



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119949022 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 06

(21) 申请号 202380067985.7

(22) 申请日 2023.09.20

(30) 优先权数据

63/377,957 2022.09.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/034100 2023.09.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/070848 JA 2024.04.04

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 永岛望 吉越大祐 山形邦彦

照内怜 锄柄友隆

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

专利代理师 龙淳 刘芑茜

(51) Int.Cl.

H05H 1/46 (2006.01)

H02J 50/10 (2006.01)

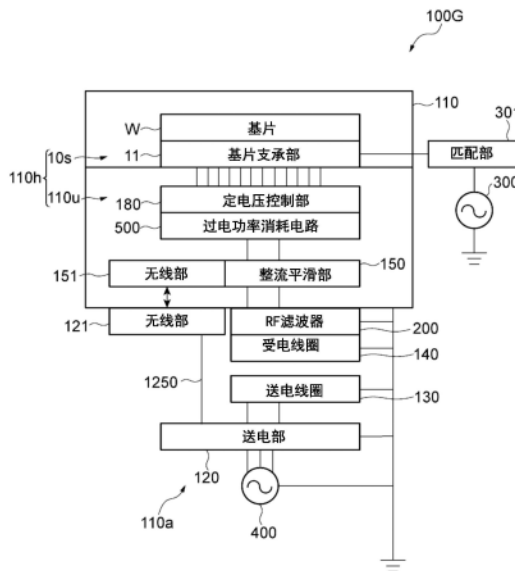
权利要求书3页 说明书29页 附图61页

(54) 发明名称

等离子体处理装置

(57) 摘要

本发明的等离子体处理装置在等离子体处理腔室内包括至少一个电功率消耗部件。至少一个电功率消耗部件与受电线圈电连接。受电线圈与送电线圈电磁感应耦合。送电线圈接收来自送电部的电功率。控制部决定与参数值对应的所需电功率水平,控制送电部来输出具有所需电功率水平的输出电功率,参数值包含根据从送电部向送电线圈输入的输入电压和输入电流来求取的输入阻抗或至少一个电功率消耗部件所具有的负载电阻值。



1. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包括:

等离子体处理腔室;

配置于所述等离子体处理腔室内的基片支承部;

相对于所述等离子体处理腔室内的等离子体处理空间配置于其外侧的电极或天线,该电极或该天线被配置成所述等离子体处理腔室内的空间位于该电极或该天线与所述基片支承部之间;

与所述基片支承部、所述电极或所述天线电连接的高频电源,其构成为能够生成高频电功率;

至少一个电功率消耗部件,其配置于所述等离子体处理腔室内或所述基片支承部内;

与所述至少一个电功率消耗部件电连接的受电线圈;

与所述受电线圈电磁耦合的送电线圈;

送电部,其与所述送电线圈电连接以向所述送电线圈供给电功率;和

控制部,

所述送电部包括电压检测器和电流检测器,所述电压检测器构成为能够检测向所述送电线圈输入的输入电压,所述电流检测器构成为能够检测向所述送电线圈输入的输入电流,

所述控制部构成为能够决定与参数值对应的所需电功率水平,控制所述送电部以输出具有该所需电功率水平的输出电功率,其中,所述参数值包含根据所述输入电压和所述输入电流求取的输入阻抗或所述至少一个电功率消耗部件所具有的负载电阻值。

2. 根据权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述送电部构成为能够通过输出具有传输频率的输出电流,并且以该传输频率的倒数的时间间隔周期性地输出具有峰值和占空比的输出电压,来输出电功率,

该等离子体处理装置还包括:

整流平滑部,其具有连接在所述受电线圈与所述至少一个电功率消耗部件之间的整流电路和平滑电路;和

连接在所述整流平滑部与所述至少一个电功率消耗部件之间的定电压控制部,其构成为能够使所述至少一个电功率消耗部件的负载电阻值变化。

3. 根据权利要求2所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述控制部构成为能够与所述参数值关联地具有存储有与该参数值对应的所述输出电压的峰值和占空比以及所述输出电流的振幅的表,使所述送电部输出具有与所述参数值对应的所述输出电压的峰值和占空比以及所述输出电流的振幅值的所述输出电功率。

4. 根据权利要求2所述的等离子体处理装置,其特征在于,还包括:

线间电容器;

过电功率消耗负载;和

开关元件,其构成为能够将所述线间电容器选择性地连接在将所述整流平滑部与所述定电压控制部彼此连接的一对供电线之间、或选择性地连接于所述过电功率消耗负载。

5. 根据权利要求4所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述定电压控制部包括构成为能够使所述至少一个电功率消耗部件的负载电阻值变化并且控制所述开关元件的控制部。

6. 根据权利要求5所述的等离子体处理装置,其特征在于:
所述定电压控制部的所述控制部构成为,
能够在所述至少一个电功率消耗部件的负载电阻值以变低的方式变化时,控制所述开关元件以将所述线间电容器连接于所述一对供电线,
接着,控制所述开关元件而将所述线间电容器连接于所述过电功率消耗负载,以将蓄积在所述线间电容器中的电功率向所述过电功率消耗负载放电。
7. 根据权利要求2~6中任一项所述的等离子体处理装置,其特征在于:
还包括导抗变换器,所述导抗变换器包含连接在所述送电部与所述送电线圈之间的导抗变换电路。
8. 根据权利要求7所述的等离子体处理装置,其特征在于:
所述导抗变换电路包括:
连接在所述送电部与所述送电线圈之间的电感;和
连接在将所述送电部与所述送电线圈彼此连接的一对供电线之间的电容器。
9. 根据权利要求8所述的等离子体处理装置,其特征在于:
所述送电部包括:
整流平滑部,其包括整流电路、连接在所述送电线圈与该整流电路之间的平滑电容器;
逆变器,其连接在所述送电线圈与该送电部的所述整流平滑部之间;
电压监视部,其构成为能够监视从所述送电部的所述整流平滑部输出的电压的波形;
和
控制部,
所述控制部构成为能够根据由所述电压监视部监视到的所述波形来调节从所述逆变器输出的所述输出电压的所述占空比,以抑制所述输出电功率的波动。
10. 根据权利要求8所述的等离子体处理装置,其特征在于:
还包括AC/DC转换器,
所述送电部包括:
平滑部,其包含平滑电容器,连接于所述AC/DC转换器;
逆变器,其连接在所述送电线圈与该送电部的所述平滑部之间;
电压监视部,其构成为能够监视从所述送电部的所述平滑部输出的电压的波形;和
控制部,
所述控制部构成为能够根据由所述电压监视部监视到的所述波形来调节从所述逆变器输出的所述输出电压的所述占空比,以抑制所述输出电功率的波动。
11. 根据权利要求7所述的等离子体处理装置,其特征在于:
还包括连接在所述送电线圈与所述导抗变换电路之间的共振电容器,
所述共振电容器设置于所述导抗变换器内。
12. 根据权利要求7所述的等离子体处理装置,其特征在于:
所述导抗变换器和所述送电部收纳在一个壳体内。
13. 根据权利要求7所述的等离子体处理装置,其特征在于:
还包括连接在所述送电线圈与所述导抗变换电路之间的共振电容器,
所述共振电容器、所述导抗变换器和所述送电部收纳在一个壳体内。

14. 根据权利要求7所述的等离子体处理装置,其特征在于:

包括送电线圈部,所述送电线圈部包含所述送电线圈和连接在该送电线圈与所述导抗变换电路之间的共振电容器,

所述送电线圈部和所述导抗变换器收纳在一个壳体内。

15. 根据权利要求7所述的等离子体处理装置,其特征在于:

包括送电线圈部,所述送电线圈部包含所述送电线圈和连接在该送电线圈与所述导抗变换电路之间的共振电容器,

所述送电线圈部、所述导抗变换器和所述送电部收纳在一个壳体内。

16. 根据权利要求10所述的等离子体处理装置,其特征在于:

还包括连接在所述送电线圈与所述导抗变换电路之间的共振电容器,

所述共振电容器、所述AC/DC转换器、所述导抗变换器和所述送电部收纳在一个壳体内。

17. 根据权利要求10所述的等离子体处理装置,其特征在于:

包括送电线圈部,所述送电线圈部包含所述送电线圈和连接在该送电线圈与所述导抗变换电路之间的共振电容器,

所述送电线圈部、所述AC/DC转换器、所述导抗变换器和所述送电部收纳在一个壳体内。

等离子体处理装置

技术领域

[0001] 本发明的例示性的实施方式涉及等离子体处理装置。

背景技术

[0002] 等离子体处理装置用于等离子体处理。等离子体处理装置包括腔室和配置在腔室内的基片支承台(载置台)。基片支承台包括基座(下部电极)和保持基片的静电吸盘。在静电吸盘的内部设置有用于调节基片温度的温度调节元件(例如加热器)。此外,在温度调节元件与温度调节元件用电源之间设置有滤波器,该滤波器使从腔室内的高频电极和/或其他电气部件进入供电线和/或信号线等线路上的高频噪声衰减或阻止该高频噪声。这样的等离子体处理装置中的一种在下述专利文献1中有所记载。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2015-173027号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 本发明的例示性的实施方式提供了一种技术,根据等离子体处理装置中的电功率消耗部件的负载电阻值,不经由蓄电部地通过电磁感应耦合来供给电功率。

[0008] 用于解决技术问题的技术方案

[0009] 在一个例示性的实施方式中,提供一种等离子体处理装置。该装置包括等离子体处理腔室、基片支承部、电极或天线、高频电源、至少一个电功率消耗部件、受电线圈、送电线圈、送电部和控制部。基片支承部配置于等离子体处理腔室内。电极或天线相对于等离子体处理腔室内的等离子体处理空间配置于其外侧。等离子体处理腔室内的空间位于电极或天线与基片支承部之间。高频电源构成为能够产生高频电功率,与基片支承部、电极或天线电连接。至少一个电功率消耗部件配置在等离子体处理腔室内或基片支承部内。受电线圈与至少一个电功率消耗部件电连接。送电线圈与受电线圈电磁感应耦合。送电部与送电线圈电连接以向送电线圈供给电功率。送电部包括电压检测器和电流检测器,电压检测器构成为能够检测向送电线圈输入的输入电压,电流检测器构成为能够检测向送电线圈输入的输入电流。控制部构成为能够决定与参数值对应的所需电功率水平,控制送电部以输出具有所需电功率水平的输出电功率,其中,参数值包含根据输入电压和输入电流求取的输入阻抗或至少一个电功率消耗部件所具有的负载电阻值。

[0010] 发明效果

[0011] 根据一个例示性的实施方式,提供一种技术,根据等离子体处理装置中的电功率消耗部件的负载电阻值,不经由蓄电部地通过电磁感应耦合来供给电功率。

附图说明

- [0012] 图1是用于说明等离子体处理系统的结构例的图。
- [0013] 图2是用于说明电容耦合型的等离子体处理装置的结构例的图。
- [0014] 图3是概略地表示一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0015] 图4是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0016] 图5是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0017] 图6是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0018] 图7是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0019] 图8是表示一个例示性的实施方式的送电部的图。
- [0020] 图9是表示一个例示性的实施方式的送电线圈部和受电线圈部的图。
- [0021] 图10是表示一个例示性的实施方式的送电线圈部和受电线圈部的图。
- [0022] 图11是表示一个例示性的实施方式的送电线圈部和受电线圈部的图。
- [0023] 图12是表示一个例示性的实施方式的受电线圈部的阻抗特性的坐标图。
- [0024] 图13是表示一个例示性的实施方式的RF滤波器的图。
- [0025] 图14是表示一个例示性的实施方式的整流平滑部的图。
- [0026] 图15是表示一个例示性的实施方式的RF滤波器的图。
- [0027] 图16是表示一个例示性的实施方式的送电部的通信部和整流平滑部的通信部的图。
- [0028] 图17是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0029] 图18是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0030] 图19是表示另一个例示性的实施方式的送电部的通信部和整流平滑部的通信部的图。
- [0031] 图20是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0032] 图21是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0033] 图22是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0034] 图23的(a)和图23的(b)分别是表示一个例示性的实施方式的蓄电部的图。
- [0035] 图24是表示一个例示性的实施方式的电压控制转换器的图。
- [0036] 图25是表示一个例示性的实施方式的定电压控制部的图。
- [0037] 图26是表示另一个例示性的实施方式的定电压控制部的图。
- [0038] 图27是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0039] 图28是表示送电线圈部和受电线圈部的一个例子的等效电路的图。
- [0040] 图29是表示至少一个表格的例子的图。
- [0041] 图30是表示至少一个表格的例子的图。
- [0042] 图31是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0043] 图32是表示负载电阻值、输入阻抗、传输电功率和开关元件状态的一个例子的时序图。
- [0044] 图33是表示一个例示性的实施方式的供电方法的流程的图。
- [0045] 图34是表示一个例示性的实施方式的供电方法的流程的图。
- [0046] 图35是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。

- [0047] 图36是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0048] 图37是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0049] 图38是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0050] 图39是表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置中的送电线圈部和受电线圈部的图。
- [0051] 图40是表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置中的送电线圈部和受电线圈部的图。
- [0052] 图41是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0053] 图42是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。
- [0054] 图43是表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置中的导抗变换器的图。
- [0055] 图44是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的送电部的图。
- [0056] 图45是说明多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的送电部的传输电压的占空比调节的图。
- [0057] 图46是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的送电部和AC/DC转换器的图。
- [0058] 图47是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的受电线圈部的图。
- [0059] 图48是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的受电线圈和送电线圈的结构的图。
- [0060] 图49是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的受电线圈和送电线圈的结构的图。
- [0061] 图50是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的受电线圈部和整流平滑部的结构的图。
- [0062] 图51是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的受电线圈部和整流平滑部的结构的图。
- [0063] 图52是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。
- [0064] 图53是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。
- [0065] 图54是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。
- [0066] 图55是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。
- [0067] 图56是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。
- [0068] 图57是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。
- [0069] 图58是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0070] 图59是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0071] 图60是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0072] 图61是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0073] 图62是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0074] 图63是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0075] 图64是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

[0076] 图65是表示多种例示性的实施方式的等离子体处理装置中能采用的供电相关的一体化结构的图。

具体实施方式

[0077] 以下,参照附图,对多种例示性的实施方式详细地进行说明。在各图中,对相同或相当的部分标注相同的附图标记。

[0078] 图1是用于说明等离子体处理系统的结构例的图。在一个实施方式中,等离子体处理系统包括等离子体处理装置1和控制部2。等离子体处理系统是基片处理系统的一例,等离子体处理装置1是基片处理装置的一例。等离子体处理装置1包括等离子体处理腔室10、基片支承部11和等离子体生成部12。等离子体处理腔室10具有等离子体处理空间。此外,等离子体处理腔室10包括:用于向等离子体处理空间供给至少一种处理气体的至少一个气体供给口;和用于从等离子体处理空间排出气体的至少一个气体排出口。气体供给口连接于后述的气体供给部20,气体排出口连接于后述的排气系统40。基片支承部11配置在等离子体处理空间内,具有用于支承基片的基片支承面。

[0079] 等离子体生成部12构成为能够从供给至等离子体处理空间内的至少一种处理气体生成等离子体。在等离子体处理空间中形成的等离子体可以是电容耦合等离子体(CCP:Capacitively Coupled Plasma)、电感耦合等离子体(ICP:Inductively Coupled Plasma)、ECR等离子体(Electron-Cyclotron-Resonance Plasma,电子回旋共振等离子体)、螺旋波激发等离子体(HWP:Helicon Wave Plasma)、或表面波等离子体(SWP:Surface Wave Plasma)等。此外,可以使用包括AC(Alternating Current,交流)等离子体生成部和DC(Direct Current,直流)等离子体生成部的多种类型的等离子体生成部。在一个实施方式中,AC等离子体生成部中使用的AC信号(AC电功率)具有100kHz~10GHz的范围内的频率。因此,AC信号包括RF(Radio Frequency,高频)信号和微波信号。在一个实施方式中,RF信号具有100kHz~150MHz的范围内的频率。

[0080] 控制部2处理能够使等离子体处理装置1执行本发明中描述的各种步骤的计算可执行的命令。控制部2可构成为能够控制等离子体处理装置1的各个部件,以执行此处描述的各种步骤。在一个实施方式中,控制部2的一部分或全部可以包含于等离子体处理装置1。

控制部2可以包括处理部2a1、存储部2a2和通信接口2a3。控制部2例如由计算机2a实现。处理部2a1从存储部2a2读取程序,通过执行所读取的程序来执行各种控制操作。该程序可以预先存储在存储部2a2中,也可以在需要时经由介质获取。所获取的程序被存储在存储部2a2中,由处理部2a1从存储部2a2中读取并执行。介质可以是计算机2a可读取的各种存储介质,也可以是连接于通信接口2a3的通信线路。处理部2a1可以是CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)。存储部2a2可以包括RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory,只读存储器)、HDD(Hard Disk Drive,硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive,固态驱动器)或它们的组合。通信接口2a3可以通过LAN(Local Area Network,局域网)等通信线路与等离子体处理装置1之间进行通信。

[0081] 以下,作为等离子体处理装置1的一例,说明电容耦合型的等离子体处理装置的结构例。图2是用于说明电容耦合型的等离子体处理装置的结构例的图。

[0082] 电容耦合型的等离子体处理装置1包括等离子体处理腔室10、气体供给部20、电源30和排气系统40。此外,等离子体处理装置1包括基片支承部11和气体导入部。气体导入部构成为能够将至少一种处理气体导入等离子体处理腔室10内。气体导入部包括喷淋头13。基片支承部11配置在等离子体处理腔室10内。喷淋头13配置在基片支承部11的上方。在一个实施方式中,喷淋头13构成等离子体处理腔室10的顶部(Ceiling)的至少一部分。等离子体处理腔室10具有由喷淋头13、等离子体处理腔室10的侧壁10a和基片支承部11界定的等离子体处理空间10s。等离子体处理腔室10接地。喷淋头13和基片支承部11与等离子体处理腔室10的壳体电绝缘。

[0083] 基片支承部11包括主体部111和环组件112。主体部111具有用于支承基片W的中央区域111a和用于支承环组件112的环状区域111b。晶片是基片W的一个例子。主体部111的环状区域111b在俯视时包围主体部111的中央区域111a。基片W配置在主体部111的中央区域111a上,环组件112以包围主体部111的中央区域111a上的基片W的方式配置在主体部111的环状区域111b上。因此,中央区域111a也被称为用于支承基片W的基片支承面,环状区域111b也被称为用于支承环组件112的环支承面。

[0084] 在一个实施方式中,主体部111包括基座1110和静电吸盘1111。基座1110包括导电性部件。基座1110的导电性部件可以作为下部电极发挥功能。静电吸盘1111配置在基座1110之上。静电吸盘1111包括陶瓷部件1111a和配置在陶瓷部件1111a内的静电电极(吸附电极、吸盘电极或夹持电极)1111b。陶瓷部件1111a具有中央区域111a。在一个实施方式中,陶瓷部件1111a还具有环状区域111b。此外,环状静电吸盘、环状绝缘部件这样的包围静电吸盘1111的其他部件也可以具有环状区域111b。在该情况下,环组件112可以配置在环状静电吸盘或环状绝缘部件之上,或者配置在静电吸盘1111和环状绝缘部件两者之上。此外,与后述的RF电源31和/或DC电源32结合的至少一个RF/DC电极可以配置在陶瓷部件1111a内。在该情况下,至少一个RF/DC电极作为下部电极发挥功能。在后述的偏置RF信号和/或DC信号被供给到至少一个RF/DC电极时,RF/DC电极也被称为偏置电极。此外,基座1110的导电性部件和至少一个RF/DC电极可以作为多个下部电极发挥功能。此外,静电电极1111b也可以作为下部电极发挥功能。因此,基片支承部11包括至少一个下部电极。

[0085] 环组件112包括一个或多个环状部件。在一个实施方式中,一个或多个环状部件包括一个或多个边缘环和至少一个覆盖环。边缘环由导电性材料或绝缘材料制成,覆盖环由

绝缘材料制成。

[0086] 另外,基片支承部11可以包括温度调节模块,该温度调节模块构成为能够将静电吸盘1111、环组件112和基片中的至少一者调节为目标温度。温度调节模块可以包括加热器、传热介质、流路1110a或它们的组合。流路1110a中能够流动盐水、气体这样的传热流体。在一个实施方式中,流路1110a形成在基座1110内,一个或多个加热器配置在静电吸盘1111的陶瓷部件1111a内。此外,基片支承部11可以包括传热气体供给部,该传热气体供给部构成为能够向基片W的背面与中央区域111a之间的间隙供给传热气体。

