



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106921222 A

(43)申请公布日 2017. 07. 04

(21)申请号 201611181096.1

(22)申请日 2016.12.20

(30)优先权数据

2015-251780 2015.12.24 JP

(71)申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72)发明人 杉山义信

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 徐健 段承恩

(51)Int.Cl.

H02J 50/12(2016.01)

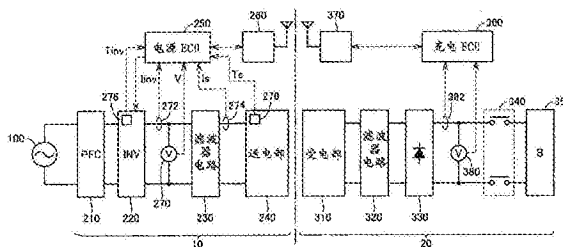
权利要求书2页 说明书15页 附图13页

(54)发明名称

非接触送电装置及电力传输系统

(57)摘要

提供非接触送电装置及电力传输系统。非接触送电装置包括送电单元、第1温度传感器、第2温度传感器及电子控制单元。送电单元收纳逆变器、滤波器电路及谐振电路。逆变器产生任意频率的交流电力。谐振电路从逆变器通过滤波器电路接受交流电力。谐振电路以非接触方式向受电装置输送电力。第1温度传感器检测逆变器的温度。第2温度传感器检测谐振电路的温度。电子控制单元通过控制逆变器来调整所述频率。电子控制单元在逆变器的温度高于谐振电路的温度时执行第1控制，在谐振电路的温度高于逆变器的温度时执行第2控制。第1控制包括调整所述频率以使逆变器的输出电流下降的控制。第2控制包括调整所述频率以使在谐振电路中流动的电流下降的控制。



1. 一种非接触送电装置,包括:

送电单元,其收纳逆变器、滤波器电路以及谐振电路,所述逆变器产生任意频率的交流电力,所述谐振电路从所述逆变器通过所述滤波器电路而接受所述交流电力,并以非接触方式向受电装置输送电力;

检测所述逆变器的温度的第1温度传感器;

检测所述谐振电路的温度的第2温度传感器;以及

电子控制单元,其构成为通过控制所述逆变器来调整所述交流电力的频率,

所述电子控制单元构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度的情况下执行第1控制,在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度的情况下执行第2控制,

所述第1控制包括调整所述频率以使得所述逆变器的输出电流下降的控制,

所述第2控制包括调整所述频率以使得在所述谐振电路中流动的电流下降的控制。

2. 根据权利要求1所述的非接触送电装置,其中,

所述电子控制单元构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度、且所述逆变器的温度超过第1阈值温度的情况下,执行所述第1控制,

所述电子控制单元构成为:在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度、且所述谐振电路的温度超过第2阈值温度的情况下,执行所述第2控制。

3. 根据权利要求1所述的非接触送电装置,其中,

所述电子控制单元构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度、且所述逆变器的温度与所述谐振电路的温度之差大于第1阈值的情况下,执行所述第1控制,

所述电子控制单元构成为:在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度、且所述谐振电路的温度与所述逆变器的温度之差大于第2阈值的情况下,执行所述第2控制。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的非接触送电装置,其中,

所述第1控制包括如下控制:在所述频率的可调整范围中对所述频率进行扫描,在所述可调整范围中将所述频率调整为使得所述逆变器的输出电流变为最小的频率,

所述第2控制包括如下控制:在所述可调整范围中对所述频率进行扫描,在所述可调整范围中将所述频率调整为使得在所述谐振电路中流动的电流变为最小的频率。

5. 一种电力传输系统,具备:

送电装置;和

构成为从所述送电装置以非接触方式接受电力的受电装置,

所述送电装置包括送电单元、第1温度传感器、第2温度传感器以及电子控制单元,

所述送电单元收纳逆变器、滤波器电路以及谐振电路,所述逆变器构成为产生任意频率的交流电力,所述谐振电路从所述逆变器通过所述滤波器电路而接受所述交流电力,并以非接触方式向受电装置输送电力,

所述第1温度传感器检测所述逆变器的温度,

所述第2温度传感器检测所述谐振电路的温度,

所述电子控制单元构成为通过控制所述逆变器来调整所述交流电力的频率,

所述电子控制单元构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度的情况下执行第1控制,在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度的情况下执行第2控制,

所述第1控制包括调整所述频率以使得所述逆变器的输出电流下降的控制,

所述第2控制包括调整所述频率以使得在所述谐振电路中流动的电流下降的控制。

非接触送电装置及电力传输系统

技术领域

[0001] 本发明涉及非接触送电装置及电力传输系统,尤其涉及以非接触方式向受电装置输送电力的送电装置及具备该送电装置的电力传输系统。

背景技术

[0002] 已知有从送电装置向受电装置以非接触方式传输电力的电力传输系统(例如日本特开2013-154815、日本特开2013-146154、日本特开2013-146148、日本特开2013-110822、日本特开2013-126327、日本特开2013-135572)。例如日本特开2013-154815公开了一种电力传输系统,其中,从设于车辆外部的送电装置的送电部向设于车辆的受电部以非接触方式传输电力,对车载电池进行充电(参照日本特开2013-154815)。

发明内容

[0003] 如下的电源一体型的送电单元正在被研究,该送电单元构成为包括接受由逆变器(inverter)生成的交流电力并以非接触方式向受电装置输送的谐振电路和上述逆变器。送电单元从防水、防尘等观点出发而成为密闭构造,内部容易充满热。并且,在如上所述的电源一体型的送电单元中,与谐振电路一起,逆变器的发热也较大,因此,逆变器的温度也需要与谐振电路的温度一并进行适当的管理。

[0004] 在逆变器与谐振电路之间设有滤波器电路的情况下,有时在逆变器中流动的电流的大小(逆变器的输出电流的大小)与在谐振电路中流动的电流的大小之间会产生差异,发热会偏于逆变器和谐振电路中的一方。当发热偏于逆变器和谐振电路中的一方时,例如会产生如下等各种问题:在发热大的一方的温度上升而受到温度制约的情况下,送电功率会受到限制而无法从送电装置向受电装置输送所希望的电功率。

[0005] 本发明提供一种具备构成为包括以非接触方式向受电装置输出电力的谐振电路以及逆变器的送电单元的非接触送电装置及电力传输系统,能够抑制发热偏于谐振电路和逆变器中的一方。

[0006] 本发明的第一方式的非接触送电装置包括送电单元、第1温度传感器、第2温度传感器以及电子控制单元。所述送电单元收纳逆变器、滤波器电路以及谐振电路。所述逆变器构成为产生任意频率的交流电力。所述谐振电路从所述逆变器通过所述滤波器电路而接受所述交流电力。所述谐振电路构成为以非接触方式向受电装置输送电力。所述第1温度传感器检测所述逆变器的温度。第2温度传感器检测所述谐振电路的温度。所述电子控制单元构成为通过控制所述逆变器来调整所述交流电力的频率。所述电子控制单元构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度的情况下执行第1控制,在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度的情况下执行第2控制。所述第1控制包括调整所述频率以使得所述逆变器的输出电流下降的控制。所述第2控制包括调整所述频率以使得在所述谐振电路中流动的电流下降的控制。

[0007] 根据该方式涉及的非接触送电装置,通过在逆变器的温度高于谐振电路的温度的

情况下调整频率以使得逆变器的输出电流下降的第1控制,能够使逆变器的温度下降。另一方面,通过在谐振电路的温度高于逆变器的温度的情况下调整频率以使得在谐振电路中流动的电流下降的第2控制,能够使谐振电路的温度下降。因此,能够抑制发热偏于谐振电路和逆变器中的一方。

[0008] 在上述方式涉及的非接触送电装置中,所述电子控制单元也可以构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度、且所述逆变器的温度超过第1阈值温度的情况下,执行所述第1控制。所述电子控制单元也可以构成为:在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度、且所述谐振电路的温度超过第2阈值温度的情况下,执行所述第2控制。

[0009] 根据该方式涉及的非接触送电装置,当在逆变器的温度高于谐振电路的温度的情况下逆变器的温度超过了第1阈值温度时、或者在谐振电路的温度高于逆变器的温度的情况下谐振电路的温度超过了第2阈值温度时,频率被进行调整。因此,能够避免在不需要使逆变器或者谐振电路的温度降低时也会调整频率。

[0010] 在上述方式涉及的非接触送电装置中,所述电子控制单元也可以构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度、且所述逆变器的温度与所述谐振电路的温度之差大于第1阈值的情况下,执行所述第1控制。所述电子控制单元也可以构成为:在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度、且所述谐振电路的温度与所述逆变器的温度之差大于第2阈值的情况下,执行所述第2控制。

[0011] 根据该方式涉及的非接触送电装置,当在逆变器的温度高于谐振电路的温度的情况下逆变器的温度与谐振电路的温度之差大于第1阈值时、或者在谐振电路的温度高于逆变器的温度的情况下谐振电路的温度与逆变器的温度之差大于第2阈值时,频率被进行调整。因此,能够避免在逆变器与谐振电路的温度差小时也会调整频率。

[0012] 在上述方式涉及的非接触送电装置中,所述第1控制也可以包括如下控制:在频率的可调整范围中对频率进行扫描,在可调整范围中将频率调整为使得逆变器的输出电流变为最小的频率。所述第2控制也可以包括如下控制:在可调整范围中对频率进行扫描,在可调整范围中将频率调整为使得在谐振电路中流动的电流变为最小的频率。

[0013] 根据该方式涉及的非接触送电装置,能迅速抑制谐振电路和逆变器中的温度高的一方的发热,能够迅速抑制谐振电路与逆变器的发热的偏差。

[0014] 本发明的第二方式的电力传输系统具备送电装置和从送电装置以非接触方式接受电力的受电装置。送电装置包括送电单元、第1温度传感器、第2温度传感器以及电子控制单元。所述送电单元收纳逆变器、滤波器电路以及谐振电路。所述逆变器构成为产生任意频率的交流电力。所述谐振电路从所述逆变器通过所述滤波器电路而接受所述交流电力,并以非接触方式向受电装置输送电力。所述第1温度传感器检测所述逆变器的温度。第2温度传感器检测所述谐振电路的温度。所述电子控制单元构成为通过控制所述逆变器来调整所述交流电力的频率。所述电子控制单元构成为:在所述逆变器的温度高于所述谐振电路的温度的情况下执行第1控制,在所述谐振电路的温度高于所述逆变器的温度的情况下执行第2控制。所述第1控制包括调整所述频率以使得所述逆变器的输出电流下降的控制。所述第2控制包括调整所述频率以使得在所述谐振电路中流动的电流下降的控制。

[0015] 根据该方式涉及的电力传输系统,通过在逆变器的温度高于谐振电路的温度的情况下调整频率以使得逆变器的输出电流下降的第1控制,能够使逆变器的温度下降。另一方

面,通过在谐振电路的温度高于逆变器的温度的情况下调整频率以使得在谐振电路中流动的电流下降的第2控制,能够使谐振电路的温度下降。因此,能够抑制发热偏于谐振电路和逆变器中的一方。

[0016] 根据本发明,在具备包括以非接触方式向受电装置输送电力的谐振电路和逆变器而构成的送电单元的非接触送电装置及电力传输系统中,能够抑制发热偏于谐振电路和逆变器中的一方。

附图说明

[0017] 本发明的优选实施方式的特征、优点以及技术性、产业性的含义将在下面参考附图来描述,附图中相同的标号表示同样的要素,其中:

[0018] 图1是应用本发明实施方式1的非接触送电装置的电力传输系统的整体构成图。

[0019] 图2是表示图1所示的送电部及受电部的电路构成的一例的图。

[0020] 图3是在送电装置中以非接触方式向受电装置输送电力的送电单元的俯视图。

[0021] 图4是表示滤波器电路的构成例的图。

[0022] 图5是例示了滤波器电路由图4所示的3次LC滤波器形成的情况下的、送电功率恒定下的逆变器的电流及送电部的电流的频率依赖性的图。

[0023] 图6是表示滤波器电路的其他的构成例的图。

[0024] 图7是例示了滤波器电路由图6所示的4次LC滤波器形成的情况下的、送电功率恒定下的逆变器的电流及送电部的电流的频率依赖性的图。

[0025] 图8是在送电电力的频率的可调整范围中示出逆变器的电流与逆变器的损失之间的关系图。

[0026] 图9是图1所示的电源ECU所执行的控制的控制框图。

[0027] 图10是说明由电源ECU执行的送电处理的流程图。

[0028] 图11是说明在图10的步骤S30中执行的温度差降低控制的处理程序的流程图。

[0029] 图12是说明在图11的步骤S132中执行的频率调整处理的程序的流程图。

[0030] 图13是说明在图11的步骤S142中执行的频率调整处理的程序的流程图。

[0031] 图14是说明在实施方式2中在图11的步骤S132中执行的频率调整处理的程序的流程图。

[0032] 图15是说明在实施方式2中在图11的步骤S142中执行的频率调整处理的程序的流程图。

[0033] 图16是说明在实施方式3中在图10的步骤S30中执行的温度差降低控制的处理程序的流程图。

[0034] 标号说明

[0035] 10送电装置;20受电装置;100交流电源;210 PFC电路;220逆变器;230、320滤波器电路;240送电部;242、312线圈;244、314电容器;246铁氧体磁心(ferrite core);250电源ECU;260、370通信部;270、380电压传感器;272、274、382电流传感器;276、278温度传感器;280壳体;310受电部;330整流部;340继电器电路;350蓄电装置;360充电ECU;410、420控制器。

