



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106030982 B

(45)授权公告日 2017. 11. 14

(21)申请号 201480076394.7

(22)申请日 2014.02.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106030982 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/054510 2014.02.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/128938 JA 2015.09.03

(73)专利权人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 冈本智史

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

H02J 50/12(2016.01)

(56)对比文件

CN 103097179 A, 2013.05.08,

CN 103563216 A, 2014.02.05,

WO 2013153772 A1, 2013.10.17,

JP 2014007838 A, 2014.01.16,

CN 102217163 A, 2011.10.12,

审查员 王喆

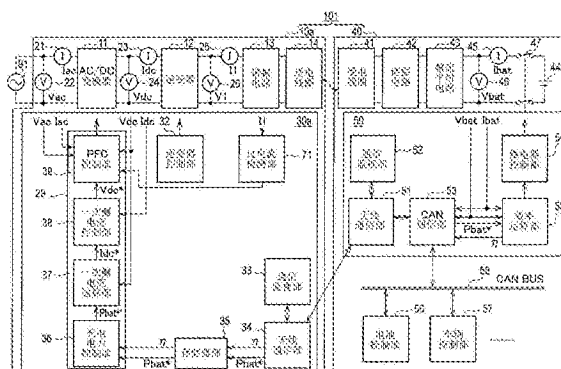
权利要求书1页 说明书16页 附图17页

(54)发明名称

非接触供电系统和送电装置

(57)摘要

具备具有送电线圈(14)的送电装置(10a)、具有受电线圈(41)的受电装置(40)。而且,以非接触的方式从送电线圈(14)向受电线圈(41)输送电力,来向搭载于受电装置(40)的电池(44)供给电力。送电装置(10a)具备根据送电电力指令值来控制向送电线圈(14)供给的电力的控制量运算部(29)。受电装置(40)具有:效率运算部(55),其基于向电负载供给的电力和送电电力指令值来运算送电效率;继电器(47),其在向电池(44)供给电力和停止向电池(44)供给电力之间进行切换;以及继电器控制部(54),其在送电效率为阈值效率以下的情况下,切断继电器(47)来停止电力的供给。控制量运算部(29)在送电线圈(14)中流动的电流超过阈值电流的情况下,进行抑制输出电力的控制。



1. 一种非接触供电系统,具备设置于地面侧并具有送电线圈的送电装置以及设置于车辆并具有受电线圈的受电装置,以非接触的方式从所述送电线圈向所述受电线圈输送电力,来向搭载于受电装置的电负载供电,该非接触供电系统的特征在于,

所述送电装置具有电力控制部,该电力控制部根据送电电力指令值来控制向所述送电线圈供给的电力,

所述受电装置具有:

效率运算部,其基于向所述电负载供给的电力和所述送电电力指令值来运算送电效率以及

切换控制部,其在所述送电效率为预先设定的阈值效率以下的情况下,切断由所述受电线圈接收到的电力向所述电负载的供给,

其中,所述电力控制部在由于向所述电负载的电力供给的切断而导致的送电线圈中流动的电流超过阈值电流的情况下,进行用于抑制向所述送电线圈供给的电力的控制。

2. 根据权利要求1所述的非接触供电系统,其特征在于,

所述电力控制部根据所述送电效率来控制向所述送电线圈供给的电力。

3. 根据权利要求1所述的非接触供电系统,其特征在于,

所述电力控制部将向所述送电线圈供给的电力与所述送电效率无关地控制为固定值。

非接触供电系统和送电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种以非接触的方式向电动汽车等具备电池的車輛供给电力的非接触供电系统和送电装置。

背景技术

[0002] 提出了一种以非接触的方式从设置于地面侧的送电装置向设置于車輛侧的受电装置供给电力来向搭载于車輛的电负载供给电力的非接触供电系统。在这样的非接触供电系统中,在将車輛停放在供电位置来执行供电时,存在車輛从该供电位置移动的情况。在这样的情况下,在送电线圈与受电线圈之间产生偏移,因此需要立即检测出该偏移来使电力的供给停止。

[0003] 作为在送电装置与受电装置之间进行通信并进行控制以提供适当的电压的技术,例如已知专利文献1所公开的技术。在该专利文献1中公开了以下技术:在受电装置与送电装置之间以第二周期进行通信,并且由送电装置以比第二周期短的第一周期进行控制以使送电电力适当。

[0004] 专利文献1:国际公开第2013/046391号

发明内容

[0005] 然而,专利文献1所公开的以往例没有公开以下内容:在非接触供电的执行过程中,在送电线圈与受电线圈之间产生了位置偏移的情况下,对送电电力进行抑制。

[0006] 本发明是为了解决这样的以往的问题而完成的,其目的在于提供一种在送电线圈与受电线圈之间产生了位置偏移的情况下能够对送电电力进行抑制的非接触供电系统和送电装置。

[0007] 本发明的一个方式所涉及的非接触供电系统具备具有送电线圈的送电装置和具有受电线圈的受电装置,以非接触的方式从送电线圈向受电线圈输送电力,来向搭载于受电装置的电负载供电。送电装置具有根据送电电力指令值来控制向送电线圈供给的电力的电力控制部,送电装置或受电装置具有运算送电效率的效率运算部。另外,受电装置具有:切换部,其在向电负载供给电力和停止向电负载供给电力之间进行切换;以及切换控制部,其在送电效率为阈值效率以下的情况下,切断切换部来停止电力的供给。而且,电力控制部在送电线圈中流动的电流超过阈值电流的情况下,进行用于抑制向送电线圈供给的电力的控制。

[0008] 本发明的一个方式所涉及的送电装置具有送电线圈,以非接触的方式向具有受电线圈的受电装置供给电力,来向搭载于受电装置的电负载供电。而且,具备:电力控制部,其根据送电电力指令值来控制向送电线圈供给的电力;以及过电流检测部,其检测向送电线圈供给的电流成为过电流的情形。电力控制部在由过电流检测部检测出过电流时,抑制向送电线圈供给的电力。

附图说明

- [0009] 图1是表示本发明的实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。
- [0010] 图2是表示本发明的第一实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。
- [0011] 图3是表示本发明的第一实施方式所涉及的非接触供电系统的送电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0012] 图4是表示本发明的第一实施方式所涉及的非接触供电系统的受电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0013] 图5是表示本发明的第一实施方式所涉及的非接触供电系统的控制量运算部的结构的框线图。
- [0014] 图6是表示本发明的第二实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。
- [0015] 图7是表示本发明的第二实施方式所涉及的非接触供电系统的送电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0016] 图8是表示本发明的第二实施方式所涉及的非接触供电系统的受电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0017] 图9是表示本发明的第三实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。
- [0018] 图10是表示本发明的第三实施方式所涉及的非接触供电系统的送电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0019] 图11是表示本发明的第三实施方式所涉及的非接触供电系统的受电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0020] 图12是表示本发明的第四实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。
- [0021] 图13是表示本发明的第四实施方式所涉及的非接触供电系统的送电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0022] 图14是表示本发明的第四实施方式所涉及的非接触供电系统的受电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0023] 图15是表示第四实施方式的变形例所涉及的非接触供电系统的结构的框图。
- [0024] 图16是表示第四实施方式的变形例所涉及的非接触供电系统的送电侧控制器的处理过程的流程图。
- [0025] 图17是表示第四实施方式的变形例所涉及的非接触供电系统的受电侧控制器的处理过程的流程图。

具体实施方式

[0026] 下面,参照附图说明本发明的实施方式。图1是表示本发明所涉及的非接触供电系统的结构的框图。如图1所示,车辆200具备受电装置40,在车辆200所停放的地面侧的空间设置有向车辆200提供电力的送电装置10。送电装置10具备对从交流电源91供给的交流电压进行整流的AC/DC变换器11、逆变器电路12、谐振电路13以及送电线圈14。送电装置10还具备送电侧控制器30。

[0027] 受电装置40具备受电线圈41、谐振电路42、整流平滑电路43、继电器47以及电池44。受电装置40还具备受电侧控制器50以及将从电池44输出的直流电压变换为交流电压的

逆变器15以及被供给从该逆变器15输出的交流电压而被驱动的电动机16。

[0028] [第一实施方式的说明]

[0029] 图2是表示本发明的第一实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。如图2所示,该非接触供电系统100具备设置于地面侧并输送电力的送电装置10以及接收从该送电装置10输送的电力来向电池44(电负载)供电的受电装置40。此外,在本实施方式中,对使用电池44来作为电负载的一例的例子进行说明,但是本发明不限于此,也能够设为例如电动机等其它电负载。

[0030] 送电装置10具备将从交流电源91提供的交流电压变换为直流电压的AC/DC变换器11以及将由该AC/DC变换器11进行直流化得到的电压变换为具有期望的频率和振幅的交流电压的逆变器电路12。送电装置10还具备使逆变器电路12的输出电力进行谐振的谐振电路13、输送谐振后的电力的送电线圈14、以及送电侧控制器30。

[0031] 另外,送电装置10具备检测向AC/DC变换器11提供的交流电流 I_{ac} 的电流计21和检测交流电压 V_{ac} 的电压计22。送电装置10还具备检测向逆变器电路12输入的直流电流 I_{dc} 的电流计23和检测直流电压 V_{dc} 的电压计24、以及检测从逆变器电路12输出的交流电流 I_1 的电流计25和检测交流电压 V_1 的电压计26。AC/DC变换器11根据从后述的PFC(Power Factor Correction:功率因数校正)控制部39输出的控制信号,来控制从交流电源91提供的交流电压的占空比,从而生成成为期望的振幅的直流电压。

[0032] 逆变器电路12具备包括上臂和下臂的多个半导体开关(例如IGBT),根据从后述的逆变器控制部32输出的控制信号来切换各半导体开关的接通、断开,由此生成具有期望的频率和振幅的交流电压。

[0033] 谐振电路13由电容器和电阻等元件构成,使从逆变器电路12输出的交流电力在与送电线圈14之间进行谐振。即,设定为送电线圈14与电容器的谐振频率同逆变器电路12的输出频率几乎一致。

[0034] 送电线圈14例如是螺旋型、盘型、环型、或螺线管型的线圈,例如设置于停车空间的地面。而且,如图1所示,该送电线圈14被设定成在车辆200停放在停车空间内的规定位置时处于与受电线圈41相向的位置(参照图1)。

[0035] 另外,送电侧控制器30具备功率因数运算部31、逆变器控制部32以及控制量运算部29(电力控制部)。送电侧控制器30还具备与受电侧控制器50之间进行通信的无线通信部34(送电侧通信部)、监视该无线通信部34的通信状态的通信监视部33以及存储通过无线通信接收到的电力指令值 P_{bat*} 的存储器部35。在此,“电力指令值 P_{bat*} ”是从送电线圈14输送的电力的指令值(送电电力指令值),由受电装置40发送。

[0036] 功率因数运算部31以预先设定的规定的运算周期(第一周期)获取向逆变器电路12提供的直流电压 V_{dc} 和直流电流 I_{dc} 以及从逆变器电路12输出的交流电压 V_1 和交流电流 I_1 ,根据这些 V_{dc} 、 I_{dc} 、 V_1 、 I_1 来运算从逆变器电路12输出的电力的功率因数 $\cos\theta$ (第二效率)。具体地说,通过以下所示的(1)式来运算功率因数 $\cos\theta$ 。

[0037] $\cos\theta = (V_{dc} \times I_{dc}) / (V_1 \times I_1) \quad \cdots (1)$

[0038] 也就是说,能够使用在上一个运算周期获取到的 V_{dc} 、 I_{dc} 、 V_1 、 I_1 来求出在本次的运算周期中使用的功率因数 $\cos\theta$ 。此外,功率因数 $\cos\theta$ 的运算方法不限于上述(1)式,例如能够采用测定电压 V_1 与电流 I_1 的相位差 θ 并基于该相位差 θ 计算功率因数 $\cos\theta$ 等各种方法。

[0039] 逆变器控制部32根据由功率因数运算部31运算的功率因数 $\cos\theta$ 来对逆变器电路12的输出进行控制以输送电力指令值 P_{bat*} 的电力。

[0040] 无线通信部34利用LAN(Local Area Network:局域网)通信等来与受电侧控制器50之间进行各种数据通信。特别地,在从受电侧控制器50发送了电力指令值 P_{bat*} 的情况下,接收该电力指令值 P_{bat*} 。另外,在从受电侧控制器50发送了充电电力的抑制指令信号的情况下,接收该充电电力的抑制指令信号。在该无线通信部34中,以比上述的功率因数运算部31运算功率因数 $\cos\theta$ 的运算周期、即第一周期长的第二周期进行数据通信。因而,在无线通信部34正常地进行了通信的情况下,从受电侧控制器50发送的电力指令值 P_{bat*} 以第二周期被接收。

[0041] 通信监视部33对无线通信部34的通信状态进行监视。存储器部35存储由无线通信部34接收到的电力指令值 P_{bat*} ,并将所存储的电力指令值 P_{bat*} 输出到控制量运算部29。

[0042] 控制量运算部29具备充电电力控制部36、一次侧电流运算部37、一次侧电流控制部38以及PFC控制部39。充电电力控制部36获取存储器部35所存储的电力指令值 P_{bat*} 以及由功率因数运算部31运算的功率因数 $\cos\theta$,使用该功率因数 $\cos\theta$ 来对电力指令值 P_{bat*} 进行校正。然后,输出校正后的电力指令值 P_{bat*}' 。具体地说,通过下述(3)式来运算校正后的电力指令值 P_{bat*}' 。

[0043] $P_{bat*}' = P_{bat*} / \cos\theta \quad \dots (3)$

[0044] 一次侧电流运算部37基于校正后的电力指令值 P_{bat*}' 以及在上一个运算周期从AC/DC变换器11输出的直流电压 V_{dc} ,来运算AC/DC变换器11的输出电流指令值 I_{dc*} 。

[0045] 一次侧电流控制部38基于由一次侧电流运算部37运算出的输出电流指令值 I_{dc*} 以及在上一个运算周期从AC/DC变换器11输出的直流电流 I_{dc} ,来运算AC/DC变换器11的输出电压指令值 V_{dc*} 。

[0046] PFC控制部39基于在上一个运算周期由电压计24检测出的直流电压 V_{dc} 以及从一次侧电流控制部38输出的输出电压指令值 V_{dc*} ,来决定AC/DC变换器11的变换控制的占空比。另外,获取在上一个运算周期由电流计21检测的电流 I_{ac} (从交流电源91输出的电流)以及由电压计22检测的电压 V_{ac} (从交流电源91输出的电压),并适当地变更占空比的指令值以使电流 I_{ac} 与电压 V_{ac} 成为同相。该占空比的指令值被输出到AC/DC变换器11。因而,在AC/DC变换器11中,以从送电线圈14输送电力指令值 P_{bat*} 的电力的方式对输出电压 V_{dc} 进行控制。