[0087] 喷淋头13构成为能够将来自气体供给部20的至少一种处理气体导入等离子体处理空间10s内。喷淋头13具有至少一个气体供给口13a、至少一个气体扩散室13b和多个气体导入口13c。供给至气体供给口13a的处理气体通过气体扩散室13b而从多个气体导入口13c被导入到等离子体处理空间10s内。此外,喷淋头13包括至少一个上部电极。另外,气体导入部除了喷淋头13外,还可以包括安装于在侧壁10a形成的一个或多个开口部的一个或多个侧方气体注入部(SGI:Side Gas Injector)。

[0088] 气体供给部20可以包括至少一个气体源21和至少一个流量控制器22。在一个实施方式中,气体供给部20构成为能够将至少一种处理气体从与之分别对应的气体源21经由与之分别对应的流量控制器22供给到喷淋头13。各个流量控制器22可以包括例如质量流量控制器或压力控制式的流量控制器。气体供给部20可以包括对至少一种处理气体的流量进行调制或将其脉冲化的至少一个流量调制装置。

[0089] 电源30包括经由至少一个阻抗匹配电路与等离子体处理腔室10耦合的RF电源31。RF电源31构成为能够将至少一个RF信号(RF电功率)供给到至少一个下部电极和/或至少一个上部电极。由此,从供给至等离子体处理空间10s的至少一种处理气体形成等离子体。因此,RF电源31可以作为等离子体生成部12的至少一部分发挥作用。此外,通过将偏置RF信号供给到至少一个下部电极,能够在基片W产生偏置电位,将所形成的等离子体中的离子成分吸引到基片W。

[0090] 在一个实施方式中,RF电源31包括第一RF生成部31a和第二RF生成部31b。第一RF生成部31a经由至少一个阻抗匹配电路与至少一个下部电极和/或至少一个上部电极耦合,构成为能够生成等离子体生成用的生成源RF信号(生成源RF电功率)。在一个实施方式中,生成源RF信号具有10MHz~150MHz的范围内的频率。在一个实施方式中,第一RF生成部31a可以构成为能够生成具有不同频率的多个生成源RF信号。所生成的一个或多个生成源RF信号被供给到至少一个下部电极和/或至少一个上部电极。

[0091] 第二RF生成部31b经由至少一个阻抗匹配电路与至少一个下部电极耦合,构成为能够生成偏置RF信号(偏置RF电功率)。偏置RF信号的频率可以与生成源RF信号的频率相同也可以不同。在一个实施方式中,偏置RF信号具有比生成源RF信号的频率低的频率。在一个实施方式中,偏置RF信号具有100kHz~60MHz的范围内的频率。在一个实施方式中,第二RF生成部31b可以构成为能够生成具有不同频率的多个偏置RF信号。所生成的一个或多个偏置RF信号被供给到至少一个下部电极。此外,在各种实施方式中,生成源RF信号和偏置RF信号中的至少一者可以被脉冲化。

[0092] 此外,电源30可以包括与等离子体处理腔室10耦合的DC电源32。DC电源32包括第一DC生成部32a和第二DC生成部32b。在一个实施方式中,第一DC生成部32a与至少一个下部

电极连接,构成能够生成第一DC信号。所生成的第一DC信号被施加到至少一个下部电极。在一个实施方式中,第二DC生成部32b与至少一个上部电极连接,构成能够生成第二DC信号。所生成的第二DC信号被施加到至少一个上部电极。

[0093] 在各种实施方式中,第一和第二DC信号可以被脉冲化。在该情况下,电压脉冲的序列被施加到至少一个下部电极和/或至少一个上部电极。电压脉冲可以具有矩形、梯形、三角形或它们的组合的脉冲波形。在一个实施方式中,用于从DC信号生成电压脉冲的序列的波形生成部连接在第一DC生成部32a与至少一个下部电极之间。因此,第一DC生成部32a和波形生成部构成电压脉冲生成部。在第二DC生成部32b和波形生成部构成电压脉冲生成部的情况下,电压脉冲生成部与至少一个上部电极连接。电压脉冲可以具有正极性,也可以具有负极性。此外,电压脉冲的序列可以在一个周期内包括一个或多个正极性电压脉冲和一个或多个负极性电压脉冲。此外,可以在RF电源31之外还设置第一和第二DC生成部32a、32b,可以代替第二RF生成部31b而设置第一DC生成部32a。

[0094] 排气系统40可以与例如在等离子体处理腔室10的底部设置的气体排出口10e连接。排气系统40可以包括压力调节阀和真空泵。利用压力调节阀能够调节等离子体处理空间10s内的压力。真空泵可以包括涡轮分子泵、干泵或它们的组合。

[0095] 另外,在电容耦合型的等离子体处理装置1中,上部电极被配置成等离子体处理空间位于该上部电极与基片支承部11之间。第一RF生成部31a这样的高频电源与上部电极或基片支承部11内的下部电极电连接。在等离子体处理装置1是电感耦合型的等离子体处理装置的情况下,天线被配置成等离子体处理空间位于该天线与基片支承部11之间。如第一RF生成部31a这样的高频电源与天线电连接。在等离子体处理装置1是通过微波这样的表面波生成等离子体的等离子体处理装置的情况下,天线被配置成等离子体处理空间位于该天线与基片支承部11之间。如第一RF生成部31a这样的高频电源经由波导与天线电连接。

[0096] 以下,对各种例示性的实施方式的等离子体处理装置进行说明。以下说明的各个等离子体处理装置构成为能够通过无线供电(电磁感应耦合)向腔室10内的至少一个电功率消耗部件供电,可以具有与等离子体处理装置1相同的结构。

[0097] 图3是概略地表示一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。图3所示的等离子体处理装置100A包括至少一个高频电源300、受电线圈部140、蓄电部160和至少一个电功率消耗部件240(参照图25和图26)。等离子体处理装置100A还可以包括送电部120、送电线圈部130、整流平滑部150、定电压控制部180(电压控制部的一例)、接地框架110和匹配部301。

[0098] 至少一个高频电源300包括第一RF生成部31a和/或第二RF生成部31b。至少一个高频电源300经由匹配部301与基片支承部11电连接。匹配部301包括至少一个阻抗匹配电路。

[0099] 接地框架110包含腔室10,并且电接地。接地框架110将其内部的空间110h(RF-Hot空间)与外部空间110a(大气空间)电隔离。接地框架110包围配置在空间110h内的基片支承部11。等离子体处理装置100A中,整流平滑部150、蓄电部160和定电压控制部180配置在空间110h内。此外,等离子体处理装置100A中,送电部120、送电线圈部130和受电线圈部140配置于空间110a。此外,空间110h包括减压空间(真空空间)和非减压空间(非真空空间)。减压空间是腔室10内的空间,非减压空间是腔室10外的空间。基片支承部11和基片W配置在减压空间内。整流平滑部150、蓄电部160和定电压控制部180配置在非减压空间内。

[0100] 配置于空间110a内的装置,即送电部120、送电线圈部130和受电线圈部140等,被由如铝这样的金属形成的金属壳体覆盖,该金属壳体接地。由此,能够抑制由如第一RF信号(生成源RF信号)和/或第二RF信号(偏置RF信号)这样的高频电功率引起的高频噪声的泄漏。该金属壳体与各供电线之间具有绝缘距离。此外,在以下的说明中,有时将如第一RF信号和/或第二RF信号这样的向送电部120传播的高频电功率称为高频噪声、共模噪声或传导性噪声。

[0101] 送电部120电连接在交流电源400(例如商用交流电源)与送电线圈部130之间。送电部120接收来自交流电源400的交流电功率的频率,通过将该交流电功率的频率转换为传输频率,来生成具有传输频率的交流电功率,即传输交流电功率。

[0102] 送电线圈部130包括后述的送电线圈131(参照图9)。送电线圈131与送电部120电连接。送电线圈131接收来自送电部120的传输交流电功率,将该传输交流电功率无线传输到受电线圈141。

[0103] 受电线圈部140包括后述的受电线圈141(参照图9)。受电线圈141与送电线圈131电磁感应耦合。电磁感应耦合包括磁场耦合和电场耦合。此外,磁场耦合包括磁场共鸣(也被称为磁场共振)。受电线圈141与送电线圈131之间的距离被设定成抑制共模噪声(传导性噪声)。此外,受电线圈141与送电线圈131之间的距离被设定成能够供电的距离。受电线圈141与送电线圈131之间的距离被设定成使受电线圈141与送电线圈131之间的高频电功率(即高频噪声)的衰减量为阈值以下,并且使得在受电线圈141中能够接收来自送电线圈131的电功率。衰减量的阈值被设定成足以防止送电部120损坏或误动作的值。衰减量的阈值例如为-20dB。由受电线圈部140接收到的传输交流电功率被输出至整流平滑部150。

[0104] 整流平滑部150电连接在受电线圈部140与蓄电部160之间。整流平滑部150通过对来自受电线圈部140的传输交流电功率进行全波整流和平滑化来生成直流电功率。由整流平滑部150生成的直流电功率在蓄电部160中被蓄电。蓄电部160电连接在整流平滑部150与定电压控制部180之间。此外,整流平滑部150可以通过对来自受电线圈部140的传输交流电功率进行半波整流和平滑化来生成直流电功率。

[0105] 整流平滑部150与送电部120通过信号线1250相互电连接。整流平滑部150经由信号线1250向送电部120发送指示信号。指示信号是用于指示送电部120进行传输交流电功率的供给或传输交流电功率的停止供给的信号。指示信号可以包括状态信号、异常检测信号以及送电线圈部130和受电线圈部140的冷却控制信号。状态信号是整流平滑部150的电压检测器155v(参照图14)和电流检测器155i(参照图14)检测的电压、电流、电功率的大小和/或相位等值。异常检测信号是用于向送电部120传达整流平滑部150的故障和/或温度异常发生的信号。冷却控制信号控制设置于送电线圈部130和受电线圈部140的冷却机构。冷却控制信号例如在气冷的情况下控制风扇的转速。此外,在液冷的情况下,控制冷媒的流速和/或温度等。

[0106] 定电压控制部180使用在蓄电部160中存储的电功率,至少向电功率消耗部件240施加电压。定电压控制部180可以控制至少向电功率消耗部件240的电压施加及其停止。

[0107] 在等离子体处理装置100A中,受电线圈141作为针对如第一RF信号和/或第二RF信号这样的高频电功率引起的高频噪声的滤波器发挥作用。因此,能够抑制高频噪声向等离子体处理装置外部的电源传播。

[0108] 参照图4。图4是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。以下,对图4所示的等离子体处理装置100B,从与等离子体处理装置100A的差异的角度进行说明。

[0109] 等离子体处理装置100B还包括电压控制转换器170。电压控制转换器170是DC-DC转换器,连接在蓄电部160与定电压控制部180之间。电压控制转换器170可构成为即使在蓄电部160发生了电压变动时,也能够向定电压控制部180输入一定(一定值,恒定)的输出电压。此外,蓄电部160中的电压变动例如在蓄电部160由电双层结构构成的情况下,能够以与蓄电功率对应的电压下降等的形式产生。

[0110] 参照图5。图5是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。以下,对图5所示的等离子体处理装置100C,从与等离子体处理装置100B的差异的角度进行说明。

[0111] 等离子体处理装置100C还包括RF滤波器190。RF滤波器190连接在整流平滑部150与送电部120之间。RF滤波器190构成信号线1250的一部分。RF滤波器190具有抑制高频电功率(高频噪声)经由信号线1250的传播的特性。即,RF滤波器190包括具有下述特性的低通滤波器:对高频噪声(传导性噪声)具有高阻抗,但允许较低频率的指示信号通过。

[0112] 等离子体处理装置100C中,蓄电部160、电压控制转换器170和定电压控制部180彼此一体化。即,蓄电部160、电压控制转换器170和定电压控制部180一起配置在一个金属壳体内、或形成在一个电路板上。由此,将蓄电部160和电压控制转换器170彼此连接的一对供电线(正极线和负极线)各自的长度变短。此外,能够使将蓄电部160和电压控制转换器170彼此连接的一对供电线的长度相等。此外,将电压控制转换器170和定电压控制部180彼此连接的一对供电线(正极线和负极线)各自的长度变短。此外,能够使将电压控制转换器170和定电压控制部180彼此连接的一对供电线的长度相等。因此,能够抑制由常模噪声(normal mode noise)(正极线与负极线的线间的电位差)引起的装置的误动作和损坏。此外,当在腔室10内在该壳体的周围设置有屏蔽电磁场的其他金属体时,一个壳体可以不是金属制的。

[0113] 参照图6。图6是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。以下,对图6所示的等离子体处理装置100D,从与等离子体处理装置100C的差异的角度进行说明。

[0114] 等离子体处理装置100D不包括RF滤波器190。在等离子体处理装置100D中,整流平滑部150包括作为无线部的通信部151。通信部151配置在非减压空间内。此外,送电部120包括作为无线部的通信部121。通信部121配置于空间110a。使用通信部151和通信部121在整流平滑部150与送电部120之间传输上述指示信号。通信部121和通信部151的详情将在后文描述。

[0115] 参照图7。图7是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。以下,对图7所示的等离子体处理装置100E,从与等离子体处理装置100D的差异的角度进行说明。

[0116] 等离子体处理装置100E还包括RF滤波器200。RF滤波器200连接在受电线圈部140与整流平滑部150之间。RF滤波器200具有减少或阻断从受电线圈部140向送电线圈131和送电部120传播的高频噪声的特性。RF滤波器200的详情将在后文描述。

[0117] 以下,详细说明各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中的用于无线供电的各部分的结构。

[0118] [送电部的结构]

[0119] 图8是表示一个例示性的实施方式的送电部的图。如上所述,送电部120接收来自交流电源400的交流电功率的频率,通过将该交流电功率的频率转换为传输频率,来生成具有传输频率的传输交流电功率。

[0120] 在一个实施方式中,送电部120包括控制部122、整流平滑部123和逆变器124。控制部122由CPU这样的处理器或FPGA(Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)这样的可编程的逻辑器件构成。

[0121] 整流平滑部123包括整流电路和平滑电路。整流电路包括例如二极管桥。平滑电路包括例如线间电容器。整流平滑部123通过对来自交流电源400的交流电功率进行全波整流和平滑化来生成直流电功率。此外,整流平滑部123可以通过对来自交流电源400的交流电功率进行半波整流和平滑化来生成直流电功率。

[0122] 逆变器124从由整流平滑部123输出的直流电功率生成具有传输频率的传输交流电功率。逆变器124例如是包括多个三端双向可控硅(triac)或多个开关元件(例如FET)的全桥逆变器。逆变器124通过由控制部122进行的多个三端双向可控硅或多个开关元件的开/关控制(ON/OFF Control)来,生成传输交流电功率。从逆变器124输出的传输交流电功率被输出到送电线圈部130。

[0123] 送电部120还可以包括电压检测器125v、电流检测器125i、电压检测器126v和电流检测器126i。电压检测器125v检测将整流平滑部123与逆变器124彼此连接的一对供电线之间的电压值。电流检测器125i检测整流平滑部123与逆变器124之间的电流值。电压检测器126v检测将逆变器124与送电线圈部130彼此连接的一对供电线之间的电压值。电流检测器126i检测逆变器124与送电线圈部130之间的电流值。由电压检测器125v检测出的电压值、由电流检测器125i检测出的电流值、由电压检测器126v检测出的电压值和由电流检测器126i检测出的电流值被通知给控制部122。

[0124] 送电部120包含上述的通信部121。通信部121包含驱动器121d、发送器121tx和接收器121rx。发送器121tx是无线信号的发送器或光信号的发送器。接收器121rx是无线信号的接收器或光信号的接收器。通信部121利用驱动器121d驱动发送器121tx,将来自控制部122的信号以无线信号或光信号的形式从发送器121tx输出。从发送器121tx输出的信号在后述的通信部151(参照图14)中被接收。此外,通信部121利用接收器121rx接收来自通信部151的上述指示信号这样的信号,将接收到的信号经由驱动器121d输入到控制部122。控制部122根据经由通信部121从通信部151接收到的指示信号、由电压检测器125v检测出的电压值、由电流检测器125i检测出的电流值、由电压检测器126v检测出的电压值以及由电流检测器126i检测出的电流值,来控制逆变器124,由此切换传输交流电功率的输出及其停止。

[0125] [送电线圈部和受电线圈部]

[0126] 参照图9~图11。图9~图11分别是表示一个例示性的实施方式的送电线圈部和受电线圈部的图。如图9所示,送电线圈部130除了送电线圈131外,还可以包含共振电容器132a和共振电容器132b。共振电容器132a连接在将送电部120与送电线圈部130彼此连接的

一对供电线中的一者与送电线圈131的一端之间。共振电容器132b连接在该一对供电线中的另一者与送电线圈131的另一端之间。送电线圈131、共振电容器132a和共振电容器132b对于传输频率构成共振电路。即,送电线圈131、共振电容器132a和共振电容器132b具有与传输频率大致一致的共振频率。此外,送电线圈部130可以仅包含共振电容器132a和共振电容器132b中的任一者。

[0127] 如图10和图11所示,送电线圈部130还可以包含金属壳体130g。金属壳体130g具有开口端并接地。送电线圈131在金属壳体130g内以确保绝缘距离的方式配置。送电线圈部130还可以包含散热器134、铁氧体材料135和导热片136。散热器134配置在金属壳体130g内,由金属壳体130g支承。铁氧体材料135配置在散热器134上。导热片136配置在铁氧体材料135上。送电线圈131配置在导热片136上,隔着金属壳体130g的开口端与受电线圈141相对。如图11所示,在金属壳体130g内还可以收纳有共振电容器132a和共振电容器132b。

[0128] 如图9所示,受电线圈部140包含受电线圈141。受电线圈141与送电线圈131电磁感应耦合。受电线圈部140除了包括受电线圈141外,还可以包含共振电容器142a和共振电容器142b。共振电容器142a连接在从受电线圈部140延伸的一对供电线中的一者与受电线圈141的一端之间。共振电容器142b连接在该一对供电线中的另一者与受电线圈141的另一端之间。受电线圈141、共振电容器142a和共振电容器142b对于传输频率构成共振电路。即,受电线圈141、共振电容器142a和共振电容器142b具有与传输频率大致一致的共振频率。此外,受电线圈部140可以仅包含共振电容器142a和共振电容器142b中的任一者。

[0129] 如图10和图11所示,受电线圈部140还可以包含金属壳体140g。金属壳体140g具有开口端并接地。受电线圈141在金属壳体140g内以确保绝缘距离的方式配置。受电线圈部140还可以包含间隔件143、散热器144、铁氧体材料145和导热片146。间隔件143配置在金属壳体140g内,由金属壳体140g支承。关于间隔件143,将在后文描述。散热器144配置在间隔件143上。铁氧体材料145配置在散热器144上。导热片146配置在铁氧体材料145上。受电线圈141配置在导热片146上,隔着金属壳体140g的开口端与送电线圈131相对。如图11所示,金属壳体140g内还可以收纳有共振电容器142a和共振电容器142b。

[0130] 间隔件143由电介质形成,设置在受电线圈141与金属壳体140g(地)之间。间隔件143在受电线圈141与地之间提供空间寄生电容。

[0131] [受电线圈部的阻抗特性]

[0132] 参照图12。图12是表示一个例示性的实施方式的受电线圈部的阻抗特性的图。图12表示了与间隔件143厚度对应的受电线圈部140的阻抗特性。间隔件143的厚度对应于散热器144与金属壳体140g之间的距离。如图12所示,受电线圈部140能够根据间隔件143的厚度来调节频率 f_H 和频率 f_L 各自的阻抗。因此,根据受电线圈部140的不同,能够在第一RF信号和第二RF信号这样的在等离子体处理装置中使用的两个高频电功率的频率的每一者中提供高阻抗。此外,能够在受电线圈部140中获得高阻抗,因此能够抑制高频电功率的损失,获得高处理速率(例如蚀刻速率)。

[0133] [RF滤波器200]

[0134] 参照图13。图13是表示一个例示性的实施方式的RF滤波器的图。如图13所示,RF滤波器200连接在受电线圈部140与整流平滑部150之间。RF滤波器200包含电感器201a、电感器201b、终端电容器202a和终端电容器202b。电感器201a的一端连接于共振电容器142a,电