具体实施方式

[0036] 以下参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。此外,对图中相同或相当的部分标记同一标号而不重复其说明。

[0037] 图1是应用本发明实施方式1的非接触送电装置的电力传输系统的整体构成图。参照图1,该电力传输系统具备送电装置10、受电装置20。受电装置20例如可以搭载于能够使用从送电装置10供给并蓄积的电力来进行行驶的车辆等。

[0038] 送电装置10包括功率因数改善(PFC(Power Factor Correction))电路210、逆变器(INV)220、滤波器电路230、送电部240。另外,送电装置10还包括电源电子控制单元250(以下称为“电源ECU”)、通信部260、电压传感器270、电流传感器272、274、温度传感器276、278。

[0039] PFC电路210对从商用系统电源等交流电源100接受的电力进行整流及升压,并将其提供给逆变器220,并且,使输入电流接近正弦波,由此能够改善功率因数。该PFC电路210可以采用公知的各种PFC电路。此外,也可以代替PFC电路210而采用没有功率因数改善功能的整流器。

[0040] 逆变器220根据来自电源ECU250的控制信号,将从PFC电路210接受的直流电力转换为具有任意频率(例如数十kHz)的送电电力(交流)。逆变器220通过按照来自电源ECU250的控制信号来改变开关频率,从而能够任意地改变送电电力的频率。由逆变器220生成的送电电力通过滤波器电路230被提供给送电部240。逆变器220例如由单相全桥电路构成。

[0041] 滤波器电路230设置在逆变器220与送电部240之间,抑制从逆变器220产生的高频噪声。滤波器电路230例如由包括电感器及电容器的LC滤波器构成。

[0042] 送电部240从逆变器220通过滤波器电路230接受由逆变器220生成的交流电力(送电电力),通过在送电部240的周围生成的磁场,以非接触方式向受电装置20的受电部310输送电力。送电部240包括用于以非接触方式向受电部310输送电力的谐振电路(未图示)。谐振电路可以由线圈和电容器构成,但在能仅由线圈形成所希望的谐振状态的情况下,也可以不设置电容器。

[0043] 电压传感器270检测逆变器220的输出电压 V ,将其检测值输出给电源ECU250。电流传感器272检测在逆变器220流动的电流、即逆变器220的输出电流 I_{inV} ,将其检测值输出给电源ECU250。此外,可以基于电压传感器270及电流传感器272的检测值,检测从逆变器220向送电部240供给的送电功率。

[0044] 电流传感器274检测在送电部240的谐振电路流动的电流 I_S ,将其检测值输出给电源ECU250。温度传感器276检测逆变器220的温度 T_{inv} ,将其检测值输出给电源ECU250。温度传感器278检测送电部240的谐振电路的温度 T_S ,将其检测值输出给电源ECU250。

[0045] 电源ECU250包括CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、存储装置、输入输出缓冲器等(均未图示),接受来自上述的各传感器等的信号,并且,进行送电装置10中的各种设备的控制。例如,电源ECU250在执行从送电装置10向受电装置20的电力传输时,进行逆变器220的开关控制以使得逆变器220生成具备任意频率的送电电力。对于各种控制,不限于由软件进行的处理,也可以通过专用的硬件(电子电路)进行处理。

[0046] 在按照本实施方式1的送电装置10中,作为由电源ECU250执行的主要的控制,电源

ECU250在执行从送电装置10向受电装置20的电力传输时,执行用于使送电功率为目标功率的控制(以下也称为“送电功率控制”)。具体而言,电源ECU250通过调整逆变器220的输出电压的占空比(duty),从而将送电功率控制为目标功率。

[0047] 进一步,电源ECU250执行上述的送电功率控制,并且,执行用于减小逆变器220与送电部240的谐振电路之间的温度差的控制(以下也称为“温度差降低控制”)。具体而言,电源ECU250通过改变逆变器220的开关频率来调整送电电力(交流)的频率,以使得在逆变器220和送电部240的谐振电路中温度高的一方中流动的电流降低。对于该送电功率控制及温度差降低控制,将在后面进行详细说明。

[0048] 通信部260构成为与受电装置20的通信部370进行无线通信。通信部260除了接收从受电装置20发送的送电功率的目标值(目标功率)之外,还与受电装置20交换与电力传输的开始/停止有关的信息,和/或从受电装置20接收受电装置20的受电状况(受电电压和/或受电电流、受电功率等)。

[0049] 另一方面,受电装置20包括受电部310、滤波器电路320、整流部330、继电器电路340、蓄电装置350。另外,受电装置20还包括充电ECU360、通信部370、电压传感器380、电流传感器382。

[0050] 受电部310通过磁场以非接触方式接受从送电装置10的送电部240输出的电力(交流)。受电部310例如包括用于从送电部240以非接触方式接受电力的谐振电路(未图示)。谐振电路可以由线圈和电容器构成,但在能仅由线圈形成所希望的谐振状态的情况下,也可以不设置电容器。

[0051] 滤波器电路320设置在受电部310与整流部330之间,抑制受电部310在接受电力电时产生的高频噪声。滤波器电路320例如由包括电感器及电容器的LC滤波器构成。整流部330对由受电部310接受到的交流电力进行整流,并向蓄电装置350进行输出。整流部330构成为包括整流器和平滑用的电容器。

[0052] 蓄电装置350是能够再充电的直流电源,例如包括锂离子电池和/或镍氢电池等二次电池而构成。蓄电装置350储存从整流部330输出的电力。并且,蓄电装置350将其储存的电力向未图示的负载驱动装置等供给。此外,作为蓄电装置350也可以采用双电层电容器等。

[0053] 继电器电路340设置在整流部330与蓄电装置350之间。继电器电路340在通过送电装置10进行的蓄电装置350的充电时成为接通(导通态)。此外,虽未特别图示,但在整流部330与蓄电装置350之间(例如整流部330与继电器电路340之间)也可以设置对整流部330的输出电压进行调整的DC/DC转换器。

[0054] 电压传感器380检测整流部330的输出电压(受电电压),将其检测值向充电ECU360进行输出。电流传感器382检测来自整流部330的输出电流(受电电流),将其检测值向充电ECU360进行输出。能够基于电压传感器380及电流传感器382的检测值,检测受电部310的受电功率(相当于蓄电装置350的充电功率)。此外,电压传感器380及电流传感器382也可以设置在受电部310与整流部330之间(例如,滤波器电路320与整流部330之间)。

[0055] 充电ECU360包括CPU、存储装置、输入输出缓冲器等(均未图示),接受来自上述的各传感器等的信号,并且,进行受电装置20中的各种设备的控制。关于各种控制,不限于由软件进行的处理,也可以通过专用的硬件(电子电路)进行处理。

[0056] 作为由充电ECU360执行的主要的控制,充电ECU360在从送电装置10接受电力期间,生成送电装置10中的送电功率的目标值(目标功率),以使得受电装置20中的受电功率成为所希望的目标值。具体而言,充电ECU360基于受电功率的检测值与目标值的偏差,生成送电装置10中的送电功率的目标值。并且,充电ECU360通过通信部370向送电装置10发送所生成的送电功率的目标值(目标功率)。

[0057] 通信部370构成为与送电装置10的通信部260进行无线通信。通信部370除了将在充电ECU360中生成的送电功率的目标值(目标功率)发送给送电装置10之外,还与送电装置10交换与电力传输的开始/停止有关的信息,和/或将受电装置20的受电状况(受电电压和/或受电电流、受电功率等)发送给送电装置10。

[0058] 在该电力传输系统中,在送电装置10中,从逆变器220通过滤波器电路230向送电部240供给具有预定频率的交流电力。送电部240及受电部310各自包括谐振电路,分别设计为在交流电力的频率下进行谐振。

[0059] 当从逆变器220通过滤波器电路230向送电部240供给交流电力时,通过在构成送电部240的谐振电路的线圈与构成受电部310的谐振电路的线圈之间形成的磁场,能量(电力)从送电部240向受电部310移动。向受电部310移动的能量(电力)通过滤波器电路320及整流部330被提供给蓄电装置350。

[0060] 图2是表示图1所示的送电部240及受电部310的电路构成的一例的图。参照图2,送电部240包括线圈242和电容器244。电容器244与线圈242串联连接而与线圈242形成谐振电路。电容器244是为了调整送电部240的谐振频率而设置的。由线圈242及电容器244构成的谐振电路的Q值优选为100以上。

[0061] 受电部310包括线圈312和电容器314。电容器314与线圈312串联连接而与线圈312形成谐振电路。电容器314是为了调整受电部310的谐振频率而设置的。表示由线圈312及电容器314构成的谐振电路的谐振强度的Q值也优选为100以上。

[0062] 此外,在送电部240及受电部310各自中,电容器也可以与线圈并联连接。另外,在能够不具备电容器而实现所希望的谐振频率的情况下,也可以为不具备电容器的结构。

[0063] 此外,虽未特别图示,但线圈242、312的构造没有特别限定。例如,可以在线圈242、312分别采用如下线圈,即在送电部240与受电部310正对的情况下,卷绕于沿着送电部240和受电部310排列的方向的轴的涡旋形状、螺旋形状的线圈。或者,也可以在线圈242、312分别采用如下线圈,即在送电部240与受电部310正对的情况下,在以送电部240与受电部310排列的方向为法线方向的铁素体板卷绕电线而成的线圈。

[0064] 图3是在送电装置10中以非接触方式向受电装置20输送电力的送电单元的俯视图。参照图3,送电单元包括壳体280,在壳体280内收纳有送电部240。此外,虽在说明的关系上未进行图示,但实际上从防水和/或防尘的观点出发,在壳体280设置有罩盖,送电单元由壳体280及罩盖进行密闭。

[0065] 如上所述,送电部240的线圈242的构造并没有特别限定,但在该图3中,线圈242配置在包括多个铁氧体磁心246的铁素体板的上面,作为线圈242,可以采用涡旋线圈。送电部240的电容器244例如隔着电磁遮蔽板(未图示)等而配置在铁氧体磁心246的下方。

[0066] 在该实施方式1涉及的送电装置10中,逆变器220也被收纳在壳体280内。即,该送电单元是在收纳有送电部240的谐振电路(线圈242及电容器244)的壳体280内收纳有逆变

器220的电源一体型的送电单元。与送电部240的谐振电路一起,逆变器220的发热也较大,因此,在这样的电源一体型的送电单元中,要求与谐振电路一起,也适当地管理逆变器220的温度。于是,在该送电装置10中,设置有用于分别测定逆变器220及谐振电路的温度的温度传感器276、278。

[0067] 温度传感器276、278优选分别在逆变器220及谐振电路中配置在发热最大的部位。例如,温度传感器276可以配置在逆变器220的开关元件(未图示)的附近,温度传感器278可以配置在线圈242的上面。

[0068] 此外,在该送电装置10中,PFC电路210及滤波器电路230也被收纳在壳体280内。这些电路也在送电单元内发热,但其发热与进行高频开关的逆变器220的发热、及卷绕长度长的谐振电路的发热相比较小。因此,在该送电装置10中,监视送电单元内发热大的逆变器220及谐振电路的温度。

[0069] 再次参照图1,在该实施方式1涉及的送电装置10中,在送电部240与逆变器220之间设置有滤波器电路230。因此,即使在滤波器电路230的损失小、从逆变器220输出的电力与供给到送电部240的电力之差小的情况下,在逆变器220流动的电流(逆变器220的输出电流)的大小与在送电部240的谐振电路流动的电流的大小之间也可能产生差异。其结果,由于上述的电流差而逆变器220与谐振电路的发热会产生偏差(偏倚),在送电单元内逆变器220与谐振电路之间的温度差可能会变大。以下,对这一点进行详细说明。

[0070] 图4是表示滤波器电路230的构成例的图。虽未特别图示,但受电装置20的滤波器电路320的构成也是同样的。参照图4,滤波器电路230包括线圈232、236和电容器234。线圈232、236在逆变器220与送电部240之间的电力线对的一方上串联连接,在线圈232、236的连接节点与上述电力线对的另一方之间连接有电容器234。即,该滤波器电路230是L-C-L型的3次LC滤波器。

[0071] 图5是例示出滤波器电路230由图4所示的3次LC滤波器构成的情况下的、送电功率恒定下的逆变器220的电流 I_{inv} 和送电部240的电流 I_s 的频率依赖性的图。参照图5,横轴表示通过改变逆变器220的开关频率来调整的送电电力(交流)的频率 f 。频率 f_1 表示频率 f 的可调整范围的下限,频率 f_2 表示频率 f 的可调整范围的上限。此外,对于该频率 f 的可调整范围,考虑送电部240与受电部310之间的电力传输效率等而预先确定。

