



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105555587 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201480050087. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 09. 19

B60L 11/18(2006. 01)

G01C 21/34(2006. 01)

(30) 优先权数据

2013-196114 2013. 09. 20 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 03. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/075757 2014. 09. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/041366 EN 2015. 03. 26

(71) 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 爱须英之 山田尚史

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 韩宏

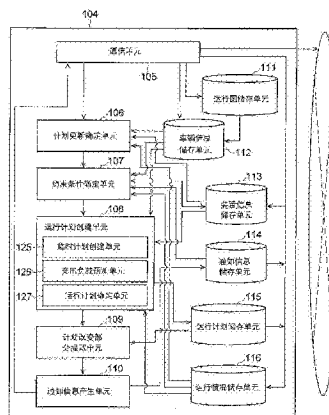
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

运行计划创建设备以及运行计划创建方法

(57) 摘要

在一个实施例中,运行计划创建设备包括预测单元和创建单元。在将基于运行计划来运行多辆电动车辆的情况下,预测单元对多个充电站在相应的时间点为安装在充电站处的相应的电动车辆上的电池充电所需要的充电功率进行预测。充电站提供于电动车辆的运行路线上。创建单元通过使用预测单元为多辆电动车辆创建运行计划,以使得充电站和电池的至少其中之一的预先确定的约束被满足。



1. 一种运行计划创建设备,包括:

预测单元,所述预测单元在多辆机动车辆将基于运行计划被运行的情况下,对多个充电站在相应的时间点为安装在所述充电站处的相应的机动车辆上的电池充电所需要的充电功率进行预测,所述充电站被提供在所述电动汽车的运行路线上;以及

创建单元,所述创建单元通过使用所述预测单元为所述多辆机动车辆创建运行计划,以使得所述充电站和所述电池的至少其中之一的预先确定的约束被满足。

2. 根据权利要求1所述的运行计划创建设备,其中,所述创建单元基于由所述预测单元预测的所述充电功率来为所述多辆机动车辆创建所述运行计划。

3. 根据权利要求1或2所述的运行计划创建设备,其中,所述预先确定的约束是以下约束中的至少一种约束:由所述预测单元预测的所述充电功率的上限;将被充入所述电池中的功率量的上限;用于为所述电池充电的充电时间的上限;以及为所述电池充电的电力价格的上限。

4. 根据权利要求1或2所述的运行计划创建设备,其中,包括用于所述多辆电动汽车的运行路线以及用于至少一辆非电动汽车的运行路线的所述运行计划被创建。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的运行计划创建设备,

其中,所述预测单元对在所述运行路线上提供的每个充电站的所述充电功率进行预测,并且

其中,所述创建单元基于由所述预测单元预测的每个充电站的所述充电功率来创建运行计划。

6. 根据权利要求1至4中任意一项所述的运行计划创建设备,

其中,所述预测单元对在所述运行路线上提供的所述多个充电站的总的充电功率进行预测,并且

其中,所述创建单元基于由所述预测单元预测的所述多个充电站的所述总的充电功率来创建运行计划。

7. 根据权利要求1至6中任意一项所述的运行计划创建设备,

其中,所述预测单元基于在当所述机动车辆停靠在所述充电站处时所述机动车辆被均匀地充电的情况下的,从所述电池的累积的功率量的范围的预先确定的下限或者从到达所述充电站时的估计的剩余功率值充电至预先确定的量的充电功率,来预测所述充电站在每个时间点的所述充电功率。

8. 根据权利要求7所述的运行计划创建设备,

其中,所述预先确定的量是所述电池的所述累积的功率量的所述范围的预先确定的上限。

9. 一种运行计划创建方法,包括:

在多辆机动车辆将基于运行计划被运行的情况下,对多个充电站在相应的时间点为安装在所述充电站处的相应的机动车辆上的电池充电所需要的充电功率进行预测,所述充电站被提供在所述电动汽车的运行路线上;以及

基于所预测的充电功率来为所述多辆机动车辆创建运行计划,以使得所述充电站和所述电池的至少其中之一的预先确定的约束被满足。

## 运行计划创建设备以及运行计划创建方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于并且要求享有于2013年9月20日提交的、申请号为2013-196114的在先日本专利申请的优先权的权益,该在先日本专利申请以全文引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本文中所描述的实施例总体上涉及运行计划创建设备以及运行计划创建方法。

### 背景技术

[0004] 近年来,越来越多的诸如用于快速公交系统(BRT)的公共汽车和车辆之类的公共机构的车辆得到电气化。这种公共机构的电动车辆根据预先设定的运行计划(图)而运行,因此,可能必须在短时间内进行充电。然而,用于在短时间内为电动车辆充电的中速/快速充电即刻消耗大量的功率,并且如果大量电动车辆同时充电,则可能会失去整个区域性系统中的功率的供需平衡,或者可能对充电装置造成严重损害,或者可能由于未提供计划的充电服务而导致出现电力不足。

[0005] 因此,为了防止大量电动车辆的充电时间集中在特定站/区域/时隙,必须适当地管理每一电动车辆的充电时间,并且必须以系统化方式来执行峰移位。为了实现这个目的,提出了一种通过对已经连接到充电装置的电动车辆的充电时间进行控制来稳定区域的电力分配系统的方法。

[0006] 此外,作为用于创建电动车辆的有效运行计划的技术,提出了一种循序地确定运行路线以使得充满电的电动车辆不必长时间停留在充电站从而减少为电动车辆充电的次数的方法。

[0007] 然而,这些传统技术并未同时考虑充电负载对充电装置的约束和运行计划的创建,因此,难以创建满足充电负载对充电装置的约束的运行计划。

### 附图说明

[0008] 图1A至图1C是示出了被提供有运行计划创建设备的运行计划管理系统的示意性配置的框图。

[0009] 图2是示出了在图1的运行计划管理系统中注册的注册车辆的整个运行路线的示例的图。

[0010] 图3是针对图2的整个运行路线所指定的基本运行图的示例。

[0011] 图4A和图4B是示出了运行计划创建设备的总体行为的流程的活动图。

[0012] 图5是示出了基本运行计划创建方法的示例的流程图。

[0013] 图6A至图6D是示出了基于图3的基本运行图所创建的临时运行计划的示例的图,以及针对临时运行计划所预测的充电负载。

[0014] 图7是示出了通过局部地改变图6的临时运行计划所创建的运行计划的示例的图。

## 具体实施方式

[0015] 在一个实施例中,一种运行计划创建设备,包括预测单元和创建单元。在将基于运行计划来运行多辆电动车辆的情况下,预测单元对多个充电站在相应的时间点为安装在充电站处的相应的电动车辆上的电池充电所需要的充电功率进行预测。充电站提供于电动车辆的运行路线上。创建单元通过使用预测单元为多辆电动车辆创建运行计划,以使得充电站和电池中的至少一个的预先确定的约束被满足。

[0016] 此外,在实施例中,一种运行计划创建方法,该方法在将基于运行计划来运行多辆电动车辆的情况下,对多个充电站在相应的时间点为安装在充电站处的相应的电动车辆上的电池充电所需要的充电功率进行预测。充电站提供于电动车辆的运行路线上。并且该方法基于所预测的充电功率来为多辆电动车辆创建运行计划,以使得充电站和电池中的至少一个的预先确定的约束被满足。

[0017] (运行计划管理系统的配置)

[0018] 下面,将参照附图来描述根据本发明的实施例的运行计划创建设备。这里,图1A至图1C是示出了被提供有运行计划创建设备的运行计划管理系统的示意性配置的框图。

[0019] 运行计划管理系统是用于为在系统中注册的多辆电动车辆1至N创建运行计划、并且用于管理电动车辆1至N的运行、并且可以用于例如为用于BRT等的公共汽车或电动车辆(其运行计划(图)对用户是可用的或者可用于对运行进行管理)创建运行计划的系统。运行计划管理系统包括在系统中注册的多辆电动车辆1至N(电动车辆100指示为示例)、能够为安装在电动车辆1至N中的每辆电动车辆上的电池进行充电的充电装置(充电装置118指示为示例)、以及用于为电动车辆1至N创建运行计划的运行计划创建设备104。电动车辆1至N、充电装置118、以及运行计划创建设备104可以通过互联网连接、专用无线连接等进行互连。