感器201a的另一端连接于整流平滑部150。电感器201b的一端连接于共振电容器142b,电感器201b的另一端连接于整流平滑部150。终端电容器202a连接在电感器201a的一端与地之间。终端电容器202b连接在电感器201b的一端与地之间。电感器201a和终端电容器202a形成低通滤波器。此外,电感器201b和终端电容器202b形成低通滤波器。根据RF滤波器200,能够在第一RF信号和第二RF信号这样的在等离子体处理装置中使用的两个高频电功率的频率的每一者中获得高阻抗。因此,能够抑制高频电功率的损失,获得高处理速率(例如蚀刻速率)。

[0135] [整流平滑部]

[0136] 参照图14。图14是表示一个例示性的实施方式的整流平滑部的图。在一个实施方式中,整流平滑部150包含控制部152、整流电路153和平滑电路154。整流电路153连接在受电线圈部140与平滑电路154之间。平滑电路154连接在整流电路153与蓄电部160之间。控制部152由CPU这样的处理器或FPGA(Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)这样的可编程的逻辑器件构成。此外,控制部152可以与控制部122相同,也可以不同。

[0137] 整流电路153输出通过对来自受电线圈部140的交流电功率进行全波整流而生成的电功率。整流电路153例如是二极管桥。此外,整流电路153也可以输出通过对来自受电线圈部140的交流电功率进行半波整流而生成的电功率。

[0138] 平滑电路154通过对来自整流电路153的电功率进行平滑化而生成直流电功率。平滑电路154可以包含电感器1541a、电容器1542a和电容器1542b。电感器1541a的一端连接于平滑电路154的一对输入中的一者。电感器1541a的另一端连接于整流平滑部150的正输出(V_{OUT+})。整流平滑部150的正输出经由后述的一对供电线中的正极线160p(参照图23的(a)和图23的(b))连接到蓄电部160的一个以上的电容器各自的一端。

[0139] 电容器1542a的一端连接于平滑电路154的一对输入中的一者和电感器1541a的一端。电容器1542a的另一端连接于平滑电路154的一对输出中的另一者和整流平滑部150的负输出(V_{OUT-})。整流平滑部150的负输出经由后述的一对供电线中的负极线160m(参照图23的(a)和图23的(b))连接到蓄电部160的一个以上的电容器各自的另一端。电容器1542b的一端连接于电感器1541a的另一端。电容器1542b的另一端连接于平滑电路154的一对输出中的另一者和整流平滑部150的负输出(V_{OUT-})。

[0140] 整流平滑部150还可以包含电压检测器155v和电流检测器155i。电压检测器155v检测整流平滑部150的正输出与负输出之间的电压值。电流检测器155i检测整流平滑部150与蓄电部160之间的电流值。由电压检测器155v检测出的电压值和由电流检测器155i检测出的电流值被通知给控制部152。控制部152根据在蓄电部160中蓄存的电功率来生成上述指示信号。例如,在蓄电部160中蓄存的电功率为第一阈值以下的情况下,控制部152生成用于指示送电部120供电、即输出传输交流电功率的指示信号。第一阈值例如是电功率消耗部件240这样的负载的消耗电功率。此外,第一阈值也可以是在考虑余量的情况下将电功率消耗部件240这样的负载的消耗电功率乘以一定值(例如1以上、3以下范围内的值)而得到的值。另一方面,在蓄电部160中蓄存的电功率大于第二阈值时,控制部152生成用于对送电部120指示停止供电、即停止输出传输交流电功率的指示信号。第二阈值是不超过蓄电部160的极限存储电功率的值。第二阈值例如是将蓄电部160的极限存储电功率乘以一定值(例如1以下的值)而得到的值。

[0141] 整流平滑部150包含上述的通信部151。通信部151包含驱动器151d、发送器151tx和接收器151rx。发送器151tx是无线信号的发送器或光信号的发送器。接收器151rx是无线信号的接收器或光信号的接收器。通信部151利用驱动器151d驱动发送器151tx,将指示信号这样的来自控制部122的信号作为无线信号或光信号从发送器151tx输出。从发送器151tx输出的信号在送电部120的通信部121中被接收。此外,通信部151利用接收器151rx接收来自通信部121的信号,将接收到的信号经由驱动器151d输入到控制部152。

[0142] [RF滤波器190]

[0143] 参照图15。图15是表示一个例示性的实施方式的RF滤波器190的图。如图15所示,信号线1250可以包括:将送电部120的信号输出(Tx)与整流平滑部150的信号输入(Rx)电连接的第一信号线;和将送电部120的信号输入(Rx)与整流平滑部150的信号输出(Tx)电连接的第二信号线。信号线1250还可以包括:将送电部120的第一基准电压端子(VCC)与整流平滑部150的第一基准电压端子(VCC)连接的信号线;和将送电部120的第二基准电压端子(GND)与整流平滑部150的第二基准电压端子(GND)连接的信号线。信号线1250可以是被地电位的屏蔽件覆盖的屏蔽电缆。在该情况下,构成信号线1250的多条信号线可以分别单独地被屏蔽件覆盖,也可以一起被屏蔽件覆盖。RF滤波器190可以对构成信号线1250的多条信号线的每一者提供低通滤波器。低通滤波器可以是包含电感器和电容器的LC滤波器。低通滤波器的电感器构成对应的信号线的一部分。电容器连接在与送电部120连接的电感器的一端与地之间。根据RF滤波器190,能够抑制整流平滑部150与送电部120之间的经由信号线1250的高频电功率(高频噪声)的传播。

[0144] [送电部的通信部和整流平滑部的通信部]

[0145] 参照图16~图18。图16是表示一个例示性的实施方式的送电部的通信部和整流平滑部的通信部的图。图17和图18分别是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。如图6、图7、图16、图17和图18所示,通信部121和通信部151可以构成能够在彼此之间经由无线通信进行上述指示信号这样的信号的传送。经由无线通信的通信可以通过光通信进行。当通信部121和通信部151在彼此之间经由无线通信进行信号传输的情况下,通信部121和通信部151只要在彼此之间没有遮挡物则可以配置在任何位置。根据这些图中所示的例子,RF滤波器190可以省略。此外,在包含图16~图18所示的例子的各种例示性的实施方式中,信号线1250可以是被地电位的屏蔽件覆盖的屏蔽电缆。在该情况下,构成信号线1250的多条信号线可以分别单独地被屏蔽件覆盖,也可以一起被屏蔽件覆盖。

[0146] 参照图19~图22。图19是表示另一个例示性的实施方式的送电部的通信部和整流平滑部的通信部的图。图20~图22分别是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。如图19~图22所示,通信部121和通信部151可以构成能够在彼此之间经由光纤1260即通过光纤通信进行上述指示信号这样的信号(光信号)的传输。当通信部121和通信部151在彼此之间经由光纤1260进行信号传输时,通信部121和通信部151只要光纤1260的弯曲半径在允许范围内则可以配置在任何位置。在这些图中所示的例子中,RF滤波器190也可以省略。

[0147] [蓄电部]

[0148] 参照图23的(a)和图23的(b)。图23的(a)和图23的(b)分别是表示一个例示性的实施方式的蓄电部的图。如图23的(a)所示,蓄电部160包含电容器161。电容器161连接在一对

供电线、即正极线160p与负极线160m之间。正极线160p从整流平滑部150的正输出(V_{OUT+})向负载延伸。负极线160m从整流平滑部150的负输出(V_{OUT-})向负载延伸。电容器161可以是有极性的电容器。电容器161可以是双电层结构或锂离子电池。

[0149] 如图23的(b)所示,蓄电部160可以包含多个电容器161。多个电容器161在正极线160p与负极线160m之间串联连接。多个电容器161可以具有彼此相同的静电电容,也可以具有彼此不同的静电电容。多个电容器161各自可以是有极性的电容器。多个电容器161各自可以是双电层结构或锂离子电池。蓄电部160需要在对其的输入电压与常模噪声引起的线间电位差的合计值低于允许输入电压的条件下使用。在蓄电部160包含多个电容器161的串联连接时,蓄电部160的允许输入电压提高。因此,根据图23的(b)所示的例子,蓄电部160的耐噪声性得到提高。

[0150] [电压控制转换器]

[0151] 参照图24。图24是表示一个例示性的实施方式的电压控制转换器的图。电压控制转换器170是DC-DC转换器。电压控制转换器170连接在蓄电部160与定电压控制部180之间。在电压控制转换器170的正输入(V_{IN+})连接正极线160p。在电压控制转换器170的负输入(V_{IN-})连接负极线160m。电压控制转换器170的正输出(V_{OUT+})连接于定电压控制部180的正输入(V_{IN+})。电压控制转换器170的负输出(V_{OUT-})连接于定电压控制部180的负输入(V_{IN-})。

[0152] 电压控制转换器170可以包含控制部172、低通滤波器173、变压器174和电容器175。低通滤波器173可以包含电感器1731a、电容器1732a和电容器1732b。电感器1731a的一端连接于电压控制转换器170的正输入(V_{IN+})。电感器1731a的另一端连接于变压器174的一次侧线圈的一端。电容器1732a的一端连接于电感器1731a的一端和电压控制转换器170的正输入(V_{IN+})。电容器1732a的另一端连接于电压控制转换器170的负输入(V_{IN-})。电容器1732b的一端连接于电感器1731a的另一端。电容器1732b的另一端连接于电压控制转换器170的负输入(V_{IN-})。

[0153] 变压器174包含一次侧线圈1741、二次侧线圈1742和开关1743。一次侧线圈1741的另一端经由开关1743连接于电压控制转换器170的负输入(V_{IN-})。二次侧线圈1742的一端连接于电容器175的一端和电压控制转换器170的正输出(V_{OUT+})。二次侧线圈1742的另一端连接于电容器175的另一端和电压控制转换器170的负输出(V_{OUT-})。

[0154] 在开关1743连接有驱动器1744。驱动器1744使开关1743开关。当开关1743闭合时,即一次侧线圈1741的另一端与负输入(V_{IN-})处于导通状态时,一次侧线圈1741的另一端连接于电压控制转换器170的负输入(V_{IN-}),将来自电压控制转换器170的直流功率供给至定电压控制部180。另一方面,当开关1743断开时,即一次侧线圈1741的另一端与负输入(V_{IN-})处于不导通状态时,一次侧线圈1741的另一端与电压控制转换器170的负输入(V_{IN-})的连接被切断,从电压控制转换器170向定电压控制部180的直流功率的供给被阻断。

[0155] 电压控制转换器170还可以包含电压检测器176v和电流检测器176i。电压检测器176v检测二次侧线圈1742的两端间的电压值或电压控制转换器170的正输出与负输出之间的电压值。电流检测器176i测量二次侧线圈1742的另一端与电压控制转换器170的负输出之间的电流值。由电压检测器176v检测出的电压值和由电流检测器176i检测出的电流值被通知给控制部172。此外,控制部172可以与控制部122和控制部152中的至少任一者相同,也可以不同。

[0156] 在由电压检测器176v检测出的电压值为阈值以上时,控制部172控制驱动器1744,阻断从电压控制转换器170向定电压控制部180的直流电功率的供给。电压控制转换器170的正输出与负输出之间的电压值是电压控制转换器170的输出电压值与常模噪声引起的线间电位差的相加值。在该实施方式中,能够抑制由于常模噪声引起的线间电位差导致的过电压对电压控制转换器170的负载的损坏。

[0157] [定电压控制部]

[0158] 参照图25和图26。图25和图26是表示几个例示性的实施方式的定电压控制部的图。定电压控制部180连接在蓄电部160与至少一个电功率消耗部件240之间,构成为能够控制对至少一个电功率消耗部件240的电压施加(直流电压的施加)及其停止。

[0159] 定电压控制部180包括控制部182和至少一个开关183。定电压控制部180的正输入(V_{IN+})经由开关183连接于电功率消耗部件240。定电压控制部180的负输入(V_{IN-})连接于电功率消耗部件240。开关183由控制部182控制。在开关183闭合时,来自定电压控制部180的直流电压被施加到电功率消耗部件240。在开关183断开时,停止从定电压控制部180向电功率消耗部件240施加直流电压。此外,控制部182可以与控制部122、控制部152和控制部172中的至少任一者相同,也可以不同。

[0160] 在图25和图26所示的实施方式中,等离子处理装置包括多个电功率消耗部件240。定电压控制部180包括控制部182和多个开关183。定电压控制部180的正输入(V_{IN+})经由多个开关183连接于多个电功率消耗部件240。定电压控制部180的负输入(V_{IN-})连接于多个电功率消耗部件240。

[0161] 在图25和图26所示的实施方式中,多个电功率消耗部件240可以包括多个加热器(电阻加热元件)。多个加热器可以设置在基片支承部11内。图25所示的实施方式中,多个电阻体260配置在多个加热器各自的附近。多个电阻体260各自具有随温度变化的电阻值。多个电阻体260各自例如是热敏电阻。多个电阻体260各自与基准电阻(未图示)串联连接。定电压控制部180包括多个测量部184。多个测量部184各自对多个电阻体260中对应的电阻体与基准电阻的串联连接施加基准电压,检测该电阻体的两端间的电压值。多个测量部184各自将检测出的电压值通知给控制部182。控制部182根据通知的电压值,确定多个加热器中对应的加热器所配置的区域温度,控制向对应的加热器的直流电压的施加,以使该区域的温度接近目标温度。此外,也可以配置光纤温度计来代替多个电阻体260。在该情况下,由于不需要多个电阻体260与多个测量部184之间的配线,因此能够消除高频传导性噪声对电功率消耗部件240的影响。

[0162] 在图26所示的实施方式中,定电压控制部180包括电压检测器185v和多个电流检测器185i。电压检测器185v检测施加于多个加热器的每一者的电压值。多个电流检测器185i测量供给至多个加热器中对应的加热器的电流的值,即电流值。多个测量部184根据由多个电流检测器185i中对应的电流检测器检测出的电流值和由电压检测器185v检测出的电压值,来确定多个加热器中对应的加热器的电阻值。控制部182根据多个加热器各自的检测出的电阻值,来确定多个加热器各自所配置的多个区域各自的温度。控制部182控制对多个加热器各自的直流电压的施加,以使多个区域各自的温度接近目标温度。

[0163] [不使用蓄电部的供电]

[0164] 参照图27。图27是概略地表示另一个例示性的实施方式的等离子处理装置的图。

以下,对图27所示的等离子处理装置100G,从其与图7所示的等离子处理装置100E的不同的角度进行说明。

[0165] 等离子处理装置100G不具有蓄电部160。在等离子处理装置100G中,整流平滑部150不经由蓄电部160和电压控制转换器170地与定电压控制部180连接。即,等离子处理装置100E中,由整流平滑部150生成的电功率不经由蓄电部160和电压控制转换器170地从定电压控制部180被供给到至少一个电功率消耗部件240。

[0166] 定电压控制部180如上所述,控制对多个电功率消耗部件240各自的电压施加及其停止。因此,在等离子处理装置1中,从整流平滑部150经由定电压控制部180接收电功率的负载变动。即,负载电阻值 R_L 变动。为了向负载供给与负载电阻值 R_L 相应的电功率,送电部120的控制部122检测送电部120的输入阻抗 Z_{in} 。由此,控制部122检测负载变动,决定与输入阻抗 Z_{in} 或负载电阻值 R_L 对应的所需电功率水平,调节来自送电部120的输出电功率。

[0167] 在此,参照图28。图28是表示在从送电部120传输的电功率的传输频率中的共振时,且输入电压 V_{in} 与输入电流 I_{in} 的相位差为零(功率因数100%)的状态下的送电线圈部和受电线圈部的一例的等效电路的图。送电线圈部和受电线圈的等效电路例如如图28所示,包括具有自感 L_1 的送电线圈131、具有负载电阻值 R_L 的送电线圈131的负载电阻、具有静电电容 C_1 的送电线圈部130的共振电容器、具有互感 L_m 的送电线圈131与受电线圈141之间的三个电感、具有自感 L_2 的受电线圈141、具有负载电阻值 R_2 的受电线圈141的负载电阻、以及具有静电电容 C_2 的受电线圈部140的共振电容器。在图28的等效电路中, Z_{in} 是送电部120的输入阻抗, V_{in} 是从送电部120向送电线圈部130的输入电压, I_{in} 是从送电部120向送电线圈部130的输入电流。根据图28的等效电路,输入阻抗 Z_{in} 由下式(1)定义。

$$[0168] \quad Z_{in} = V_{in} / I_{in} = R_L + (2\pi f L_m)^2 / (R_2 + R_L) \cdots \cdots (1)$$

[0169] 在式(1)中, f 是从送电部120传输的电功率的传输频率。

[0170] 控制部122根据由电压检测器126v测量的电压求取输入电压 V_{in} 的有效值,根据由电流检测器126i测量的电流求取输入电流 I_{in} 的有效值。控制部122能够基于输入电压 V_{in} 和输入电流 I_{in} ,通过式(1)求取输入阻抗 Z_{in} 。控制部122还可以基于式(1),根据输入阻抗 Z_{in} 求取负载电阻值 R_L 。

[0171] 控制部122使用至少一个表,计算与作为参数值的输入阻抗 Z_{in} 或负载电阻值 R_L 对应的所需电功率水平。控制部122可以确定送电部120的输出电压 V_{out} 的峰值 V_p 、输出电压 V_{out} 的占空比Duty、以及输出电流 I_{out} 的振幅 I_A ,作为确定来自送电部120的输出电功率的所需电功率水平的参数。此外,至少一个表存储在与控制部122连接的存储器件那样的存储装置122m(参照图31)中。存储装置122m可以是送电部120的一部分。

[0172] 图29和图30分别是表示上述的至少一个表的例子的图。在送电线圈131与受电线圈141之间的距离(间隔长度)固定时,控制部122能够利用存储在存储装置122m中的一个表。表如图29所示,与输入阻抗 Z_{in} 相关联地存储峰值 V_p 、占空比Duty和振幅 I_A 。控制部122可以将输入阻抗 Z_{in} 作为密钥(key)使用来参照图29所示的表,从而确定与输入阻抗 Z_{in} 对应的所需电功率水平,即峰值 V_p 、占空比Duty和振幅 I_A 。控制部122控制送电部120的各个部分,以输出具有输出电压 V_{out} 的峰值 V_p 及占空比Duty且具有输出电流 I_{out} 的振幅 I_A 的输出电功率。

[0173] 或者,在传输频率 f 、互感 L_m 、负载电阻值 R_L 和负载电阻值 R_2 存储在存储装置122m中的情况下,控制部122可以基于传输频率 f 、互感 L_m 、负载电阻值 R_L 、负载电阻值 R_2 和输入阻抗

Z_{in} , 通过式(1)求取负载电阻值 R_L 。此外, 存储装置122m中可以存储 $2\pi f$ 代替传输频率 f 。此外, 存储装置122m中可以存储送电线圈131的自感 L_1 、受电线圈141的自感 L_2 以及送电线圈131与受电线圈141之间的耦合系数 k 代替互感 L_m , 控制部122可以根据自感 L_1 、自感 L_2 和耦合系数 k 来计算互感 L_m 。或者, 在存储装置122m中可以存储 $2\pi f L_m$ 或 $(2\pi f L_m)^2$ 代替传输频率 f 及互感 L_m 。

[0174] 此外, 表如图30所示, 与负载电阻值 R_L 相关联地存储峰值 V_p 、占空比Duty和振幅 I_A 。控制部122可以将负载电阻值 R_L 作为密钥来参照图30所示的表, 确定与负载电阻值 R_L 对应的所需电功率水平, 即峰值 V_p 、占空比Duty和振幅 I_A 。控制部122控制送电部120的各个部分, 以输出具有输出电压 V_{out} 的峰值 V_p 及占空比Duty且具有输出电流 I_{out} 的振幅 I_A 的输出电功率。

[0175] 此外, 在送电线圈131与受电线圈141之间的距离(间隔长度)如后述那样可变的情况, 在存储装置122m中存储与如图29或图30那样的表同样的多个表。多个表分别按送电线圈131与受电线圈141之间的可设定的多个距离来准备。控制部122能够根据当前的送电线圈131与受电线圈141之间的距离来选择要使用的表。

[0176] 如上所述, 根据等离子处理装置100G, 能够根据电功率消耗部件240的负载电阻值 R_L , 不经由蓄电部地通过电磁感应耦合来供给电功率。即, 根据等离子处理装置100G, 能够将与电功率消耗部件240的负载电阻值 R_L 的变化(以下有时称为“负载变动”)对应的电功率, 不经由蓄电部地通过电磁感应耦合进行供给。