[0072] 在送电功率恒定的情况下,线k1表示电流 I_{inv} 的大小的频率依赖性,所述电流 I_{inv} 表示在逆变器220流动的电流,线k2表示电流 I_s 的大小的频率依赖性,所述电流 I_s 是在送电部240的谐振电路(线圈242及电容器244)中流动的电流。如图所示,在该例子中,在频率 f 的可调整范围中,电流 I_{inv} 为相对于频率变化而向上凸的曲线,电流 I_s 为相对于频率变化而向下凸的曲线。此外,频率 f_3 是在频率 f 的可调整范围中电流 I_s 的大小成为最小的频率,频率 f_4 是在频率 f 的可调整范围中电流 I_{inv} 的大小成为最大的频率。

[0073] 根据这样的电流 I_{inv} 、 I_s 的大小的频率依赖性可以理解:即使是在送电功率恒定的情况下,也能够通过送电电力的频率 f ,减小电流 I_{inv} 的大小,以及减小电流 I_s 的大小。例如,在频率 f 被调整为频率 f_2 的情况下,当送电部240的谐振电路的温度 T_s 高于逆变器220的温度 T_{inv} 时,通过将频率 f 例如调整为频率 f_3 ,能够不降低送电功率,而使在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s 的大小下降。其结果,能降低送电部240的谐振电路的温度 T_s 。

[0074] 在滤波器电路230由其他结构构成的情况下也是同样地,可在电流 I_{inv} 、 I_s 的大小

上发现频率依赖性。

[0075] 图6是表示滤波器电路230的其他构成例的图。参照图6,该滤波器电路230在图4所示的电路构成中还包括电容器238。电容器238与线圈236相比在更靠近送电部240(未图示)一侧连接在电力线对之间。即,该滤波器电路230是L-C-L-C型的4次LC滤波器。

[0076] 图7是例示了滤波器电路230由图6所示的4次LC滤波器构成的情况下的送电功率恒定下的逆变器220的电流 I_{inv} 及送电部240的电流 I_s 的频率依赖性的图。参照图7,在送电功率恒定的情况下,线k3表示逆变器220的电流 I_{inv} 的大小的频率依赖性,线k4表示在送电部240的谐振电路流动的电流 I_s 的大小的频率依赖性。如图所示,在该例子中,在频率 f 的可调整范围中,电流 I_{inv} 为相对于频率变化而向下凸的曲线,电流 I_s 相对于频率 f 的上升而单调增加。此外,频率 f_5 是在频率 f 的可调整范围中电流 I_{inv} 的大小成为最小的频率。

[0077] 可以认为:通过也根据这样的电流 I_{inv} 、 I_s 的大小的频率依赖性来调整送电电力的频率 f ,能够减小电流 I_{inv} 的大小,以及能够减小电流 I_s 的大小。例如,在频率 f 被调整为频率 f_2 的情况下,当逆变器220的温度 T_{inv} 高于送电部240的谐振电路的温度 T_s 时,通过将频率 f 例如调整为频率 f_5 ,能够不使送电功率下降而使逆变器220的电流 I_{inv} 的大小下降。其结果,能够使逆变器220的温度 T_{inv} 下降。

[0078] 此外,对逆变器220的电流 I_{inv} 与温度 T_{inv} 的关系进行说明。逆变器220的温度 T_{inv} 能够通过降低逆变器220的损失来降低。逆变器220的损失不仅依赖于逆变器220的电流 I_{inv} 的大小,还依赖于送电电力的频率 f (逆变器220的开关频率)。

[0079] 逆变器220的损失包括开关元件的导通损失和开关(切换)损失。导通损失由逆变器220的电流 I_{inv} 的大小决定。另一方面,开关损失包括开关元件的接通(on)损失和截止(off)损失,这依赖于逆变器220的开关频率。因此,需要考虑逆变器220的损失与频率依存,来观察逆变器220的电流 I_{inv} 与逆变器220的损失(导通损失+开关损失)之间的关系。

[0080] 图8是在送电电力的频率 f 的可调整范围中示出逆变器220的电流 I_{inv} 和逆变器220的损失之间的关系的图。此外,该图8关于上述关系而代表性示出滤波器电路230由3次LC滤波器构成的情况(图4、图5)。

[0081] 参照图5和图8,横轴表示逆变器220的电流 I_{inv} 的大小,纵轴表示逆变器220的损失。点P1表示送电电力的频率 f 为 f_1 (可调整范围的下限)时的电流 I_{inv} 及逆变器损失。点P3表示频率 f 为 f_4 (在可调整范围中电流 I_{inv} 成为最大时的频率)时的电流 I_{inv} 及逆变器损失。点P2表示频率 f 为 f_2 (可调整范围的上限)时的电流 I_{inv} 及逆变器损失。

[0082] 如从图可以理解的那样,在频率 f 的可调整范围中,通过降低逆变器220的电流 I_{inv} ,能够降低逆变器220的损失。因此,通过不论频率 f 的增减如何而使逆变器220的电流 I_{inv} 下降,能够使逆变器220的温度 T_{inv} 下降。

[0083] 因此,在该实施方式1的送电装置10中,在逆变器220与送电部240的谐振电路的发热上产生偏差、在送电单元内产生了逆变器220与谐振电路的温度差的情况下,电源ECU250执行如下的频率调整控制:调整送电电力的频率 f (逆变器220的开关频率),以使得在逆变器220与谐振电路中温度高的一方的设备中流动的电流下降。

[0084] 具体而言,上述频率调整控制包括:第1控制,在逆变器220的温度 T_{inv} 高于谐振电路的温度 T_s 的情况下,调整频率 f 以使得逆变器220的电流 I_{inv} 降低;和第2控制,在温度 T_s 高于温度 T_{inv} 的情况下,调整频率 f 以使得在谐振电路中流动的电流 I_s 降低。在温度 T_{inv} 高

于温度 T_s 的情况下,通过第1控制,电流 I_{inv} 降低,温度 T_{inv} 下降。另一方面,在温度 T_s 高于温度 T_{inv} 的情况下,通过第2控制,电流 I_s 降低,温度 T_s 下降。由此,能够抑制发热偏于谐振电路及逆变器220中的一方。其结果,能够避免因谐振电路及逆变器220的一方的温度上升而受到温度制约所导致的送电功率受到限制。

[0085] 此外,对于逆变器220的电流 I_{inv} 及在谐振电路中流动的电流 I_s ,在送电功率恒定的情况下如图5、图7所示那样呈现频率依赖性时,电流 I_{inv} 、 I_s 的频率特性会根据各电路的温度和/或设备安装时的寄生电容等而变化。因此,难以预先把握如图5、图7所示的电流的频率特性(作为设计值来准备)而进行频率调整。即,难以预先准备用于使电流 I_{inv} 、电流 I_s 降低的频率 f (例如图5的频率 f_3 、 f_2)来进行频率调整。因此,在本实施方式1的送电装置10中,如后所述,试着使频率 f 在频率 f 的可调整范围中变动,调整频率 f 以使得电流 I_{inv} 或电流 I_s 降低。

[0086] 图9是由图1所示的电源ECU250执行的控制的控制框图。参照图9,电源ECU250包括实现送电功率控制的控制器410和用于执行温度差降低控制的控制装置420。

[0087] 控制器410接受表示送电功率 P_s 的目标值的目标功率 P_{sr} 和送电功率 P_s 的检测值。目标功率 P_{sr} 例如可以基于受电装置20的受电状况来生成。在本实施方式1中,在受电装置20中,基于受电功率的目标值与检测值的偏差,生成送电功率 P_s 的目标功率 P_{sr} ,并从受电装置20发送给送电装置10。送电功率 P_s 例如可以基于电压传感器270及电流传感器272(图1)的检测值来算出。

[0088] 并且,控制器410基于目标功率 P_{sr} 与送电功率 P_s 的偏差,生成逆变器220的输出电压的占空比(duty)指令值。逆变器220的输出电压的占空比,被定义为正(或负)的电压输出时间与输出电压波形(矩形波)的周期之比。通过使逆变器220的开关元件(接通/截止期间比0.5)的动作定时变化,能够调整逆变器输出电压的占空比。例如,控制器410通过执行将目标功率 P_{sr} 与送电功率 P_s 的偏差作为输入的PI控制(比例积分控制)等来算出操作量,将其算出的操作量作为占空比指令值。由此,调整输出电压的占空比,以使得送电功率 P_s 接近目标功率 P_{sr} ,将送电功率 P_s 控制为目标功率 P_{sr} 。

[0089] 控制器420从温度传感器276(图1、图3)接受逆变器220的温度 T_{inv} 的检测值,从温度传感器278(图1、图3)接受送电部240的谐振电路的温度 T_s 的检测值。并且,控制器420在温度 T_{inv} 高于温度 T_s 的情况下,调整送电电力的频率 f 以使得逆变器220的电流 I_{inv} 降低。另一方面,在送电部240的谐振电路的温度 T_s 高于逆变器220的温度 T_{inv} 的情况下,控制器420调整频率 f 以使得在谐振电路中流动的电流 I_s 降低。由此,抑制逆变器220和谐振电路的发热偏差,逆变器220与谐振电路的温度差变小。此外,关于频率 f 的具体的调整方法,将在后面进行详细说明。

[0090] 图10是说明由电源ECU250执行的送电处理的流程图。该流程图所示的一系列处理在存在了从送电装置10向受电装置20的送电的开始指示的情况下开始。即,参照图10,在存在了从送电装置10向受电装置20的送电的开始指示的情况下(步骤S10中:是),电源ECU250设定送电电力的频率 f 的初始值(步骤S20)。

[0091] 从送电装置10向受电装置20的送电开始指示既可以基于送电装置10或者受电装置20中的利用者的指示,也可以伴随着由定时器等得到的充电开始时刻的到来而产生。

[0092] 对送电电力的频率 f 的初始值例如设定使得送电部240与受电部310之间的电力传

输效率成为最高的频率(设计值)。此外,也可以对频率 f 的初始值设定作为频率 f 的可调整范围的下限的频率 f_1 、作为可调整范围的上限的频率 f_2 。

[0093] 当设定频率 f 的初始值后,电源ECU250通过控制逆变器220来执行从送电装置10向受电装置20的送电(步骤S30)。具体而言,电源ECU250调整逆变器220的输出电压的占空比,执行用于使送电功率为目标功率的送电功率控制。另外,电源ECU250通过操作逆变器220的开关频率以调整送电电力的频率 f ,从而执行用于减小逆变器220与送电部240的谐振电路的温度差的温度差降低控制。其中,关于温度差降低控制,在后面对其处理程序进行详细说明。

[0094] 然后,当有从送电装置10向受电装置20的送电的停止指示时(步骤S40中:是),电源ECU250使逆变器220停止,使从送电装置10向受电装置20的送电停止(步骤S50)。从送电装置10向受电装置20的送电停止指示既可以基于根据蓄电装置350(图1)变为了满充电状态的来自受电装置20的通知,也可以基于送电装置10或者受电装置20中由利用者进行的指示。

[0095] 图11是说明在图10的步骤S30中执行的温度差降低控制的处理程序的流程图。该流程图所示的一系列处理在图10的步骤S30的执行期间中每预定时间而反复执行。

[0096] 参照图11,电源ECU250通过温度传感器276检测逆变器220的温度 T_{inv} ,通过温度传感器278检测送电部240的谐振电路的温度 T_s (步骤S110)。接着,电源ECU250判定逆变器220的温度 T_{inv} 是否高于谐振电路的温度 T_s (步骤S120)。

[0097] 当判定为温度 T_{inv} 高于温度 T_s 时(步骤S120中:是),电源ECU250判定温度 T_{inv} 是否高于阈值温度 T_{th1} (步骤S130)。该阈值温度 T_{th1} 例如被设定为相对于逆变器220的温度上限具有适度的余量(容限)的温度。当温度 T_{inv} 为阈值温度 T_{th1} 以下时(步骤S130中:否),不执行以后的一系列处理而使处理移至返回。

[0098] 当在步骤S130中判定为温度 T_{inv} 高于阈值温度 T_{th1} 时(步骤S130中:是),电源ECU250为了使温度 T_{inv} 下降,执行用于使逆变器220的电流 I_{inv} 降低的频率调整处理(步骤S132)。即,电源ECU250通过操作逆变器220的开关频率来调整送电电力的频率 f ,以使得电流 I_{inv} 降低。

[0099] 图12是说明在图11的步骤S132中执行的频率调整处理的程序的流程图。参照图12,电源ECU250通过电流传感器272检测逆变器220的电流 I_{inv} (步骤S210)。接着,电源ECU250操作逆变器220的开关频率,使送电电力的频率 f 向提高方向和下降方向的各方向变化微小量(步骤S220)。

[0100] 接着,电源ECU250判定在步骤S220中使频率 f 提高的情况下电流 I_{inv} 是否降低(步骤S230)。当判定为在提高了频率 f 的情况下电流 I_{inv} 降低时(步骤S230中:是),频率 f 的调整方向被决定为使频率 f 提高的方向,电源ECU250使频率 f 提高预定量 Δf (步骤S240)。