[0047] 另一方面,受电装置40具备:受电线圈41,其以非接触的方式接收从送电线圈14发送的电力;谐振电路42,其使由该受电线圈41接收到的电力进行谐振;以及整流平滑电路43,其将从谐振电路42输出的交流电压变换为直流电压且进行平滑化。受电装置40还具备:电池44,从送电装置10输送的电力被充入到该电池44;继电器47(切换部),其在整流平滑电路43与电池44连接和切断整流平滑电路43与电池44的连接之间进行切换;以及受电侧控制器50。另外,受电装置40还具备检测从整流平滑电路43输出的电流 I_{bat} 的电流计45以及检测电压 V_{bat} 的电压计46。

[0048] 受电线圈41例如是螺旋型、盘型、环型、或螺线管型的线圈,例如搭载于车辆的底面。而且,在车辆停放在停车空间内的规定的充电位置时,该受电线圈41与设置于该充电位置的地面的送电线圈14彼此相向。

[0049] 谐振电路42由电容器和电阻等元件构成,使由受电线圈41接收到的交流电力进行谐振。即,设定为包括受电线圈41和电容器的电路的谐振频率与从送电线圈14输送的交流电力的频率几乎一致。

[0050] 整流平滑电路43具备例如包括二极管桥电路的整流电路以及具备电容器的平滑电路。而且,对从谐振电路42输出的交流电压进行整流,再进行平滑化后向电池44提供。

[0051] 继电器47在被连接时,将由受电线圈41接收到的电力供给到电池44(电负载),在被切断时,停止向电池44的电力供给。即,继电器47具备作为在向电负载(电池44)供给由受电线圈41接收到的电力和停止向电负载(电池44)供给由受电线圈41接收到的电力之间进行切换的切换部的功能。

[0052] 受电侧控制器50具备与设置于送电侧控制器30的无线通信部34之间进行LAN通信等无线通信的无线通信部51(受电侧通信部)、对该无线通信部51的通信状态进行监视的通信监视部52、CAN通信部53、效率运算部55以及继电器控制部54(切换控制部)。

[0053] CAN通信部53经由BUS线58而与电池控制部56、车辆控制部57等各种控制部连接,利用CAN(Controller Area Network:控制器局域网)通信进行数据的发送和接收。电池控制部56生成电力指令值 P_{bat}^* ,并经由BUS线58输出到CAN通信部53。

[0054] 效率运算部55获取经由CAN通信部53发送的电力指令值 P_{bat}^* ,还获取由电流计45检测的电流 I_{bat} 和由电压计46检测的电压 V_{bat} ,基于这些数据运算送电装置10与受电装置40之间的电力的送电效率 η (第一效率)。具体地说,将 I_{bat} 与 V_{bat} 相乘来运算送电电力 P_{bat} ,并且,通过下述(2)式运算送电效率 η 。

[0055] $\eta = P_{bat} / P_{bat}^* = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat}^* \quad \cdots (2)$

[0056] 而且,在通过上述(2)式运算出的送电效率 η 为预先设定的阈值效率 η_{th} 以下的情况下,向继电器控制部54输出切断指令信号。并且,输出充电电力的抑制指令信号。该抑制指令信号经由无线通信部51被发送到送电装置10。

[0057] 继电器控制部54在从效率运算部55被提供切断指令信号的情况下,将继电器47切断来停止向电池44的电力供给。即,在由效率运算部55运算的送电效率 η 下降而成为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,判断为送电线圈14与受电线圈41之间产生了某种异常,使向电池44的电力供给停止。

[0058] 而且,在第一实施方式所涉及的非接触供电系统100中,在由功率因数运算部31运算的功率因数 $\cos\theta$ 低于预先设定的阈值功率因数的情况下,抑制由充电电力控制部36运算的校正后的电力指令值 P_{bat}^* 从而抑制从送电装置10向受电装置40输送的电力。此外,“抑制”是包含“降低”以及“使其成为零”的概念。

[0059] 另外,在由效率运算部55运算的送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,将继电器47切断,因此从送电线圈14来看的包括受电线圈41、电池44的受电装置40侧的电路成为开路状态。其结果,包括送电线圈14、受电线圈41、电池44的电路整体的阻抗上升,从逆变器电路12输出的电流 I_1 与电压 V_1 的相位差变大。由此,功率因数 $\cos\theta$ 下降,因此送电电力被抑制。并且,在送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,进行从无线通信部51向送电侧控制器30发送充电电力的抑制指令信号来抑制输出电力的控制。

[0060] 接着,参照图3、图4所示的流程图来说明第一实施方式所涉及的非接触供电系统100的作用。图3是表示送电侧控制器30的处理过程的流程图。在图3中,步骤S11~S15的处

理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,S16以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。

[0061] 首先,在步骤S11中,无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51之间进行利用LAN通信等的无线通信。该无线通信如前述的那样以第二周期进行。在步骤S12中,无线通信部34接收从受电侧控制器50发送的电力指令值 P_{bat}^* 。即,从图2所示的电池控制部56输出的电力指令值 P_{bat}^* 从无线通信部51被发送,由无线通信部34接收。

[0062] 在步骤S13中,作为初始设定,控制量运算部29以使AC/DC变换器11的输出电压 V_{dc} 成为最小值的方式来对输出电压指令值 V_{dc}^* 进行设定。

[0063] 在步骤S14中,逆变器控制部32将逆变器电路12的驱动频率和占空比设为预先设定的固定值来驱动该逆变器电路12。然后,在步骤S15中,开始送电线圈14的励磁。即,使交流电流流过送电线圈14来产生磁通。

[0064] 在步骤S16中,电压计22、电流计21、电压计24、电流计23、电压计26以及电流计25分别检测电压 V_{ac} 、电流 I_{ac} 、电压 V_{dc} 、电流 I_{dc} 、电压 V_1 以及电流 I_1 。而且,电压 V_{ac} 、电流 I_{ac} 被提供到控制量运算部29,电压 V_{dc} 、电流 I_{dc} 被提供到控制量运算部29和功率因数运算部31,电压 V_1 、电流 I_1 被提供到功率因数运算部31。

[0065] 在步骤S17中,功率因数运算部31使用下述(1)式来运算从逆变器电路12输出的电力的功率因数 $\cos\theta$ 。

$$[0066] \quad \cos\theta = (V_{dc} \times I_{dc}) / (V_1 \times I_1) \quad \cdots (1)$$

[0067] 在步骤S18中,控制量运算部29对电力指令值 P_{bat}^* 进行校正。在该处理中,使用以下所示的(3)式来运算校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$ 。

$$[0068] \quad P_{bat}^{*'} = P_{bat}^* / \cos\theta \quad \cdots (3)$$

[0069] 在步骤S19中,控制量运算部29根据图5所示的框线图来运算电压控制量 V_{dc}^* 。如图5所示,充电电力控制部36根据功率因数 $\cos\theta$ 来对电力指令值 P_{bat}^* 进行校正,生成校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$ 。图5所示的一次侧电流运算部37通过将校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$ 除以在上一个运算周期检测出的电压 V_{dc} 来运算电流指令值 I_{dc}^* 。

[0070] 并且,由减法器18从电流指令值 I_{dc}^* 减去在上一个运算周期检测出的电流 I_{dc} ,根据该减法结果,由一次侧电流控制部38通过PI控制来求出电压指令值 V_{dc}^* 。而且,将该电压指令值 V_{dc}^* 输出到PFC控制部39。PFC控制部39以使得AC/DC变换器11的输出电压成为电压指令值 V_{dc}^* 的方式对占空比进行控制。通过这样来进行控制使得从送电线圈14向受电线圈41输送校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$ 的电力。即,在图3所示的步骤S20中,通过上述的运算来运算电压指令值 V_{dc}^* 。而且,通过该控制,来从送电装置10向受电装置40输送与功率因数 $\cos\theta$ 相应的电力。

[0071] 在步骤S21中,控制量运算部29判断由功率因数运算部31运算的功率因数 $\cos\theta$ 是否超过预先设定的阈值功率因数。而且,在超过了阈值功率因数的情况下(步骤S21:“是”),使处理进入步骤S22。另一方面,在为阈值功率因数以下的情况下(步骤S21:“否”),使处理进入步骤S23。

[0072] 在步骤S22中,控制量运算部29判断是否从受电侧控制器50发送了送电抑制指令。在发送了送电抑制指令的情况下(步骤S22:“是”),使处理进入步骤S23,在没有发送送电抑制指令的情况下(步骤S22:“否”),使处理返回步骤S16。

[0073] 在步骤S23中,控制量运算部29进行用于抑制向电池44供给的电力的控制。具体地说,进行用于抑制AC/DC变换器11的输出电压Vdc的控制。也就是说,在功率因数 $\cos\theta$ 为阈值功率因数以下的情况下、或者在接收到送电抑制指令的情况下,进行用于抑制从送电线圈14输送的电力的控制。此外,在上述的步骤S21的处理中,在功率因数 $\cos\theta$ 为阈值功率因数以下的情况下,使处理进入步骤S23,但是存在以下情况:当功率因数 $\cos\theta$ 接近作为最大值的“1”时,送电反而不稳定。因而,也可以对功率因数 $\cos\theta$ 设定上限值,在超过该上限值的情况下,也使处理进入步骤S23。

[0074] 接着,参照图4所示的流程图来说明受电侧控制器50的处理过程。图4所示的步骤S31、S32的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,S33以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。

[0075] 首先,在步骤S31中,无线通信部51与送电侧控制器30的无线通信部34进行利用LAN通信等的无线通信。如前述的那样,该无线通信以第二周期进行。在步骤S32中,无线通信部51将从电池控制部56输出的电力指令值 P_{bat}^* 以无线通信的方式发送到送电侧控制器30。

[0076] 在步骤S33中,效率运算部55获取由电压计46检测出的电压Vbat和由电流计45检测出的电流Ibat。在步骤S34中,效率运算部55通过将电压Vbat与电流Ibat相乘,来运算向电池44供给的电力Pbat。并且,根据该电力Pbat和电力指令值 P_{bat}^* ,使用下述的(2)式来运算电力的送电效率 η 。

[0077] $\eta = P_{bat} / P_{bat}^* = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat}^* \quad \dots (2)$

[0078] 在步骤S35中,效率运算部55判断通过上述(2)式运算出的效率 η 是否超过预先设定的阈值效率 η_{th} 。而且,在效率 η 超过了阈值效率 η_{th} 的情况下、即 $\eta > \eta_{th}$ 的情况下(步骤S35:“是”),使处理返回步骤S33。另一方面,在效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下、即 $\eta \leq \eta_{th}$ 的情况下(步骤S35:“否”),在步骤S36中向继电器控制部54输出切断指令信号。继电器控制部54将继电器47切断。通过切断继电器47,从逆变器电路12输出的电压V1与电流I1的相位差变大,功率因数 $\cos\theta$ 下降,因此送电电力被抑制。

[0079] 并且,在步骤S37中,无线通信部51与送电侧控制器30的无线通信部34进行通信,在步骤S38中,发送送电抑制指令。被发送的送电抑制指令通过图3的步骤S22的处理被检测出,通过步骤S23的处理来抑制充电电力。也就是说,在从送电线圈14向受电线圈41输送电力的送电效率 η 下降了的情况下,能够抑制送电线圈14的送电电力。

[0080] 通过这样,在第一实施方式所涉及的非接触供电系统100中,通过功率因数运算部31运算从逆变器电路12输出的电力的功率因数 $\cos\theta$,在该功率因数 $\cos\theta$ 为预先设定的阈值功率因数以下的情况下,对从AC/DC变换器11输出的电压Vdc进行抑制。因而,在功率因数 $\cos\theta$ 下降了的情况下,能够以比作为无线通信部34的通信周期的第二周期短的第一周期对送电电力进行抑制。因而,在由于例如车辆碰撞、人为的移动等理由而在送电线圈14与受电线圈41之间产生了位置偏移的情况下,能够立即抑制不必要的电力的输送,能够防止发热等故障的发生。另外,不需要从受电侧控制器50发送的数据,仅通过送电装置10中的运算来检测出功率因数 $\cos\theta$ 下降从而抑制送电电力,因此即使在无线通信部34与无线通信部51之间的无线通信中断了的情况下,也能够可靠地抑制送电电力。

[0081] 另外,由于使用功率因数 $\cos\theta$ 来判断送电效率,因此例如与检测从逆变器电路12

输出的电流 I_1 (向送电线圈14提供的电流)的大小来判断送电效率的情况相比,能够更高精度地判断送电效率的下降。也就是说,电流 I_1 包含有效成分和无效成分这两方,因此无法个别地判断有效成分的大小和无效成分的大小。与此相对地,在使用功率因数 $\cos\theta$ 来判断送电效率的情况下,由于能够反映有效成分的变化,因此能够更高精度地判断送电效率。

[0082] 并且,在由效率运算部55运算的送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,将继电器47切断,因此从送电线圈14来看的包括受电线圈41、电池44的受电装置40侧的电路成为开路状态。其结果,包括送电线圈14、受电线圈41、电池44的电路整体的阻抗上升,从逆变器电路12输出的电流 I_1 与电压 V_1 的相位差变大。由此,功率因数 $\cos\theta$ 下降,因此送电电力被抑制。即,即使在无线通信部34与无线通信部51之间的无线通信中断时、由受电侧控制器50检测出送电效率 η 异常的情况下,也能够抑制送电电力。

[0083] 另外,在由受电装置40检测出效率 η 下降的情况下,送电抑制指令通过无线通信被发送到送电侧控制器30,来抑制送电电力。因而,即使在尽管发生了异常但功率因数 $\cos\theta$ 未下降的情况下,也能够根据送电抑制指令来抑制来自送电装置10的送电电力,因此能够更可靠地抑制电力的输送。

[0084] [第一实施方式的变形例的说明]

[0085] 在前述的第一实施方式中,对于由功率因数运算部31运算功率因数 $\cos\theta$ 并在该功率因数 $\cos\theta$ 为阈值功率因数以下时对送电电力进行抑制的例子进行了说明。在变形例中,代替功率因数 $\cos\theta$ 而使用从逆变器电路12输出的电流 I_1 来检测送电效率的下降。即,当从送电线圈14输送的电力的送电效率下降时,电流 I_1 增加。此时,当将送电线圈14与受电线圈41之间的耦合系数设为 α 时,电流 I_1 与耦合系数 α 具有相关关系。具体地说,以当耦合系数 α 下降时电流 I_1 增大的方式进行变化。

[0086] 因此,预先存储表示电流 I_1 与耦合系数 α 的对应关系的对应图,在检测出电流 I_1 时,参照该对应图来计算耦合系数 α ,在该耦合系数 α 下降至规定的阈值水平的情况下,进行抑制送电电力的控制。通过这样,与前述的第一实施方式同样地,在送电线圈14与受电线圈41之间产生了位置偏移的情况下,能够立即抑制不必要的电力的输送,能够防止发热等故障的发生。

[0087] [第二实施方式的说明]