[0177] 此外, 控制部122能够通过求取输入阻抗 Z_{in} 来确定负载电阻值 R_L 的变动, 因此无需进行从定电压控制部180经由通信部151和通信部121给出的电功率变更指示。但是, 由于定电压控制部180会引起负载变动, 因此在负载变动发生之前, 可以从定电压控制部180经由通信部151和通信部121, 预先对控制部122通知电功率变更指示。此外, 该负载变动可以在与从受电线圈部140输出的具有传输频率 f 的输出电功率同步的时机, 由定电压控制部180进行。具体而言, 可以在整流平滑部150生成与来自受电线圈部140的具有传输频率 f 的输出电功率同步的同步信号, 使用该同步信号在与该输出电功率同步的时机使定电压控制部180引起负载变动。此外, 负载变动可以被设定成不与送电线圈131与受电线圈141之间的距离的变更同时进行。

[0178] 以下, 参照图27和图31。图31是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子处理装置的图。如图27和图31所示, 等离子处理装置100G可以包括过电功率消耗电路500。过电功率消耗电路500可以包括线间电容器501、过电功率消耗负载502和开关元件503。

[0179] 线间电容器501能够经由开关元件503连接在将整流平滑部150与定电压控制部180彼此连接的一对供电线即正极线与负极线之间。具体而言, 线间电容器501的一端连接于开关元件503, 线间电容器501的另一端连接于负极线。

[0180] 过电功率消耗负载502(消耗过量的电功率/电能/电力的负载)是用于消耗线间电容器501中蓄存的电功率(电能/电力)的负载。过电功率消耗负载502可以通过将电功率转换为热来消耗电功率。在过电功率消耗负载502可以设置有助于其冷却的风扇这样的冷却机构。过电功率消耗负载502可以经由开关元件503选择性地连接于线间电容器501。过电功率消耗负载502的一端连接于开关元件503, 过电功率消耗负载502的另一端连接于负极线。

[0181] 开关元件503在其状态为导通(ON)时, 切断线间电容器501与过电功率消耗负载502之间的连接, 将线间电容器501的一端连接于正极线。开关元件503在其状态为断开

(OFF)时,切断线间电容器501的一端与正极线之间的连接,将线间电容器501的一端连接于过电功率消耗负载502的一端。作为开关元件503,从高速响应性的角度出发,可以使用半导体开关元件。

[0182] 开关元件503的状态例如能够由定电压控制部180的控制部182控制。以下,参照图32,对开关元件503的控制进行说明。图32是负载电阻值、输入阻抗、传输电功率和开关元件的状态的一例的时序图。

[0183] 定电压控制部180的控制部182在产生负载变动时,特别是在降低负载电阻值 R_L 时,将开关元件503的状态设定为导通(ON)。控制部182在从送电部120传输的电功率的水平变更为与负载电阻值 R_L 对应的电功率水平的时刻以后,将开关元件503的状态设定为断开(OFF)。

[0184] 在图32的例子中,在时刻 t_1 ,负载电阻值 R_L 从负载电阻值 R_{LA} 变化为负载电阻值 R_{LB} ,开关元件503的状态从断开变为导通。在图32的例子中,在时刻 t_2 之前,送电部120的控制部122中得到的输入阻抗 Z_{in} 是与负载电阻值 R_{LA} 对应的 Z_{inA} 。因此,时刻 t_2 之前的传输电功率为 P_{inA} 。

[0185] 在图32的例子中,在时刻 t_2 ,送电部120的控制部122中得到的输入阻抗 Z_{in} 变为与负载电阻值 R_{LB} 对应的 Z_{inB} 。然后,在图32的例子中,当检测到输入阻抗 Z_{inB} 时,在之后的时刻 t_3 ,传输电功率从 P_{inA} 变为 P_{inB} ,开关元件503的状态被设定为断开。

[0186] 根据该过电功率消耗电路500,在负载变动发生后至变更电功率水平之前,电功率会暂时蓄存在线间电容器501中。因此,能够抑制大电流流入定电压控制部180和电功率消耗部件240,抑制定电压控制部180和电功率消耗部件240的损坏。此外,根据过电功率消耗电路500,蓄存在线间电容器501中的电功率会在过电功率消耗负载502中被消耗。

[0187] 以下,参照图33和图34,说明一个例示性的实施方式的供电方法。图33和图34是一个例示性的实施方式的供电方法的流程图。图33和图34所示的供电方法(以下称为“方法MT”)能够应用于等离子处理装置100G和后述的各种例示性的实施方式的等离子处理装置。

[0188] 在图33所示的方法MT的步骤STa中,将等离子处理装置的电源设定为开启(ON)。在随后的步骤STb中,从送电部120传输待机电功率水平即具有电压 V_{Si} (有效值)和电流 I_{Si} (有效值)的待机电功率。然后,在步骤STc中,由控制部122求取输入电压 V_{in} (有效值)和输入电流 I_{in} (有效值)。然后,在步骤STd中,判断是否满足输入电压 V_{in} 等于电压 V_{Si} 且输入电流 I_{in} 等于电流 I_{Si} 的条件。在步骤STd中不满足条件的情况下,重复进行从步骤STb起的处理。此外,在步骤STd中满足条件的情况下,待机电功率状态继续。由此,整流平滑部150的通信部151启动,通信部151与送电部120的通信部121之间能够进行通信。此外,定电压控制部180的控制部182启动,能够进行加热器等的状态监视和异常检测。

[0189] 如图34所示,在待机电功率状态继续时的步骤STe中,当负载发生变化时,在随后的步骤STf中,由控制部122求取输入电压 V_{in} (有效值)和输入电流 I_{in} (有效值)。在随后的步骤STg中,判断是否满足输入电压 V_{in} 等于电压 V_{Si} 且输入电流 I_{in} 等于电流 I_{Si} 的条件。在步骤STg中满足条件的情况下,重复进行步骤STf。

[0190] 另一方面,在步骤STg中不满足条件的情况下,在随后的步骤STh中,由控制部122确定输入阻抗 Z_{in} 或负载电阻值 R_L 。在随后的步骤STi中,由控制部122确定与输入阻抗 Z_{in} 或负载电阻值 R_L 相对应的所需电功率水平。在随后的步骤STj中,从送电部120传输具有所需

电功率水平的电功率。具有所需电功率水平的电功率具有电压 V_{sc} (有效值) 和电流 I_{sc} (有效值)。

[0191] 在随后的步骤STk中,由控制部122求取输入电压 V_{in} (有效值) 和输入电流 I_{in} (有效值)。然后,在步骤STm中,判断是否满足输入电压 V_{in} 等于电压 V_{sc} 且输入电流 I_{in} 等于电流 I_{sc} 的条件。在步骤STm中不满足条件的情况下,重复进行步骤STk。此外,在步骤STm中满足条件的情况下,继续从送电部120传输电功率,直到被指示停止。

[0192] 以下,说明等离子处理装置100G的各种变形实施方式。图35~图38和图41分别是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子处理装置的图。图39和图40是表示又一个例示性的实施方式的等离子处理装置中的送电线圈部和受电线圈部的图。以下,对图39~图41所示的例示性的实施方式,从与等离子处理装置100G的差异的角度进行说明。

[0193] 在图35所示的等离子体处理装置100Ga中,受电线圈部140和送电线圈部130通过固定机构相互固定。固定机构可以包括绝缘性部件340i。在一例中,绝缘性部件340i通过螺钉这样的紧固部件被固定在送电线圈部130的金属壳体130g的侧壁和受电线圈部140的金属壳体140g的侧壁。螺钉例如可以是绝缘性的树脂螺钉等。由此,送电线圈131和受电线圈141的相对位置关系被固定。根据等离子体处理装置100Ga,利用固定机构,送电线圈131与受电线圈141之间的相对定位精度得到提高。其结果是,供电效率得到改善。

[0194] 在图36所示的等离子体处理装置100Gb中,送电线圈部130和受电线圈部140被一体化。具体而言,送电线圈131和受电线圈141被收纳在一个金属壳体340g中。在一实施方式中,金属壳体340g内还可以收纳有送电线圈部130的共振电容器和受电线圈部140的共振电容器。根据等离子体处理装置100Gb,利用金属壳体340g,高频噪声向外部的泄漏被抑制。

[0195] 图37所示的等离子体处理装置100Gc与等离子体处理装置100Gb的不同之处在于,送电线圈131与受电线圈141之间的距离(间隔长度)是可变的。具体而言,等离子体处理装置100Gc还包括驱动系统340d和传感器340m。

[0196] 驱动系统340d构成为能够使送电线圈131和受电线圈141中的至少一者移动,以改变送电线圈131与受电线圈141之间的距离(间隔长度)。在一实施方式中,驱动系统340d可以使送电线圈131移动。

[0197] 驱动系统340d包括至少一个致动器。至少一个致动器由油压式或气压式的气缸、电机或压电元件等构成。驱动系统340d可以包括多个致动器。驱动系统340d可以利用传感器340m检测送电线圈131与受电线圈141的平行度,根据传感器340m的检测结果控制至少一个致动器,以保持送电线圈131与受电线圈141相互平行。

[0198] 根据等离子体处理装置100Gc,由于能够改变送电线圈131与受电线圈141之间的距离,因此能够提高送电线圈131与受电线圈141之间的电功率传输效率。

[0199] 参照图38。如上所述,空间110h包括腔室10内的空间(等离子体处理空间10s)和作为非减压空间的空间110u。在图38所示的等离子体处理装置100Gd中,受电线圈141与整流平滑部150及蓄电部160一起配置在空间110u内。另一方面,送电线圈131配置在上述空间110a中。

[0200] 等离子体处理装置100Gd中,利用送电线圈131与受电线圈141之间的空间产生的寄生电容,能够对于高频电功率的频率提供高阻抗电路。因此,高频电功率的泄漏减少,高频电功率的利用效率提高。因此,如果等离子体处理装置100Gd中的处理是蚀刻,则能够得

到高蚀刻速率。

[0201] 在一实施方式中,受电线圈141可以在空间110u内与接地框架110隔开绝缘距离以上距离地配置。等离子体处理装置100Gd中,受电线圈141的电位是近似于空间110h或空间110u内的高频电功率的电位的电位,与送电线圈131与受电线圈141之间的线圈间距离相应地,共模噪声即传导性噪声的影响被降低。因此,如图38所示,受电线圈141与整流平滑部150可以不经由RF滤波器200等滤波器地直接连接。

[0202] 在一实施方式中,空间110u内的受电线圈部140可以具有由绝缘性材料形成的壳体140c(绝缘性壳体)。受电线圈141收纳在壳体140c中。壳体140c相对于送电线圈131在受电线圈141的背面侧延伸,且包围受电线圈141的外周。

[0203] 在一实施方式中,等离子体处理装置100Gd还可以具有冷却机构340f。冷却机构340f可以是风扇或鼓风机。冷却机构340f构成为能够冷却送电线圈部130。冷却机构340f还可以构成为能够冷却受电线圈部140。

[0204] 此外,等离子体处理装置100Gd中,送电线圈部130与送电部120可以经由RF滤波器200电连接。在该情况下,传导性噪声向送电部120的传播进一步得到抑制。

[0205] 如图39所示,在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中,送电线圈部130可以包括串联连接的两个以上的送电线圈131。此外,受电线圈部140可以包括串联连接的两个以上的受电线圈141。两个以上的送电线圈131与两个以上的受电线圈141电磁耦合。

[0206] 如图40所示,在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中,送电线圈部130可以包括两个送电线圈131。此外,受电线圈部140可以包括两个受电线圈141。两个送电线圈131中的第一送电线圈与两个受电线圈141中的第一受电线圈电磁耦合。两个送电线圈131中的第二送电线圈与两个受电线圈141中的第二受电线圈电磁耦合。

[0207] 第一送电线圈的一端经由两个共振电容器132a中的一者及节点130Na与送电部120连接。第一送电线圈的另一端经由两个共振电容器132b中的一者及节点130Nb与送电部120连接。第二送电线圈的一端经由两个共振电容器132a中的另一者及节点130Na与送电部120连接。第二送电线圈的另一端经由两个共振电容器132b中的另一者及节点130Nb与送电部120连接。

[0208] 第一受电线圈的一端经由两个共振电容器142a中的一者及节点140Na与整流平滑部150连接。第一受电线圈的另一端经由两个共振电容器142b中的一者及节点140Nb与整流平滑部150连接。第二受电线圈的一端经由两个共振电容器142a中的另一者及节点140Na与整流平滑部150连接。第二受电线圈的另一端经由两个共振电容器142b中的另一者及节点140Nb与整流平滑部150连接。

[0209] 此外,单个共振电容器132a可以连接在节点130Na与送电部120之间。此外,单个共振电容器132b可以连接在节点130Nb与送电部120之间。在该情况下,第一送电线圈的一端经由节点130Na及单个共振电容器132a与送电部120连接,第一送电线圈的另一端经由节点130Nb及单个共振电容器132b与送电部120连接。此外,第二送电线圈的一端经由节点130Na及单个共振电容器132a与送电部120连接,第二送电线圈的另一端经由节点130Nb及单个共振电容器132b与送电部120连接。

[0210] 此外,单个共振电容器142a可以连接在节点140Na与整流平滑部150之间。此外,单个共振电容器142b可以连接在节点140Nb与整流平滑部150之间。在该情况下,第一受电线

圈的一端经由节点140Na及单个共振电容器142a与整流平滑部150连接,第一受电线圈的另一端经由节点140Nb及单个共振电容器142b与整流平滑部150连接。此外,第二受电线圈的一端经由节点140Na及单个共振电容器142a与整流平滑部150连接,第二受电线圈的另一端经由节点140Nb及单个共振电容器142b与整流平滑部150连接。

[0211] 图41所示的等离子体处理装置100Ge与等离子体处理装置100Gc的不同之处在于,整流平滑部150配置在空间110a中。整流平滑部150可以连接在受电线圈部140与RF滤波器200之间。此外,RF滤波器200可以省略。在该情况下,整流平滑部150不经由RF滤波器200地与定电压控制部180连接。

[0212] [包括导抗变换器的等离子体处理装置]

[0213] 参照图42和图43。图42是概略地表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置的图。图43是表示又一个例示性的实施方式的等离子体处理装置中的导抗变换器的图。不包括蓄电部160的各种例示性的实施方式的等离子体处理装置还可以包括导抗变换器520。导抗变换器520包括连接在送电部120与送电线圈部130之间的导抗变换电路。以下,从与等离子体处理装置100Gb的差异的角度说明图42所示的等离子体处理装置100Gf。

[0214] 如图42和图43所示,等离子体处理装置100Gf还包括导抗变换器520。导抗变换器520的导抗变换电路包括电感521、电容器522和电感523。

[0215] 将送电部120与送电线圈部130彼此连接的导抗变换电路的一对供电线可以包括相同的部件并具有相同的线长,以抑制它们之间的传导噪声的相位差和电位差。因此,该一对供电线各自包括电感521、电感523。即,电感521连接在送电部120与送电线圈131的一端之间。电感523连接在送电部120与送电线圈131的另一端之间。在电感521与送电线圈131的一端之间可以连接有共振电容器132a。此外,在电感523与送电线圈131的另一端之间可以连接有共振电容器132b。电感521和电感523各自可以是由采用绞合线(litz wire)的绕组构成的线圈,以抑制供电效率的降低。电感521和电感523各自能够以具有对传输电压与传导性噪声之和的耐压,并且具有传输电流以上的允许电流的方式选择。此外,电感523可以省略。在该情况下,送电线圈131的另一端(或共振电容器132b)不经由电感523地与送电部120连接。

[0216] 电容器522连接在将电感521和送电线圈131的一端(或共振电容器132a)相互连接的供电线上的节点、与将电感523和送电线圈131的另一端(或共振电容器132b)相互连接的供电线上的节点之间。电容器522可以由一个以上的电容器构成。电容器522可以具有以与送电线圈部130一起构成共振电路的方式选择的电容。构成电容器522的一个以上的电容器各自可以是不具有极性的薄膜电容器或陶瓷电容器(例如层叠陶瓷电容器)。此外,构成电容器522的一个以上的电容器各自能够以具有对传输电压与传导性噪声之和的耐压,并且具有传输电流以上的允许电流的方式选择。

[0217] 由于导抗变换器520与送电部120一起提供定电流源,因此定电流被供给到送电线圈131,向负载供给定电压。因此,根据导抗变换器520,即使在不包括蓄电部160的结构中,也能够应对大范围的负载变动的同时,进行对负载的定电压控制。

[0218] 以下,参照图44。图44是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的送电部的图。如图44所示,送电部120的整流平滑部123具有作为整流电路的二极管桥和包含平滑电容器123c的平滑电路。此外,电流检测器126i可以包括变流器126ct和传

输电电流监视部126d。输电电流监视部126d构成为能够通过监视从变流器126ct输出的电流来监控传输电流。

[0219] 在一实施方式中,上述平滑电容器123c可以具有大电容,以减少传输电压的波动(ripple)而降低传输电功率的波动。例如,平滑电容器123c可以具有0.1mF以上、0.5mF以上或1mF以上的电容。

[0220] 以下,参照图44和图45。图45是说明能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的送电部的传输电压的占空比调节的图。图45中,实线、虚线和点划线表示能够从送电部120传输的传输电压的波形。在图45中,周期 P_{TP} 是传输电压的周期,其具有为传输频率的倒数的时间长度,Duty表示传输电压的占空比。

[0221] 在一实施方式中,送电部120的控制部122可以控制逆变器124以调节传输电压的占空比,以使得即使整流平滑部123的输出电压包含波动,也能够降低从送电部120输出的传输电功率的波动。具体而言,控制部122根据由电压检测器125v检测出的电压,将波动的峰处的传输电压的占空比(参照图45的虚线)设定为小于波动的中间值时的传输电压的占空比(参照图45的实线)。此外,控制部122根据由电压检测器125v检测出的电压,将波动的谷处的传输电压的占空比(参照图45的点划线)设定为大于波动的中间值时的传输电压的占空比。

[0222] 以下,参照图46。图46是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的送电部和AC/DC转换器的图。在图46所示的实施方式中,送电部120不包括整流平滑部123,但包括构成上述平滑电路的平滑电容器123c。即,送电部120不包括上述整流电路(例如二极管桥)。此外,图46所示的实施方式中,AC/DC转换器540连接在交流电源400与送电部120之间。AC/DC转换器540可以是搭载有PFC(Power Factor Correction:功率因数校正)电路的电源等。PFC电路能够抑制供电效率的降低。利用AC/DC转换器540,来自AC/DC转换器540的输出电压和输出电功率的波动减少,因此从送电部120输出的传输电压的波动减少,传输电功率的波动减少。此外,由于送电部120不包括平滑电路,因此能够实现送电部120的小型化。

[0223] 图47是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的受电线圈部140的图。图47所示的例子中,受电线圈部140包括受电线圈141a和141b。受电线圈141a的一端和受电线圈141b的一端经由共振电容器142a与整流平滑部150连接。受电线圈141a的另一端和受电线圈141b的另一端经由共振电容器142b与整流平滑部150连接。如图47所示的例子所示,受电线圈部140中,两个以上的受电线圈可以并联连接。由此,受电线圈部140中的受电线圈的允许电流增加。

[0224] 图48和图49是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的受电线圈和送电线圈的结构的图。在图48和图49中,在表示受电线圈和送电线圈各自的线材的矩形内所示的个位的数值表示线圈中的匝数的编号。此外,该矩形内表示的小数点一位的数值表示线圈的线材从“0”位置向“5”的位置卷绕。图48和图49各自表示的结构的例子可以如图47所示的例子所示,在两个受电线圈并联连接的受电线圈部140中采用。

[0225] 如图48所示,受电线圈141a和受电线圈141b可以被配置成受电线圈141a和受电线圈141b中的一者位于受电线圈141a和受电线圈141b中的另一者与送电线圈131之间。受电线圈141a和受电线圈141b彼此可以由相同的线材构成,也可以由不同的线材构成。此外,在

图48所示的例子中,整流平滑部150连接在受电线圈141a和受电线圈141b各自的配置于最内侧的第1匝与配置于最外侧的最终匝(例如第3匝)之间。此外,导抗变换器520连接在送电线圈131各自的配置于最内侧的第1匝与配置于最外侧的最终匝(例如第3匝)之间。