[0020] 电动车辆100在运行计划管理系统中注册,并沿着由运行计划创建设备104所创建的运行计划指定的运行路线运行。这里,运行计划是电动车辆1至N中的每辆电动车辆沿着其运行的运行路线,该运行计划由以下所描述的基本运行图来指定。

[0021] 在运行计划管理系统中注册的电动车辆包括电动汽车(EV)、用于BRT等的电动公共汽车、电动摩托车、由电池驱动的火车等等。在运行计划管理系统中注册的电动车辆100包括通信单元,运行计划创建设备104所创建的运行计划被通知给该通信单元。当运行计划被通知给通信单元时,每辆电动车辆的驾驶员都可以掌握其车辆的运行路线,并且可以根据运行计划来运行电动车辆。作为通信单元,可以使用被提供有计划储存单元102的安装于车辆的终端101(移动电话等)。

[0022] 此外,除了电动车辆,一辆或多辆非电动车辆(例如,汽油动力车辆)103可以在运行计划管理系统中注册。在这种情况下,运行计划创建设备104创建其中电动车辆1至N以及非电动车辆103以混合的方式出现的运行计划,并且通知通信单元(安装于车辆的终端101、移动电话等等)关于运行计划的电动车辆1至N和非电动车辆103。在下文中,在运行计划管理系统中注册的电动车辆1至N和非电动车辆103将统称为注册车辆。

[0023] 在注册车辆的运行路线上所提供的多个充电站1至M中的每个充电站处安装充电装置118。通过由充电装置供应功率来为安装在电动车辆1至N上的电池充电。充电装置118包括充电/放电管理设备119以及充电器1至L。

[0024] 充电/放电管理设备119是用于管理充电装置118的控制器设备,并且包括用于与运行计划创建设备104进行通信的通信单元117、用于储存运行计划创建设备104经由通信单元117所通知的装置使用计划(充电计划)的计划储存单元120、用于累积用于为电动车辆1至N充电的功率的电力储存装置121、以及PCS(功率调节系统)124。从外部电源122经由PCS124为充电装置118供应外部供应的功率,并且充电装置118在电力储存装置121中累积所供应的功率。作为外部电源122,可以使用用于供应从系统购买的功率的供应单元、或者被提供给每个充电站的发电装置(例如,光伏装置、或者燃气轮机)。此外,充电装置118可以被配置为从外部电源122将功率直接传输到充电器1至L,而不是充电装置118被提供有电力储存装置121,。

[0025] 运行计划创建设备104被实现为安装在管理中心和储存单元处的服务器的计算机上的程序。运行计划创建设备104包括通信单元105、运行更新确定单元106、约束条件确定单元107、运行计划创建单元108、计划改变部分提取单元109、通知信息产生单元110、运行图储存单元111、车辆信息储存单元112、装置信息储存单元113、通知信息储存单元114、运行计划储存单元115、以及运行情况储存单元116。

[0026] 通信单元105与提供给注册车辆的通信单元(安装于车辆的终端101、移动电话等等)进行通信,并且与在充电站1至M处所提供的每个充电装置118的通信单元117进行通信,并且传输关于运行计划等等的信息。

[0027] 在注册车辆根据运行计划创建设备104所创建的运行计划开始运行后,计划更新确定单元106以规律的间隔或者以预先确定的时间,来判断是否更新(重新计划)运行计划等。计划更新确定单元106从车辆信息储存单元112接收车辆信息、从装置信息储存单元113接收装置信息、从运行情况储存单元接收运行情况,并且基于所接收到的多条信息来执行关于重新计划标准(level)的确定。也就是说,通过比较所接收到的信息来执行是否更新各种计划(例如,运行计划和车辆运行计划)中的任何计划的判断,并且关于是否更新(重新计划)运行计划等的判断准则是必要的。

[0028] 例如,根据当前运行计划的每辆电动车辆的剩余功率的估计量可以用作判断准则,并且可以将根据当前运行计划的每辆电动车辆的剩余功率的估计值与根据所接收到的信息的每辆电动车辆的剩余功率的估计值进行比较,并且在根据所接收到的信息的估计值小于根据运行计划的估计值的情况下,可以确定更新(重新计划)运行计划。此外,根据所接收到的信息的每辆电动车辆的剩余功率的估计值可以用作判断准则,并且在所估计的剩余功率为即使在充电站处利用最大充电功率来执行充电,到出发时间也不能在电动车辆中充上预先确定的量的功率的情况下,可以确定更新运行计划。

[0029] 约束条件确定单元107从车辆信息储存单元112接收车辆信息、从装置信息储存单元113接收装置信息、从通知信息储存单元114接收通知信息、从运行情况储存单元116接收运行情况,并基于所接收到的多条信息来确定用于确定运行计划的预先确定的约束条件。可以针对每个充电站来确定约束条件,或者可以针对多个充电站来确定约束条件。

[0030] 作为约束条件,例如可以使用在充电站处每个时间点的充电功率的上限(最大充电负载)、在充电站处可以充电的功率量的上限(最大功率量)、用于在充电站处为电池充电的充电时间的上限(最大充电时间)、在为电池充电时的电力价格的上限(最大电力价格)等等。针对每个充电站或者针对所有充电站设置最大充电负载,并且根据提供充电站的整个

区域的电源容量、每个充电站的签约功率(contracted power)等等来确定最大充电负载。此外,在功率供应者(电力公司等等)发出需求响应(DR)的情况下,可以根据DR信息来确定最大充电负载。这些约束条件可用于确定运行计划。

[0031] 此外,现有运行计划的固定部分可以用作约束条件。通过固定运行计划的部分,可以尽可能以最小修正来更新运行计划。此约束条件可以用于创建运行计划。此外,预先设置的约束条件可以储存在约束条件确定单元107中。

[0032] 运行计划创建单元108从约束条件确定单元107接收约束条件,从车辆信息储存单元112接收车辆信息,从装置信息储存单元113接收装置信息,从运行情况储存单元116接收运行情况,并基于所接收到的多条信息来创建运行计划。在注册车辆的运行开始之前,运行计划创建单元108创建用于开始注册车辆的运行的第一运行计划(基本运行计划),并且在注册车辆的运行开始之后,运行计划创建单元108创建新的运行计划,该新的运行计划是通过至少部分地改变当前运行计划来获得的(更新的运行计划)。当计划更新确定单元106确定将更新运行计划时,执行更新的运行计划的创建。由运行计划创建单元108所创建的运行计划储存在运行计划储存单元115中。

[0033] 运行计划创建单元108包括临时计划创建单元125、充电负载预测单元126、以及运行计划确定单元127。临时计划创建单元125基于下面所描述的基本运行图来创建临时运行计划。充电负载预测单元针对临时计划创建单元125所创建的临时运行计划,预测在每个时间点充电站处的充电装置118的充电负载(充电功率)。运行计划确定单元127基于充电负载预测单元126所预测的充电负载和约束条件确定单元107所确定的约束条件来确定运行计划。

[0034] 在计划更新确定单元106确定将更新运行计划的情况下,计划改变部分提取单元109将运行计划创建单元108所创建的更新的运行计划与从运行计划储存单元115接收到的当前运行计划进行比较,提取运行计划中的改变的部分,并且将其传输至通知信息产生单元110。

[0035] 通知信息产生单元110基于从计划改变部分提取单元109接收到的信息,来产生将通知给每辆注册车辆以及充电站1至M中的每个充电站的通知信息。通知信息产生单元110还可以被配置为从运行计划创建单元108直接接收更新的运行计划。经由通信单元105将所产生的通知信息通知给每辆注册车辆的通信单元(安装于车辆的终端101、移动电话)以及充电站1至M中每个充电站的通信单元117。通知信息产生单元110将所产生的通知信息传输至通知信息储存单元114。