[0088] 接着,说明本发明的第二实施方式。图6是表示第二实施方式所涉及的非接触供电系统的结构的框图。如图6所示,第二实施方式所涉及的非接触供电系统101相比于图2所示的非接触供电系统100,设置于送电装置10a的送电侧控制器30a的结构不同。除此以外的结构与图2相同,因此标注相同的附图标记并省略结构说明。

[0089] 与图2同样地,送电侧控制器30a具备无线通信部34、通信监视部33、存储器部35、控制量运算部29以及对逆变器电路12进行控制的逆变器控制部32。除此之外,送电侧控制器30a还具备根据由电流计25检测的电流 I_1 来检测过电流的过电流检测部71。另外,送电侧控制器30a不具备图2所示的功率因数运算部31。

[0090] 并且,无线通信部34与无线通信部51之间进行通信,接收电力指令值 P_{bat*} ,除此以外还接收从无线通信部51发送的送电效率 η 。存储器部35存储由无线通信部34接收到的电力指令值 P_{bat*} 和送电效率 η 。

[0091] 与前述的图2同样地,控制量运算部29具备充电电力控制部36、一次侧电流运算部

37、一次侧电流控制部38以及PFC控制部39。

[0092] 充电电力控制部36获取从存储器部35输出的电力指令值 P_{bat}^* 和送电效率 η ,根据送电效率 η 对电力指令值 P_{bat}^* 进行校正。然后,输出校正后的电力指令值 P_{bat}' 。具体地说,通过下述(4)式来运算并输出校正后的电力指令值 P_{bat}' 。

$$[0093] \quad P_{bat}' = P_{bat}^* / \eta \quad \cdots (4)$$

[0094] 一次侧电流运算部37、一次侧电流控制部38以及PFC控制部39与前述的第一实施方式相同,因此省略详细的说明。

[0095] 过电流检测部71以第一周期获取从逆变器电路12输出的电流 I_1 ,在该电流 I_1 超过预先设定的阈值电流时,判断为产生了过电流。而且,将过电流检测信号输出到PFC控制部39。在由过电流检测部71检测出过电流的情况下,PFC控制部39进行控制以抑制AC/DC变换器11的输出电压。

[0096] 另一方面,受电侧控制器50将由效率运算部55运算的送电效率 η 经由CAN通信部53输出到无线通信部51。无线通信部51将送电效率 η 发送到送电侧控制器30a。送电效率 η 能够如前述的第一实施方式所示的那样通过下述(2)式来运算。

$$[0097] \quad \eta = P_{bat} / P_{bat}^* = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat}^* \quad \cdots (2)$$

[0098] 接着,参照图7、图8所示的流程图来说明如上述那样构成的第二实施方式所涉及的非接触供电系统101的作用。图7是表示送电侧控制器30a的处理过程的流程图。在图7中,步骤S41~S45的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,S46以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。此外,步骤S41~S45的处理与图3所示的步骤S11~S15的处理相同,因此省略详细的说明。

[0099] 在步骤S46中,通信监视部33判断是否为无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51的通信周期、即第二周期。如果是第二周期(步骤S46:“是”),则使处理进入步骤S47,如果不是第二周期(步骤S46:“否”),则使处理进入步骤S50。

[0100] 在步骤S47中,无线通信部34与无线通信部51之间进行无线通信。在步骤S48中,从受电侧控制器50接收送电效率 η 。在步骤S49中,更新存储器部35中所存储的送电效率 η 。

[0101] 在步骤S50中,电压计22、电流计21、电压计24、电流计23、电压计26以及电流计25分别检测电压 V_{ac} 、电流 I_{ac} 、电压 V_{dc} 、电流 I_{dc} 、电压 V_1 以及电流 I_1 。而且,电压 V_{ac} 、电流 I_{ac} 、电压 V_{dc} 、电流 I_{dc} 被提供到控制量运算部29,电流 I_1 被提供到过电流检测部71。

[0102] 在步骤S51中,控制量运算部29使用送电效率 η 对电力指令值 P_{bat}^* 进行校正。在该处理中,使用以下所示的(4)式来运算校正后的电力指令值 P_{bat}' 。

$$[0103] \quad P_{bat}' = P_{bat}^* / \eta \quad \cdots (4)$$

[0104] 在步骤S52中,控制量运算部29根据前述的图5所示的框线图来运算电压控制量 V_{dc}^* 。然后,在步骤S53中,控制量运算部29对电压 V_{dc} 的控制量进行设定。该运算的方法与前述的第一实施方式相同,因此省略详细的说明。而且,通过该控制,与送电效率 η 相应的电力从送电装置10a被输送至受电装置40。

[0105] 在步骤S54中,控制量运算部29判断是否由过电流检测部71检测出过电流。如后述的那样,在由受电侧控制器50检测出送电效率 η 下降而继电器47被切断的情况下,逆变器电路12的输出电流 I_1 为过电流。因而,通过检测输出电流 I_1 是否为过电流,能够识别继电器47的切断状态。而且,在未检测出过电流的情况下(步骤S54:“否”),使处理进入步骤S55,在检

测出过电流的情况下(步骤S54:“是”),使处理进入步骤S56。

[0106] 在步骤S55中,控制量运算部29判断是否从受电侧控制器50发送了送电抑制指令,在发送了送电抑制指令的情况下(步骤S55:“是”),使处理进入步骤S56,在没有发送送电抑制指令的情况下(步骤S55:“否”),使处理返回步骤S46。

[0107] 在步骤S56中,控制量运算部29进行用于抑制向电池44供给的电力的控制。具体地说,通过抑制AC/DC变换器11的输出电压Vdc,来抑制从送电线圈14向受电线圈41输送的电力。因而,在继电器47被切断的情况下,由过电流检测部71检测出过电流,进而送电电力被抑制。

[0108] 接着,参照图8所示的流程图来说明受电侧控制器50的处理过程。在图8中,步骤S61、S62的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,步骤S63以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。此外,步骤S61、S62的处理与前述的图4所示的步骤S31、S32相同,因此省略详细的说明。

[0109] 在步骤S63中,效率运算部55获取由电压计46检测的电压Vbat以及由电流计45检测的电流Ibat。在步骤S64中,效率运算部55通过将电压Vbat与电流Ibat相乘,来运算向电池44供给的电力Pbat。并且,根据该电力Pbat和电力指令值Pbat*,通过下述的(2)式来运算电力的送电效率 η 。

[0110] $\eta = Pbat / Pbat* = (Ibat \cdot Vbat) / Pbat* \quad \cdots (2)$

[0111] 在步骤S65中,通信监视部52判断是否为无线通信部51与送电侧控制器30a的无线通信部34的通信周期、即第二周期。如果是第二周期(步骤S65:“是”),则使处理进入步骤S66,如果不是第二周期(步骤S65:“否”),则使处理进入步骤S68。

[0112] 在步骤S66中,无线通信部51与送电侧控制器30a的无线通信部34之间进行无线通信。在步骤S67中,无线通信部51向送电侧控制器30a发送送电效率 η 。该送电效率 η 在图7的步骤S48的处理中由无线通信部34接收,并在步骤S49的处理中被存储到存储器部35中。也就是说,每次经过第二周期时,存储器部35中所存储的送电效率 η 就被更新。

[0113] 在步骤S68中,效率运算部55判断效率 η 是否超过预先设定的阈值效率 η_{th} 。而且,在效率 η 超过了阈值效率 η_{th} 的情况下、即在 $\eta > \eta_{th}$ 的情况下(步骤S68:“是”),使处理返回步骤S63。另一方面,在效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下、即在 $\eta \leq \eta_{th}$ 的情况下(步骤S68:“否”),在步骤S69中向继电器控制部54输出切断指令信号。继电器控制部54将继电器47切断。通过继电器47被切断,由此从逆变器电路12输出的电流I1为过电流,因此送电电力被抑制。

[0114] 并且,在步骤S70中,无线通信部51与送电侧控制器30a的无线通信部34进行通信,在步骤S71中发送送电抑制指令。被发送的送电抑制指令通过图7的步骤S55的处理被检测出,通过步骤S56的处理来抑制充电电力。也就是说,在从送电线圈14向受电线圈41的电力的送电效率 η 下降了的情况下,能够抑制送电线圈14的送电电力。

[0115] 通过这样,在第二实施方式所涉及的非接触供电系统101中,在由效率运算部55运算的送电效率 η 为预先设定的阈值效率 η_{th} 以下的情况下,通过将继电器47切断,由此从送电线圈14来看的包括受电线圈41、电池44的受电装置40侧的电路成为开路状态。其结果,包括送电线圈14、受电线圈41、电池44的电路整体的阻抗上升,从逆变器电路12输出的电流I1增加而产生过电流。而且,由过电流检测部71检测出过电流,从AC/DC变换器11输出的电压

Vdc被抑制。其结果,能够抑制从送电线圈14向受电线圈41输送的送电电力。此时,过电流的检测是以第一周期执行的,因此能够迅速地抑制送电电力。

[0116] 因而,在由于例如车辆碰撞、人为的移动等理由而在送电线圈14与受电线圈41之间产生了位置偏移的情况下,能够立即抑制不必要的电力的输送,能够防止发热等故障的发生。另外,即使在无线通信部51与无线通信部34之间的无线通信中断了的情况下,也能够抑制送电电力。

[0117] 并且,在由受电侧控制器50检测出送电效率 η 下降的情况下,送电抑制指令通过无线通信以第二周期被发送到送电侧控制器30a,从而送电电力被抑制。因而,即使在尽管送电效率 η 下降了但继电器47未被切断的情况下,也能够根据送电抑制指令来抑制从送电线圈14输送的电力,能够更可靠地抑制不必要的电力的输送。

[0118] 并且,送电侧控制器30a根据从受电侧控制器50发送的送电效率 η 对电力指令值 P_{bat}^* 进行校正来运算校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$,使用该校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$ 来运算电压指令值 V_{dc}^* ,因此能够进行与送电效率 η 相应的送电电力的控制。此外,在从逆变器电路12输出的电流I1增加而产生过电流并由过电流检测部71检测出过电流的情况下,也可以将该检测信号输出到逆变器控制部32而非PFC控制部39,来直接强制使逆变器电路12停止。

[0119] [第二实施方式的变形例的说明]

[0120] 接着,说明第二实施方式的变形例。在前述的第二实施方式中,对于由受电侧控制器50运算送电效率 η 并将运算出的送电效率 η 发送到送电侧控制器30a的例子进行了说明。与此相对地,在变形例所涉及的非接触供电系统中,将由电流计45检测的电流 I_{bat} 以及由电压计46检测的电压 V_{bat} 的数据发送到送电侧控制器30a,并由送电侧控制器30a运算送电效率 η 。而且,使用该送电效率 η 来运算在图7所示的步骤S51的处理中使用的下述(4)式。

[0121] $P_{bat}^{*'} = P_{bat}^* / \eta \quad \cdots (4)$

[0122] 而且,在变形例所涉及的非接触供电系统中,也能够达成与前述的第二实施方式所涉及的非接触供电系统同样的效果。

[0123] [第三实施方式的说明]

[0124] 接着,说明本发明的第三实施方式。图9是表示第三实施方式所涉及的非接触供电系统101的结构的框图。图9所示的非接触供电系统101具备与图6所示的非接触供电系统101相同的结构,不同之处在于不将由效率运算部55运算出的送电效率 η 发送到送电侧控制器30a。除此以外的结构相同,因此标注相同的附图标记并省略结构说明。

[0125] 以下,参照图10、图11所示的流程图来说明第三实施方式所涉及的非接触供电系统101的作用。图10是表示送电侧控制器30a的处理过程的流程图。在图10中,步骤S81~S85的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的, S86以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的。此外,步骤S81~S85的处理与图7所示的步骤S41~S45的处理相同,因此省略说明。

[0126] 在步骤S86中,由电压计22、电流计21、电压计24、电流计23、电压计26以及电流计25分别检测电压 V_{ac} 、电流 I_{ac} 、电压 V_{dc} 、电流 I_{dc} 、电压 V_1 以及电流 I_1 。而且,电压 V_{ac} 、电流 I_{ac} 、电压 V_{dc} 、电流 I_{dc} 被提供到控制量运算部29,电流 I_1 被提供到过电流检测部71。

[0127] 在步骤S87中,控制量运算部29根据电力指令值 P_{bat}^* 以使逆变器电路12的一次侧

的电流 I_{dc} 成为固定的方式来运算AC/DC变换器11的输出电压 V_{dc} 。然后,在步骤S88中,控制量运算部29对电压 V_{dc} 的控制量进行设定。

[0128] 步骤S89~S91的处理与图7所示的步骤S54~S56的处理相同,因此省略说明。而且,通过执行图10所示的处理,在继电器47被切断时,由过电流检测部71检测出过电流,进而送电电力被抑制。

[0129] 接着,参照图11所示的流程图来说明受电侧控制器50的处理动作。在图11中,步骤S101、S102的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,步骤S103以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。此外,步骤S101~S104的处理与图8所示的步骤S61~S64的处理相同,因此省略详细的说明。

[0130] 当在步骤S104中运算出送电效率 η 时,在步骤S105中,效率运算部55判断送电效率 η 是否超过预先设定的阈值效率 η_{th} 。而且,在送电效率 η 超过了阈值效率 η_{th} 的情况下、即在 $\eta > \eta_{th}$ 的情况下(步骤S105:“是”),使处理返回步骤S103。另一方面,在送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下、即在 $\eta \leq \eta_{th}$ 的情况下(步骤S105:“否”),在步骤S106中向继电器控制部54输出切断指令信号。继电器控制部54将继电器47切断。通过继电器47被切断,从逆变器电路12输出的电流 I_1 为过电流,因此送电电力被抑制。

[0131] 并且,在步骤S107中,无线通信部51与送电侧控制器30a的无线通信部34进行通信,在步骤S108中发送送电抑制指令。被发送的送电抑制指令通过图10的步骤S90的处理被检测出,通过步骤S91的处理来抑制充电电力。也就是说,在从送电线圈14向受电线圈41的电力的送电效率 η 下降了的情况下,能够以第二周期发送送电抑制指令,抑制送电线圈14的送电电力。

[0132] 通过这样,在第三实施方式所涉及的非接触供电系统101中,在由效率运算部55运算的送电效率 η 为预先设定的阈值效率 η_{th} 以下的情况下,将继电器47切断。由此,从送电线圈14来看的包括受电线圈41、电池44的受电装置40侧的电路成为开路状态。其结果,包括送电线圈14、受电线圈41、电池44的电路整体的阻抗上升,从逆变器电路12输出的电流 I_1 增加而产生过电流。而且,由过电流检测部71检测出过电流,从而从AC/DC变换器11输出的电压 V_{dc} 被抑制。其结果,能够抑制从送电线圈14向受电线圈41输送的送电电力。此时,过电流的检测是以第一周期执行的,因此能够迅速地抑制送电电力。