[0101] 接着,电源ECU250判定通过在步骤S240中使频率 f 提高了预定量 Δf 而电流 I_{inv} 是否下降(步骤S250)。在电流 I_{inv} 下降了情况下(步骤S250中:是),电源ECU250判定频率 f 是否达到可调整范围上限的频率 f_2 (步骤S260)。若频率 f 未达到频率 f_2 (步骤S260中:否),处理返回步骤S240,频率 f 再次被提高预定量 Δf 。

[0102] 在步骤S250中,在电流 I_{inv} 未降低的情况下(步骤S250中:否),判断为在此时的频率 f 下电流 I_{inv} 最小,结束处理。另外,在步骤S260中判定为频率 f 达到了可调整范围上限的

频率 f_2 的情况下(步骤S260中:是),也结束处理。此外,在该情况下,电流 I_{inv} 不一定最小,例如有可能在频率 f_1 下电流 I_{inv} 成为最小。

[0103] 另一方面,在步骤S230中判定为通过步骤S220而使频率 f 提高了的情况下电流 I_{inv} 不降低、即在步骤S220中使频率 f 下降了的情况下电流 I_{inv} 降低了时(步骤S230中:否),频率 f 的调整方向被决定为使频率 f 下降的方向,电源ECU250使频率 f 下降预定量 Δf (步骤S270)。

[0104] 接着,电源ECU250判定通过在步骤S270使频率 f 下降了预定量 Δf 而电流 I_{inv} 是否下降(步骤S280)。在电流 I_{inv} 下降了情况下(步骤S280中:是),电源ECU250判定频率 f 是否达到可调整范围下限的频率 f_1 (步骤S290)。若频率 f 未达到频率 f_1 (步骤S290中:否),处理返回步骤S270,频率 f 再次被降低预定量 Δf 。

[0105] 在步骤S280中电流 I_{inv} 未下降的情况下(步骤S280中:否),判定为在此时的频率 f 下电流 I_{inv} 为最小,结束处理。另外,在步骤S290中判定为频率 f 达到了可调整范围下限的频率 f_1 的情况下(步骤S290中:是),也结束处理。此外,在该情况下,也是电流 I_{inv} 不一定为最小,例如有可能在频率 f_2 下电流 I_{inv} 成为最小。

[0106] 再次参照图11,当在步骤S132中执行用于使逆变器220的电流 I_{inv} 降低的频率调整处理后,电源ECU250待机预定时间(步骤S150)。该预定时间是到频率调整处理的影响反映到逆变器220、送电部240的温度为止的时间,根据逆变器220、送电部240的构成来适当地决定。

[0107] 另一方面,当在步骤S120中判定为送电部240的谐振电路的温度 T_s 为逆变器220的温度 T_{inv} 以上时(步骤S120中:否),电源ECU250判定温度 T_s 是否高于阈值温度 T_{th2} (步骤S140)。该阈值温度 T_{th2} 例如被设定为相对于送电部240的谐振电路的温度上限而具有适度的余量的温度。当温度 T_s 为阈值温度 T_{th2} 以下时(步骤S140中:否),不执行以后的一系列处理而使处理移至返回。

[0108] 当在步骤S140中判定为温度 T_s 高于阈值温度 T_{th2} 时(步骤S140中:是),电源ECU250执行用于为了使温度 T_s 降低而使在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s 降低的频率调整处理(步骤S142)。即,电源ECU250通过操作逆变器220的开关频率来调整送电电力的频率 f ,以使得电流 I_s 下降。

[0109] 图13是说明在图11的步骤S142中执行的频率调整处理的程序的流程图。参照图13,电源ECU250通过电流传感器274检测在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s (步骤S310)。接着,电源ECU250操作逆变器220的开关频率,使送电电力的频率 f 在提高的方向和下降的方向的各方向上变化微小量(步骤S320)。

[0110] 接着,电源ECU250判定在提高了频率 f 的情况下电流 I_s 是否下降(步骤S330)。当判定为提高了频率 f 的情况下电流 I_s 下降了时(步骤S330中:是),频率 f 的调整方向被决定为提高频率 f 的方向,电源ECU250使频率 f 提高预定量 Δf (步骤S340)。

[0111] 接着,电源ECU250判定通过在步骤S340中使频率 f 提高了预定量 Δf 而电流 I_s 是否下降(步骤S350)。在电流 I_s 下降了的情况下(步骤S350中:是),电源ECU250判定频率 f 是否达到可调整范围上限的频率 f_2 (步骤S360)。若频率 f 未达到频率 f_2 (步骤S360中:否),处理返回步骤S340,频率 f 再次被提高预定量 Δf 。

[0112] 在步骤S350中电流 I_s 未下降的情况下(步骤S350中:否),判定为在此时的频率 f 下

电流 I_s 为最小,结束处理。另外,在步骤S360判定为频率 f 达到了可调整范围上限的频率 f_2 的情况下(步骤S360中:是),也结束处理。此外,在该情况下,电流 I_s 不一定为最小,例如有可能在频率 f_1 下电流 I_s 成为最小。

[0113] 另一方面,在步骤S330中判定为在使频率 f 提高了的情况下电流 I_s 未下降、即在使频率 f 下降了的情况下电流 I_s 下降了时(步骤S330中:否),频率 f 的调整方向被决定为使频率 f 下降的方向,电源ECU250使频率 f 下降预定量 Δf (步骤S370)。

[0114] 接着,电源ECU250判定通过在步骤S370中使频率 f 下降了预定量 Δf 而电流 I_s 是否下降(步骤S380)。在电流 I_s 下降了的情况下(步骤S380中:是),电源ECU250判定频率 f 是否达到可调整范围下限的频率 f_1 (步骤S390)。若频率 f 未达到频率 f_1 (步骤S390中:否),则处理返回步骤S370,频率 f 再次被降低预定量 Δf 。

[0115] 在步骤S380中电流 I_s 未下降的情况下(步骤S380中:否),判断为在此时的频率 f 下电流 I_s 为最小,结束处理。另外,在步骤S390判定为频率 f 达到了可调整范围下限的频率 f_1 的情况下(步骤S390中:是),也结束处理。此外,在该情况下,也是电流 I_s 不一定为最小,例如有可能在频率 f_2 下电流 I_s 成为最小。

[0116] 再次参照图11,当在步骤S142中执行用于使在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s 降低的频率调整处理后,处理移至步骤S150,待机预定时间。

[0117] 在步骤S150中的预定时间的待机后,电源ECU250判定逆变器220的温度 T_{inv} 是否高于阈值温度 T_{th1} 、或者谐振电路的温度 T_s 是否高于阈值温度 T_{th2} (步骤S160)。在温度 T_{inv} 高于阈值温度 T_{th1} 的情况下、或者温度 T_s 高于阈值温度 T_{th2} 的情况下(步骤S160中:是),即使通过步骤S132或者步骤S142中的频率调整处理,也不会使逆变器220或者送电部240的谐振电路的温度落到阈值温度以下,因此,电源ECU250限制送电功率(步骤S170)。例如,电源ECU250能够通过使此时的送电功率的目标功率 P_{sr} 强制地降低,来限制送电功率。

[0118] 然后,电源ECU250在待机了预定时间之后(步骤S180),使处理移至返回。该预定时间是到限制了送电功率的影响反映到逆变器220、送电部240的温度为止的时间,根据逆变器220和/或送电部240的构成来适当地决定。

[0119] 如以上所述,在本实施方式1中,在逆变器220的温度 T_{inv} 高于谐振电路的温度 T_s 的情况下,通过调整送电电力的频率 f 以使得逆变器220的电流 I_{inv} 下降,从而使温度 T_{inv} 下降。另一方面,在温度 T_s 高于温度 T_{inv} 的情况下,通过调整频率 f 以使得在谐振电路中流动的电流 I_s 降低,从而使温度 T_s 下降。因此,根据本实施方式1,能够抑制发热偏于送电部240的谐振电路及逆变器220的一方。其结果,能够避免因谐振电路及逆变器220中的一方的温度上升而受到温度制约所导致的送电功率受到制限。

[0120] 实施方式2的用于降低逆变器220的电流 I_{inv} 或者在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s 的频率调整处理与实施方式1不同。在上述实施方式1中,在图11的步骤S132的频率调整处理中,频率 f 有可能不一定被调整为使得电流 I_{inv} 成为最小的频率。同样地,在图11的步骤S142的频率调整处理中,频率 f 也有可能不一定被调整为使得电流 I_s 成为最小的频率。

[0121] 在该实施方式2中,在频率 f 的可调整范围中,调整频率 f 以使得在温度高的一方的设备中流动的电流成为最小。由此,能迅速抑制谐振电路和逆变器220中温度高的一方的发热,能迅速抑制谐振电路和逆变器220的发热偏差。

[0122] 该实施方式2中的电力传输系统的整体构成与图1所示的实施方式1的构成相同。另外,实施方式2中的送电单元的构成也图3所示的实施方式1的构成相同。该实施方式2中,在图11所示的表示温度差降低控制的处理程序的流程图中,在步骤S132、S142中执行的频率调整处理的程序与实施方式1不同。

[0123] 图14是说明实施方式2中的在图11的步骤S132中执行的频率调整处理的程序的流程图。参照图14,电源ECU250首先将送电电力的频率 f 设定为可调整范围下限的频率 f_1 (步骤S410)。

[0124] 接着,电源ECU250通过电流传感器272检测逆变器220的电流 I_{inv} ,与此时的频率 f 相关联地进行存储(步骤S420)。接着,电源ECU250使频率 f 提高预定量 Δf (步骤S430)。并且,电源ECU250判定频率 f 是否达到了可调整范围上限的频率 f_2 (步骤S440)。若频率 f 未达到频率 f_2 (步骤S440中:否),处理返回步骤S420,再次通过电流传感器272检测逆变器220的电流 I_{inv} ,与此时的频率 f 相关联地进行存储。

[0125] 当在步骤S440中判定为频率 f 达到了上限的频率 f_2 时(步骤S440中:是),电源ECU250通过电流传感器272检测逆变器220的电流 I_{inv} ,并与频率 f_2 进行关联(步骤S450)。由此,取得在频率 f 的可调整范围($f_1 \leq f \leq f_2$)中扫描了频率 f 时的每个频率的电流 I_{inv} 。并且,电源ECU250将频率 f 变更为在频率 f 的可调整范围中使得逆变器220的电流 I_{inv} 变为最小的频率(步骤S460)。

[0126] 根据该图14所示的频率调整处理,频率 f 被调整为使得电流 I_{inv} 成为最小的频率,因此,能迅速抑制逆变器220的发热,能迅速抑制谐振电路与逆变器220的发热的偏差。

[0127] 另外,图15是说明实施方式2中的在图11的步骤S142中执行的频率调整处理的程序的流程图。参照图15,电源ECU250首先将送电电力的频率 f 设定为可调整范围下限的频率 f_1 (步骤S510)。

[0128] 接着,电源ECU250通过电流传感器274检测送电部240的谐振电路的电流 I_s ,与此时的频率 f 相关联地进行存储(步骤S520)。接着,电源ECU250使频率 f 提高预定量 Δf (步骤S530)。并且,电源ECU250判定频率 f 是否达到了可调整范围上限的频率 f_2 (步骤S540)。若频率 f 未达到频率 f_2 (步骤S540中:否),则处理返回步骤S520,再次通过电流传感器274检测电流 I_s ,与此时的频率 f 相关联地进行存储。

[0129] 当在步骤S540中判定为频率 f 达到了上限的频率 f_2 时(步骤S540中:是),电源ECU250通过电流传感器274检测电流 I_s ,并与频率 f_2 进行关联(步骤S550)。由此,能取得在频率 f 的可调整范围($f_1 \leq f \leq f_2$)中对频率 f 进行了扫描时的每个频率的电流 I_s 。并且,电源ECU250将频率 f 变更为在频率 f 的可调整范围中使得电流 I_s 成为最小的频率(步骤S560)。

[0130] 根据该图15所示的频率调整处理,频率 f 被调整为使得电流 I_s 成为最小的频率,因此,能迅速抑制送电部240的谐振电路的发热,能迅速提高谐振电路与逆变器220的发热的偏差。

[0131] 此外,在上述中,设为在频率 f 的可调整范围中对频率 f 进行扫描时,从可调整范围的下限的 f_1 向上限的 f_2 对频率 f 进行扫描,但也可以从可调整范围的上限的 f_2 向下限的 f_1 对频率 f 进行扫描。

[0132] 如以上所述,根据该实施方式2,能迅速抑制送电部240的谐振电路与逆变器220中的温度高的一方的发热,能迅速抑制谐振电路与逆变器220的发热的偏差。

[0133] 在实施方式1、2中,在逆变器220的温度 T_{inv} 高于送电部240的谐振电路的温度 T_s 、且温度 T_{inv} 高于阈值温度 T_{th1} 的情况下,调整送电电力的频率 f 以使得逆变器220的电流 I_{inv} 降低。另外,在温度 T_s 高于温度 T_{inv} 、且温度 T_s 高于阈值温度 T_{th2} 的情况下,调整送电电力的频率 f 以使得在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s 降低。