[0226] 如图49所示,受电线圈141a和受电线圈141b各自的多个匝可以多层状(例如2层)地配置。此外,受电线圈141a的多个层和受电线圈141b的多个层可以在配置该多个层的方向上交替配置。在图49所示的例子中,受电线圈141a和受电线圈141b可以由彼此相同的线材构成,也可以由不同的线材构成。此外,送电线圈131的多个匝也可以多层状(例如2层)地配置。另外,在图49所示的例子中,整流平滑部150连接于受电线圈141a和受电线圈141b各自的配置于最内侧的第1匝和最终匝(例如第6匝)。此外,导抗变换器520连接于送电线圈131各自的配置于最内侧的第1匝和最终匝(第6匝)。在该情况下,在分别从受电线圈141a、受电线圈141b和送电线圈131引出的引出线传播的传导性噪声的相位差和电位差得以降低。

[0227] 以下参照图50和图51。图50和图51分别是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的受电线圈部和整流平滑部的结构的图。图50的实施方式中,受电线圈部140包括一个受电线圈141。图51的实施方式中,受电线圈部140包括并联连接的多个受电线圈,例如并联连接的受电线圈141a和受电线圈141b。

[0228] 在图50和图51各自的实施方式中,整流平滑部150包括与整流电路153同样的整流电路153a和整流电路153b,且包含与平滑电路154同样的平滑电路154a和平滑电路154b。整流电路153a连接于平滑电路154a,整流电路153b连接于平滑电路154b。在图50和图51各自的实施方式的整流平滑部150中,相对于整流电路153a和平滑电路154a,整流电路153b和平滑电路154b并联化。

[0229] 在图50的实施方式中,受电线圈141的一端经由共振电容器142a连接于整流电路153a和整流电路153b。受电线圈141的另一端经由共振电容器142b连接于整流电路153a和整流电路153b。在图51的实施方式中,受电线圈141a的一端和受电线圈141b的一端经由共振电容器142a连接于整流电路153a和整流电路153b。受电线圈141a的另一端和受电线圈141b的另一端经由共振电容器142b连接于整流电路153a和整流电路153b。

[0230] 在图50和图51各自的实施方式中,平滑电路154a和平滑电路154b各自包括电感1541a、电感1541b、电容器1542a和电容器1542b。电感1541a连接于平滑电路(154a或154b)的一对输入中的一者与该平滑电路的一对输出中的一者之间。电感1541b连接于平滑电路(154a或154b)的一对输入中的另一者与该平滑电路的一对输出中的另一者之间。通过在平滑电路154a和平滑电路154b各自的一对供电线分别设置电感,能够抑制该一对供电线之间的传导噪声的相位差和电位差。此外,图14所示的平滑电路154也可以与平滑电路154a和平滑电路154b同样地还包括电感1541b。

[0231] 在图50和图51各自的实施方式中,电容器1542a的一端连接于平滑电路(154a或154b)的一对输入中的一者与电感1541a的一端。电容器1542a的另一端连接于平滑电路(154a或154b)的一对输入中的另一者与电感1541b的一端。电容器1542b的一端连接于平滑电路(154a或154b)的一对输出中的一者与电感1541a的另一端。电容器1542b的另一端连接于平滑电路(154a或154b)的一对输出中的另一者与电感1541b的另一端。

[0232] 根据图50和图51各自的实施方式,通过将包括整流电路和并联电路的单元并联

化,允许电流得以增加。此外,电感1541a的电感与电感1541b的电感彼此可以相等,也可以不同。此外,平滑电路154a的电容器1542a的静电电容、平滑电路154a的电容器1542b的静电电容、平滑电路154b的电容器1542a的静电电容以及平滑电路154b的电容器1542b的静电电容彼此可以相等,也可以不同。此外,平滑电路154a和平滑电路154b各自可以不具有电感1541b。或者,平滑电路154a可以不具有电感1541b,平滑电路154b可以不具有电感1541a。

[0233] [与供电相关联的一体化结构]

[0234] 以下参照图52~图56。图52~图56分别是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的与供电相关联的一体化结构的图。图52~图56各自的结构是在具有导抗变换器520和AC/DC转换器540的等离子体处理装置中采用的。

[0235] 在图52所示的实施方式中,送电线圈部130和受电线圈部140通过配置在一个金属壳体340g中而一体化。此外,送电线圈部130、受电线圈部140和RF滤波器200也在空间110a中一体化。送电线圈部130、受电线圈部140和RF滤波器200例如配置在一个金属壳体341g中。

[0236] 图53所示的实施方式与图52所示的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b与导抗变换器520一体化。共振电容器132a和共振电容器132b可以与导抗变换器520的导抗变换电路一起配置在一个壳体内。根据图53的实施方式,能够实现通过将送电线圈部130、受电线圈部140和RF滤波器200一体化而构成的单元的小型化。

[0237] 图54所示的实施方式与图52所示的实施方式的不同之处在于,导抗变换器520与送电部120一体化。导抗变换器520与送电部120可以配置在一个壳体520g内。该实施方式中,能够缩短送电部120的逆变器与导抗变换器520之间的配线。因此,供电效率得以改善。

[0238] 图55所示的实施方式与图52所示的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520以及送电部120一体化。送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520以及送电部120可以配置在一个壳体520g内。该实施方式中,能够实现通过将送电线圈部130、受电线圈部140和RF滤波器200一体化而构成的单元的小型化。此外,该实施方式中,能够缩短送电部120的逆变器与导抗变换器520之间的配线。因此,供电效率得以改善。

[0239] 图56所示的实施方式与图52所示的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520、送电部120以及AC/DC转换器540一体化。送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520、送电部120以及AC/DC转换器540可以配置在一个壳体520g内。该实施方式中,能够实现通过将送电线圈部130、受电线圈部140和RF滤波器200一体化而构成的单元的小型化。此外,该实施方式中,能够缩短送电部120的逆变器与导抗变换器520之间的配线。因此,供电效率得以改善。此外,交流电源400与AC/DC转换器540之间的布局自由度提高。

[0240] 以下参照图57~图61。图57~图61分别是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的与供电相关联的一体化结构的图。图57~图61各自的结构是在包括导抗变换器520和AC/DC转换器540的等离子体处理装置中采用的。图57~图61各自的结构与图52~图56各自的结构不同,不包括RF滤波器200。此外,在图57~图61各自的结构中,整流平滑部150配置在空间110a中。

[0241] 在图57所示的实施方式中,送电线圈部130和受电线圈部140通过配置在一个金属壳体340g中而一体化。此外,送电线圈部130、受电线圈部140和整流平滑部150也在空间110a中一体化。送电线圈部130、受电线圈部140和整流平滑部150例如配置在一个金属壳体341g中。

[0242] 图58所示的实施方式与图57所示的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b与导抗变换器520一体化。共振电容器132a和共振电容器132b可以与导抗变换器520的导抗变换电路一起配置在一个壳体内。根据图58的实施方式,能够实现通过将送电线圈部130、受电线圈部140和整流平滑部150一体化而构成的单元的小型化。

[0243] 图59所示的实施方式与图57所示的实施方式的不同之处在于,导抗变换器520与送电部120一体化。导抗变换器520与送电部120可以配置在一个壳体520g内。在该实施方式中,能够缩短送电部120的逆变器与导抗变换器520之间的配线。因此,供电效率得以改善。

[0244] 图60所示的实施方式与图57所示的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520以及送电部120一体化。送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520以及送电部120可以配置在一个壳体520g内。在该实施方式中,能够实现通过将送电线圈部130、受电线圈部140和整流平滑部150一体化而构成的单元的小型化。此外,在该实施方式中,能够缩短送电部120的逆变器与导抗变换器520之间的配线。因此,供电效率得以改善。

[0245] 图61所示的实施方式与图57所示的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520、送电部120以及AC/DC转换器540一体化。送电线圈部130的共振电容器132a和共振电容器132b、导抗变换器520、送电部120以及AC/DC转换器540可以配置在一个壳体520g内。该实施方式中,能够实现通过将送电线圈部130、受电线圈部140和整流平滑部150一体化而构成的单元的小型化。此外,该实施方式中,能够缩短AC/DC转换器540与导抗变换器520之间的配线。因此,供电效率得以改善。此外,交流电源400与AC/DC转换器540之间的布局自由度提高。

[0246] 以下,参照图62~图65。图62~图65各自是表示能够在各种例示性的实施方式的等离子体处理装置中采用的与供电相关联的一体化结构的图。图62~图65各自的结构是在具有导抗变换器520和AC/DC转换器540的等离子体处理装置中采用的。

[0247] 在图62所示的实施方式中,受电线圈部140和RF滤波器200在空间110a中一体化。受电线圈部140和RF滤波器200例如配置在一个金属壳体140gb中。

[0248] 图63所示的实施方式与图62的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130与导抗变换器520一体化。送电线圈部130与导抗变换器520可以配置在一个壳体520g(例如金属壳体)或金属壳体130g内。根据该实施方式,能够缩短导抗变换器520与送电线圈131之间的配线。因此,供电效率得以改善。

[0249] 图64所示的实施方式与图62的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130、导抗变换器520以及送电部120一体化。送电线圈部130、导抗变换器520以及送电部120可以配置在一个壳体520g(例如金属壳体)或金属壳体130g内。根据该实施方式,能够缩短送电部120的逆变器与送电线圈131之间的配线。因此,供电效率得以改善。

[0250] 图65所示的实施方式与图62的实施方式的不同之处在于,送电线圈部130、导抗变

换器520、送电部120以及AC/DC转换器540一体化。送电线圈部130、导抗变换器520、送电部120以及AC/DC转换器540可以配置在一个壳体520g(例如金属壳体)或金属壳体130g内。根据该实施方式,能够缩短AC/DC转换器540与送电线圈131之间的配线。因此,供电效率得以改善。此外,交流电源400与AC/DC转换器540之间的布局自由度提高。

[0251] 以上说明了各种例示性的实施方式,但不仅限于上述例示性的实施方式,可以进行各种添加、省略、替换和变更。此外,能够将不同实施方式中的要素组合以形成其他实施方式。

[0252] 例如,交流电源400可以是三相交流电源,也可以是单相交流电源。

[0253] 在此,将本发明包含的各种例示性的实施方式记载于以下[E1]~[E17]。

[0254] [E1]

[0255] 一种等离子体处理装置,其包括:

[0256] 等离子体处理腔室;

[0257] 配置于上述等离子体处理腔室内的基片支承部;

[0258] 相对于上述等离子体处理腔室内的等离子体处理空间配置于其外侧的电极或天线,该电极或该天线被配置成上述等离子体处理腔室内的空间位于该电极或该天线与上述基片支承部之间;

[0259] 与上述基片支承部、上述电极或上述天线电连接的高频电源,其构成为能够生成高频电功率;

[0260] 至少一个电功率消耗部件,其配置在上述等离子体处理腔室内或上述基片支承部内;

[0261] 与上述至少一个电功率消耗部件电连接的受电线圈;

[0262] 与上述受电线圈电磁耦合的送电线圈;

[0263] 送电部,其与上述送电线圈电连接以向上述送电线圈供电;和

[0264] 控制部,

[0265] 上述送电部包括电压检测器和电流检测器,上述电压检测器构成为能够检测向上述送电线圈输入的输入电压,上述电流检测器构成为能够检测向上述送电线圈输入的输入电流,

[0266] 上述控制部构成为能够确定与参数值对应的所需电功率水平,控制上述送电部以输出具有该所需电功率水平的输出电功率,其中,上述参数值包含根据上述输入电压和上述输入电流求取的输入阻抗或上述至少一个电功率消耗部件所具有的负载电阻值。

[0267] [E2]

[0268] 根据E1记载的等离子体处理装置,其中,

[0269] 上述送电部构成为能够通过输出具有传输频率的输出电流,并且以该传输频率的倒数的时间间隔周期性地输出具有峰值和占空比的输出电压,来输出电功率,

[0270] 该等离子体处理装置还包括:

[0271] 整流平滑部,其具有连接于上述受电线圈与上述至少一个电功率消耗部件之间的整流电路和平滑电路;和

[0272] 连接在上述整流平滑部与上述至少一个电功率消耗部件之间的定电压控制部,其构成为能够使上述至少一个电功率消耗部件的负载电阻值变化。

[0273] [E3]

[0274] 根据E2记载的等离子体处理装置,其中,

[0275] 上述控制部构成为能够与上述参数值相关联地具有存储有与该参数值对应的上述输出电压的峰值和占空比以及上述输出电流的振幅的表,使上述送电部输出具有与上述参数值对应的上述输出电压的峰值和占空比以及上述输出电流的振幅值的上述输出功率。

[0276] [E4]

[0277] 根据E2或E3记载的等离子体处理装置,其还包括:

[0278] 线间电容器;

[0279] 过电功率消耗负载;和

[0280] 开关元件,其构成为能够将上述线间电容器选择性地连接在将上述整流平滑部与上述定电压控制部彼此连接的一对供电线之间、或选择性地连接于上述过电功率消耗负载。

[0281] [E5]

[0282] 根据E4记载的等离子体处理装置,其中,

[0283] 上述定电压控制部包括构成为能够使上述至少一个电功率消耗部件的负载电阻值变化,并且控制上述开关元件的控制部。

[0284] [E6]

[0285] 根据E5记载的等离子体处理装置,其中,

[0286] 上述定电压控制部的上述控制部构成为,

[0287] 能够在上述至少一个电功率消耗部件的负载电阻值以变低的方式变化时,控制上述开关元件以将上述线间电容器连接于上述一对供电线,

[0288] 接着,控制上述开关元件而将上述线间电容器连接于上述过电功率消耗负载,以将蓄积在上述线间电容器中的电功率向上述过电功率消耗负载放电。

[0289] [E7]

[0290] 根据E2~E6中任一项记载的等离子体处理装置,其中,

[0291] 还包括导抗变换器,上述导抗变换器包含连接在上述送电部与上述送电线圈之间的导抗变换电路。

[0292] [E8]

[0293] 根据E7记载的等离子体处理装置,其中,

[0294] 上述导抗变换电路包括:

[0295] 连接在上述送电部与上述送电线圈之间的电感;和

[0296] 连接在将上述送电部与上述送电线圈彼此连接的一对供电线之间的电容器。

[0297] [E9]

[0298] 根据E8记载的等离子体处理装置,其中,

[0299] 上述送电部包括:

[0300] 整流平滑部,其包括整流电路、连接在上述送电线圈与该整流电路之间的平滑电容器;

[0301] 逆变器,其连接在上述送电线圈与该送电部的上述整流平滑部之间;

- [0302] 电压监视部,其构成为能够监视从上述送电部的上述整流平滑部输出的电压的波形;和
- [0303] 控制部,
- [0304] 上述控制部构成为能够根据由上述电压监视部监视到的上述波形调节从上述逆变器输出的上述输出电压的上述占空比,以抑制上述输出电功率的波动。
- [0305] [E10]
- [0306] 根据E8记载的等离子体处理装置,其中,
- [0307] 还包括AC/DC转换器,
- [0308] 上述送电部包括:
- [0309] 平滑部,其包含平滑电容器,且连接于上述AC/DC转换器;
- [0310] 逆变器,其连接在上述送电线圈与该送电部的上述平滑部之间;
- [0311] 电压监视部,其构成为能够监视从上述送电部的上述平滑部输出的电压的波形;和
- [0312] 控制部,
- [0313] 上述控制部构成为能够根据由上述电压监视部监视到的上述波形调节从上述逆变器输出的上述输出电压的上述占空比,以抑制上述输出电功率的波动。
- [0314] [E11]
- [0315] 根据E7~E10中任一项记载的等离子体处理装置,其中,
- [0316] 还包括连接在上述送电线圈与上述导抗变换电路之间的共振电容器,
- [0317] 上述共振电容器设置于上述导抗变换器内。
- [0318] [E12]
- [0319] 根据E7~E10中任一项记载的等离子体处理装置,其中,
- [0320] 上述导抗变换器和上述送电部收纳在一个壳体内。
- [0321] [E13]
- [0322] 根据E7~E10中任一项记载的等离子体处理装置,其中,
- [0323] 还包括连接在上述送电线圈与上述导抗变换电路之间的共振电容器,
- [0324] 上述共振电容器、上述导抗变换器和上述送电部收纳在一个壳体内。
- [0325] [E14]
- [0326] 根据E7~E10中任一项记载的等离子体处理装置,其中,
- [0327] 包括送电线圈部,上述送电线圈部包含上述送电线圈和连接在该送电线圈与上述导抗变换电路之间的共振电容器,
- [0328] 上述送电线圈部和上述导抗变换器收纳在一个壳体内。
- [0329] [E15]
- [0330] 根据E7~E10中任一项记载的等离子体处理装置,其中,
- [0331] 包括送电线圈部,上述送电线圈部包含上述送电线圈和连接在该送电线圈与上述导抗变换电路之间的共振电容器,
- [0332] 上述送电线圈部、上述导抗变换器和上述送电部收纳在一个壳体内。
- [0333] [E16]
- [0334] 根据E10记载的等离子体处理装置,其中,

- [0335] 还包括连接在上述送电线圈与上述导抗变换电路之间的共振电容器，
- [0336] 上述共振电容器、上述AC/DC转换器、上述导抗变换器和上述送电部收纳在一个壳体内。
- [0337] [E17]
- [0338] 根据E10记载的等离子体处理装置，其中，
- [0339] 包括送电线圈部，上述送电线圈部包含上述送电线圈和连接在该送电线圈与上述导抗变换电路之间的共振电容器，
- [0340] 上述送电线圈部、上述AC/DC转换器、上述导抗变换器和上述送电部收纳在一个壳体内。
- [0341] 根据以上说明可知，对本发明的各种实施方式出于说明目的在本说明书中进行了描述，在不脱离本发明的范围和主旨的情况下，能够进行各种变更。因此，本说明书中公开的各种实施方式并非旨在限定，真正的范围和主旨由发明范围给出。
- [0342] 附图标记说明
- [0343] 1……等离子体处理装置、10……腔室、11……基片支承部、110……接地框架、120……送电部、130……送电线圈部、131……送电线圈、140……受电线圈部、141……受电线圈、150……整流平滑部、180……定电压控制部、240……电功率消耗部件、300……高频电源。