[0036] 根据交通需求预先设置的诸如基本运行图之类的信息储存在运行图储存单元111中。下面,将参照图2和图3来描述基本运行图。

[0037] 图2是示出了注册车辆的运行路线的全部(在下文中称为“整个运行路线”)的示例的图。如图2中示出的,根据停靠位置(充电站)A1、B1、和C1、用户上注册车辆或者下注册车辆的停靠位置(车站)A2、B2、和C2、以及在停靠位置之间预先设置的运行路线,来配置本实施例的整个运行路线。

[0038] 图3是被设置用于图2的整个运行路线的基本运行图的示例。在基本运行图中设置多个部分运行路线(在下文中称为“一个或多个部分路线”),相同的注册车辆将沿着该多个部分运行路线运行。基于相同的注册车辆将停靠的停靠位置的顺序、以及每个停靠位置的

出发时间或到达时间来配置部分路线。在图3中,在部分路线的开始点处的时间是出发时间,并且在结束点处的时间是到达时间,并且在沿着从起始点到结束点的路径的停靠位置处的时间是该停靠位置处的到达时间。例如,根据部分路线 $r$ ,注册车辆被设置为在时间 $t_1$ 离开充电站 $C_1$ ,在时间 $t_2$ 到达充电站 $B_1$ ,并且在时间 $t_3$ 到达充电站 $A_1$ 。此外,沿着图3中的路径的停靠位置处的时间可以是出发时间。此外,出发时间和到达时间两者都可以被设置为沿着此路径的停靠位置处的时间。

[0039] 基本运行图并未指定哪辆注册车辆沿着哪条部分路线运行,或者部分路线将如何连接。运行计划创建设备104通过连接由基本运行图所设置的部分路线来为每辆注册车辆创建运行路线,并且确定满足约束条件的运行路线作为运行计划。运行图储存单元111将诸如基本运行图之类的所储存的信息传输至车辆信息储存单元112。

[0040] 诸如经由通信单元105接收到的注册车辆1至 $N$ 中的每辆注册车辆的车辆信息、以及从运行图储存单元111接收到的基本运行图之类的多条信息储存在车辆信息储存单元112中。多条车辆信息包括诸如注册车辆的位置、运行距离、运行速度、安装在电动车辆1至 $N$ 上的电池的SoC(充电状态)等等之类的信息。SoC指示预先设置的电池的累积的功率量(充电等级)的范围,以抑制由于重复充电和放电而导致的电池的恶化,并且SoC信息包括关于在电池中充电的功率量的上限(kWh)和功率量的下限(kWh)的信息。

[0041] 经由通信单元105接收到的充电站1至 $M$ 中的每个充电站的装置信息储存在装置信息储存单元113中。装置信息包括诸如从外部电源122接收到的功率的所接收的功率信息、电力储存装置121的累积的功率量、DR计划等等之类的信息。关于DR计划的信息包括诸如DR执行的时间和日期、针对每个时隙的调整的功率量、每个时隙的电力价格等等之类的信息。

[0042] 通知信息产生单元110所产生的通知信息储存在通知信息储存单元114中。通知信息包括运行计划创建单元108所创建的运行计划、指定将每辆注册车辆分配给由运行计划所设置的运行路线的车辆运行计划、指定分配服务人员登上每辆注册车辆的服务人员计划、将通知给充电站1至 $M$ 中的每个充电站的管理者的充电计划等等。储存在通知信息储存单元114中的运行计划包括基本运行计划和更新的运行计划中的改变部分。此外,在通知信息产生单元110从运行计划创建单元108直接接收更新的运行计划的情况下,可以储存更新的运行计划自身。

[0043] 诸如在停靠位置之间的平均运行时间的估计值(估计的运行时间)、在停靠位置之间运行时所消耗的功率量的估计值(估计的功耗量)等等之类的多条信息储存在运行情况储存单元116中。估计的功耗量是针对当电动车辆在停靠位置之间运行时将消耗的平均功率量预先估计的功耗量,并且这个量根据参数而改变,例如在创建运行计划时的停靠位置之间的交通状态、基于该交通状态所估计的平均速度、天气、温度等等。根据这些常数的多个估计的功耗量可以储存在运行情况储存单元116中。随后,可以准确地估计功耗量,并且可以创建更加适当的运行计划。可以通过经由通信单元105接收外部运行情况估计单元123所估计的信息,来视情况改变这些储存在运行情况储存单元116中的多条信息。

[0044] 例如,可以由现有的交通拥堵信息服务的提供者来提供、或者可以由运行路线管理系统的管理者来提供运行情况估计单元123。可以通过任意现有的方法来估计运行情况。

[0045] (运行计划创建设备的行为)

[0046] 接下来,将参照图4A和图4B描述运行计划创建设备104的行为的概要。这里,图4A

和图4B是示出了运行计划创建设备104的总体行为的流程图。此外,假设在活动图的开始时间尚未开始注册车辆的运行。

[0047] 首先,为了创建基本运行计划,基本运行图被输入到运行计划创建单元108(步骤S1)。关于基本运行图,可以经由通信单元105来外部地输入预先储存在运行图储存单元111中的基本运行图,或者可以输入该图。

[0048] 运行计划创建单元108基于输入的基本运行图来确定指定每辆机动车辆将沿着其运行的运行路线的基本运行计划(步骤S2)。下面将描述由运行计划创建单元108来确定基本运行计划的方法。

[0049] 运行计划创建设备104通过分配将沿着基本运行计划所指定的每条运行路线运行的注册车辆,来确定车辆运行计划(步骤S3),并且通过为每辆注册车辆分配诸如驾驶员、向导等等之类的服务人员来确定服务人员计划(步骤S4)。服务人员可以停留在相同的注册车辆上、或者可以改变至沿着路径的另一辆注册车辆。

[0050] 在开始注册车辆的运行之前,运行计划创建设备104设置每辆注册车辆的运行起始位置(步骤S8),并且在运行开始时设置机动车辆1至N中的每辆机动车辆的剩余功率的估计值(步骤S9)。所设置的运行起始位置以及剩余功率的估计值储存在车辆信息储存单元112中。此外,运行情况估计单元123接收诸如天气预报、温度、星期几、关于在那天的事件的信息、交通信息等等之类的信息(步骤S5、S6),并且设置基于接收到的多条信息的估计的功耗量和估计的运行时间,并且将其传输到运行情况储存单元116(步骤S10、S11)。此外,运行计划创建设备104从充电装置118接收关于DR计划的信息(步骤S7),并且设置充电站1至M中的每个充电站的接收到的功率信息并将该功率信息储存在装置信息储存单元113中(步骤S12)。

[0051] 运行计划创建单元108基于在步骤S5至步骤S12中设置的不同的多条信息来更新运行计划,以使得从约束条件确定单元107所输入的约束条件被满足。此外,下面将描述由运行计划创建单元108来更新运行计划的方法。

[0052] 根据运行计划的更新,运行计划创建设备104更新车辆运行计划和服务人员计划(步骤S14)。此外,通过确定每个充电站处所安排的充电功率量(步骤S15),以及确定每辆机动车辆在每个充电站处的充电开始/结束时间(步骤S16)来确定充电计划。将以这种方式确定的诸如运行计划、车辆运行计划、服务人员计划、以及充电计划之类的各种计划通知给每辆注册车辆和每个充电站(步骤S17、S25),并且开始电动汽车的运行。

[0053] 在注册车辆的运行开始之后,运行计划创建设备104通过接收由服务人员或安装在注册车辆上的GPS输入至安装于车辆的终端101的位置信息,来实时测量注册车辆的当前位置(步骤S21),并且将该位置信息储存在车辆信息储存单元112中。此外,运行情况估计单元123接收诸如天气预报、温度、星期几之类的信息、关于在那天的事件的信息、交通信息等等(步骤S18、S19),并且基于接收到的多条信息来更新估计的功耗量和估计的运行时间(步骤S22、S23)。此外,运行计划创建设备104从充电装置118接收关于DR计划的信息(步骤S20),并且更新储存在装置信息储存单元113中的所接收到的功率信息(步骤S24)。运行计划创建设备104基于电动汽车的位置信息和更新的估计的运行时间以及更新的估计的功耗量,来预测运行中的电动汽车到达下一个充电站处的时间(步骤S26),更新到达时的估计的剩余功率的值(步骤S27),并且将其储存在车辆信息储存单元112中。