[0134] 在该实施方式3中,在温度 T_{inv} 高于温度 T_s 、且温度 T_{inv} 与温度 T_s 之差大于阈值的情况下,调整频率 f 使得电流 I_{inv} 降低。另外,在温度 T_s 高于温度 T_{inv} 、且温度 T_s 与温度 T_{inv} 之差大于阈值的情况下,调整频率 f 以使得电流 I_s 下降。由此,能够避免在逆变器220与送电部240的谐振电路的温度达到阈值之前调整频率 f 。

[0135] 该实施方式3的电力传输系统的整体结构与图1所示的实施方式1的结构相同。另外,实施方式3的送电单元的构成也与图3所示的实施方式1的构成相同。该实施方式3的图11所示的温度差降低控制的处理程序与实施方式1、2不同。

[0136] 图16是说明实施方式3中的在图10的步骤S30中执行的温度差降低控制的处理程序的流程图。该流程图所示的一系列处理也在图10的步骤S30的执行期间中每预定时间而反复被执行。

[0137] 参照图16,电源ECU250通过温度传感器276检测逆变器220的温度 T_{inv} ,通过温度传感器278检测送电部240的谐振电路的温度 T_s (步骤S610)。接着,电源ECU250判定温度 T_{inv} 与温度 T_s 之差的绝对值是否大于阈值 ΔT_{th} (步骤S620)。该阈值 ΔT_{th} 被设定为如下的温度差,即在该温度差的情况下,由于逆变器220与送电部240的谐振电路之间的温度差大,因此,估计今后温度高的一方的设备受到温度制约的可能性较高。

[0138] 当在步骤S620中判定为温度 T_{inv} 与温度 T_s 之差的绝对值为阈值 ΔT_{th} 以下时(步骤S620中:否),处理转移至步骤S670(后述)。当在步骤S620中判定为温度 T_{inv} 与温度 T_s 之差的绝对值大于阈值 ΔT_{th} 时(步骤S620中:是),电源ECU250判定温度 T_{inv} 是否高于温度 T_s (步骤S630)。

[0139] 当判定为温度 T_{inv} 高于温度 T_s 时(步骤S630中:是),电源ECU250执行用于使逆变器220的电流 I_{inv} 降低的频率调整处理(步骤S640)。该频率调整处理可以采用图12、图14所示的处理。并且,当执行用于使电流 I_{inv} 降低的频率调整处理后,电源ECU250待机预定时间(步骤S660)。

[0140] 另一方面,当在步骤S630中判定为温度 T_s 为温度 T_{inv} 以上时(步骤S630中:否),电源ECU250执行用于使在送电部240的谐振电路中流动的电流 I_s 降低的频率调整处理(步骤S650)。该频率调整处理可以采用图13、图15所示的处理。并且,当执行用于使电流 I_s 降低的频率调整处理后,处理转移至步骤S660,待机预定时间。

[0141] 在步骤S660中的预定时间的待机后,电源ECU250判定逆变器220的温度 T_{inv} 是否高于阈值温度 T_{th1} 、或者送电部240的谐振电路的温度 T_s 是否高于阈值温度 T_{th2} (步骤S670)。在温度 T_{inv} 高于阈值温度 T_{th1} 的情况下、或者在温度 T_s 高于阈值温度 T_{th2} 的情况下(步骤S670中:是),由于即使通过步骤S640或者步骤S650中的频率调整处理,也无法使逆变器220或者送电部240的谐振电路的温度下降到阈值温度以下,因此,电源ECU250限制送电功率(步骤S680)。然后,电源ECU250在待机了预定时间之后(步骤S690),使处理转移至返回。

[0142] 此外,在上述中,执行步骤S640的频率调整处理的情况下的逆变器220与谐振电路

的温度差的阈值、和执行步骤S650的频率调整处理的情况下的谐振电路与逆变器220的温度差的阈值设为了相同的值(阈值 ΔT_{th}),但也可以使两者不同。即,也可以为:在逆变器220的温度 T_{inv} 高于谐振电路的温度 T_s 的情况下,当温度 T_{inv} 与温度 T_s 的温度差超过第1阈值时,执行步骤S640的频率调整处理,在温度 T_s 高于温度 T_{inv} 的情况下,当温度 T_s 与温度 T_{inv} 的温度差超过第2阈值时,执行步骤S650的频率调整处理。

[0143] 如以上所述,在该实施方式3中,仅限于逆变器220与送电部240的谐振电路的温度差大于阈值的情况下,调整送电力的频率 f 。因此,根据该实施方式3,能够避免在逆变器220与送电部240的谐振电路的温度差达到阈值之前调整频率 f 。

[0144] 此外,在上述中,电源ECU250对应于本发明中的“控制部”的一实施例。另外,温度传感器276对应于本发明中的“第1温度传感器”的一实施例,温度传感器278对应于本发明中的“第2温度传感器”的一实施例。

[0145] 应该认为本次公开的实施方式在全部方面是例示的内容,而并非限制性内容。本发明的范围不是由上述的实施方式的说明来表示,而是由权利要求书表示,意在包含与权利要求书等同的含义及范围内的全部变更。

