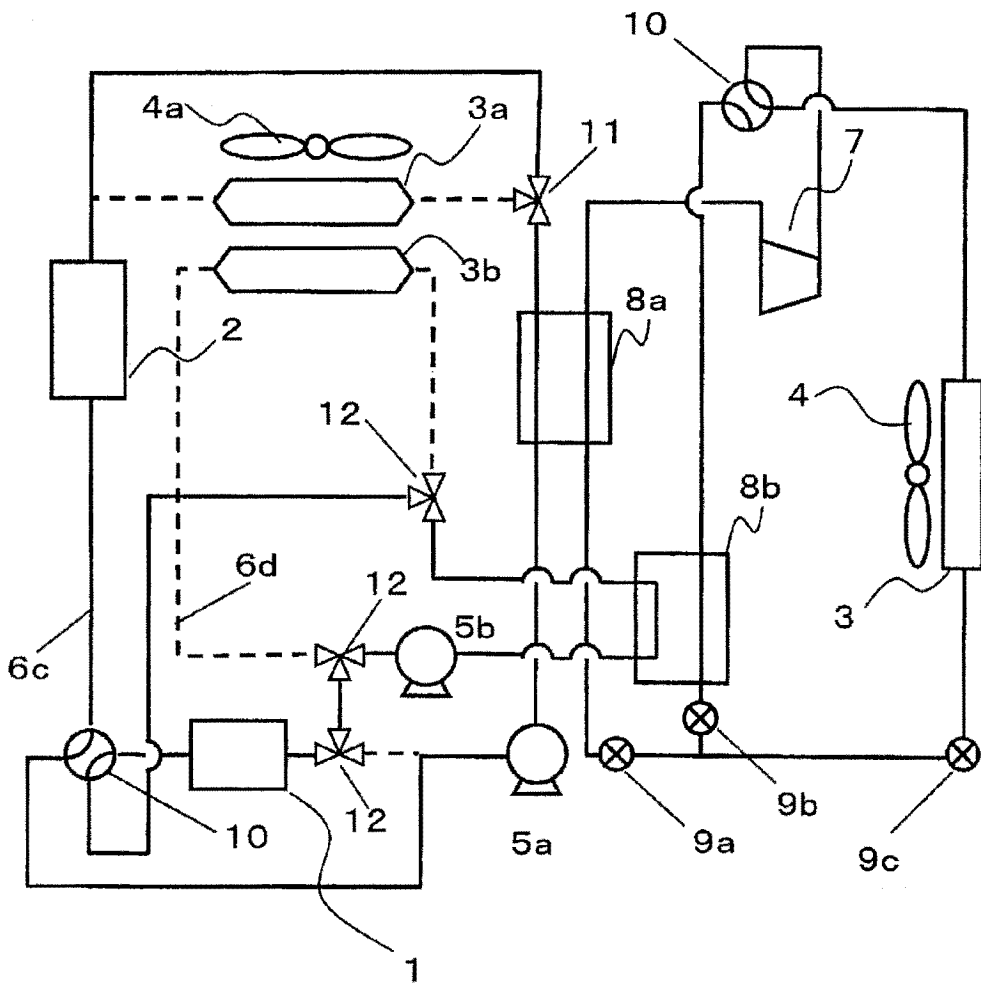


图 30

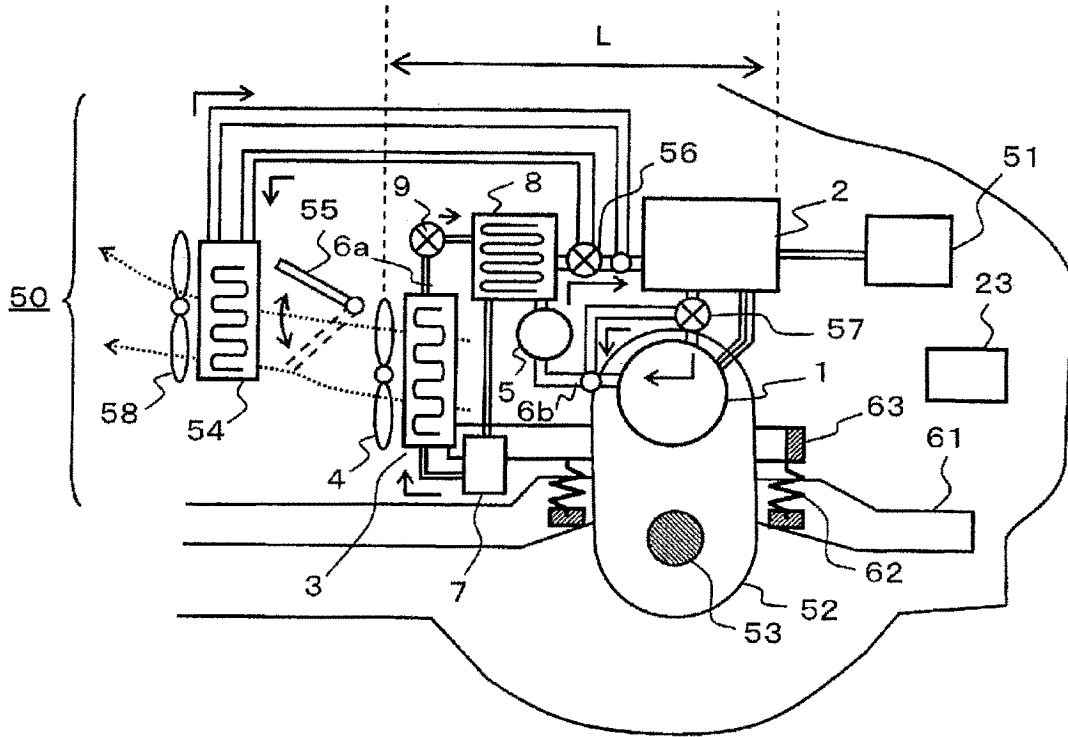