[0054] 计划更新确定单元106从装置信息储存单元113接收更新的接收到的功率信息,并且确定在每个时间点每个充电站处功率的供需平衡(步骤S28),并且基于确定结果、以及从车辆信息储存单元112和运行情况储存单元116接收到的信息来确定重新计划标准(步骤S29)。计划更新确定单元106分三个阶段(所有的当前计划(运行计划等)的维护、充电计划的更新、以及运行计划的更新)来确定重新计划标准(步骤S30、S31、S32)。计划更新确定单元106还可以执行针对车辆运行计划和服务人员计划是否执行更新的判断。在计划更新确定单元106确定将更新充电计划的情况下,过程返回到步骤S15,并且在确定将更新运行计划的情况下,过程回到步骤S13。此后,运行计划创建设备104重复从步骤S13到步骤S32的过程,并且管理注册车辆的运行被适当地执行。

[0055] (基本运行计划的创建方法)

[0056] 此外,将参照图5来描述由运行计划创建单元108创建基本运行计划的方法。这里,图5是示出了运行计划创建单元108的基本运行计划创建方法的示例的流程图。此外,下面的描述假设注册车辆都是电动车辆,并且下面将描述其中非电动车辆103包括在注册车辆中的基本运行计划的确定方法。

[0057] 当基本运行图被输入到运行计划创建单元108(图4A中的步骤S101、步骤S1)时,临时计划创建方法125为每辆注册车辆创建临时运行计划(步骤S102)。临时运行计划基于基本运行图来临时指定每辆注册车辆的运行路线,并且通过连接基本运行图的部分路线来创建临时运行计划。此外,在更新运行计划的情况下,可以基于当前运行计划来创建临时运行计划。

[0058] 图6A是示出了基于图3的基本运行图所创建的临时运行计划的示例的图。如图6A中示出的,由临时运行计划所指定的运行路线包括由基本运行图所指定一条或多条部分路线。通过连接部分路线的起始点和结束点来创建包括多条部分路线的运行路线。

[0059] 具体而言,可以通过连接任意的部分路线s的结束点和部分路线t的起始点来创建运行路线,部分路线t在起始点处的停靠位置与部分路线s的结束点处的停靠位置相同,并且部分路线t从起始点的出发时间晚于部分路线s的结束点处的到达时间。还可以通过连接任意的部分路线s的起始点和部分路线t的结束点来创建运行路线,部分路线t在结束点处的停靠位置与部分路线s的起始点处的停靠位置相同,并且部分路线t在结束点处的到达时间早于从部分路线s的起始点的出发时间。可以任意地确定将连接的部分路线的数量。

[0060] 由临时计划创建单元创建的每条运行路线的运行时隙可以与整个时隙相同,或者是整个时隙的一部分,在该整个时隙内基本运行图被指定。这里,运行路线的运行时隙表示从离开所连接的部分路线中的第一部分路线的起始点的出发时间至部分路线中的最后部分路线的结束点处的到达时间的时隙。

[0061] 在图6A中,用虚线示出了部分路线的连接部分。在部分路线的连接部分处,注册车辆停靠在前一条部分路线的结束点的停靠位置处。下面,当注册车辆停靠在部分路线的连接部分的停靠位置处时的时间(即,从前一条部分路线的结束点处的到达时间至从下一条部分路线的出发时间的的时间)将称为停靠时间T。在停靠时间T期间,为到达充电站的电动车辆的电池充电。

[0062] 当创建临时运行计划时,充电负载预测单元126预测在每个时间点的充电站的充电负载(充电功率)(步骤S103)。在每个时间点的充电站上的充电负载被计算为在该时间点

停靠在充电站处的每辆电动车辆的总的充电负载。即,在当没有注册车辆停靠在充电站处时的时间点的充电负载被预测为零,并且在当多辆注册车辆同时停靠在充电站处时的时间点的充电负载被计算为所停靠的注册车辆的总的充电负载。

[0063] 为了计算每辆注册车辆的充电负载,充电负载预测单元126从车辆信息储存单元112接收SoC信息。每辆注册车辆的充电负载被计算为平均充电负载(kW),其中,在停靠时间T期间,注册车辆从SoC的范围中的功率量的下限(kWh)到功率量的上限(kWh)被均匀地充电。即,假设注册车辆在到达充电站时的估计的剩余功率值是功率量的下限,充电负载预测单元126针对每辆注册车辆计算充电负载,并且直到注册车辆从充电站出发的时间,以相同的功率速率(kW)来执行充电直到功率量的上限。例如,可以通过(功率量的上限(kWh)-功率量的下限(kWh))/停靠时间T(h),来获得每辆注册车辆的充电负载(kW)。此外,在更新运行计划的情况下,可以通过使用剩余的功率量的估计值而非SoC的功率量的下限,来计算每辆注册车辆的充电负载。

[0064] 这里,图6B至图6D是示出了基于图6A中示出的临时运行计划所预测的充电负载的示例的图。充电负载预测单元126可以预测充电站1至M中每个充电站上的充电负载。图6B是示出了由充电负载预测单元126预测的在每个时间点的充电站A1上的充电负载的示例的图。充电负载预测单元126可以以与用于充电站A1相同的方式来预测充电站B1和C1中的每个充电站上的充电负载。通过以此方式预测每个充电站上的充电负载,可以创建其中每个充电站都满足约束条件的运行计划。

[0065] 此外,充电负载预测单元126还可以预测多个充电站上的总的充电负载。图6C是示出了由充电负载预测单元126所预测的在每个时间点的充电站B1和充电站C1上的总的充电负载的示例的图。充电负载预测单元126可以通过预测充电站B1和充电站C1中的每个充电站的充电负载并将这些充电负载相加,来预测充电站B1和充电站C1上的总的充电负载。因此,可以预测由相同的系统向其供应功率的多个充电站上的总的充电负载,并且例如可以创建运行计划,以使得关于系统的约束条件(DR计划等等)被满足。

[0066] 此外,如图6D中示出的,充电负载预测单元126可以预测所有充电站上的总的充电负载。随后,可以创建运行计划,根据该运行计划,整个运行路线满足约束条件。

[0067] 此外,除了预测每个充电站上的充电负载以外,充电负载预测单元126还可以预测多个充电站上的总的充电负载。随后,可以创建同时满足针对每个充电站所确定的约束条件以及针对所有的充电站所确定的约束条件的运行计划。

[0068] 运行计划确定单元127基于充电负载预测单元126所预测的充电负载以及从约束条件确定单元107接收到的一个或多个约束条件,来判断临时运行计划是否满足一个或多个约束条件(步骤S104)。

[0069] 作为约束条件,例如可以使用在每个时间点的充电站上的充电负载的上限(最大充电负载)。在这种情况下,在充电负载预测单元126所预测的充电负载的最高值大于最大充电负载的情况下,运行计划确定单元127确定临时运行计划不满足约束条件,并且在充电负载的最高值在最大充电负载处或者低于最大充电负载的情况下,确定临时运行计划满足约束条件。在确定临时运行计划满足约束条件的情况下,确定此临时运行计划为基本运行计划(步骤S105)。因此,可以确定运行计划,根据该运行计划,满足了根据提供充电站的整个区域的电源容量、每个充电站的签约功率、功率供应者发出的DR等等所确定的最大充电

负载的约束,并且根据该运行计划,抑制了充电装置上的充电负载。

[0070] 另一方面,在确定临时运行计划并未满足约束条件的情况下,运行计划创建过程回到步骤S102,并且临时计划创建单元125重新创建临时运行计划。此时,可以创建新的运行路线,其中,已经创建的运行路线中的固定部分作为约束条件。例如,如图7中示出的,在图6D中的时刻 $t_4$ 的充电负载超过最大充电负载的情况下,可以通过局部地改变时刻 $t_4$ 的运行路线来创建临时运行计划。