[0146] 申请日为2015年12月24日的日本专利申请2015-251780所包括的说明书、说明书附图以及摘要所公开的的内容整体通过引用也包含于此。

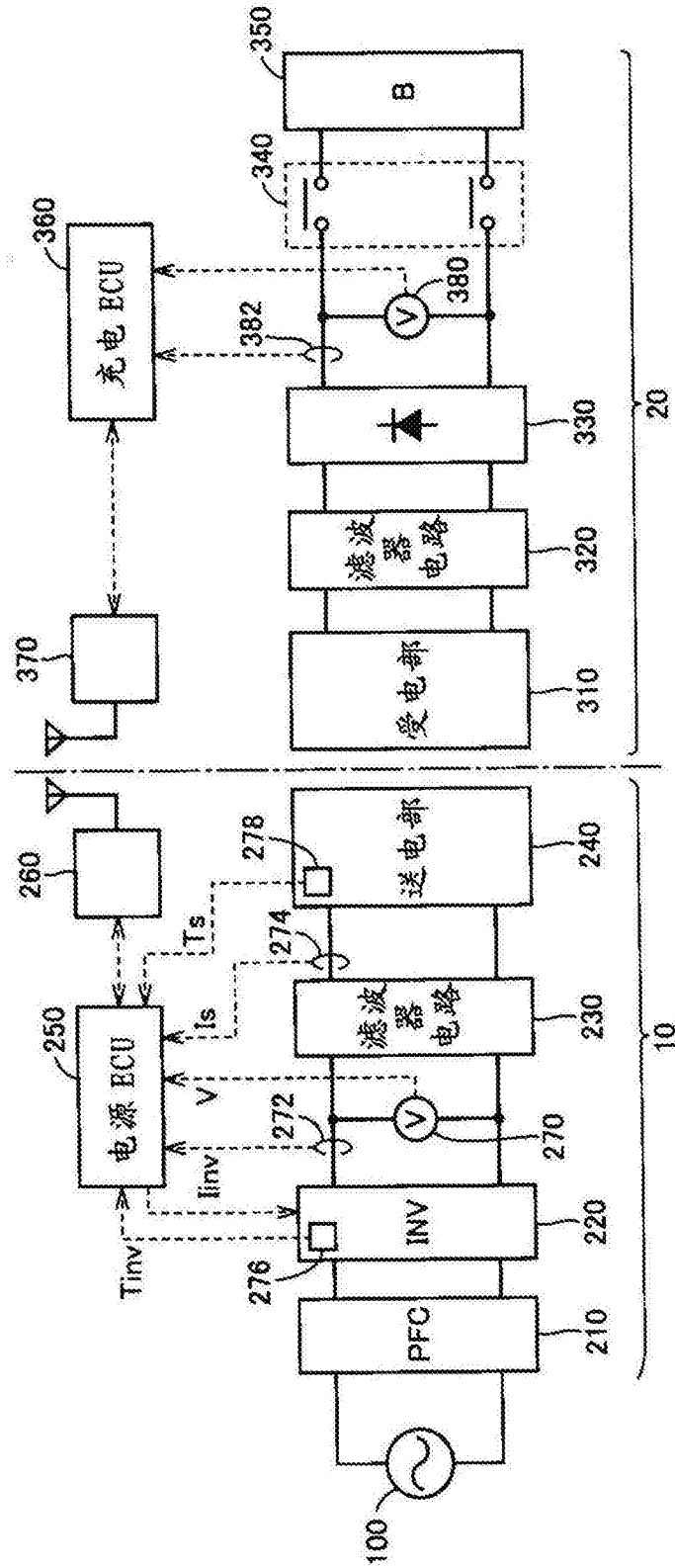


图1

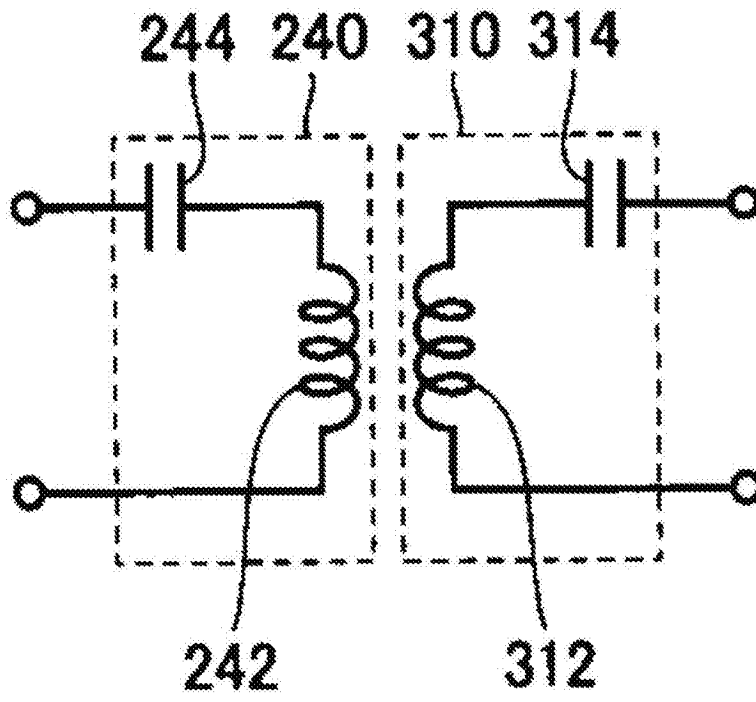


图2

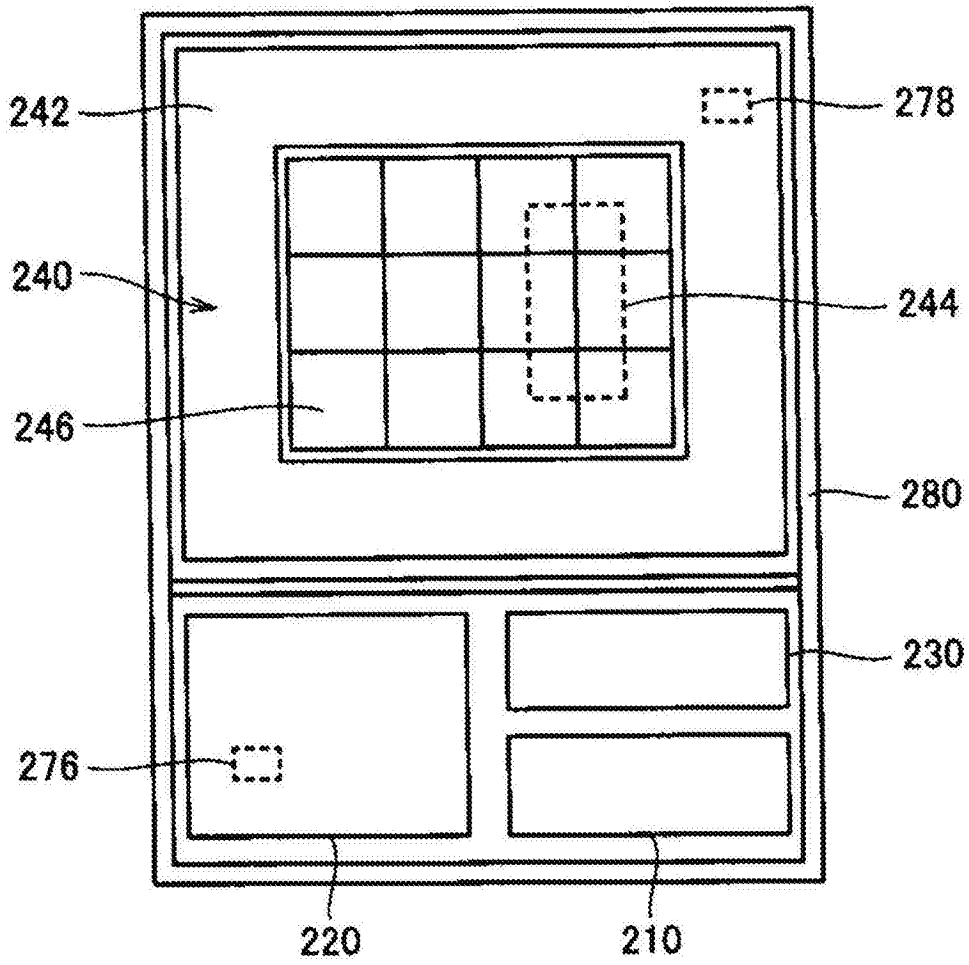


图3

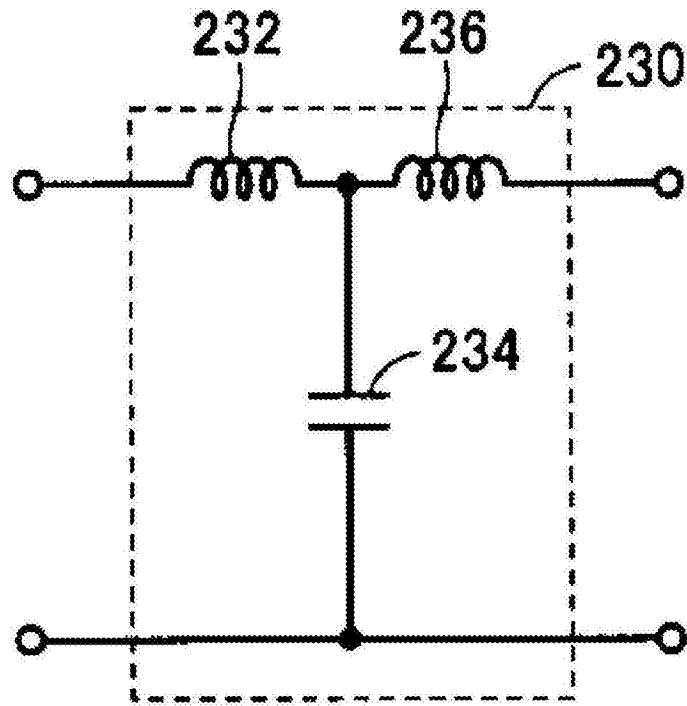


图4