图 31

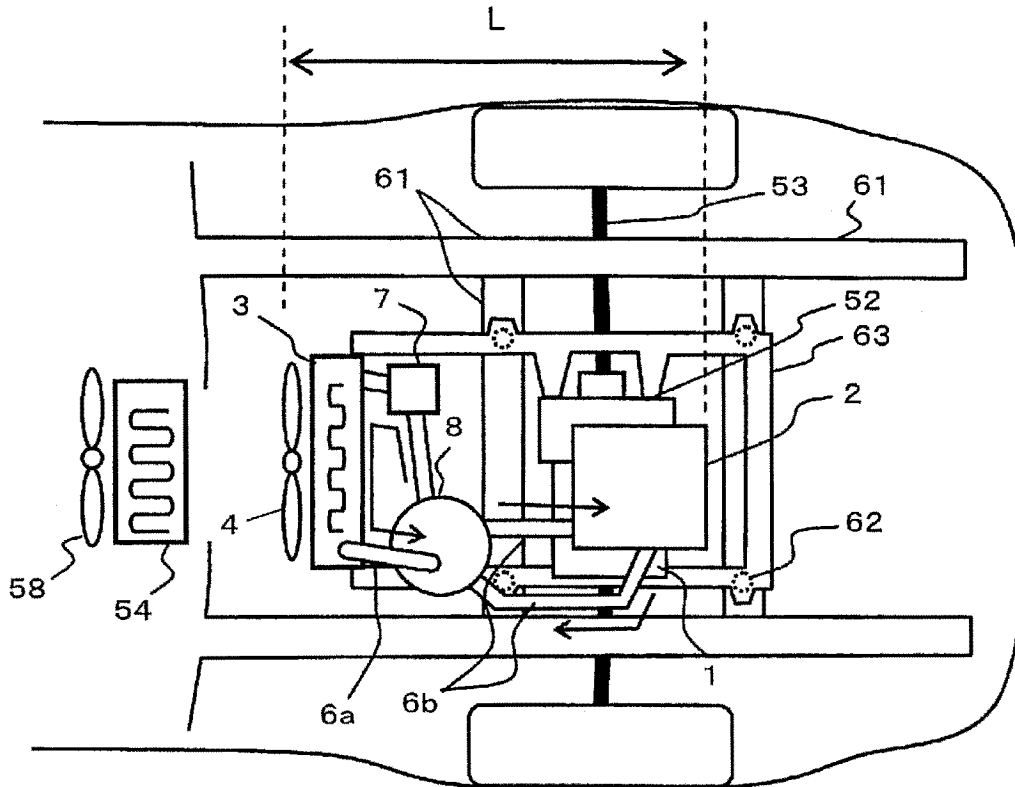


图 32