[0071] 此后,通过重复步骤S102到步骤S104的过程,可以自动地确定满足最大充电负载的约束的运行计划。通过在预先确定的时间段或以预先确定的次数重复这种重复过程,有可能找出运行计划,根据该运行计划,使在每个时间点的充电负载的预测的最大值(峰值功率)最小化。

[0072] 以上所描述的在改变临时运行计划并寻找满足约束条件的运行计划的同时执行重新评价的过程是一种启发式搜索过程,并且归结为例如用于铁道车辆运行的自动规划中的多条路线搜索问题,并且通过使用现有的搜索方法或者诸如遗传算法之类的方法,可以有效地找到满足约束的解决方案。作为解决上面所描述的问题的方法,可以使用任意的近似算法或启发法。

[0073] 此外,在非电动车辆103包括于注册车辆中的情况下,也可以通过上面所描述的方法来确定运行计划。即,可以通过在假设所有的注册车辆都是电动车辆时在步骤S103中预测充电负载,并且在步骤S104中执行判断,来确定基本运行计划。此外,可以通过预先为非电动车辆创建运行路线,并且通过仅针对用于电动车辆的运行路线重复从步骤S102到步骤S105的过程,来确定运行计划。

[0074] 如上面所描述的,根据本发明的实施例的运行计划创建设备,可以在未具体决定每辆车辆的充电开始/结束时间(充电计划)的情况下,通过创建满足预先确定的约束的运行计划来创建运行计划,该预先确定的约束基于在创建运行计划时的充电装置上的充电负载。

[0075] 此外,作为用于确定运行计划的在步骤S104中所使用的另一个约束条件,可以使用最大充电量。最大充电量可以被设置为在每个充电站处或者在多个充电站处在任意的时隙内可以充电的功率量的上限。用于临时运行路线的充电功率量可以被预测为图6B至图6D中的充电负载的面积。运行计划确定单元127例如可以通过将其中设置了最大充电量的时隙内的充电功率量(充电负载的面积)与最大充电量进行比较,来判断临时运行路线是否满足约束条件。作为最大充电量,可以设置针对每个充电站或者针对每个时隙都不同的值。

[0076] 此外,最大充电时间可以用作另一个约束条件。最大充电时间可以被设置为每辆电动车辆在充电站处的总的充电时间(停靠时间 $T$ )的值的上限。运行计划确定单元127可以通过将图6A至图6D中总的停靠时间 $T$ 的值与最大充电时间进行比较,来判断临时运行路线是否满足约束条件。最大充电时间可以被设置为针对每个充电站而不同。

[0077] 此外,最高电力价格可以用作另一个约束条件。最高电力价格可以被设置为在每个充电站处或者在多个充电站处为电动车辆的电池充电时的总的电力价格的上限。在每个充电站处的电力价格可以被计算为单位电力价格 $\times$ 停靠在充电站处的电动车辆的充电时间(图6A至图6D中的停靠时间 $T$ )的总数。运行计划确定单元127可以通过将以上方式所计算的在充电站处的电力价格与最大充电价格进行比较,来判断临时运行路线是否满足约束

条件。根据外部电源122或发出的DR来确定单位电力价格。

[0078] 尽管已经描述了某些实施例,但是仅仅通过举例的方式来呈现这些实施例,并且这些实施例并非旨在限制本发明的范围。事实上,可以以多种其它形式来实现本文中所描述的新颖的方法以及系统;此外,可以在不脱离本发明的精神的情况下,以本文中所描述的方法和系统的形式做出各种省略、替代和改变。所附权利要求书及其等同形式旨在涵盖落入本发明的范围和精神内的这些形式或修改。