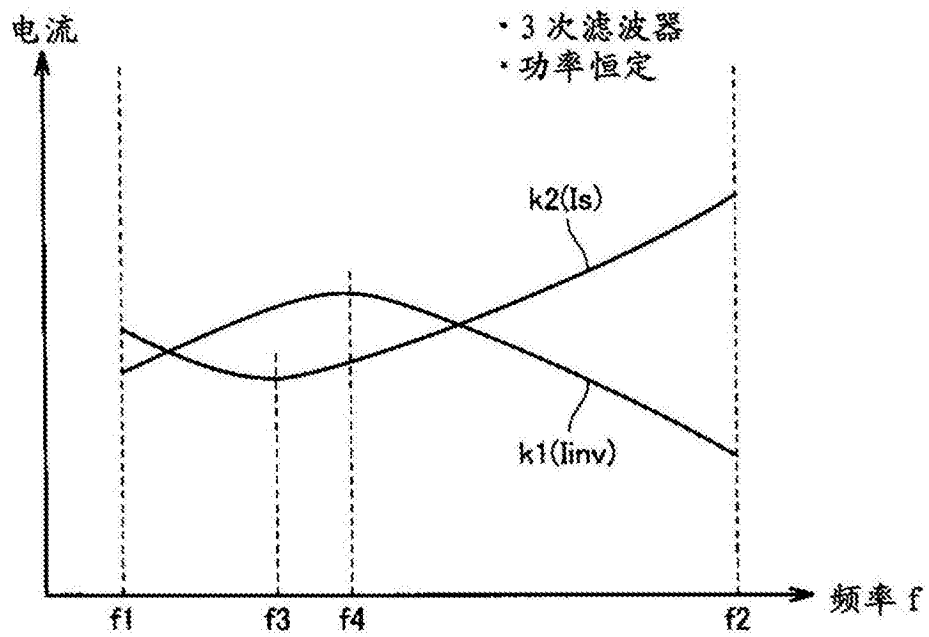


图5

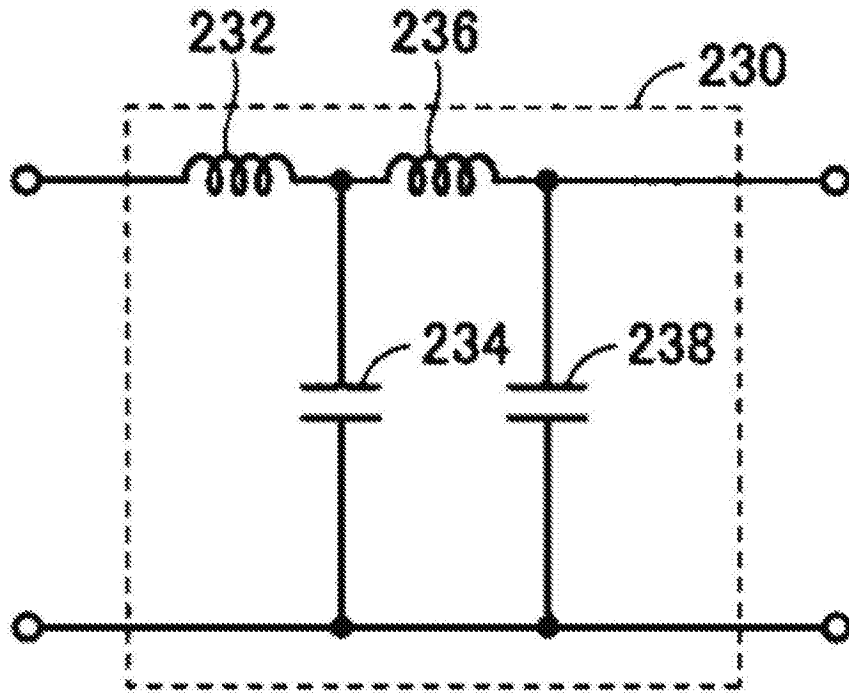


图6

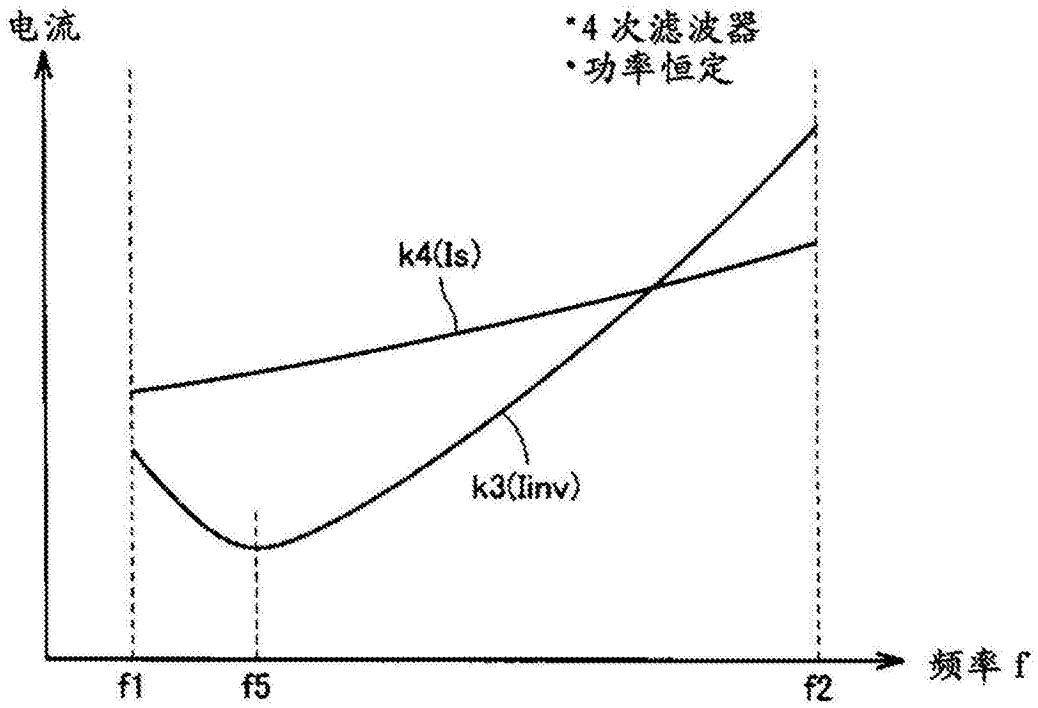


图7

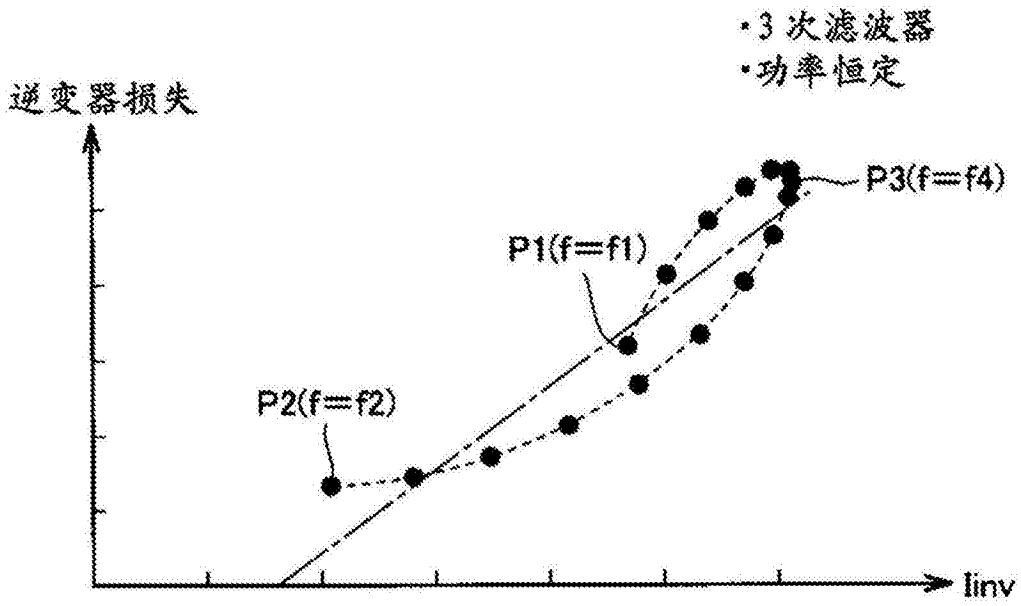


图8

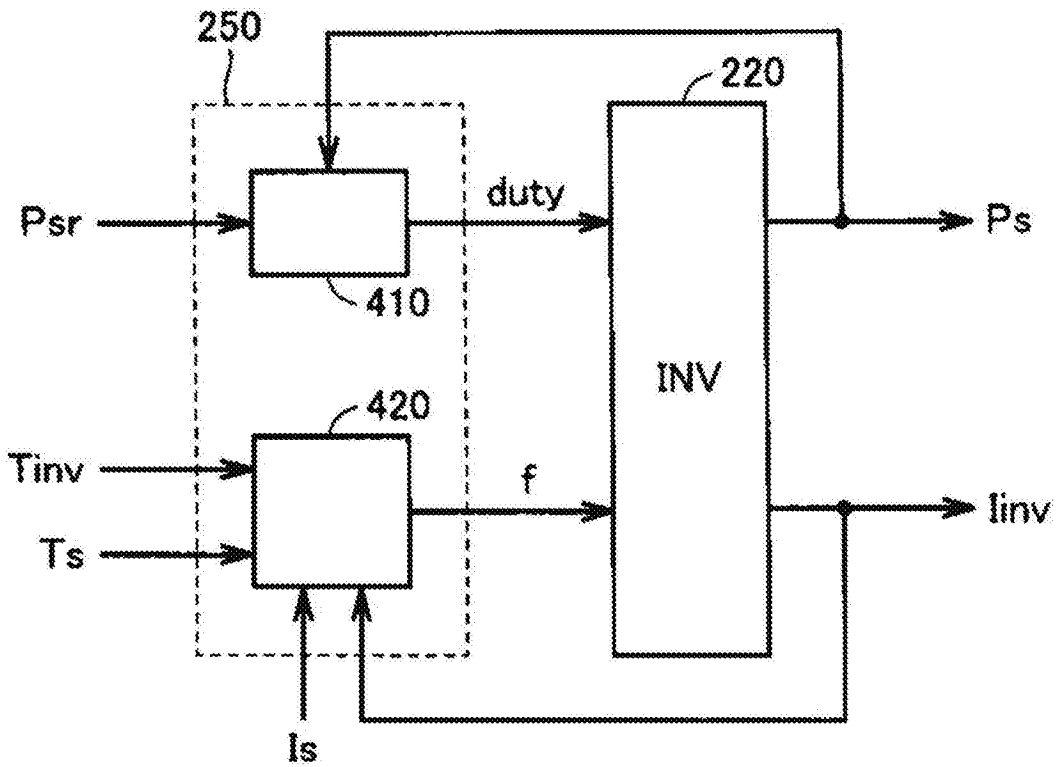


图9

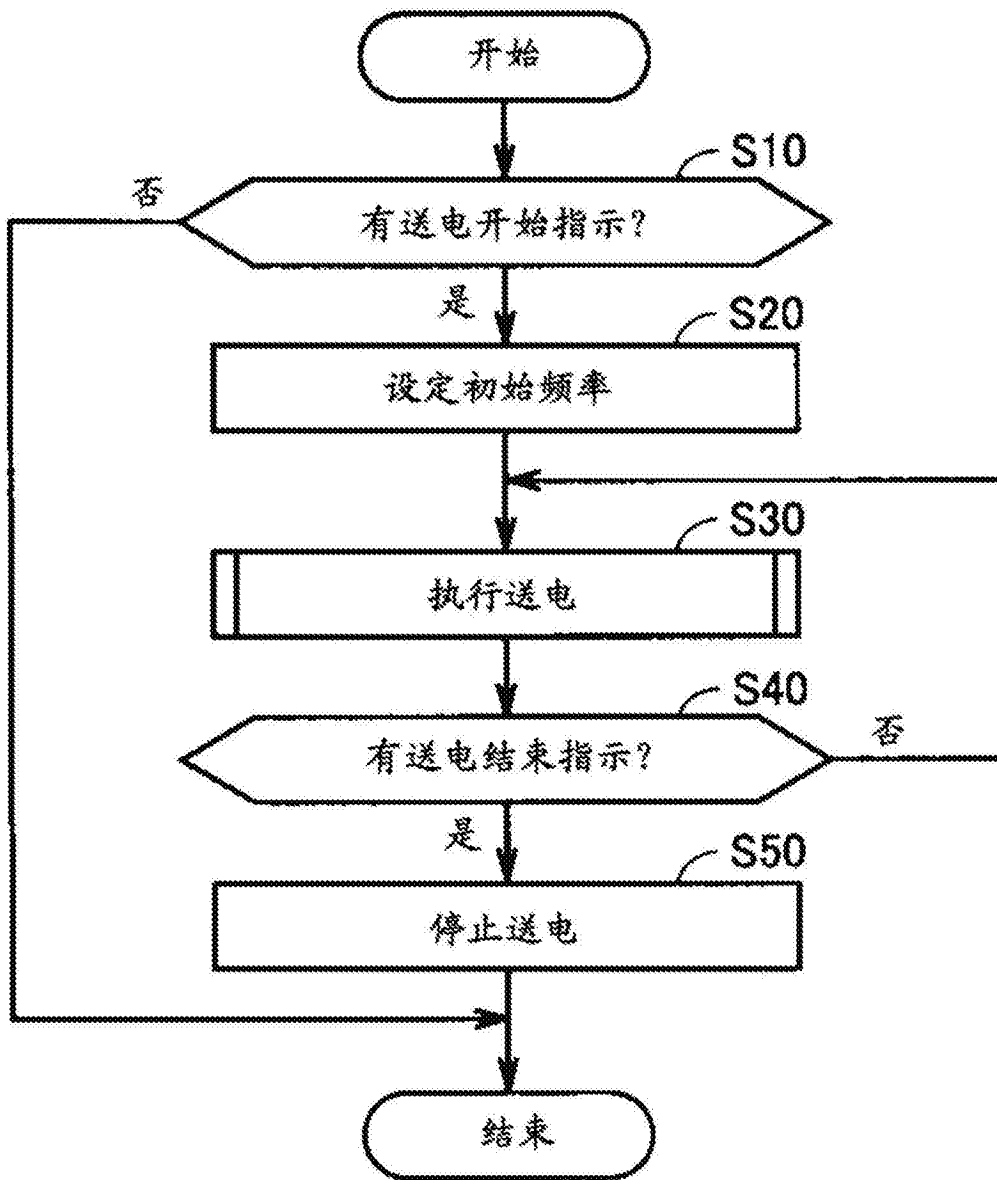


图10