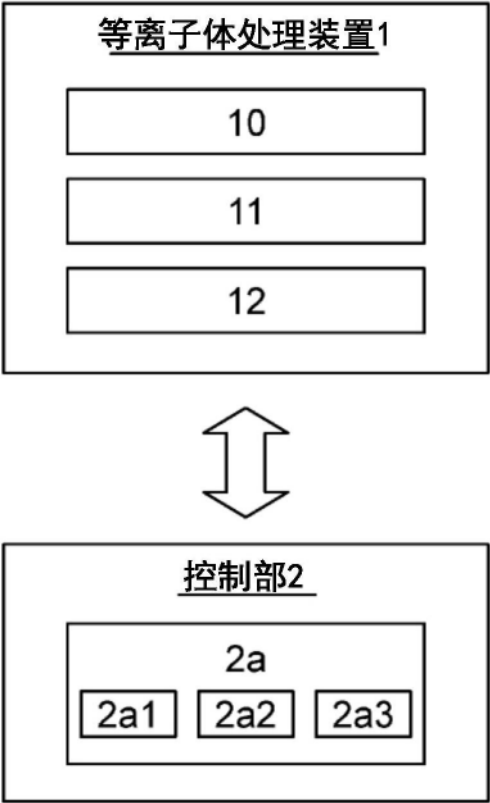


图1

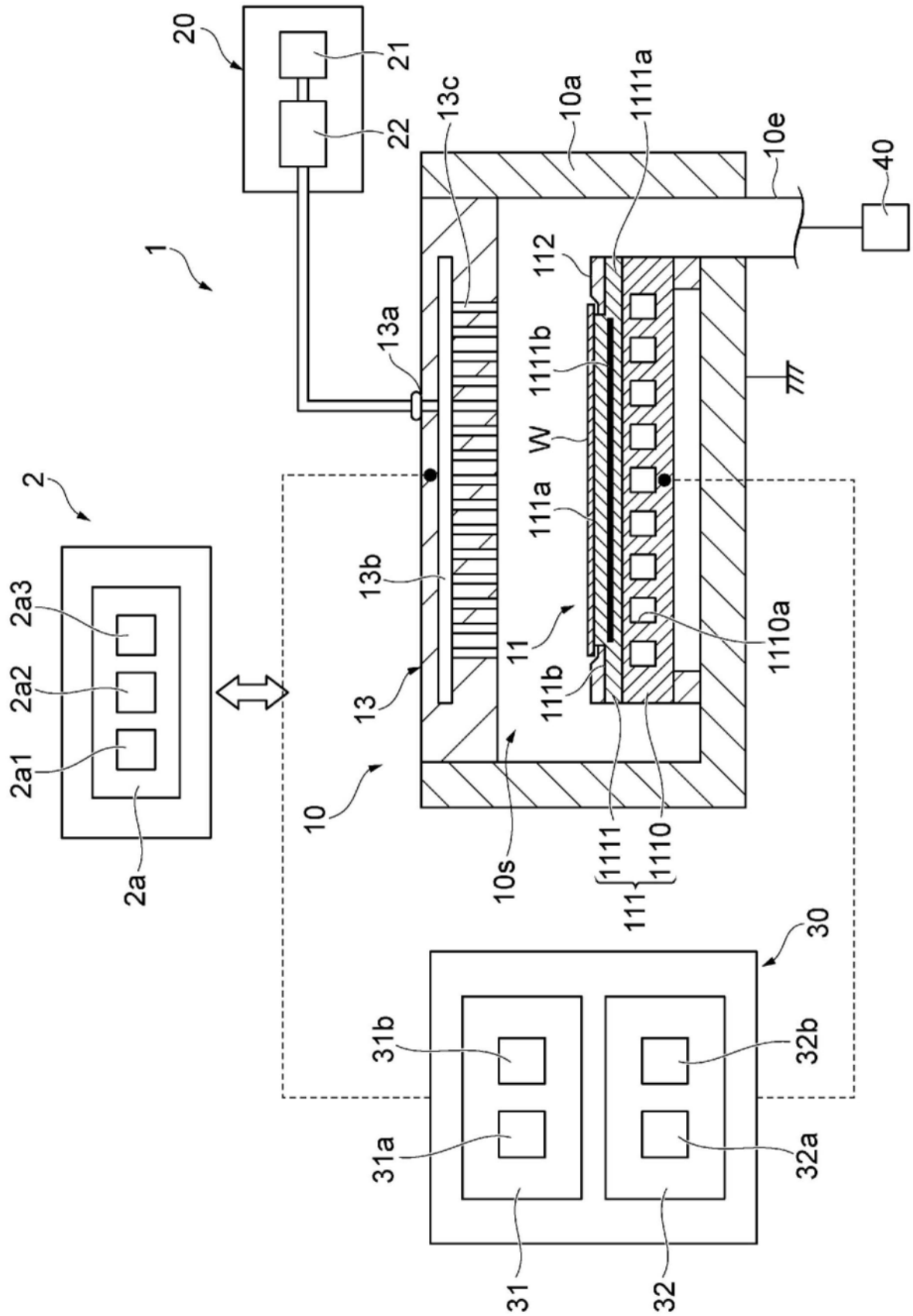


图2

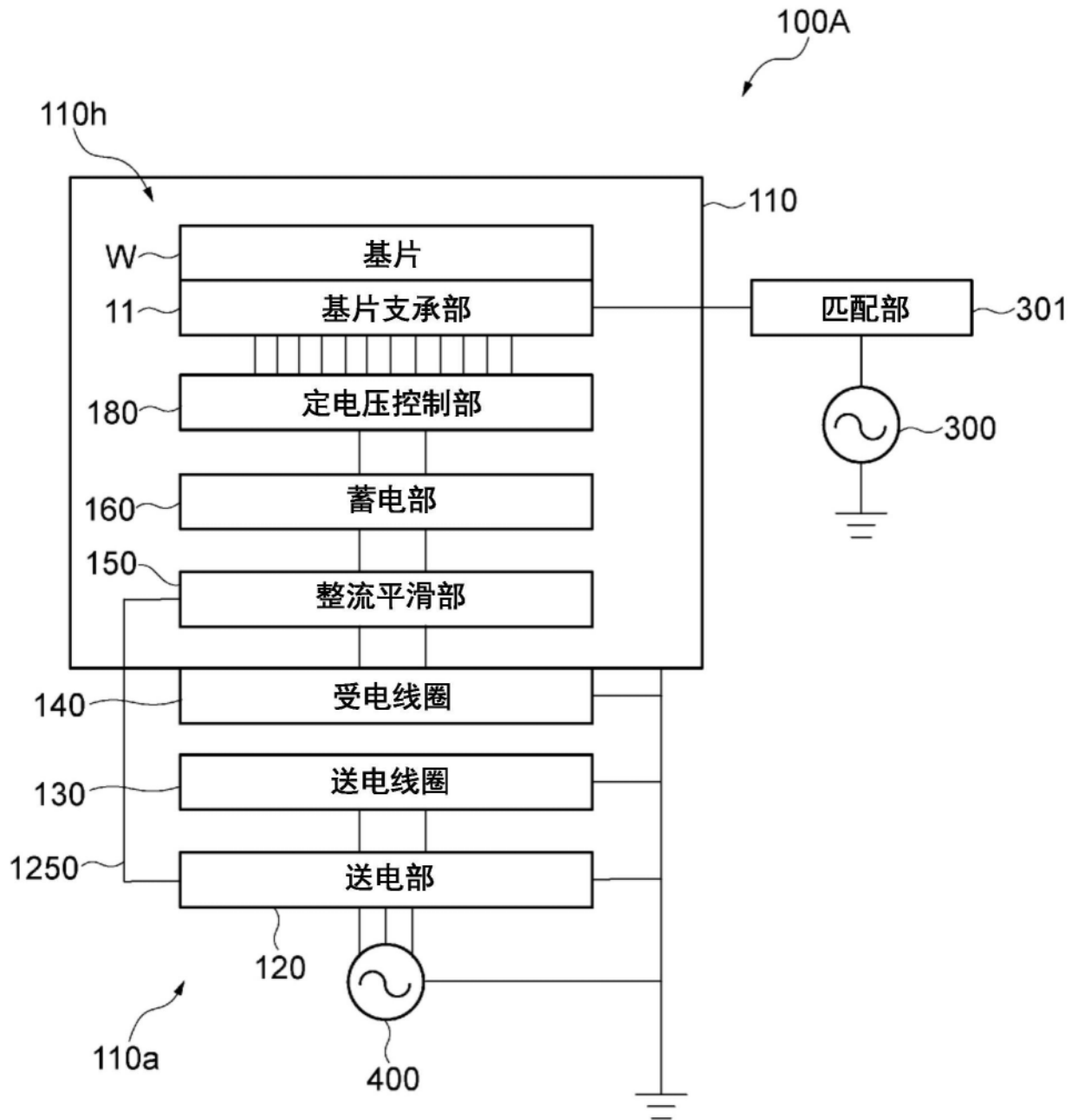


图3

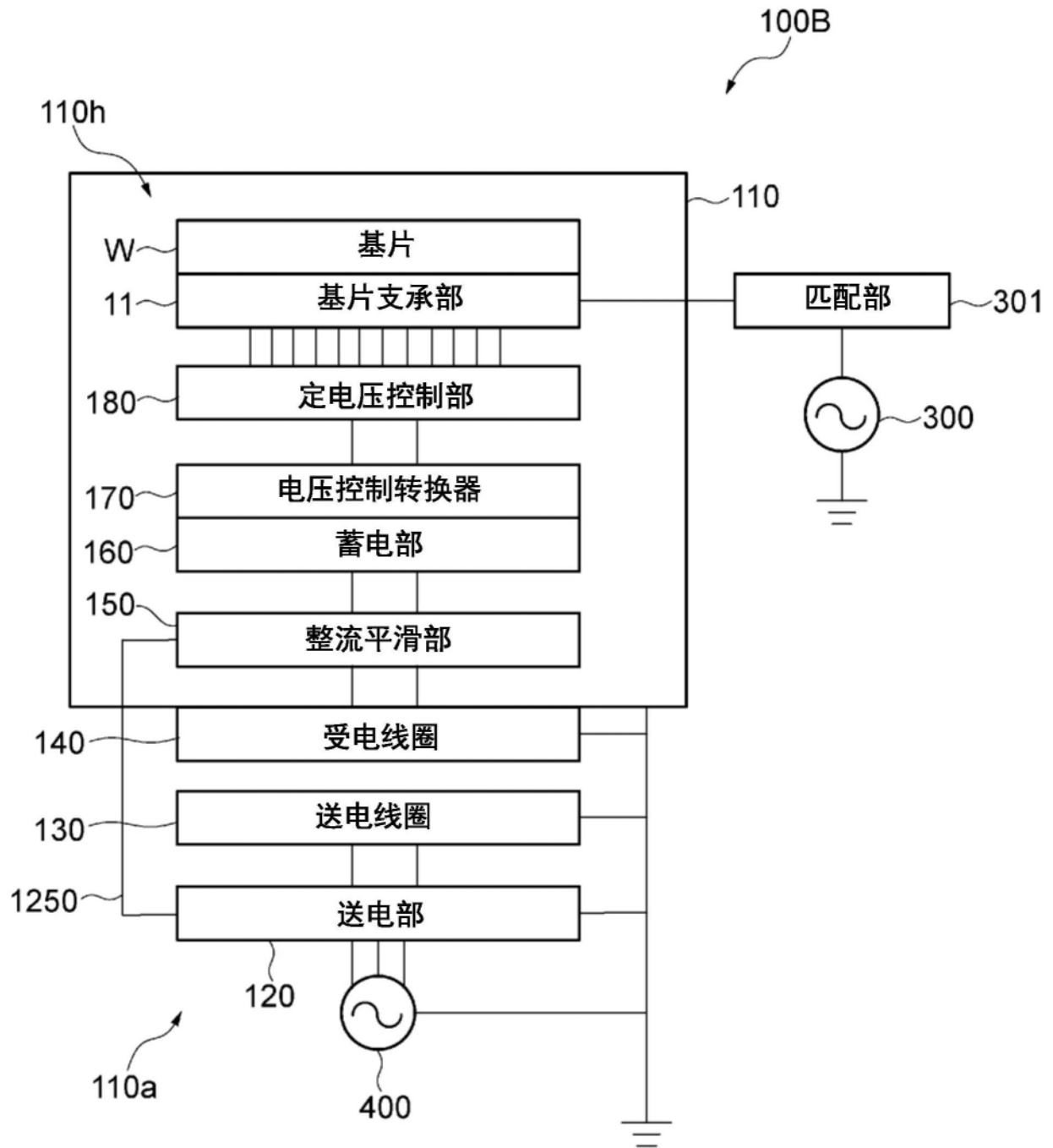


图4

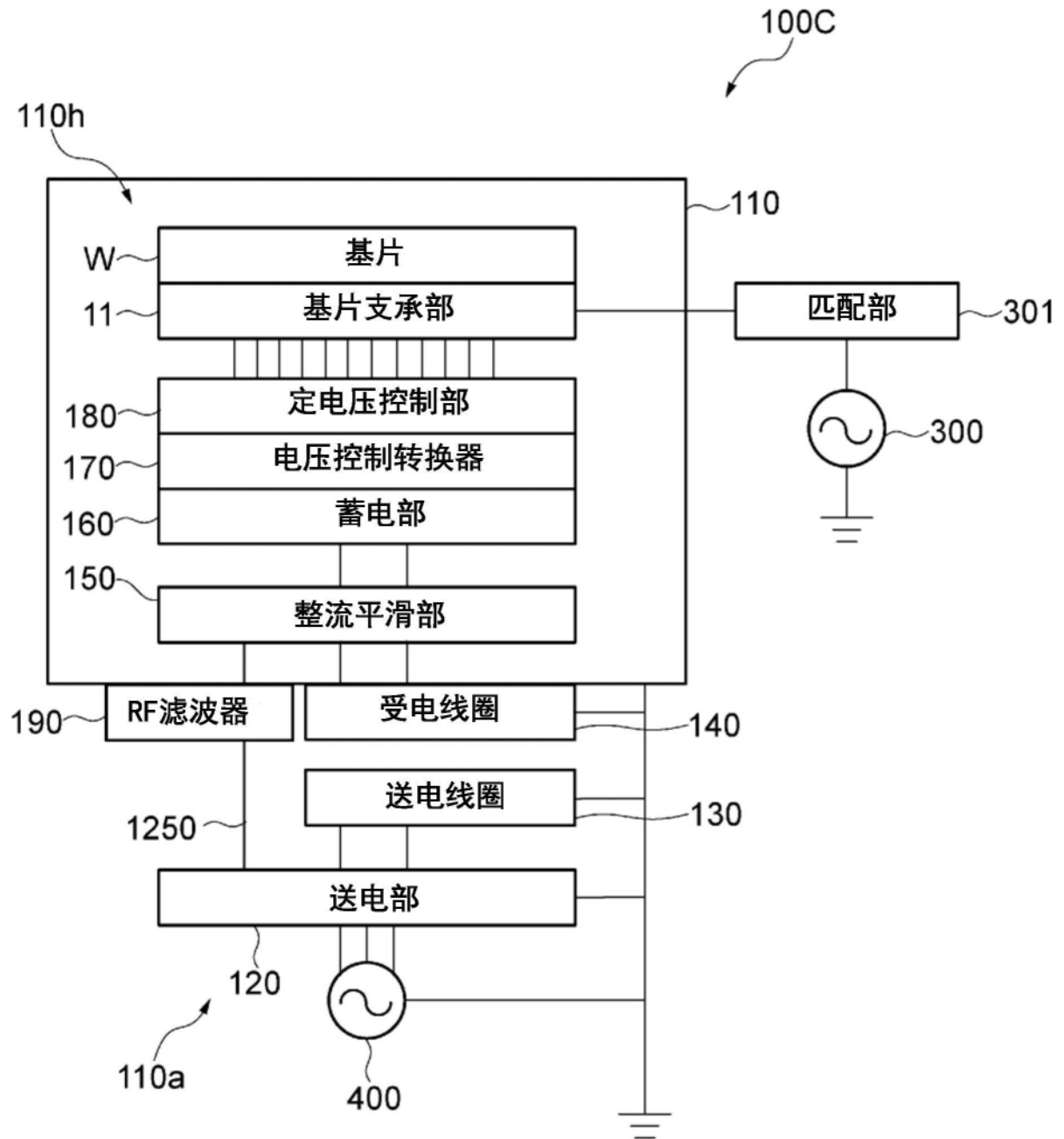


图5

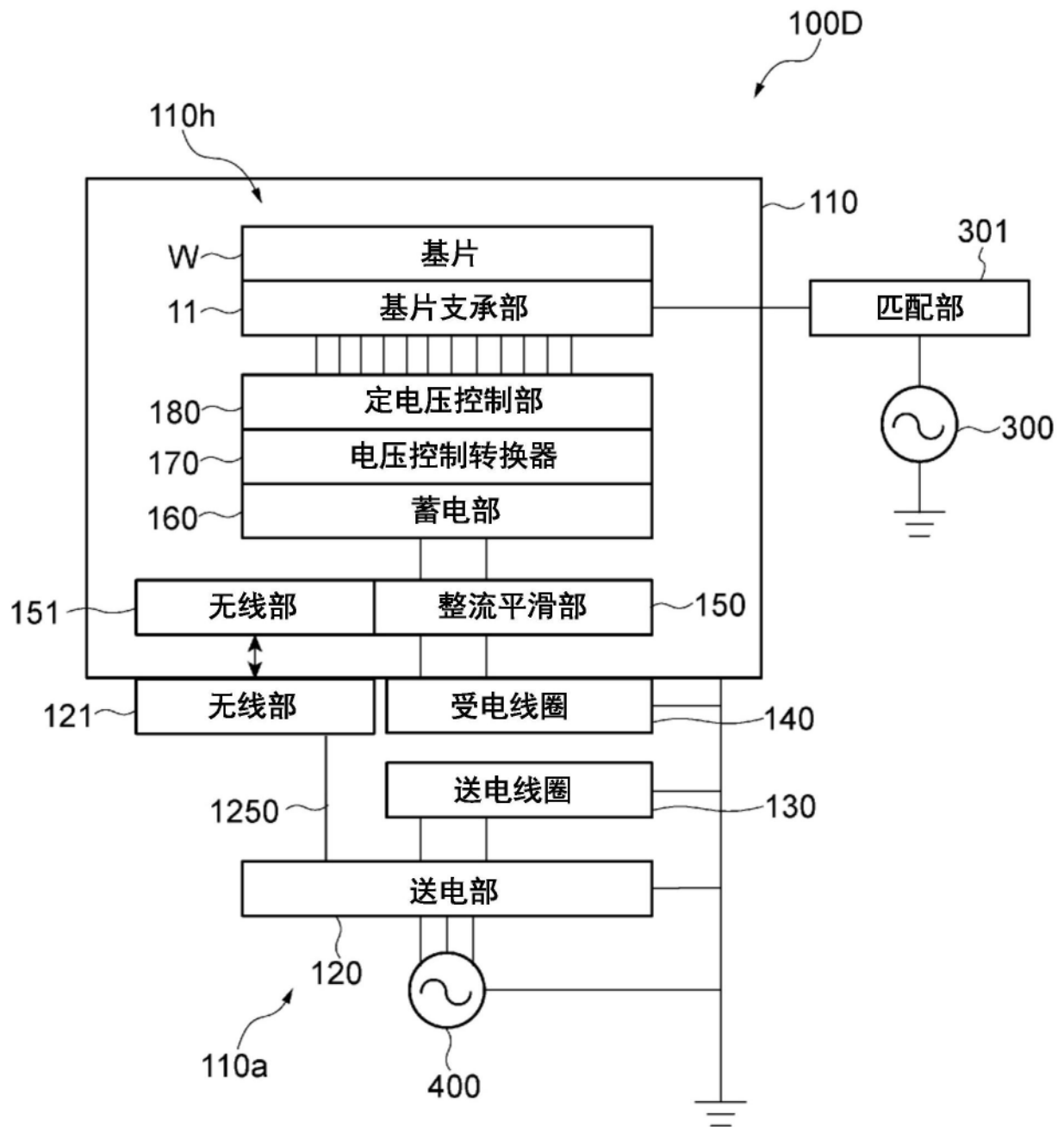


图6