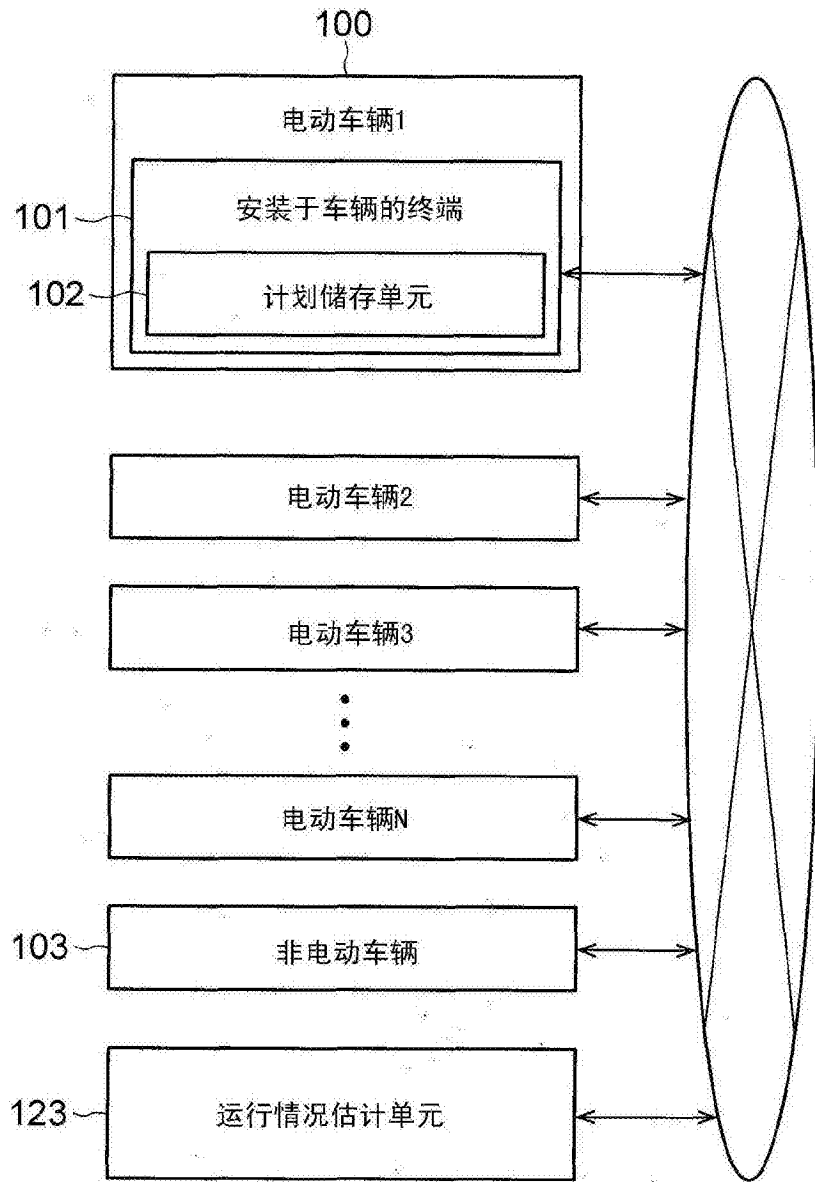


图1A

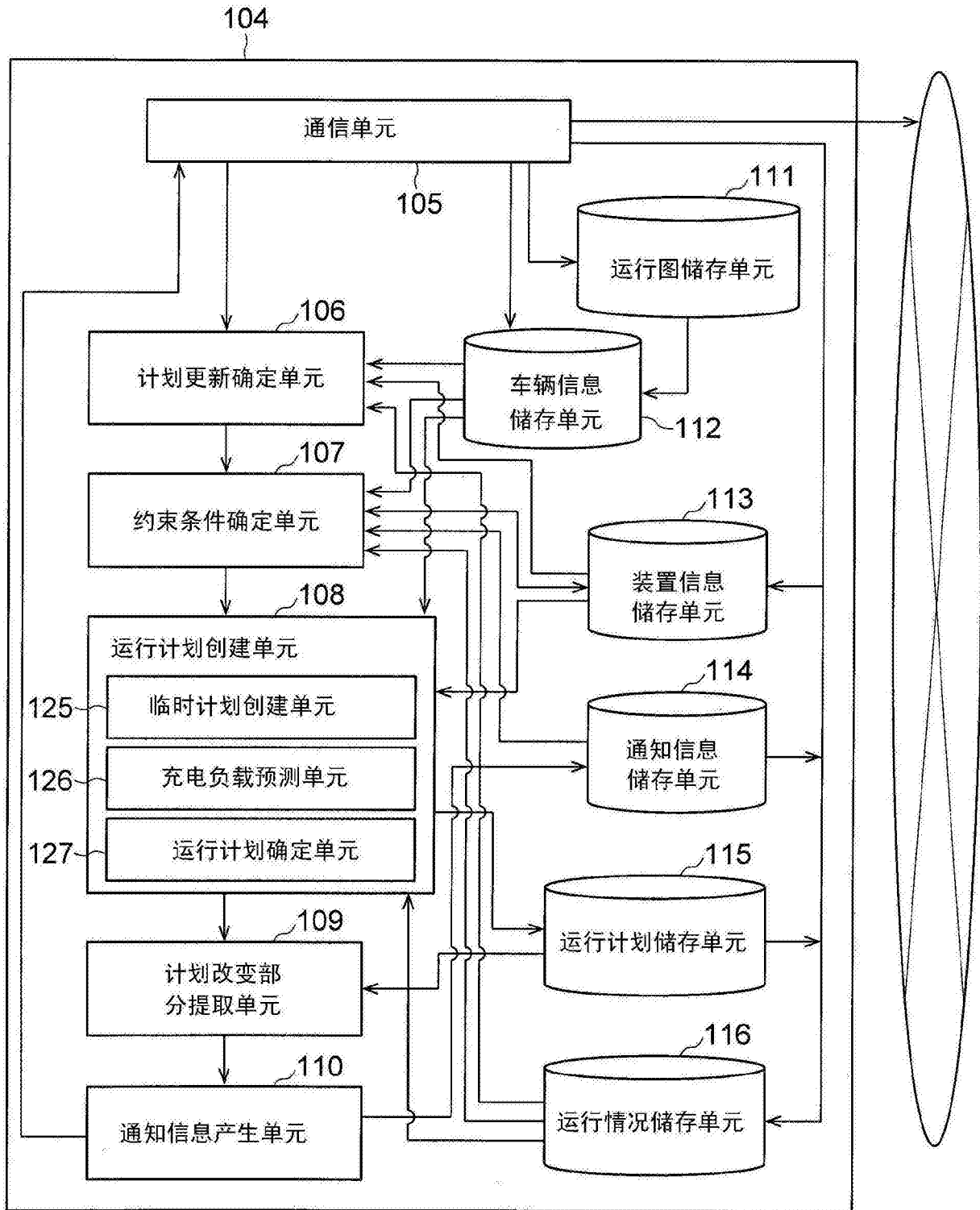


图1B

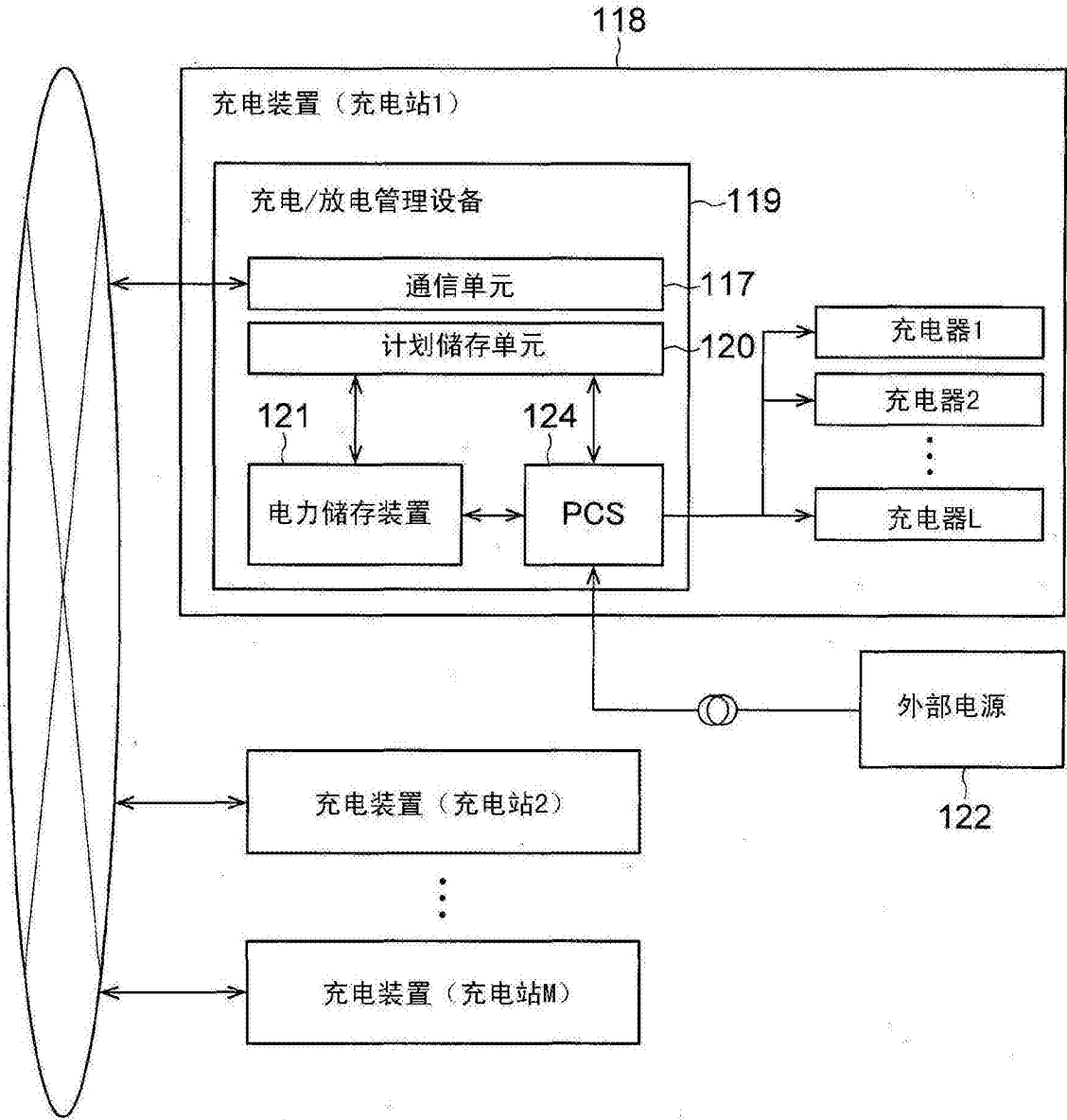


图1C

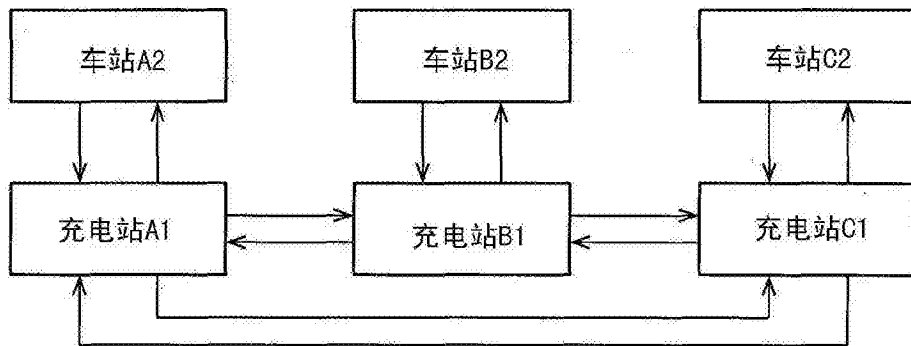


图2