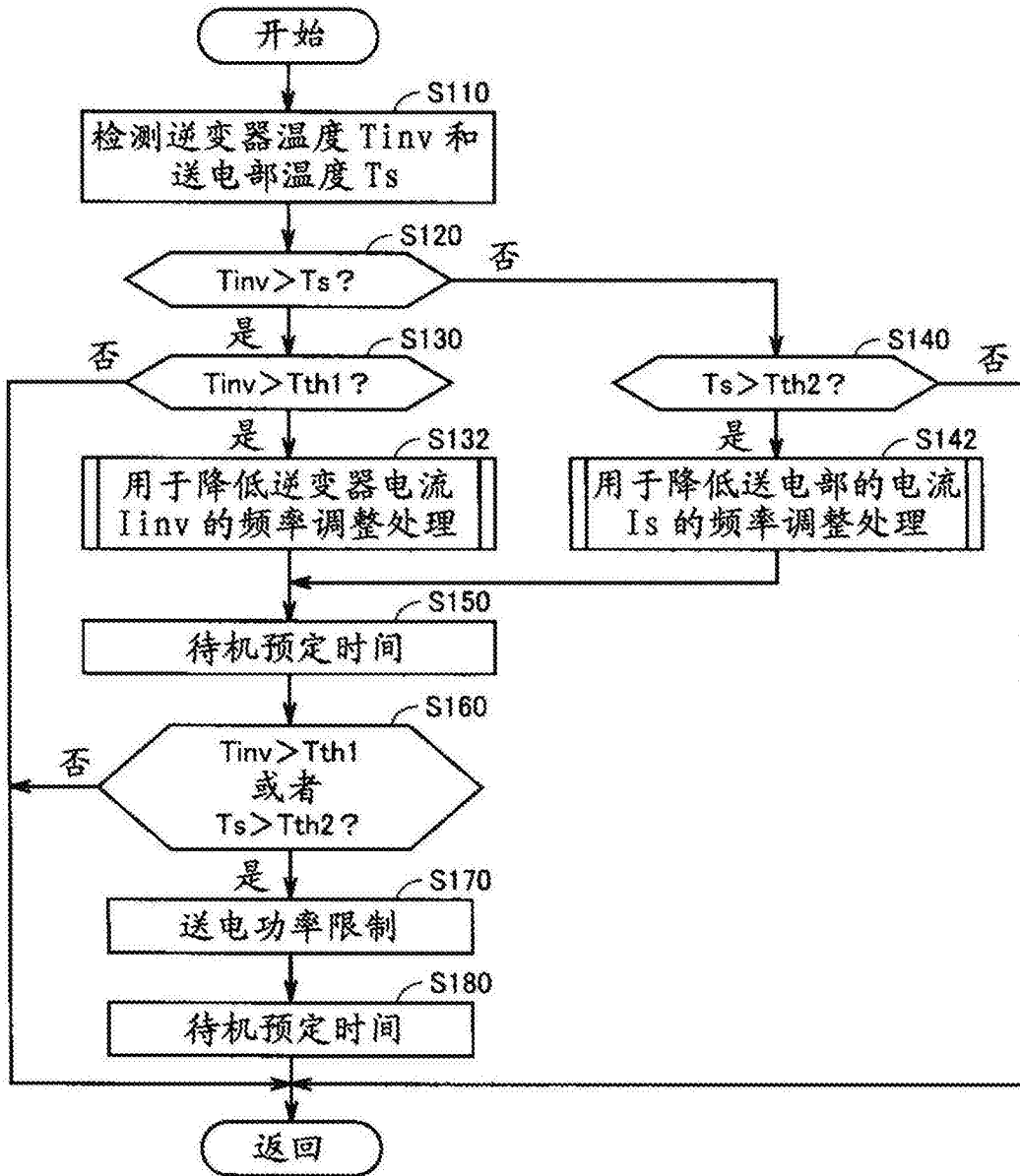


图11

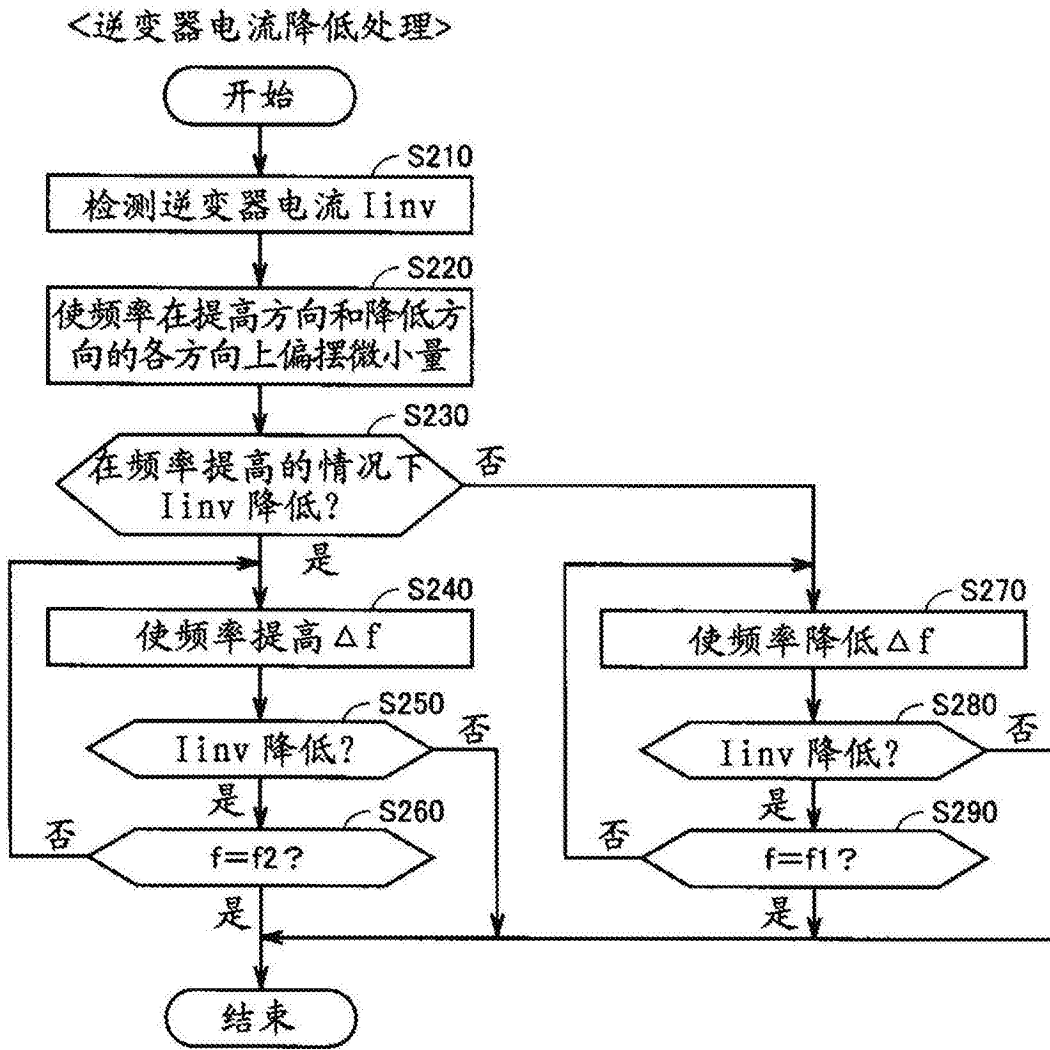


图12

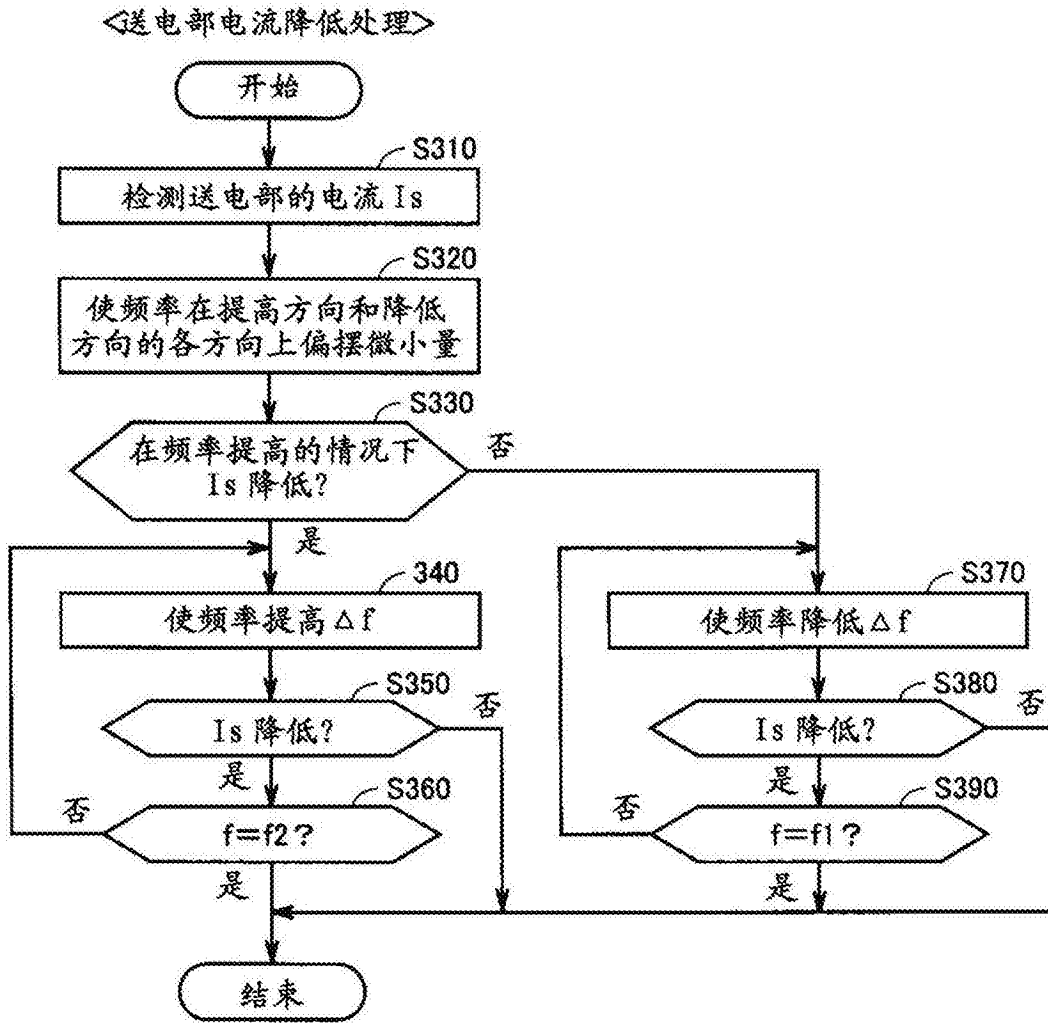


图13

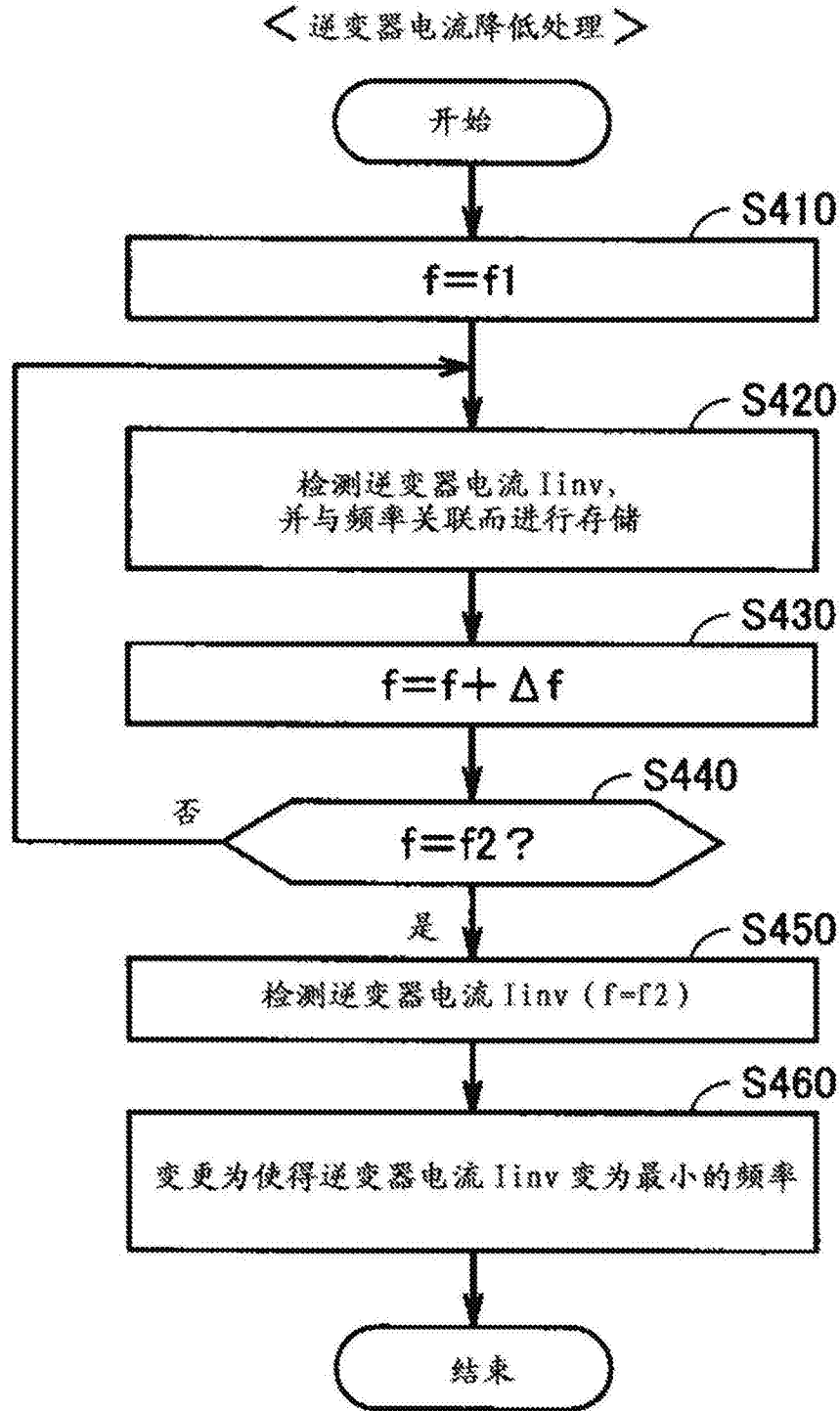


图14

<送电部电流降低处理>

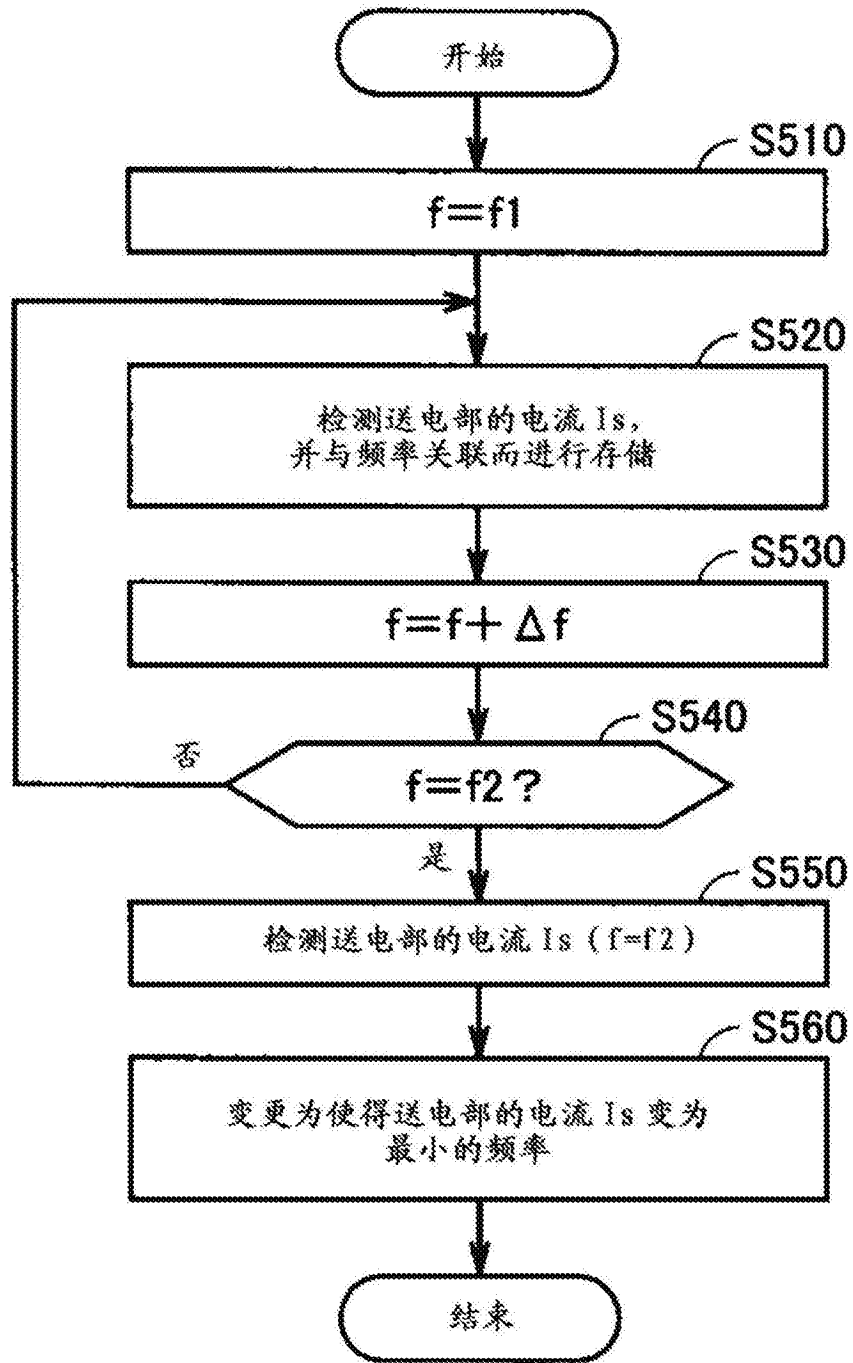


图15

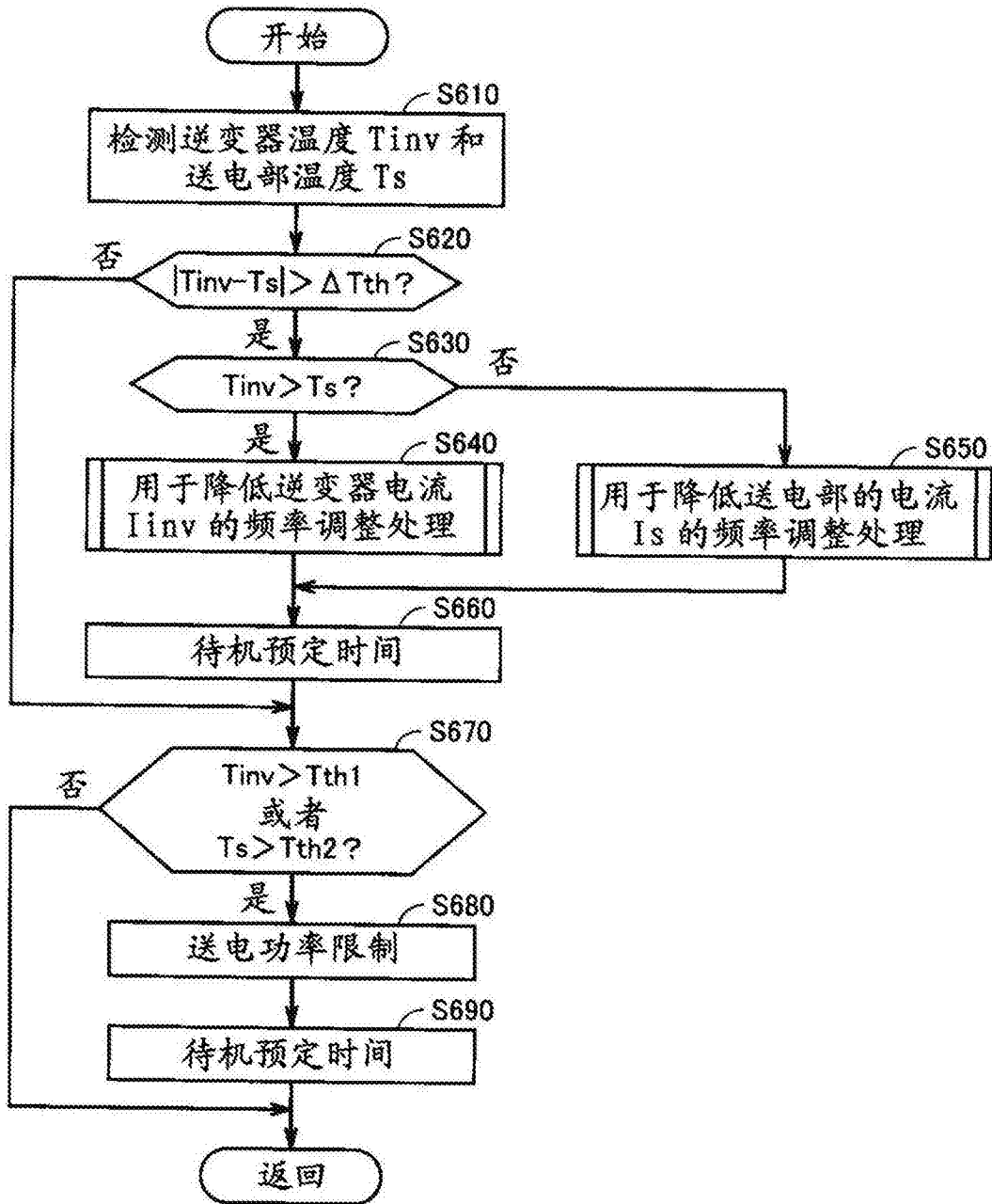


图16