[0133] 因而,在由于例如车辆碰撞、人为的移动等理由而在送电线圈14与受电线圈41之间产生了位置偏移的情况下,能够立即抑制不必要的电力的输送,能够防止发热等故障的发生。另外,即使在无线通信部51与无线通信部34之间的无线通信中断了的情况下,也能够抑制送电电力。

[0134] 并且,在由受电侧控制器50检测出送电效率 η 下降的情况下,送电抑制指令以第二周期通过无线通信被发送到送电侧控制器30a,送电电力被抑制。因而,即使在尽管送电效率 η 下降了但继电器47未被切断的情况下,也能够根据送电抑制指令来抑制从送电线圈14输送的电力,从而能够更可靠地抑制不必要的电力的输送。

[0135] 另外,在送电侧控制器30a中,不对指令值 P_{bat*} 进行校正而是与送电效率 η 的变化无关地将指令值 P_{bat*} 设为固定值,因此与前述的第二实施方式相比能够降低运算负荷。

[0136] [第四实施方式的说明]

[0137] 接着,说明本发明的第四实施方式。图12是表示第四实施方式所涉及的非接触供

电系统的结构的框图。图12所示的非接触供电系统102与图2所示的非接触供电系统100的不同之处在于,受电侧控制器50的效率运算部55将送电效率 η 输出到CAN通信部53,该送电效率 η 从无线通信部51被发送。并且,不同之处还在于将由无线通信部34接收的送电效率 η 存储到存储器部35、以及控制量运算部29使用送电效率 η 来运算电压 V_{dc} 的控制量。除此以外的结构与图2相同,因此标注相同的附图标记并省略结构说明。此外,与前述的第一实施方式同样地,无线通信部51与无线通信部34之间的通信以第二周期执行。另外,功率因数运算部31所进行的功率因数 $\cos\theta$ 的运算以比第二周期短的第一周期执行。

[0138] 接着,参照图13、图14所示的流程图来说明第四实施方式所涉及的非接触供电系统102的作用。在图13中,步骤S111~S115的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,S116以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。另外,步骤S111~S117的处理与图3所示的S11~S17的处理相同,因此省略说明。

[0139] 当在步骤S117的处理中运算出功率因数 $\cos\theta$ 时,在步骤S118中,通信监视部33判断是否为无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51的通信周期、即第二周期。如果是第二周期(步骤S118:“是”),则使处理进入步骤S119,如果不是第二周期(步骤S118:“否”),则使处理进入步骤S123。

[0140] 在步骤S119中,无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51之间进行通信。在步骤S120中,无线通信部34接收送电效率 η 。在步骤S121中,存储器部35将送电效率 η 更新为新接收到的数据。在此,无线通信部34的通信按前述的第二周期执行,因此在存储器部35中,每次经过第二周期时,送电效率 η 就被更新。

[0141] 在步骤S122中,控制量运算部29使用送电效率 η 来对电力指令值 P_{bat*} 进行校正。在该处理中,使用以下所示的(4)式来运算校正后的电力指令值 P_{bat*}' 。

[0142] $P_{bat*}' = P_{bat*}/\eta \quad \cdots (4)$

[0143] 在步骤S123中,控制量运算部29使用功率因数 $\cos\theta$ 来对电力指令值 P_{bat*} 进行校正。在该处理中,使用以下所示的(3)式来运算校正后的电力指令值 P_{bat*}' 。

[0144] $P_{bat*}' = P_{bat*}/\cos\theta \quad \cdots (3)$

[0145] 也就是说,在是无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51的通信周期、即第二周期的情况下,使用从受电侧控制器50发送的送电效率 η (第一效率)来运算校正后的电力指令值 P_{bat*}' 。另一方面,在不是第二周期的情况下,使用由送电侧控制器30b运算的功率因数 $\cos\theta$ (第二效率)来运算校正后的电力指令值 P_{bat*}' 。之后,使处理进入步骤S124。步骤S124~S128的处理与图3所示的步骤S19~S23的处理相同,因此省略说明。

[0146] 接着,参照图14所示的流程图来说明受电侧控制器50的处理过程。图14所示的步骤S131、S132的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,步骤S133以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。另外,步骤S131~S134的处理与图4所示的S31~S34的处理相同,因此省略说明。

[0147] 当在步骤S134中由效率运算部55运算出送电效率 η 时,在步骤S135中,通信监视部52判断是否为无线通信部51与送电侧控制器30b的无线通信部34的通信周期、即第二周期。如果是第二周期(步骤S135:“是”),则使处理进入步骤S136,如果不是第二周期(步骤S135:“否”),则使处理进入步骤S138。

[0148] 在步骤S136中,无线通信部51与送电侧控制器30b的无线通信部34之间进行通信。

在步骤S137中,无线通信部51发送送电效率 η 。之后,使处理进入步骤S138。步骤S138~S141的处理与图4所示的步骤S35~38的处理相同,因此省略说明。

[0149] 也就是说,在此处的处理中,使用电压 V_{bat} 和电流 I_{bat} 来运算电池44的充电电力 P_{bat} ,再基于充电电力 P_{bat} 与电力指令值 P_{bat}^* 之间的比率来运算送电效率 η 。而且,将该送电效率 η 按第二周期发送到送电侧控制器30b,并且,在该送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,将继电器47切断。

[0150] 通过这样,在第四实施方式所涉及的非接触供电系统102中,由功率因数运算部31运算从逆变器电路12输出的电力的功率因数 $\cos\theta$,在该功率因数 $\cos\theta$ 为预先设定的阈值功率因数以下的情况下,对从AC/DC变换器11输出的电压进行抑制。因而,在功率因数 $\cos\theta$ 下降了的情况下,能够以比作为无线通信部34的通信周期的第二周期短的第一周期对送电电力进行抑制。

[0151] 另外,由效率运算部55运算的送电效率 η 以第二周期被发送到送电侧控制器30b,根据该送电效率 η 来对电力指令值 P_{bat}^* 进行校正。另外,在送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,抑制从AC/DC变换器11输出的电压 V_{dc} 从而抑制送电电力。

[0152] 因而,在由于正在供给电力的车辆碰撞、人为的移动等理由而在送电线圈14与受电线圈41之间产生了位置偏移的情况下,能够立即抑制不必要的电力的输送,能够防止发热等故障的发生。另外,使用以第一周期运算的功率因数 $\cos\theta$ (第二效率) 以及以第二周期获取的送电效率 η (第一效率) 这两方来检测送电效率的下降,在任一方的效率下降了的情况下,对送电电力进行抑制,因此能够使送电电力的监视具有冗余性,能够进行更高精度的电力的输送控制。

[0153] 并且,在由效率运算部55运算的送电效率 η 为阈值效率 η_{th} 以下的情况下,通过将继电器47切断,从送电线圈14来看的包括受电线圈41、电池44的受电装置40侧的电路成为开路状态。其结果,包括送电线圈14、受电线圈41、电池44的电路整体的阻抗上升,从逆变器电路12输出的电流 I_1 与电压 V_1 的相位差变大。由此,功率因数 $\cos\theta$ 下降,因此送电电力被抑制。即,即使在无线通信部34与无线通信部51之间的无线通信中断时、由受电装置40检测出送电效率 η 异常的情况下,也能够抑制送电装置10b的送电电力。

[0154] [第四实施方式的变形例的说明]

[0155] 接着,说明第四实施方式的变形例。图15是表示第四实施方式的变形例所涉及的非接触供电系统的结构的框图。图15所示的非接触供电系统103相比于前述的图12的不同之处在于,在送电装置10c的送电侧控制器30c设置有效率运算部19。

[0156] 受电侧控制器50从无线通信部51发送由电压计46检测出的电压 V_{bat} 以及由电流计45检测出的电流 I_{bat} 。送电侧控制器30c的无线通信部34接收电压 V_{bat} 和电流 I_{bat} 并存储到存储器部35中。

[0157] 效率运算部19基于由电压计46检测并存储在存储器部35中的电压 V_{bat} 和由电流计45检测并存储在存储器部35中的电流 I_{bat} 来运算向电池44供给的电力 P_{bat} 。并且,通过将该电力 P_{bat} 除以电力指令值 P_{bat}^* 来运算送电效率 η 。而且,将运算出的送电效率 η 输出到充电电力控制部36和逆变器控制部32。充电电力控制部36使用由效率运算部19运算出的送电效率 η 来运算校正后的电力指令值 $P_{bat}^{*'}$ 。上述以外的结构是与前述的图12相同的结构,因此标注相同的附图标记并省略结构说明。

[0158] 接着,参照图16、图17所示的流程图来说明第四实施方式的变形例的作用。在图16中,步骤S151~S155的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,S156以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。另外,步骤S151~S157的处理与图13所示的S111~S117的处理相同,因此从步骤S158的处理开始进行说明。

[0159] 在步骤S158中,通信监视部33判断是否为无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51之间的通信周期、即第二周期。如果是第二周期(步骤S158:“是”),则使处理进入步骤S159,如果不是第二周期(步骤S158:“否”),则使处理进入步骤S164。

[0160] 在步骤S159中,无线通信部34与受电侧控制器50的无线通信部51之间进行通信。在步骤S160中,无线通信部34接收向电池44提供的电压Vbat和电流Ibat。在步骤S161中,存储器部35将电压Vbat和电流Ibat更新为新接收到的数据。在此,无线通信部34的通信按前述的第二周期执行,因此在存储器部35中,每次经过第二周期时,电压Vbat和电流Ibat就被更新。

[0161] 在步骤S162中,效率运算部19通过电压Vbat与电流Ibat的相乘来运算向电池44供给的电力Pbat,再将电力Pbat除以电力指令值Pbat*来运算送电效率 η 。

[0162] 在步骤S163中,控制量运算部29使用送电效率 η 来对电力指令值Pbat*进行校正。在该处理中,使用以下所示的(4)式来运算校正后的电力指令值Pbat*’。

[0163]
$$Pbat*’ = Pbat* / \eta \quad \cdots (4)$$

[0164] 在步骤S164中,控制量运算部29使用功率因数 $\cos\theta$ 来对电力指令值Pbat*进行校正。该处理使用以下所示的(3)式来运算校正后的电力指令值Pbat*’。

[0165]
$$Pbat*’ = Pbat / \cos\theta \quad \cdots (3)$$

[0166] 之后,使处理进入步骤165。步骤S165~S169的处理与图3所示的步骤S19~S23的处理相同,因此省略说明。

[0167] 接着,参照图17所示的流程图来说明受电侧控制器50的处理过程。图14所示的步骤S171、S172的处理是运算开始后在第一个运算周期执行的处理,步骤S173以后的处理是在第二个以后的运算周期执行的处理。

[0168] 另外,步骤S171~S176的处理与图14所示的步骤S131~136的处理相同,步骤S178~S181的处理与图14所示的步骤S138~S141的处理相同。即,步骤S177的处理与图14所示的流程图不同。

[0169] 在步骤S177中,无线通信部51发送作为电池44的信息的电压Vbat和电流Ibat。之后,使处理进入步骤S178。从无线通信部51发送的电压Vbat、电流Ibat在图16的步骤S160的处理中由无线通信部34来接收,并且在步骤S161的处理中被存储到存储器部35中。

[0170] 也就是说,在所述的第四实施方式中,由受电侧控制器50运算送电效率 η ,并将该送电效率 η 发送到送电侧控制器30b,但是在第四实施方式的变形例中,将电压Vbat和电流Ibat发送到送电侧控制器30c,由该送电侧控制器30c运算送电效率 η 。

[0171] 而且,在变形例所涉及的非接触供电系统103中,也能够达成与前述的第四实施方式相同的效果。并且,在变形例中,由送电侧控制器30c运算送电效率 η ,因此能够降低受电侧控制器50的运算负荷。

[0172] 以上,根据图示的实施方式说明了本发明的非接触供电系统和送电装置,但是本发明并不限于此,各部的结构能够置换为具有同样功能的任意的结构。

[0173] 附图标记说明

[0174] 10、10a、10b、10c:送电装置;11:AC/DC变换器;12:逆变器电路;13:谐振电路;14:送电线圈;15:逆变器;18:减法器;19:效率运算部;21:电流计;22:电压计;23:电流计;24:电压计;25:电流计;26:电压计;29:控制量运算部;30、30a、30b、30c:送电侧控制器;31:功率因数运算部;32:逆变器控制部;33:通信监视部;34:无线通信部;35:存储器部;36:充电电力控制部;37:一次侧电流运算部;38:一次侧电流控制部;39:PFC控制部;40:受电装置;41:受电线圈;42:谐振电路;43:整流平滑电路;44:电池;45:电流计;46:电压计;47:继电器;50:受电侧控制器;51:无线通信部;52:通信监视部;53:CAN通信部;54:继电器控制部;55:效率运算部;56:电池控制部;57:车辆控制部;58:BUS线;71:过电流检测部;91:交流电源;100、101、102、103:非接触供电系统;200:车辆。