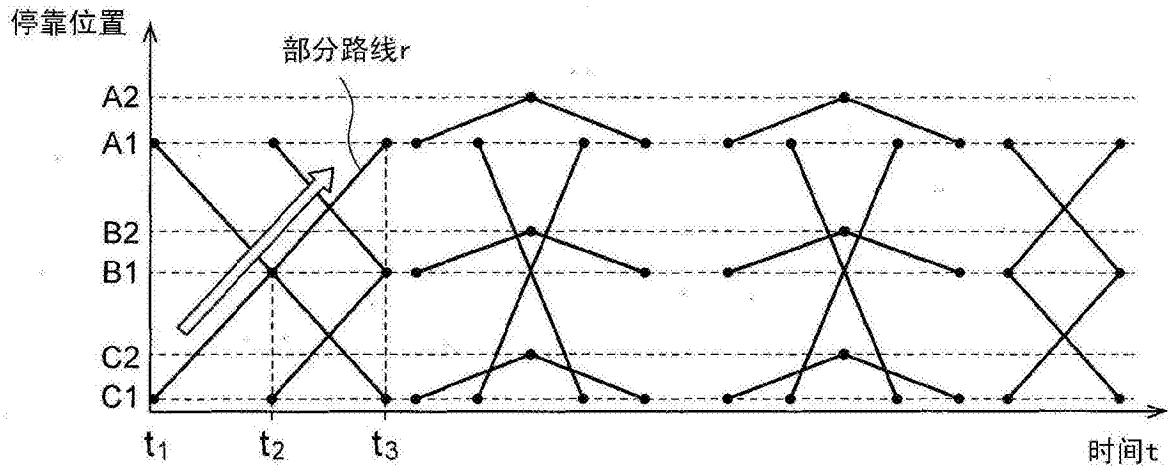


图3



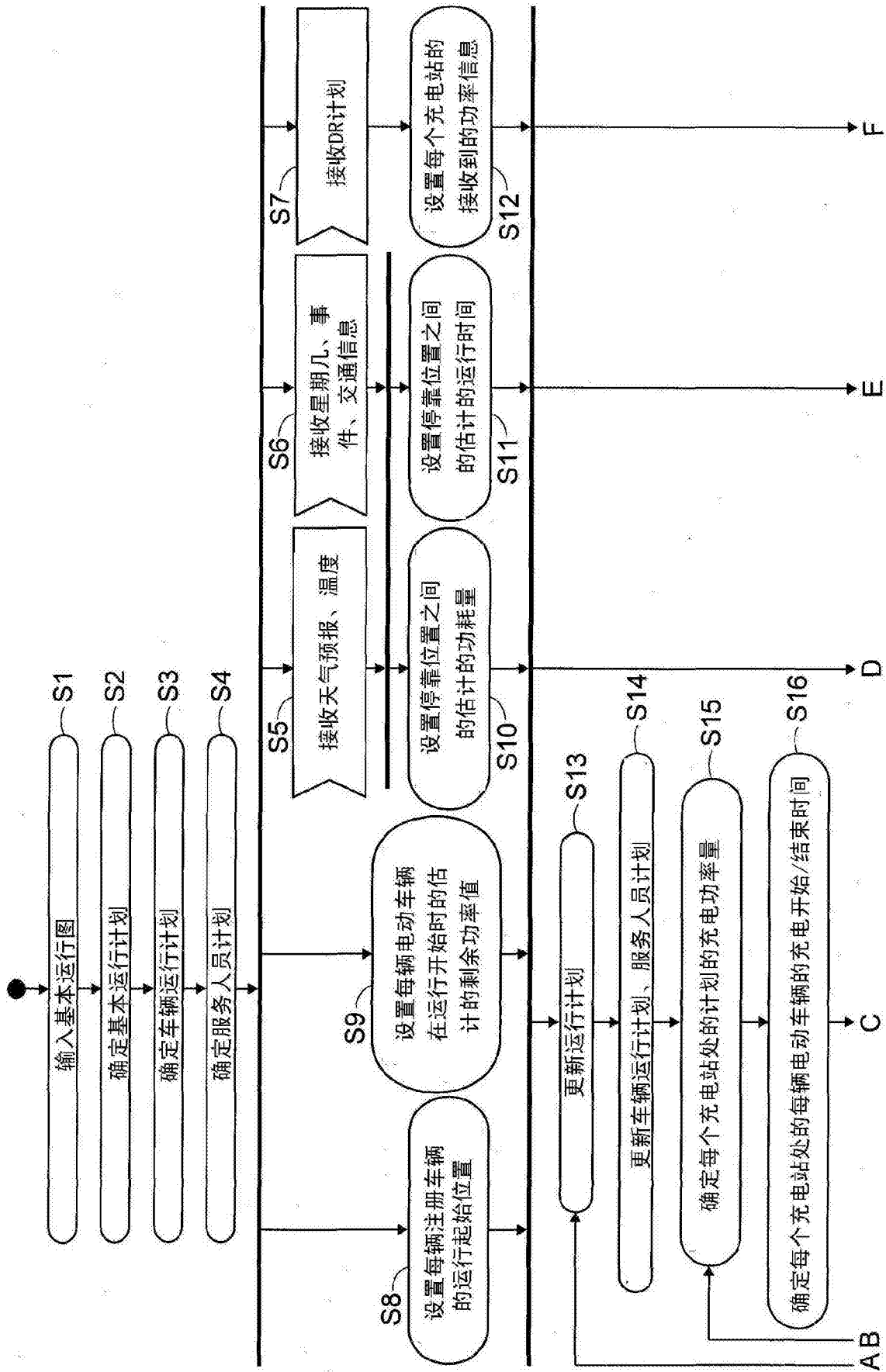


图4A



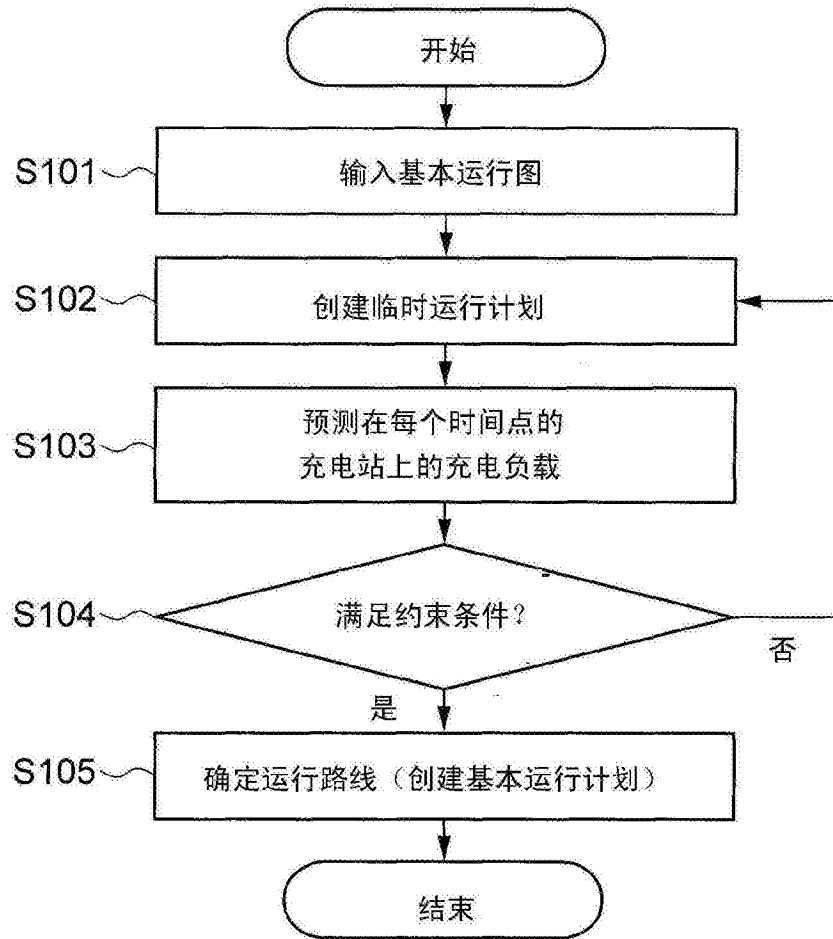


图5

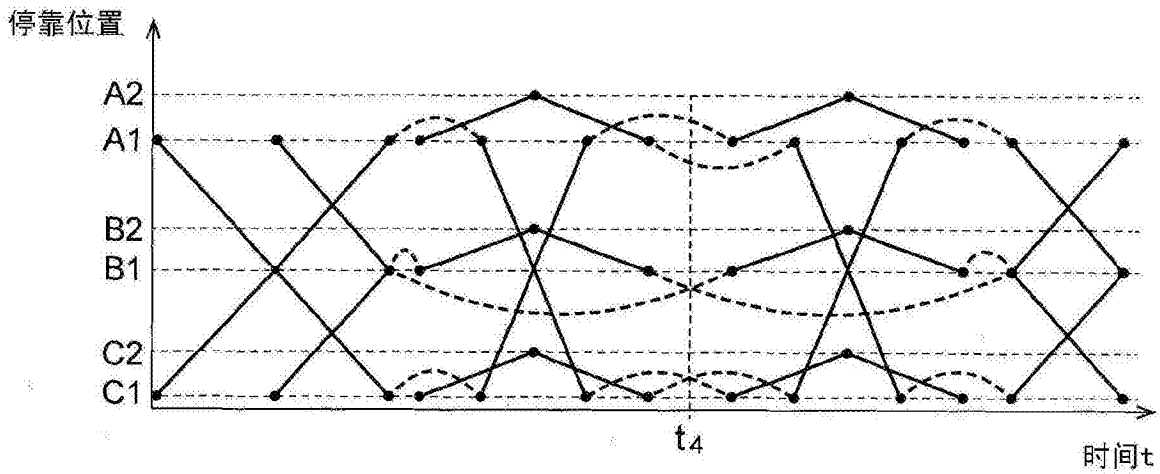


图6A