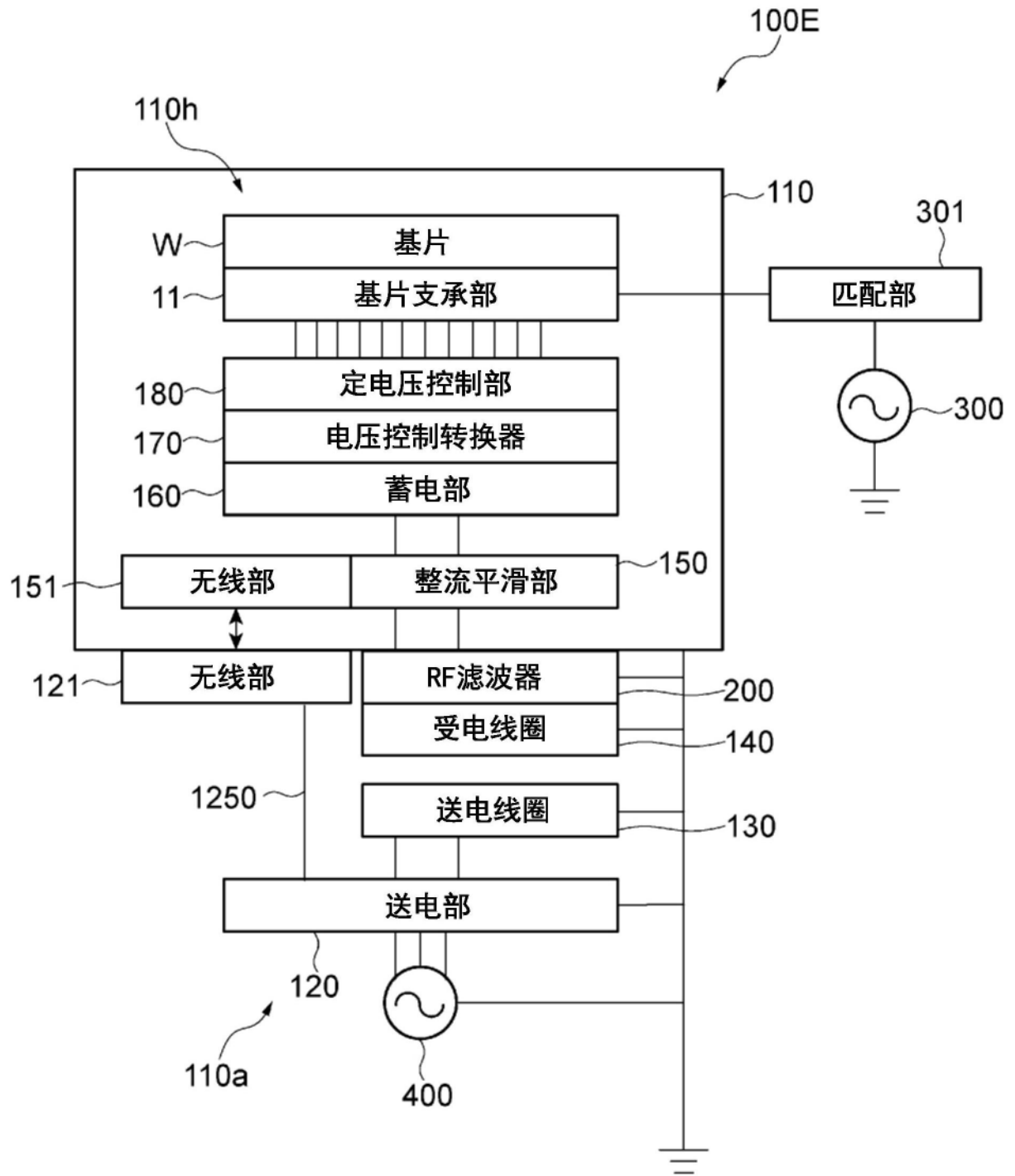


图7

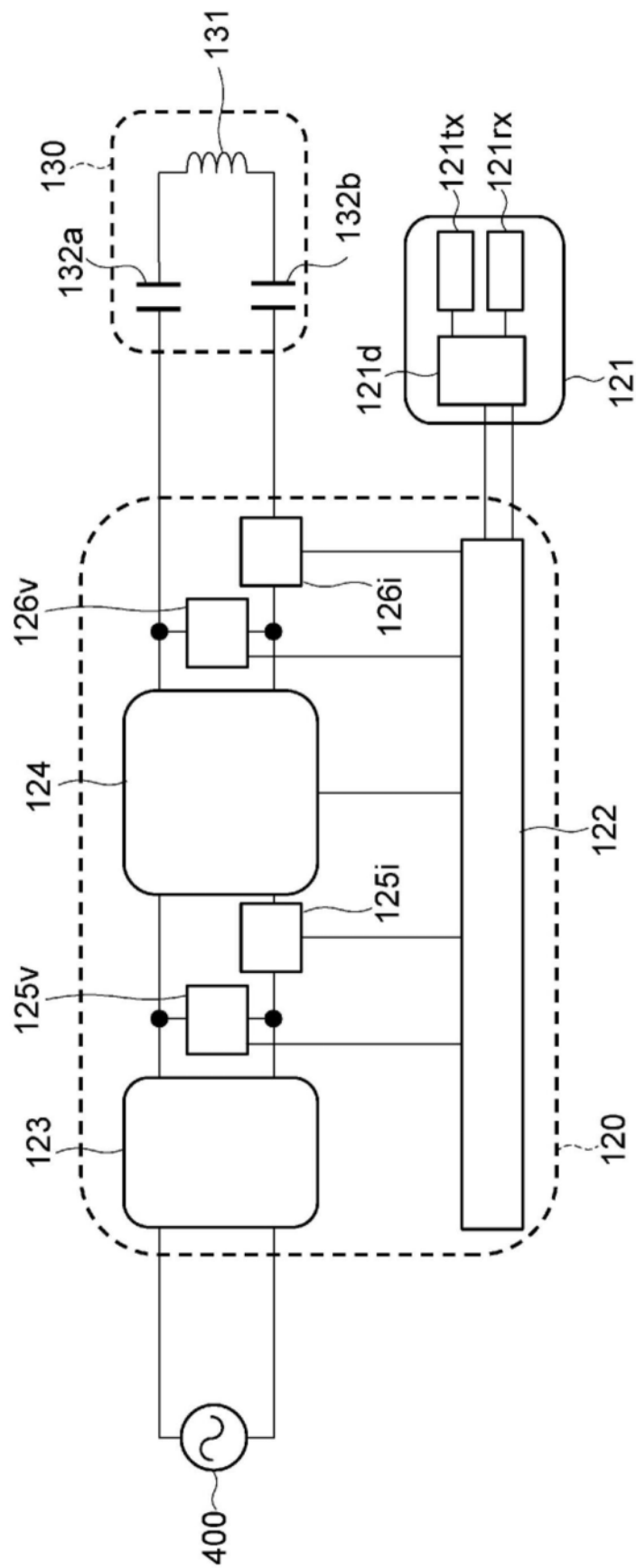


图8

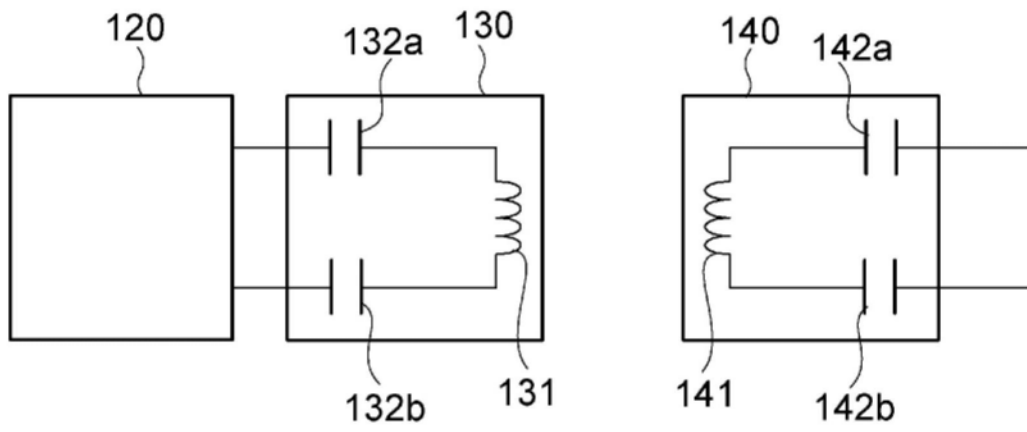


图9

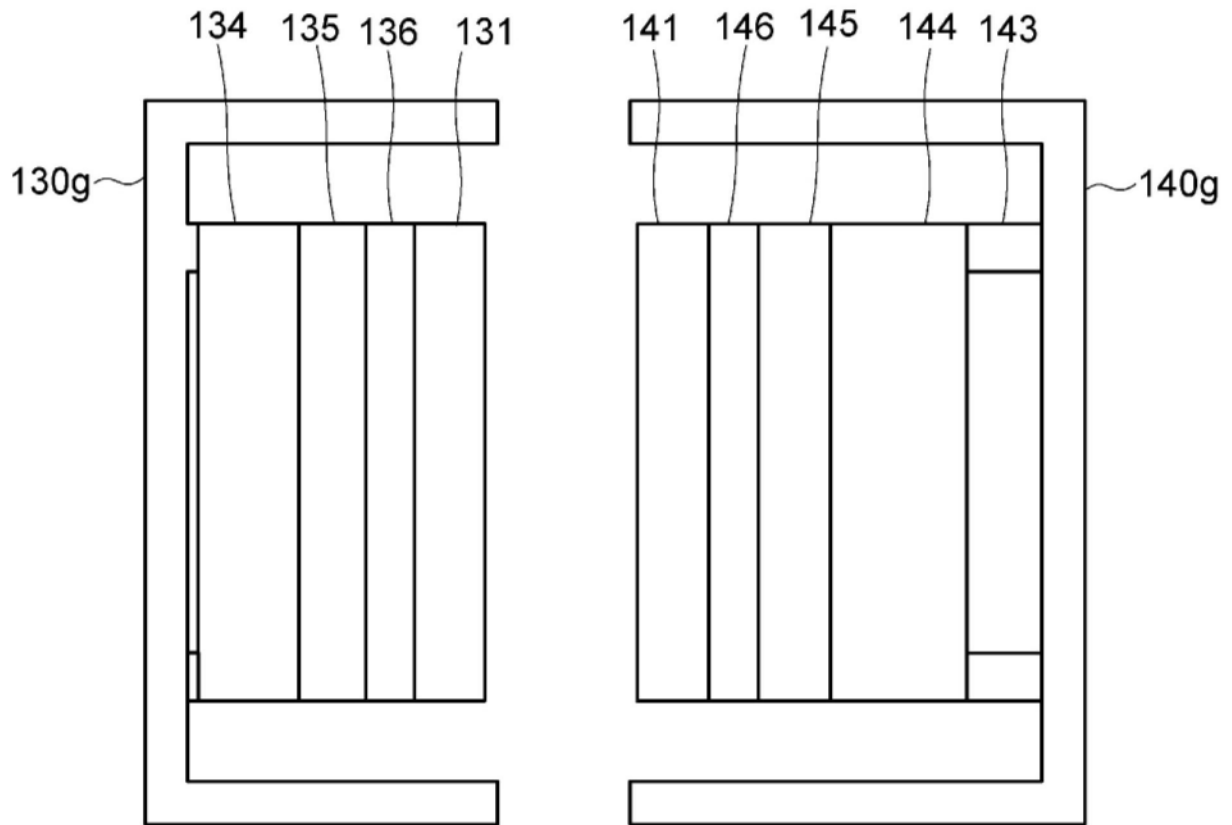


图10

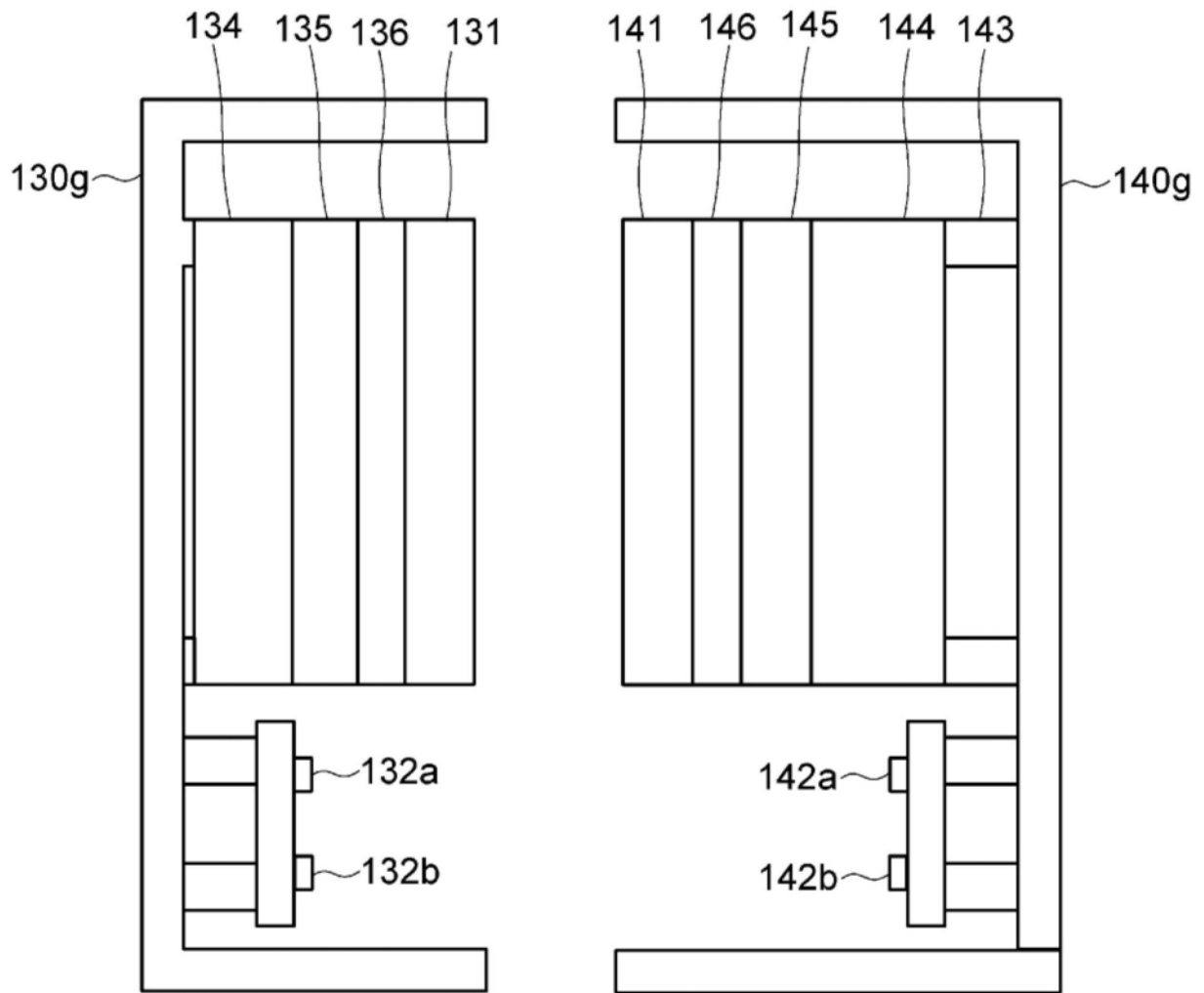


图11

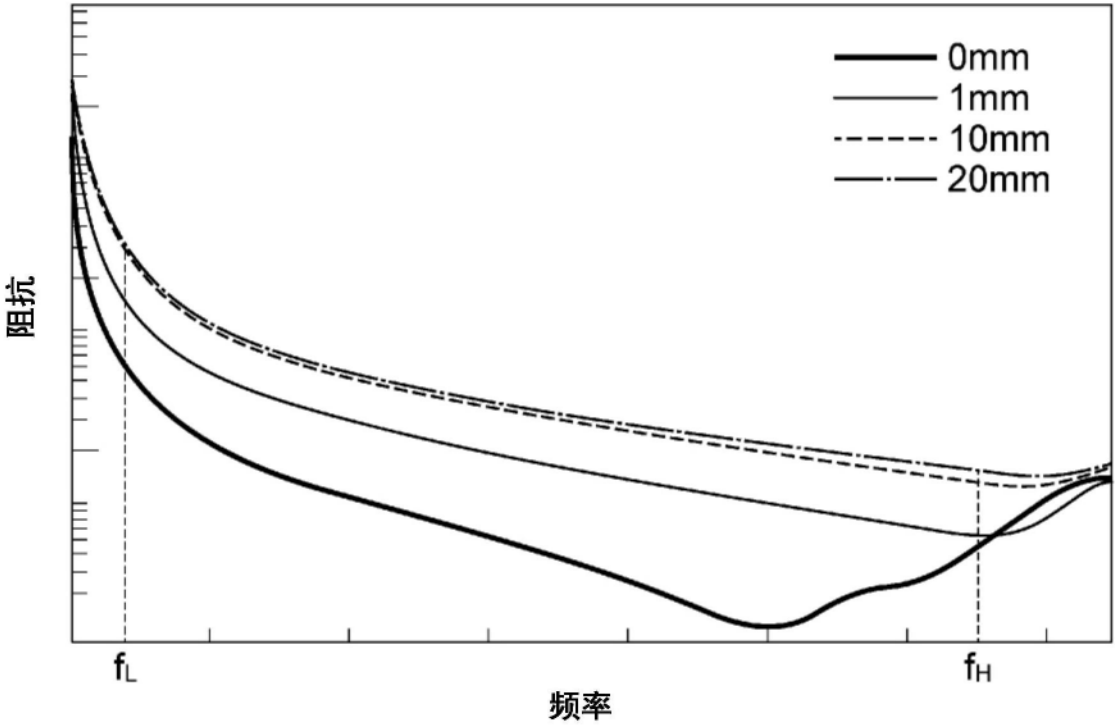


图12

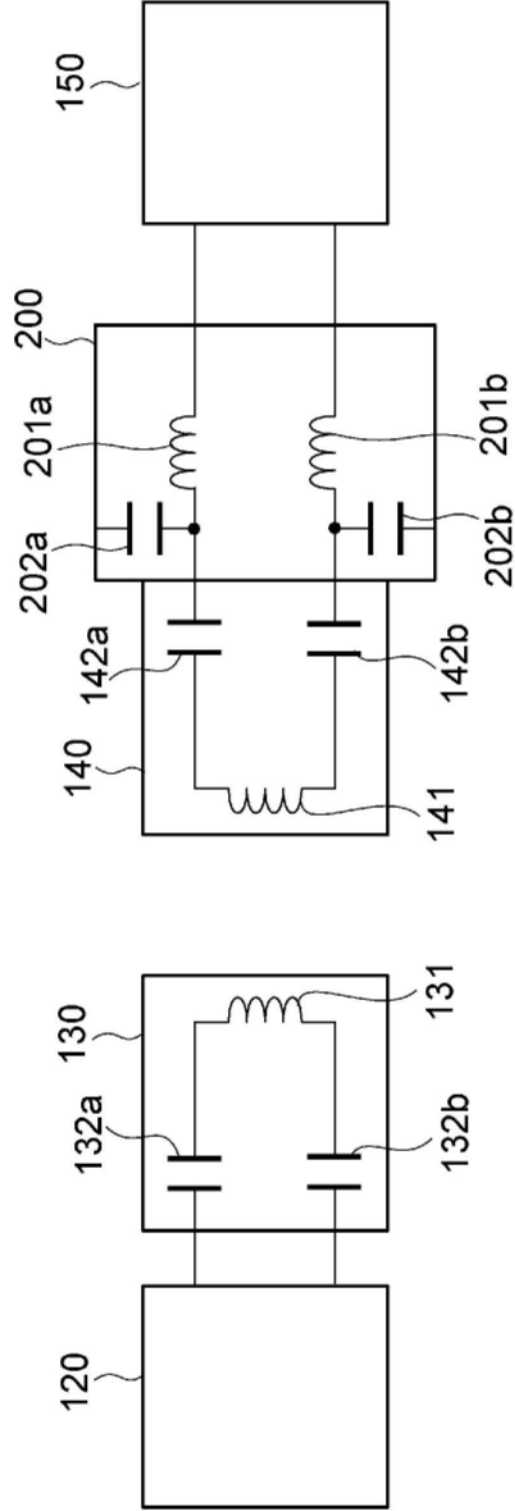