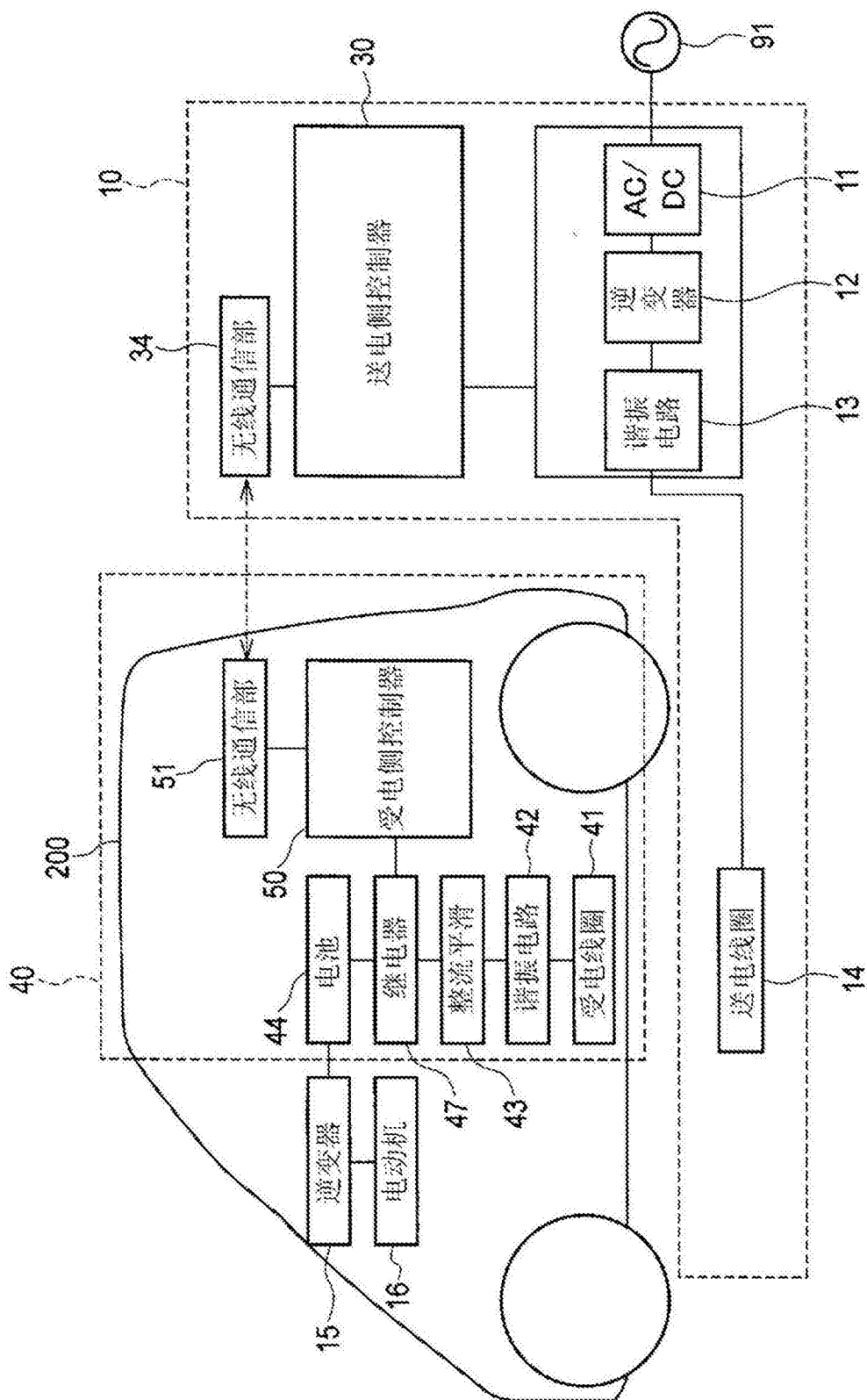


图1

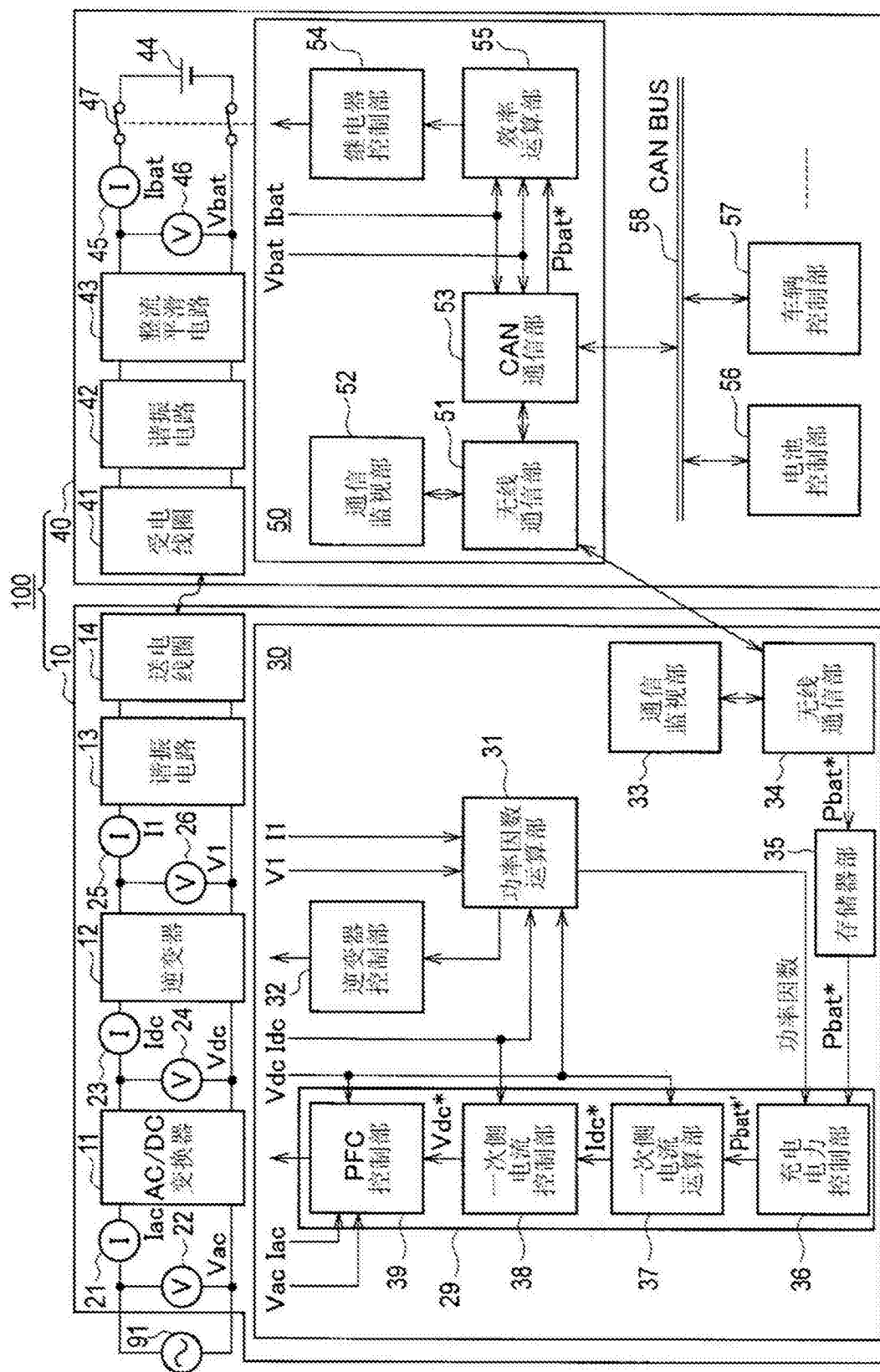


图2

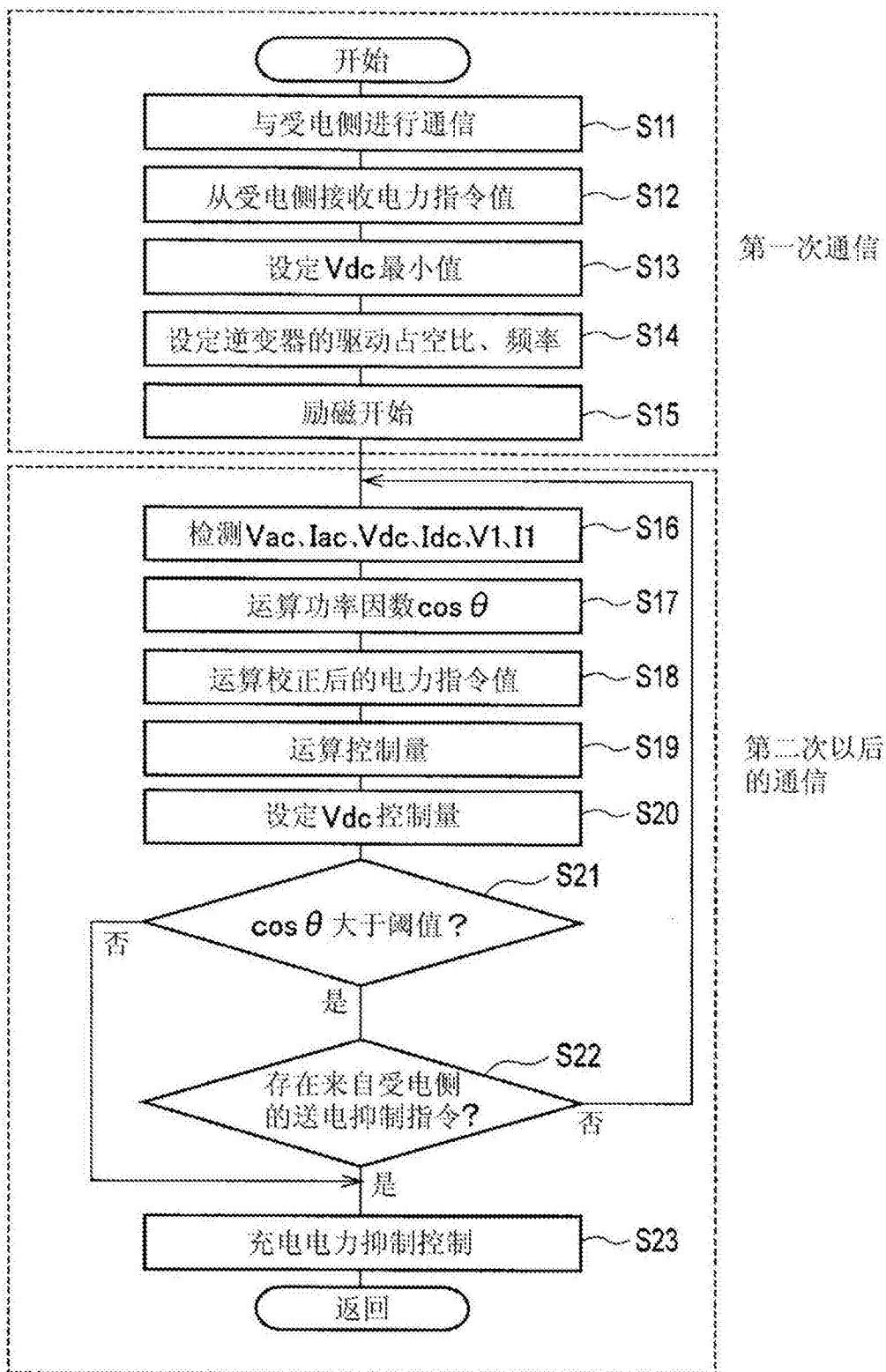


图3

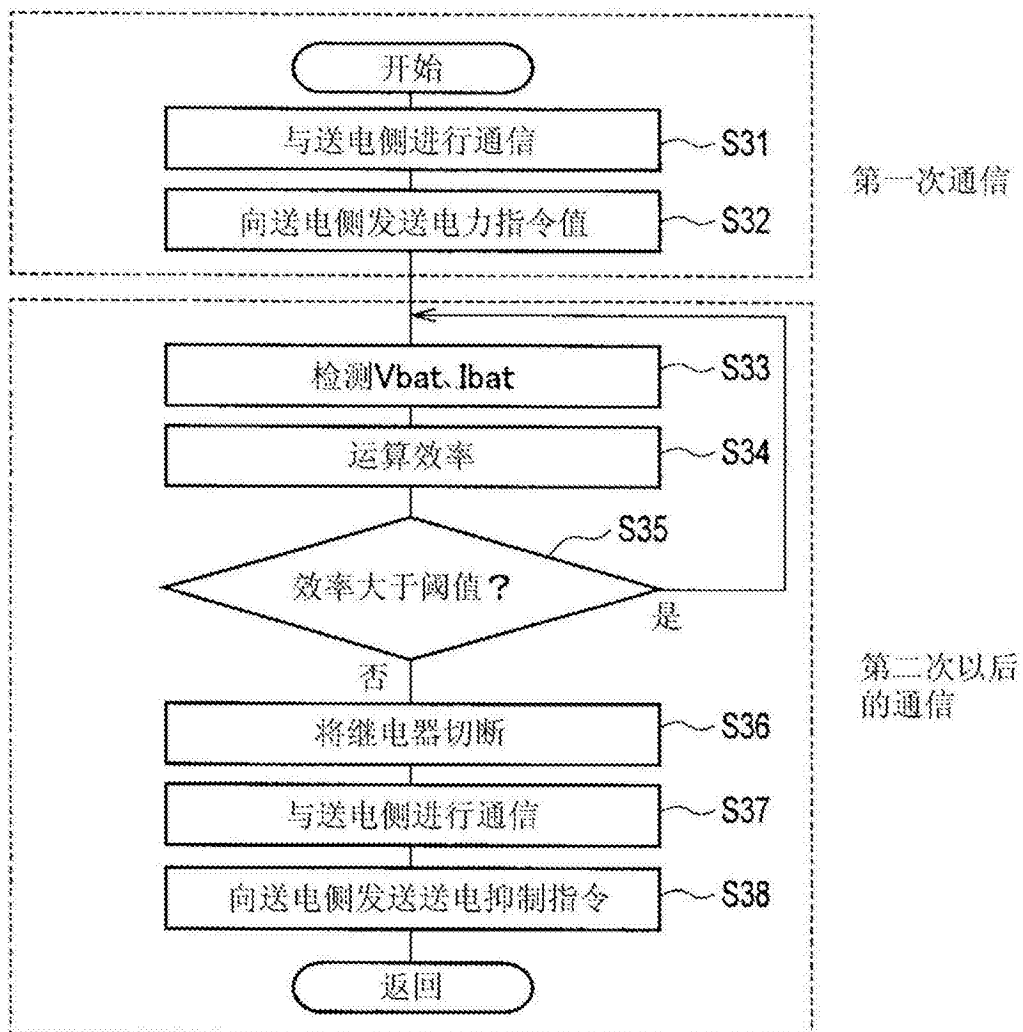


图4