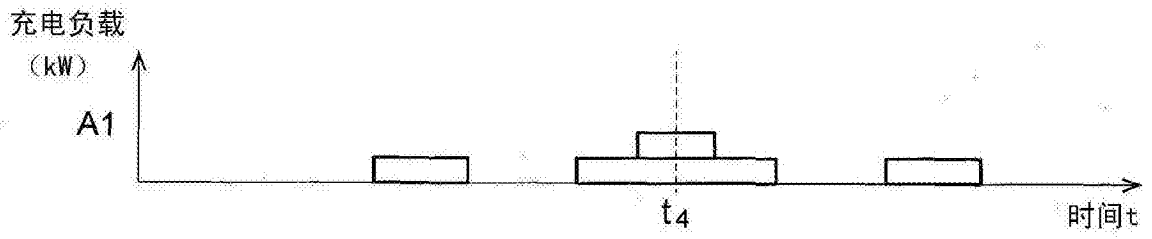


图6B

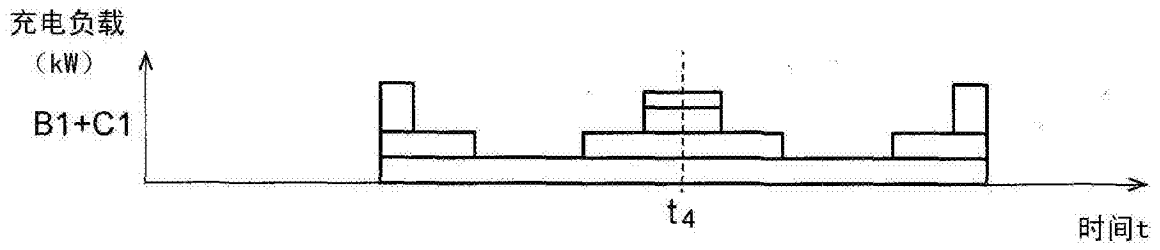


图6C

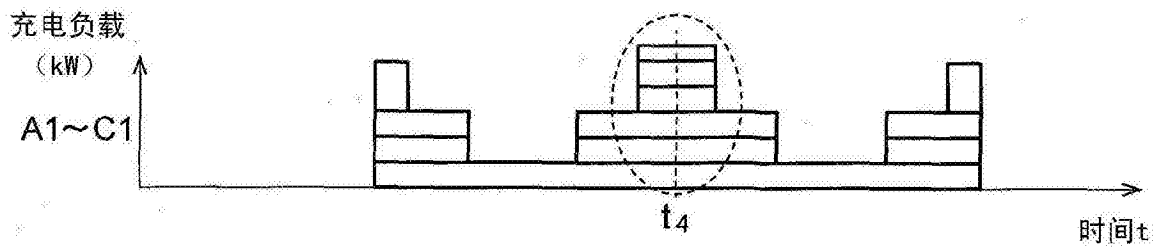


图6D

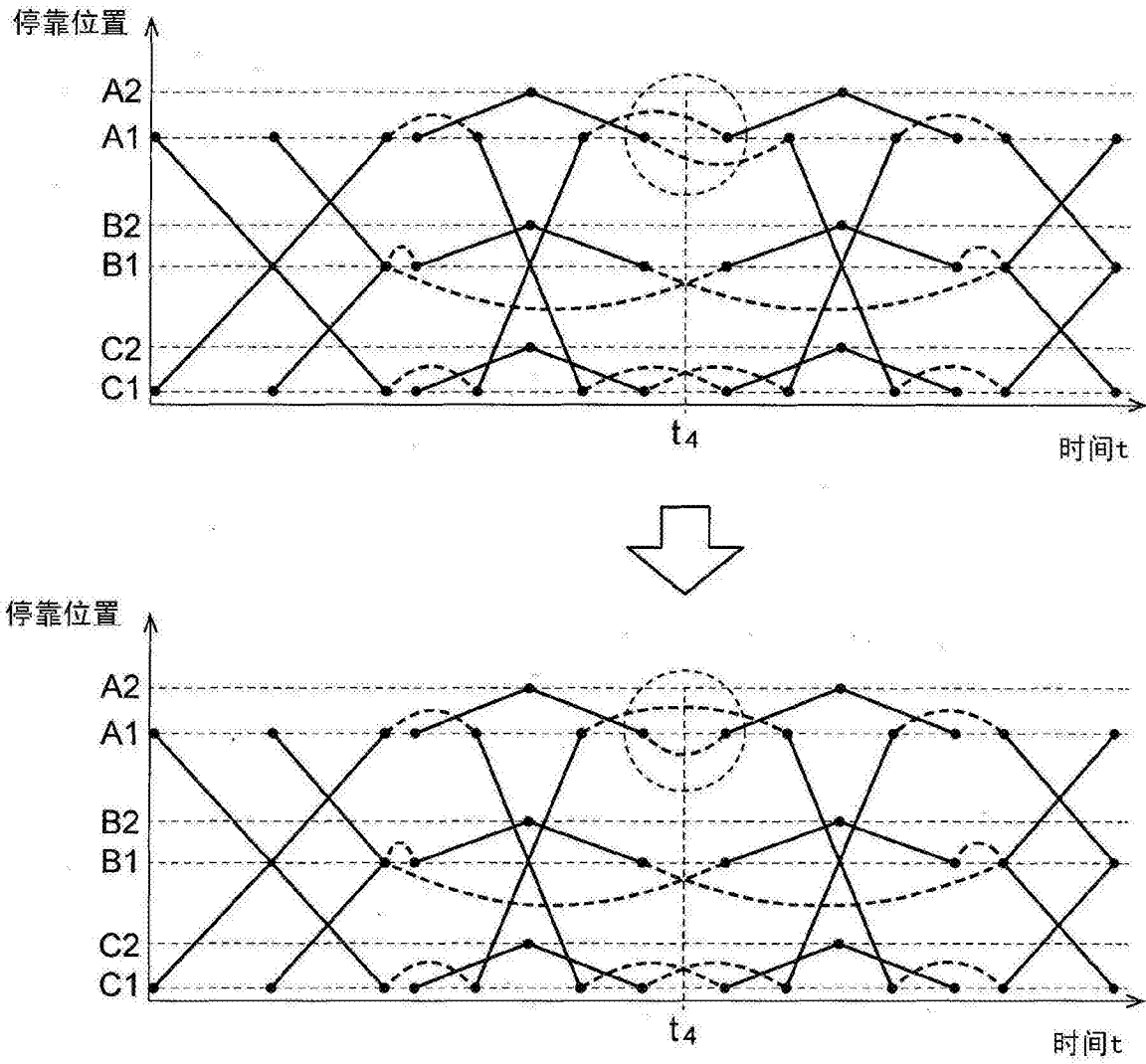


图7