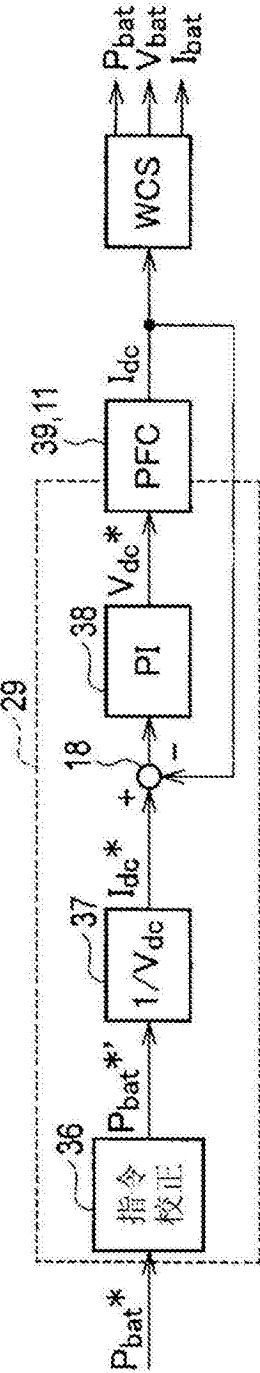


图5

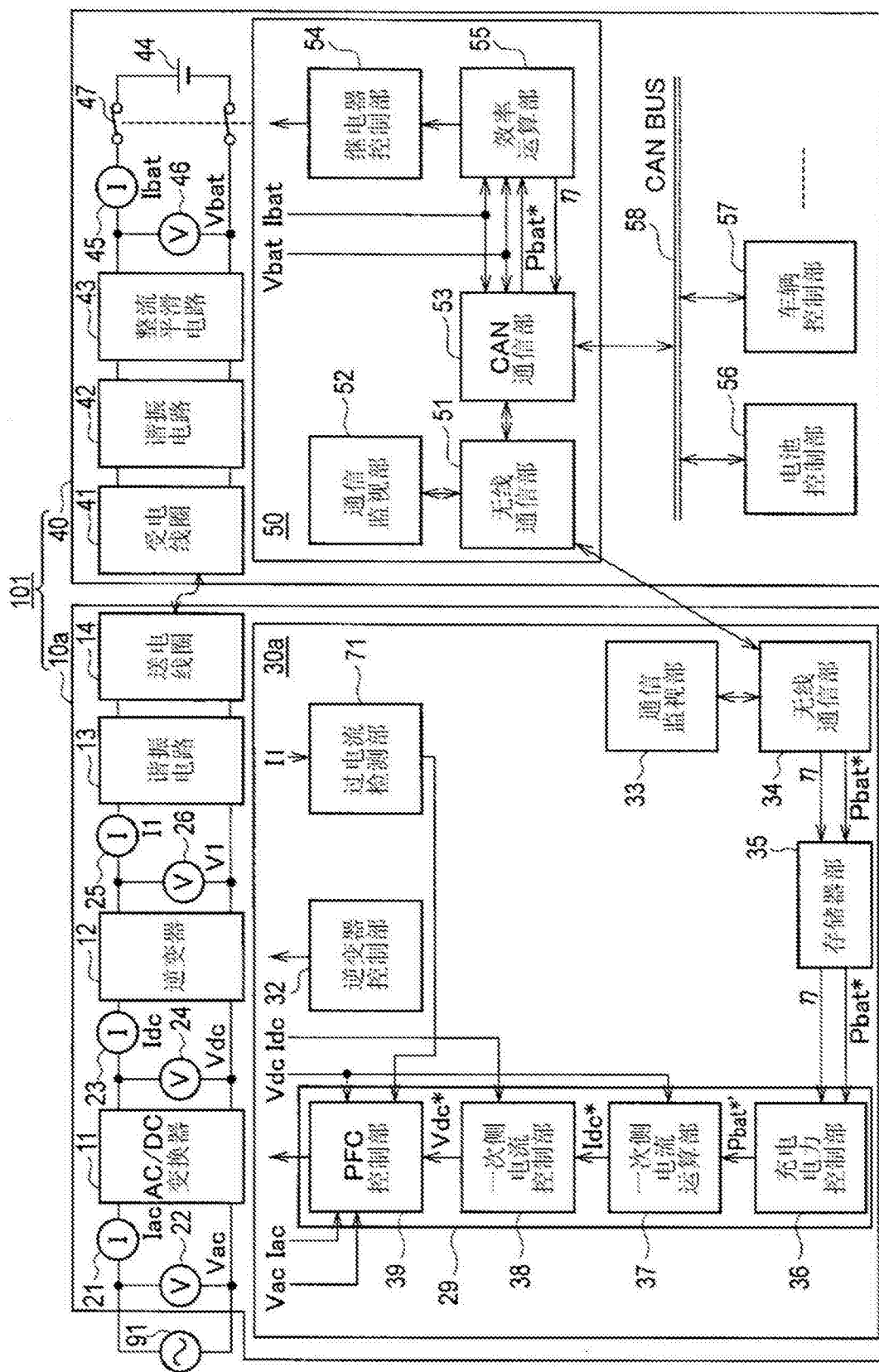


图6

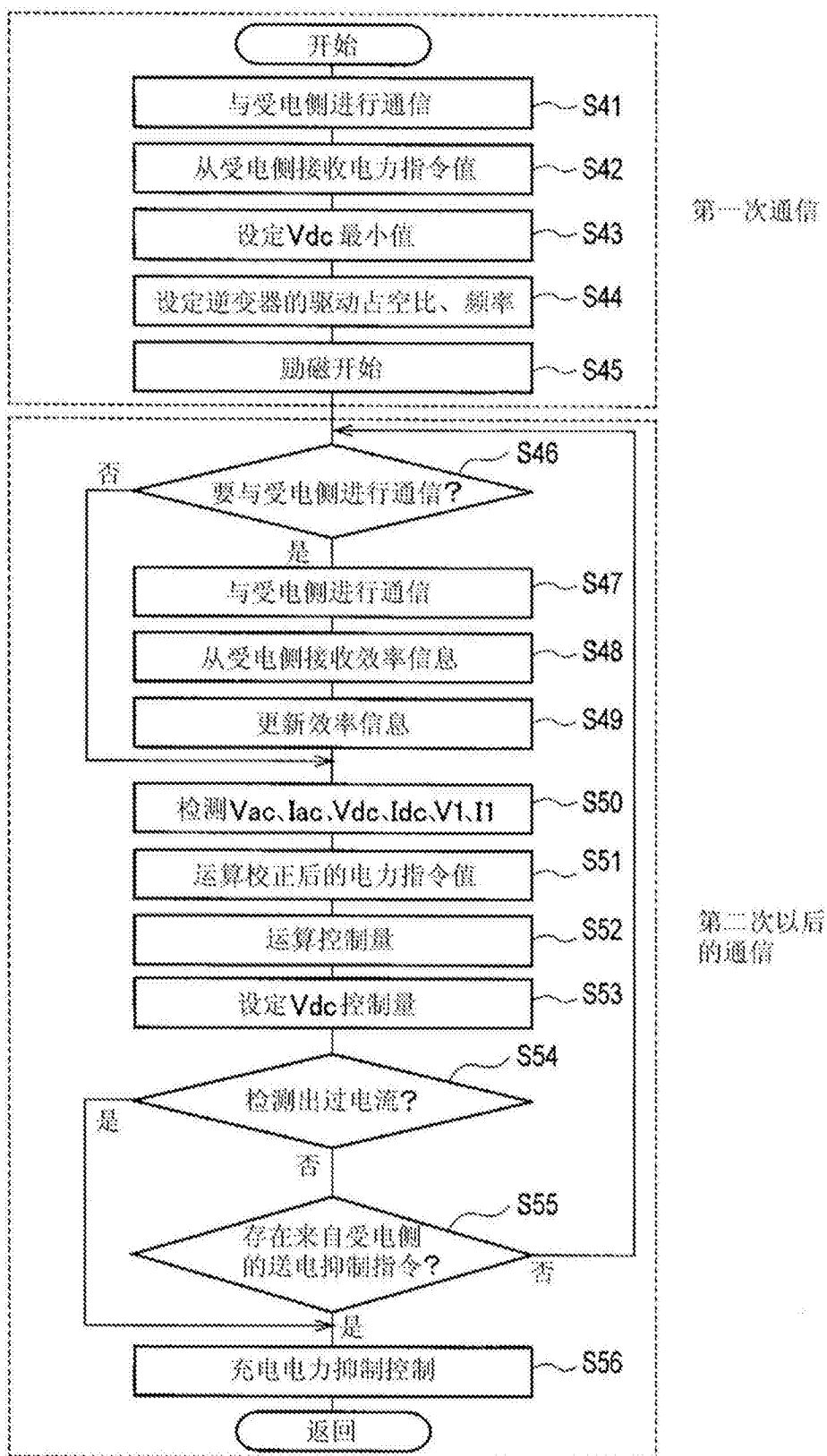


图7

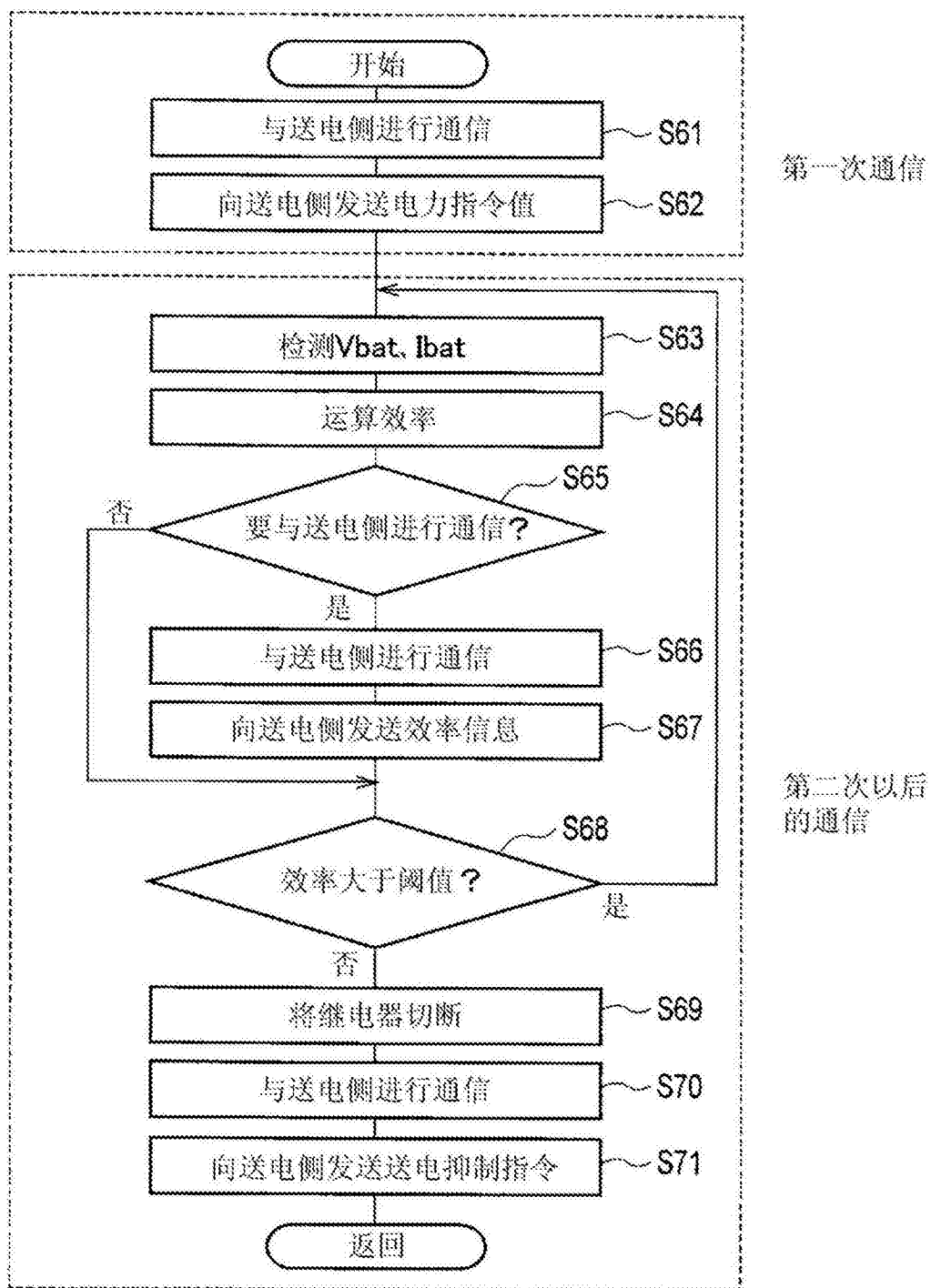


图8

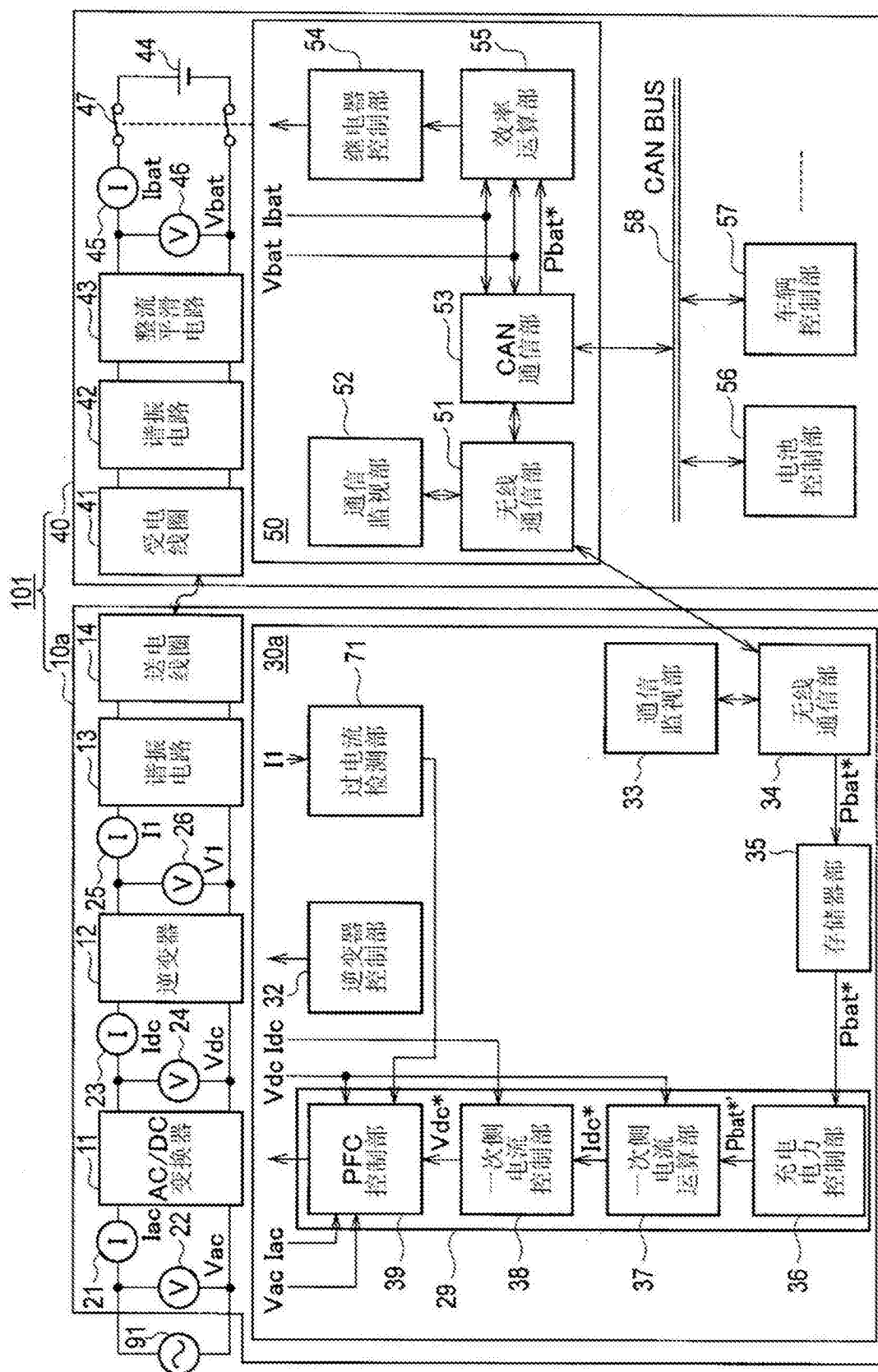


图9

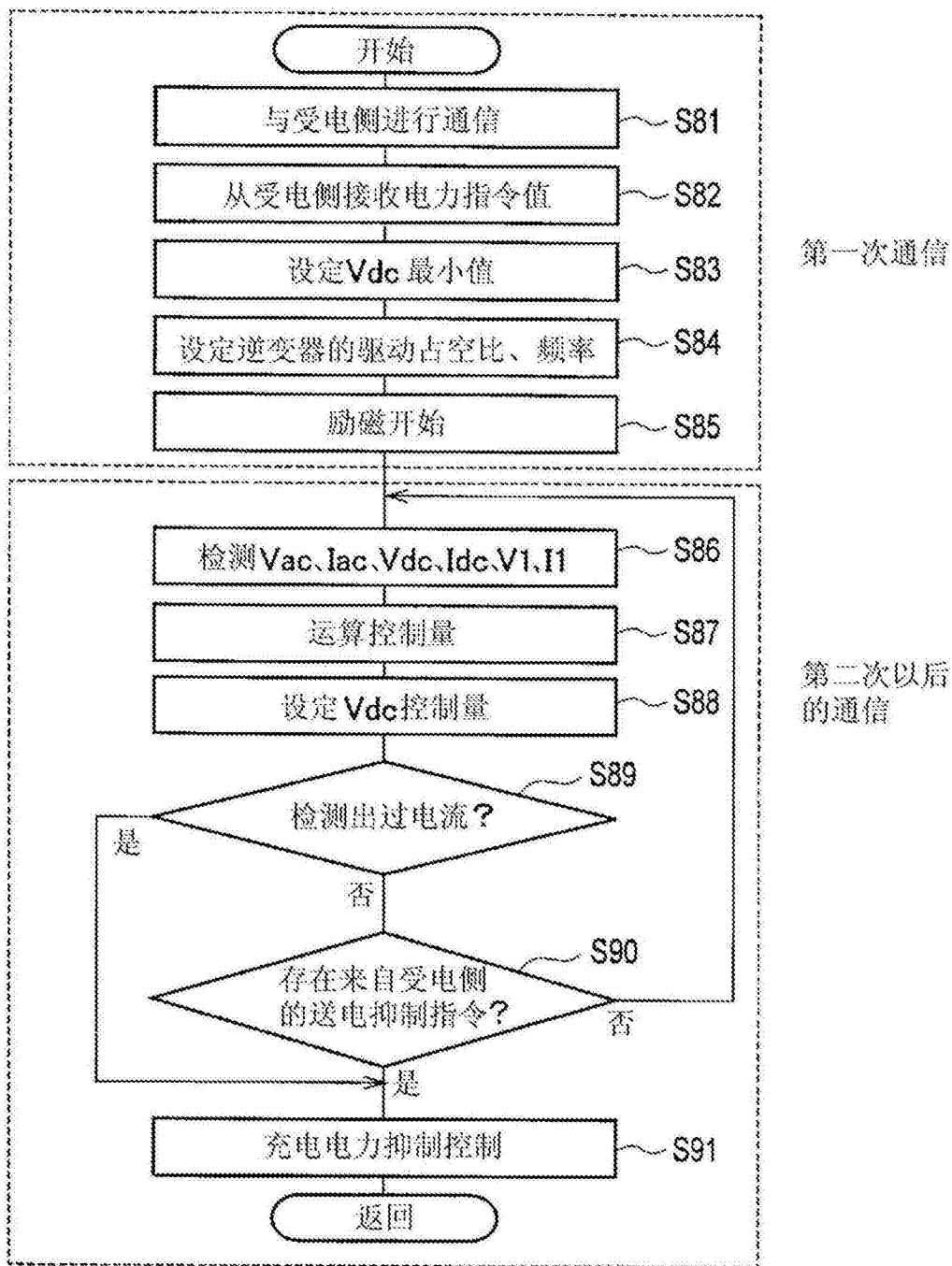


图10

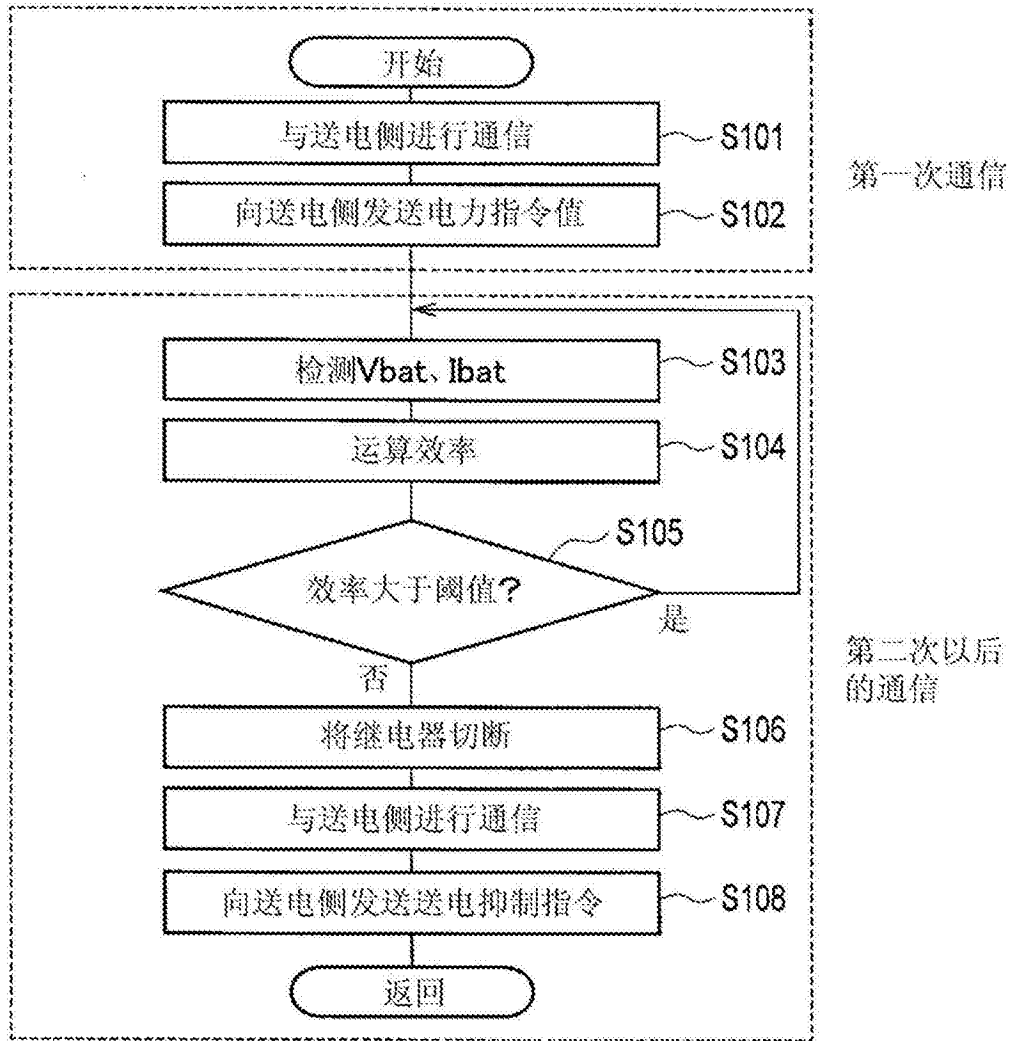


图11

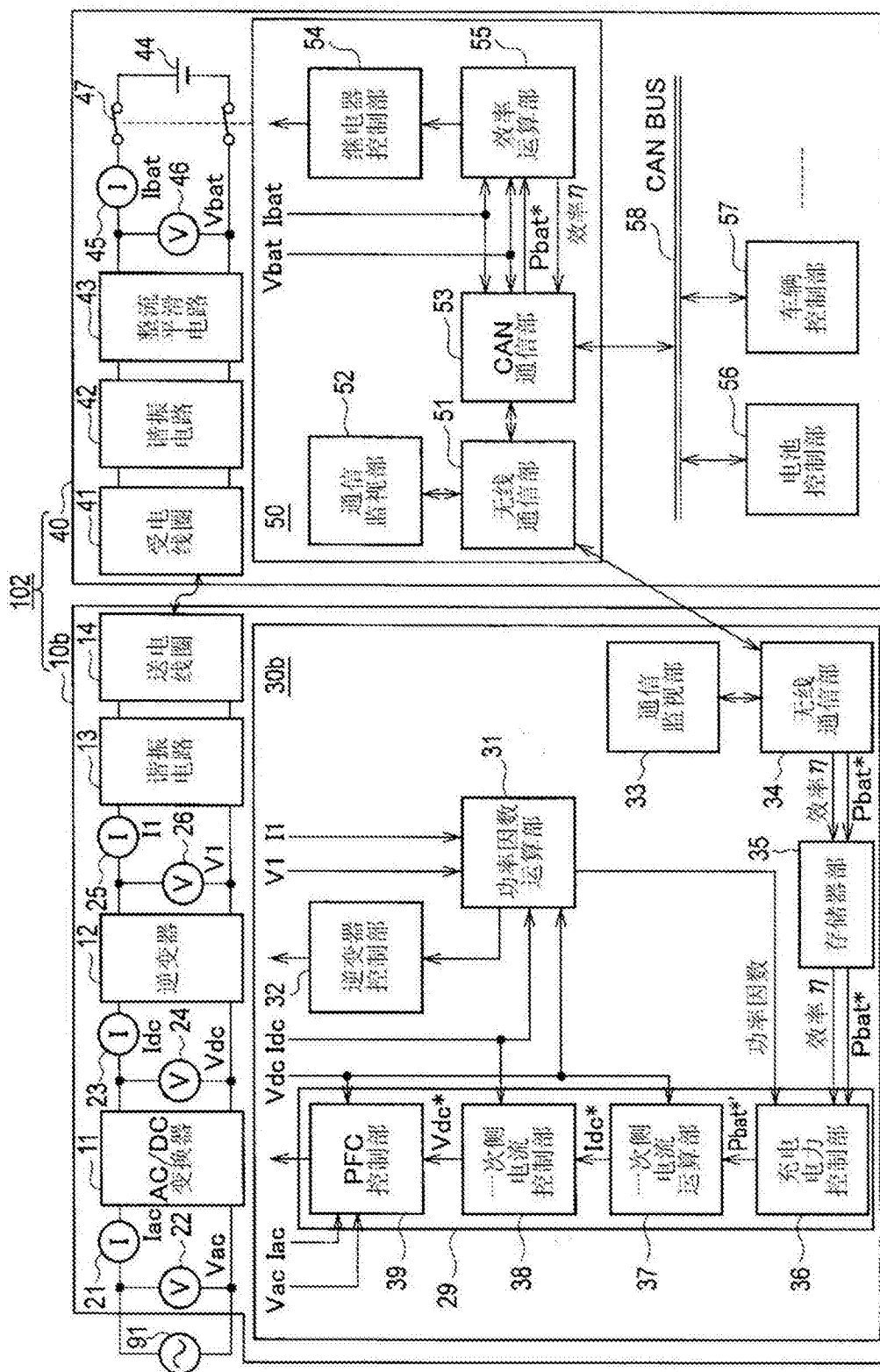


图12

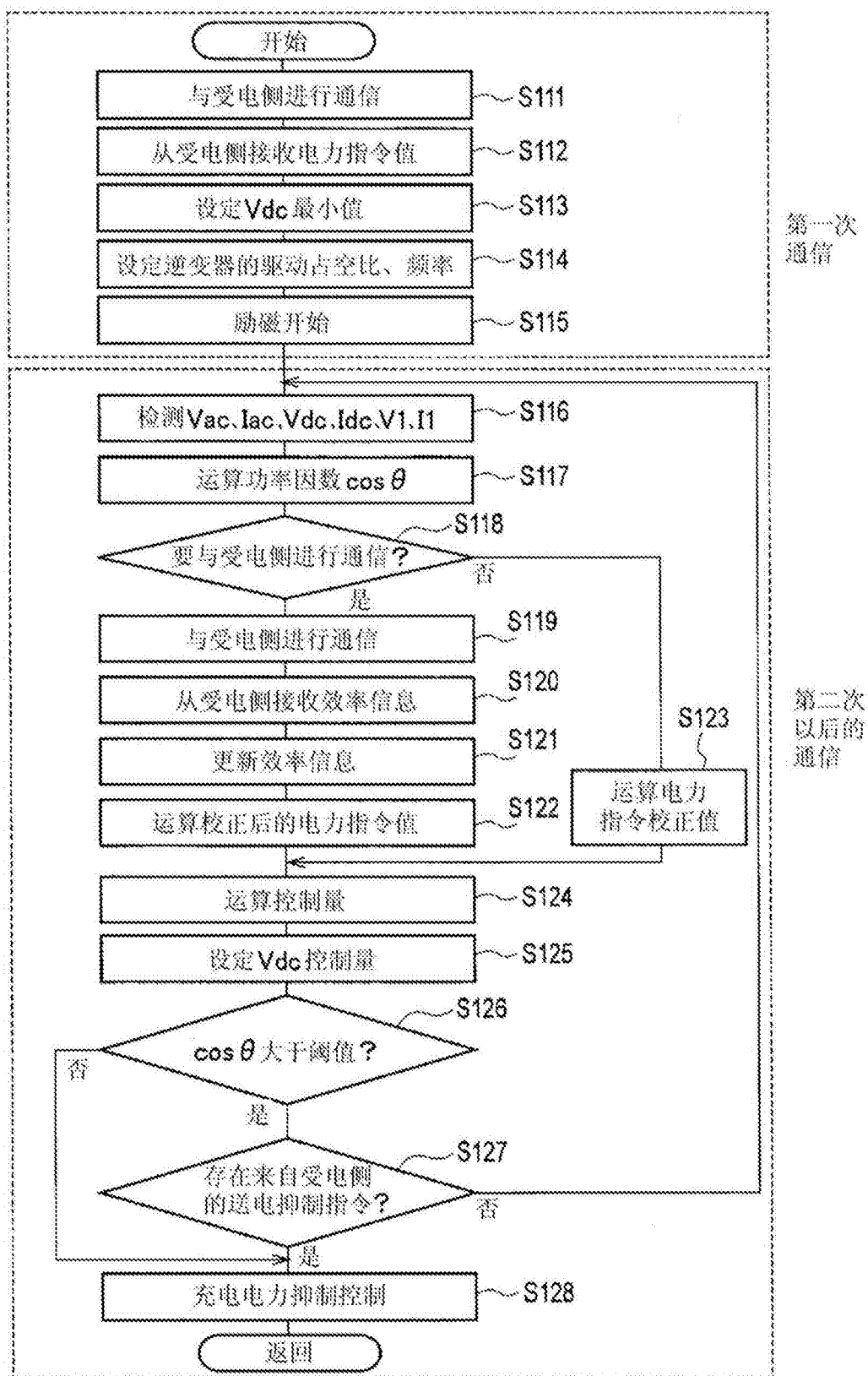


图13

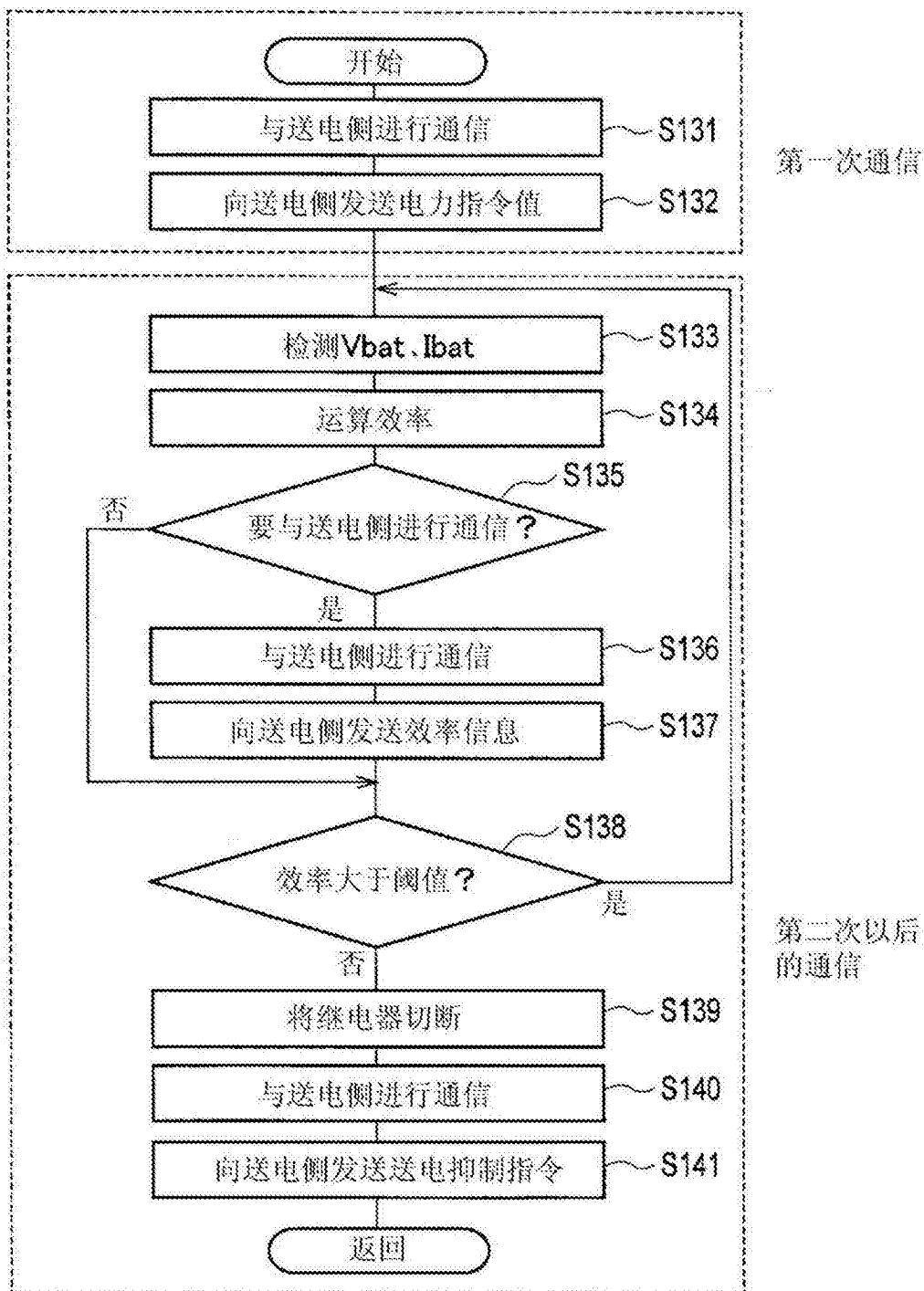


图14

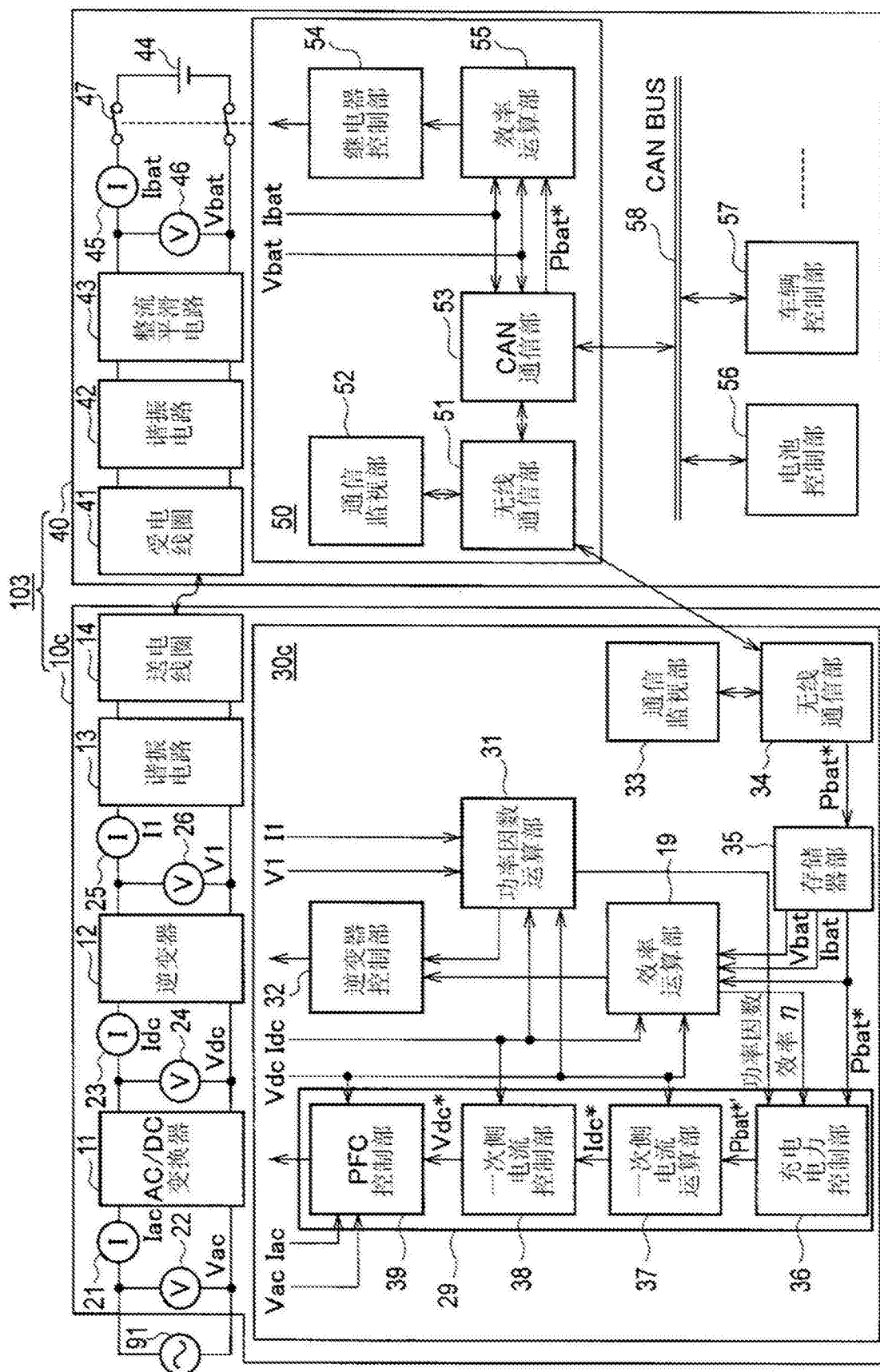


图 15

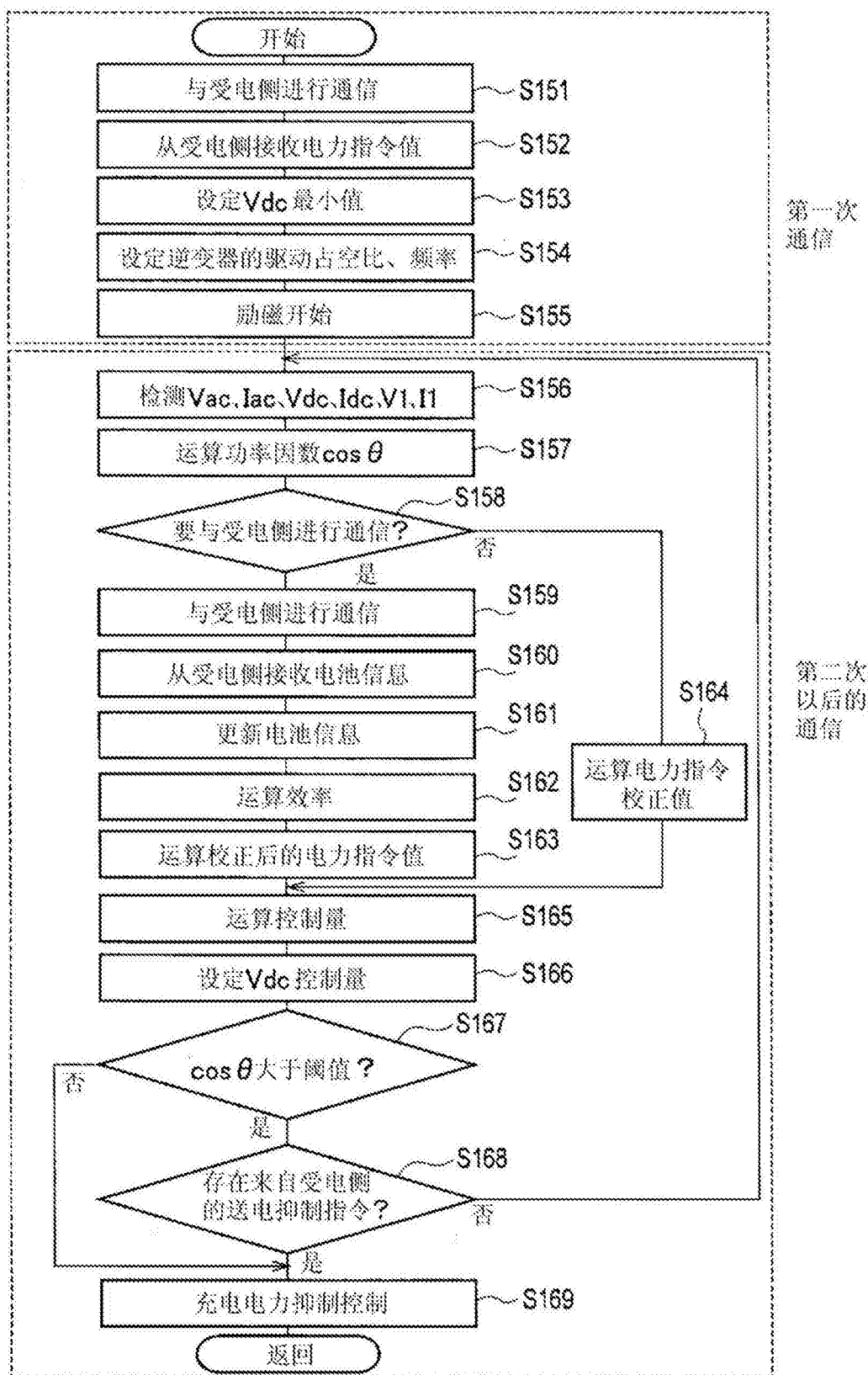


图16

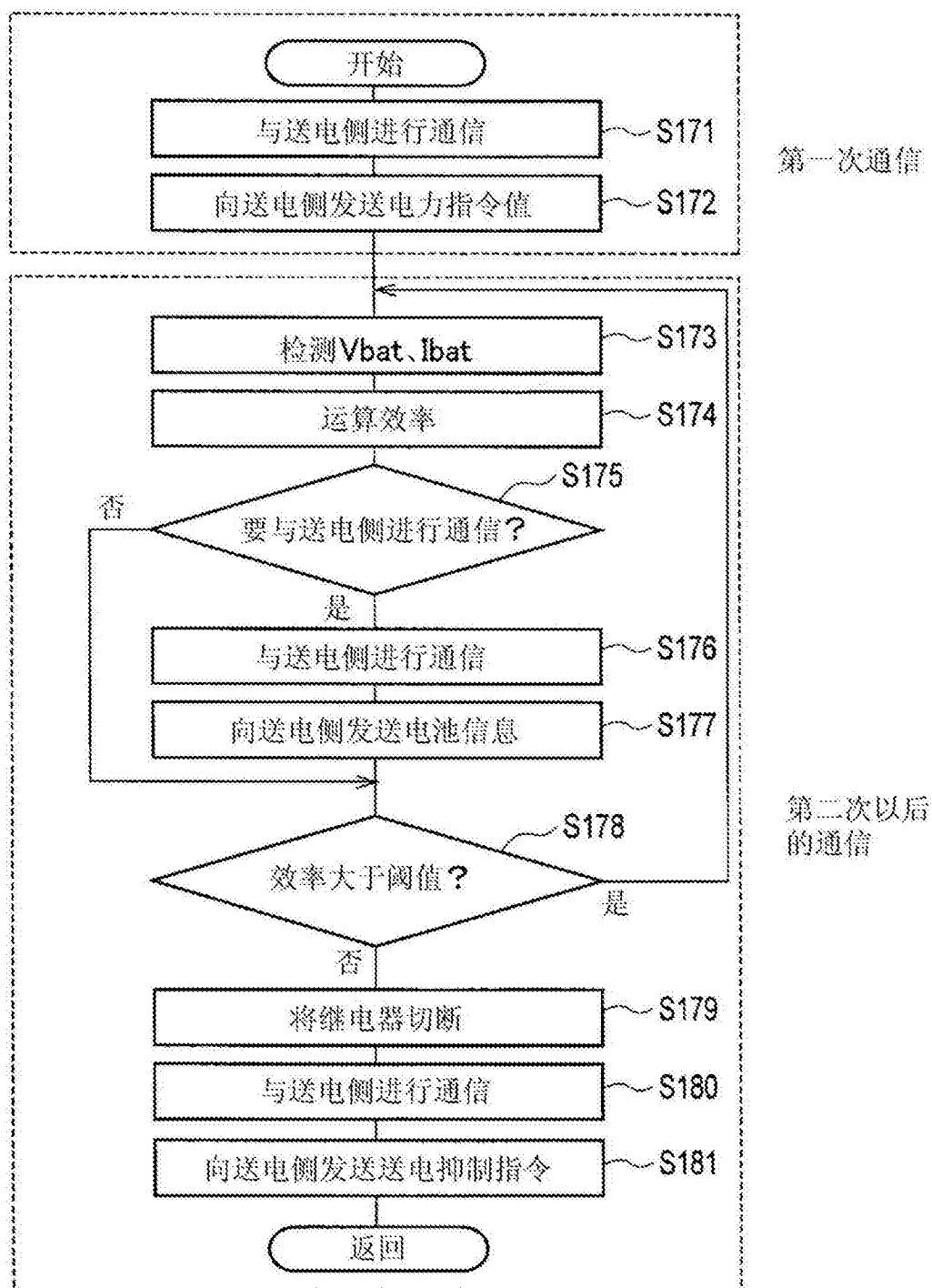


图17