图13

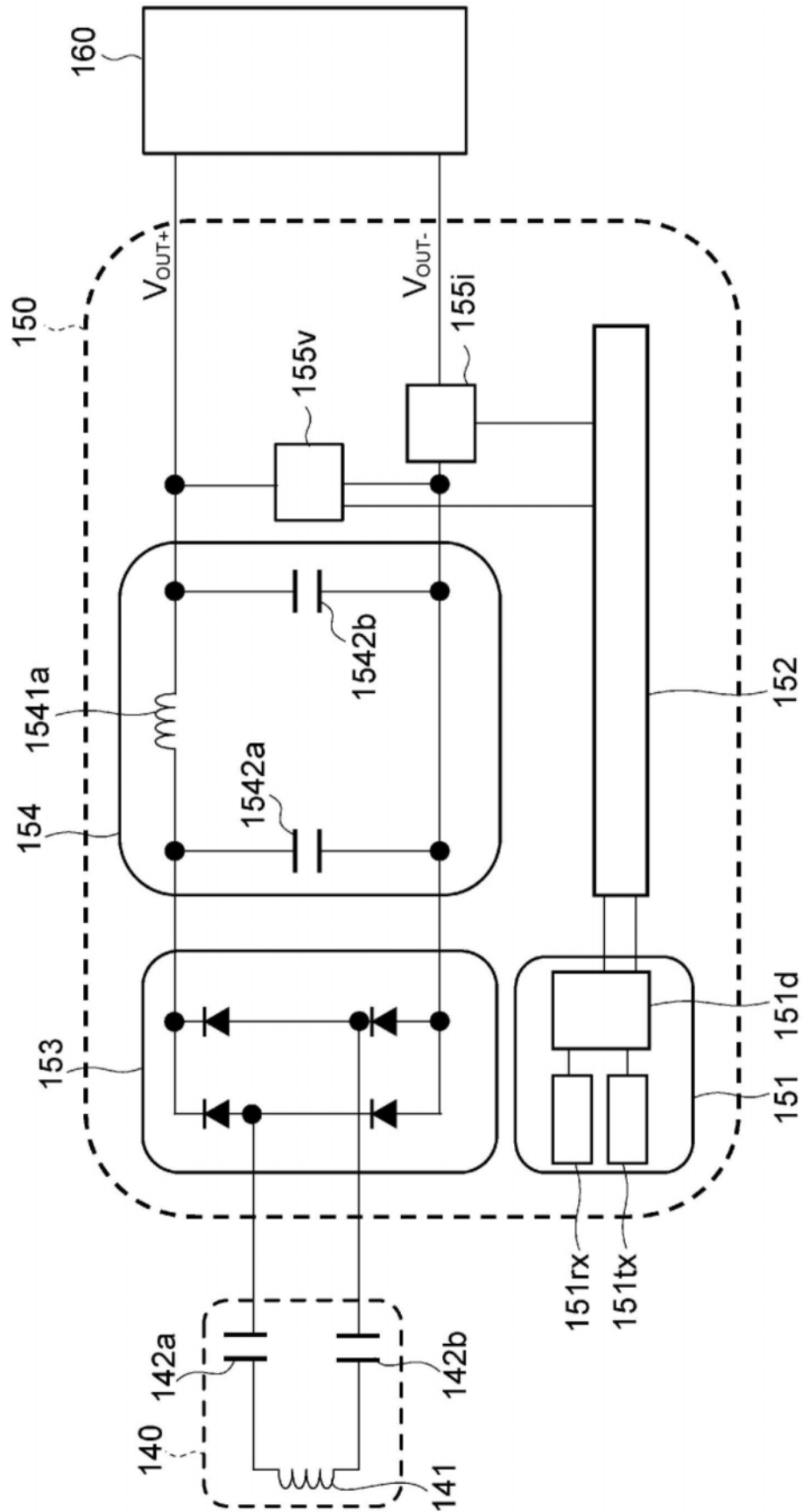


图14

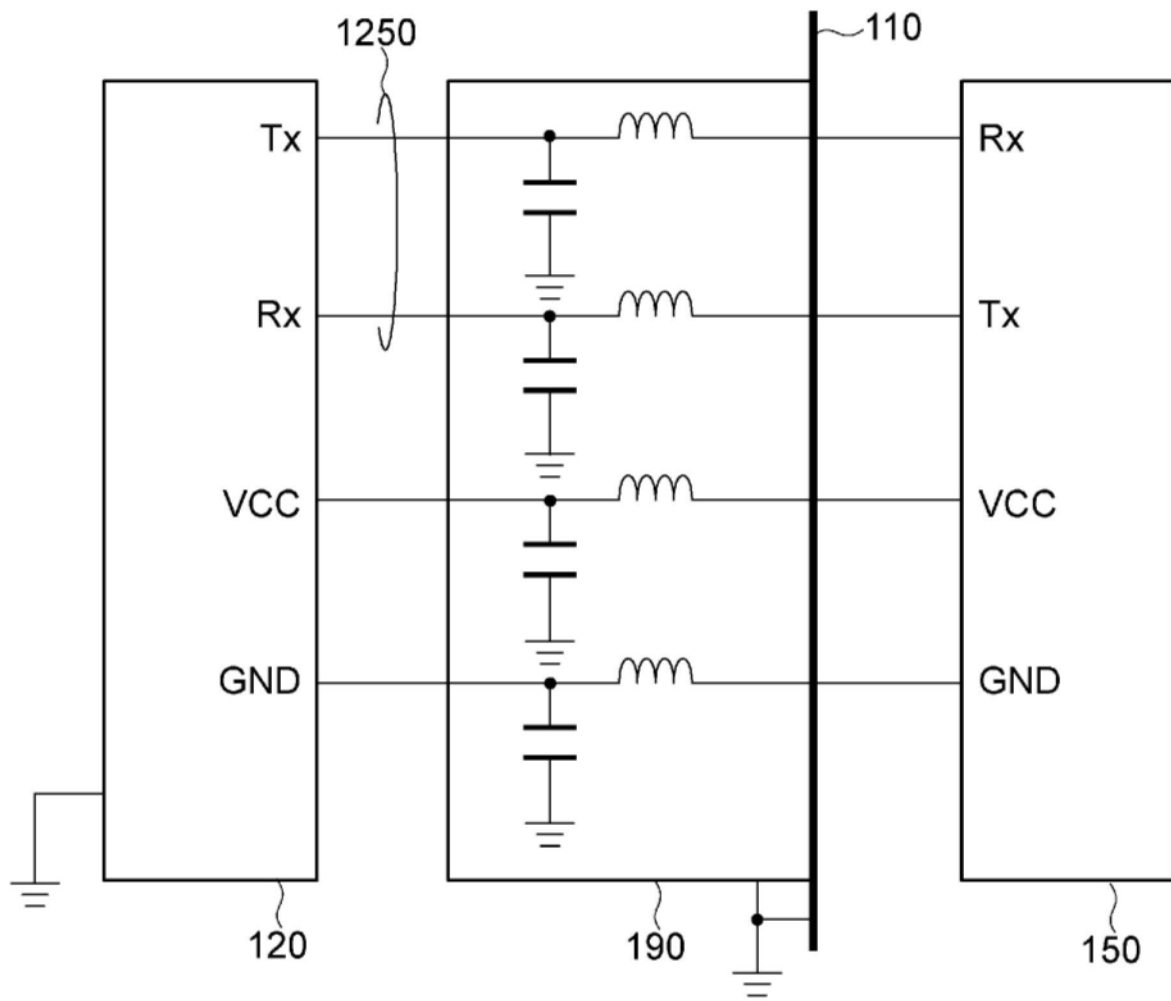


图15

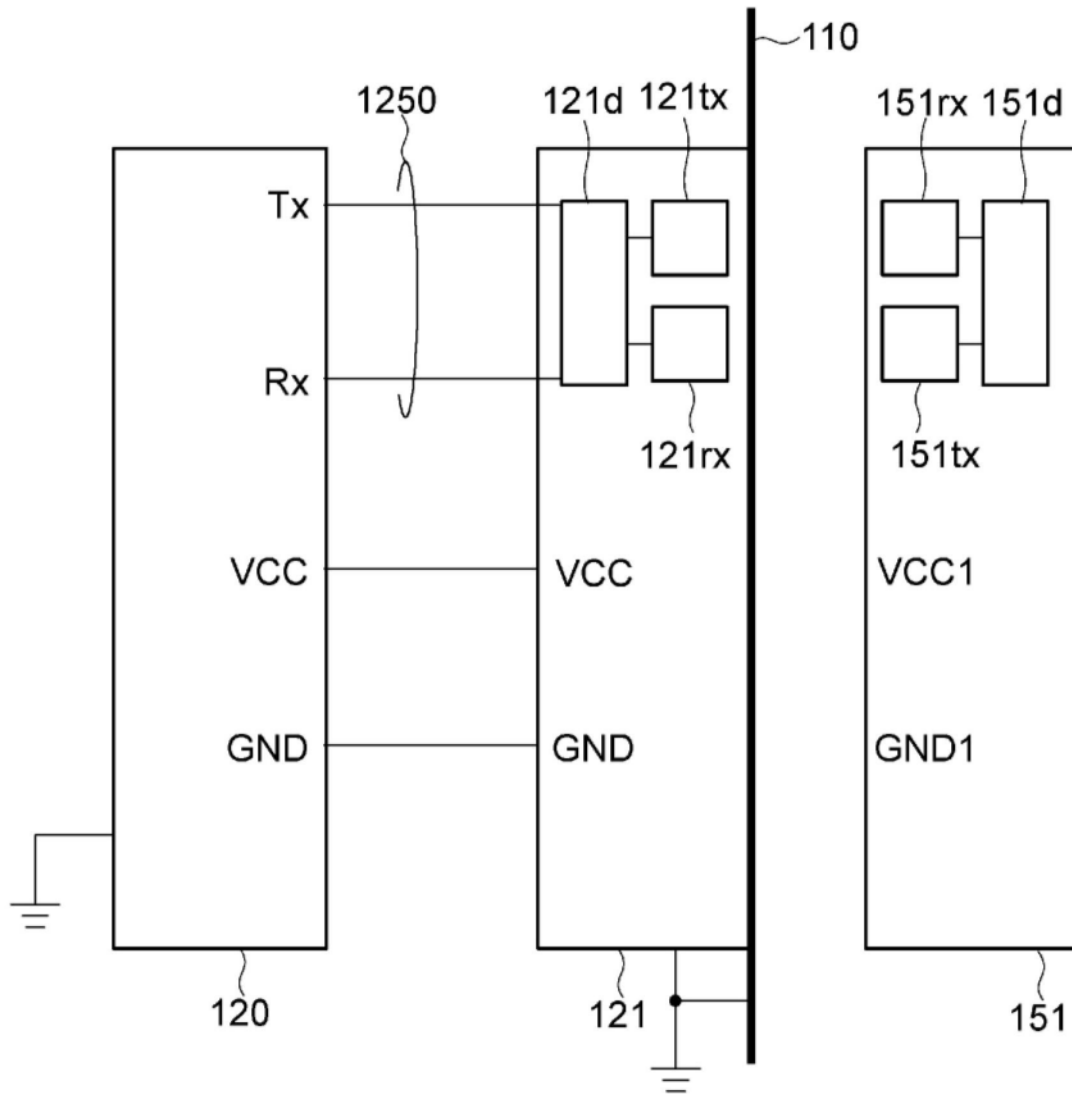


图16

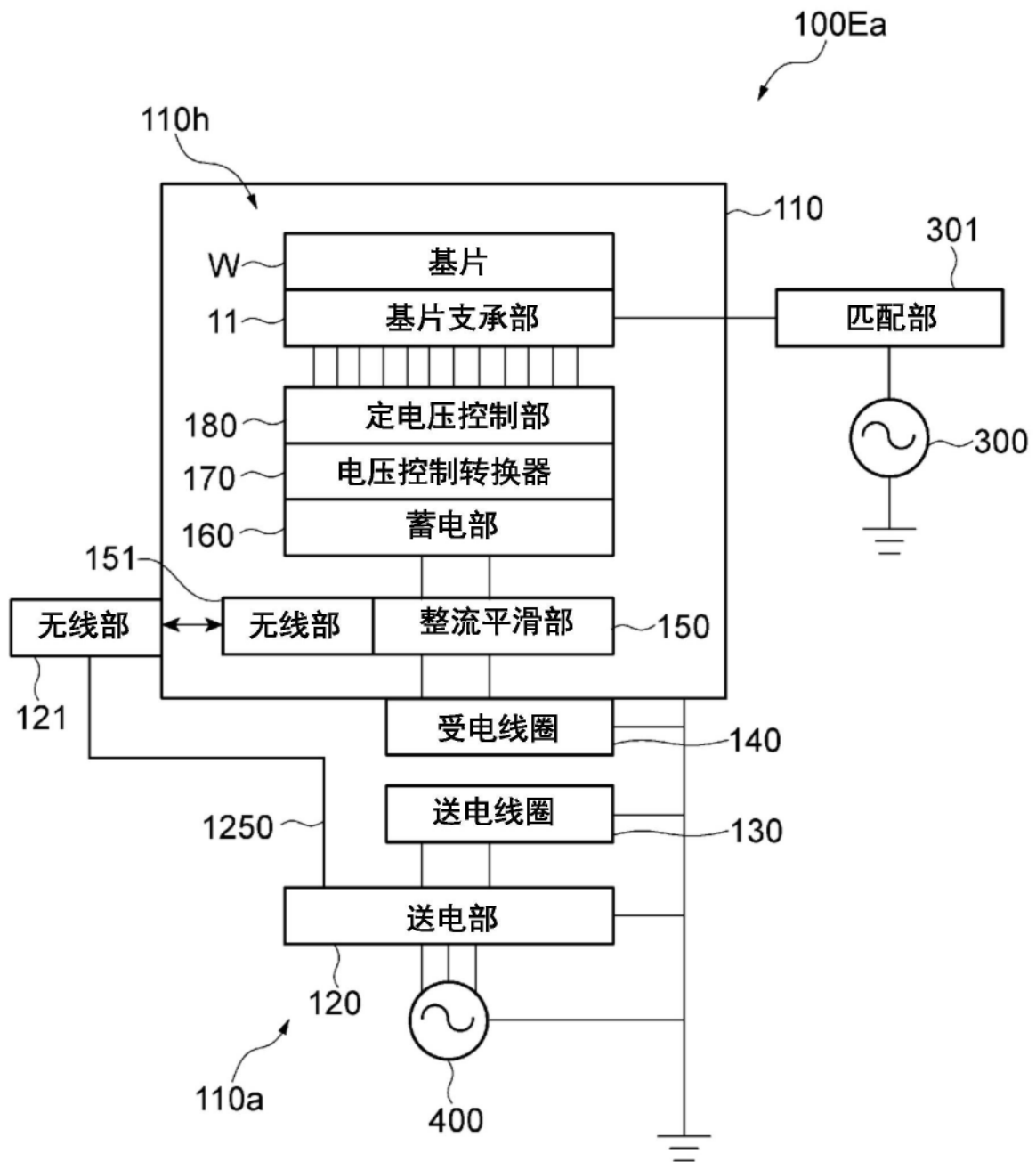


图17

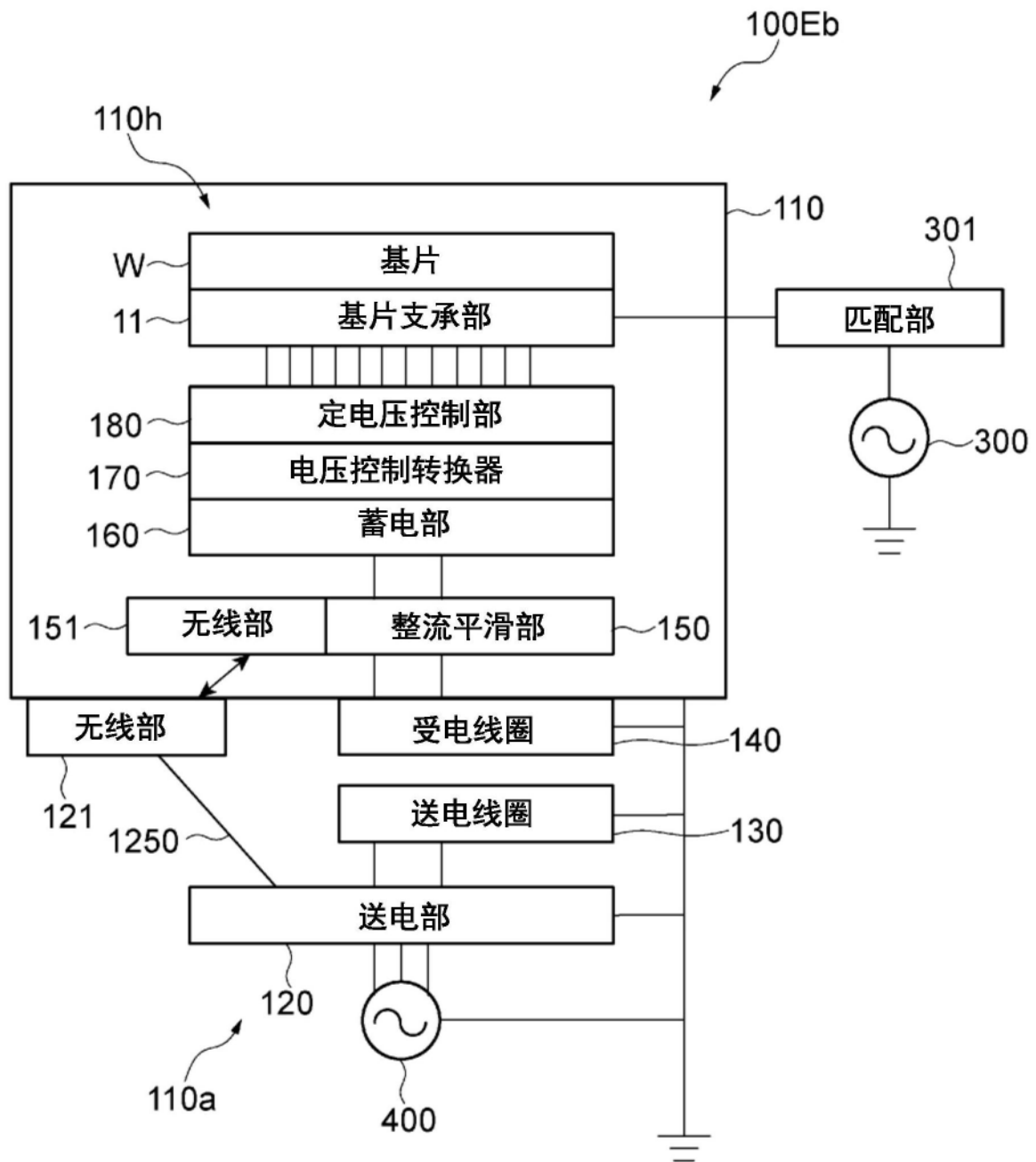


图18

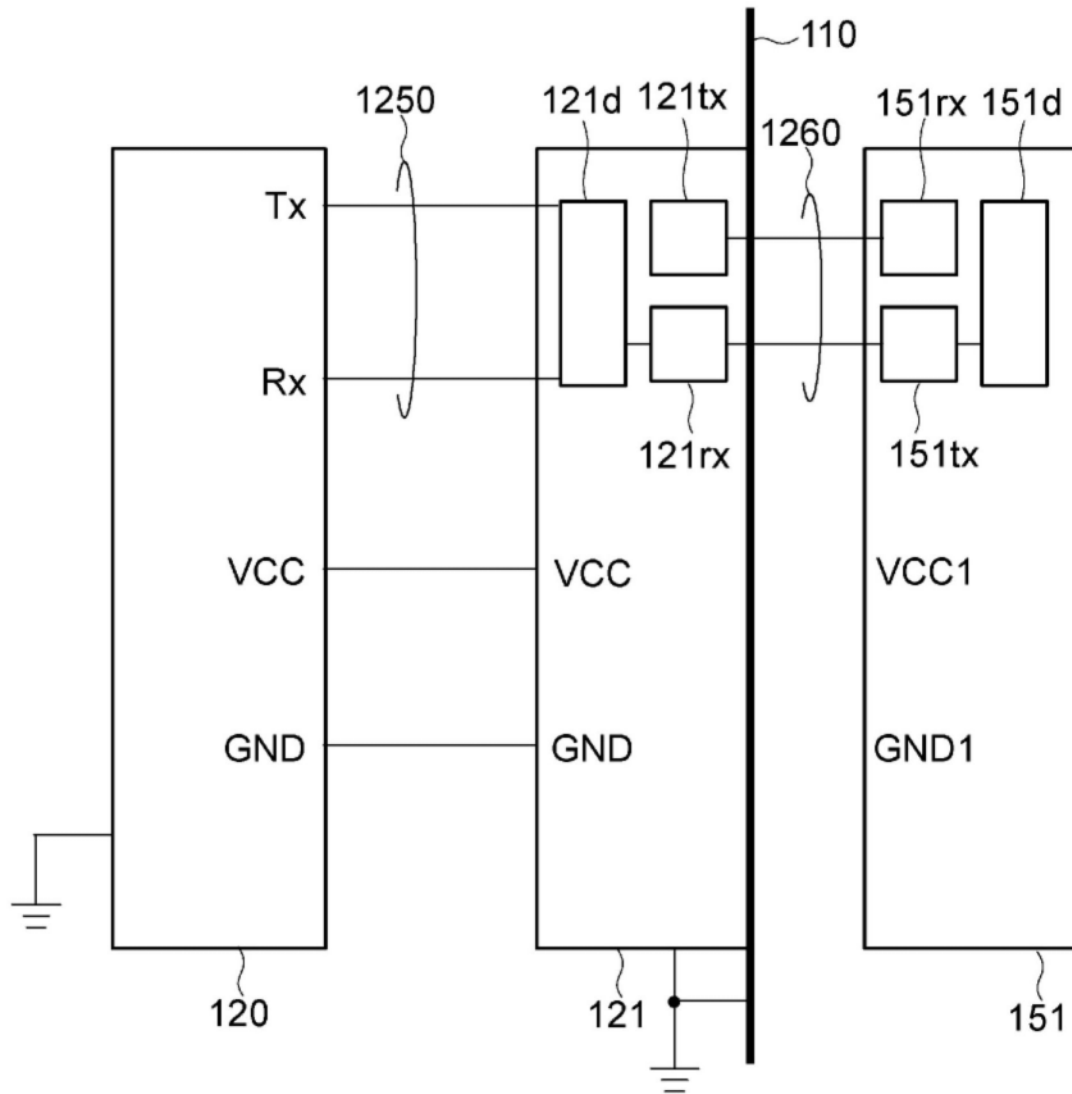


图19

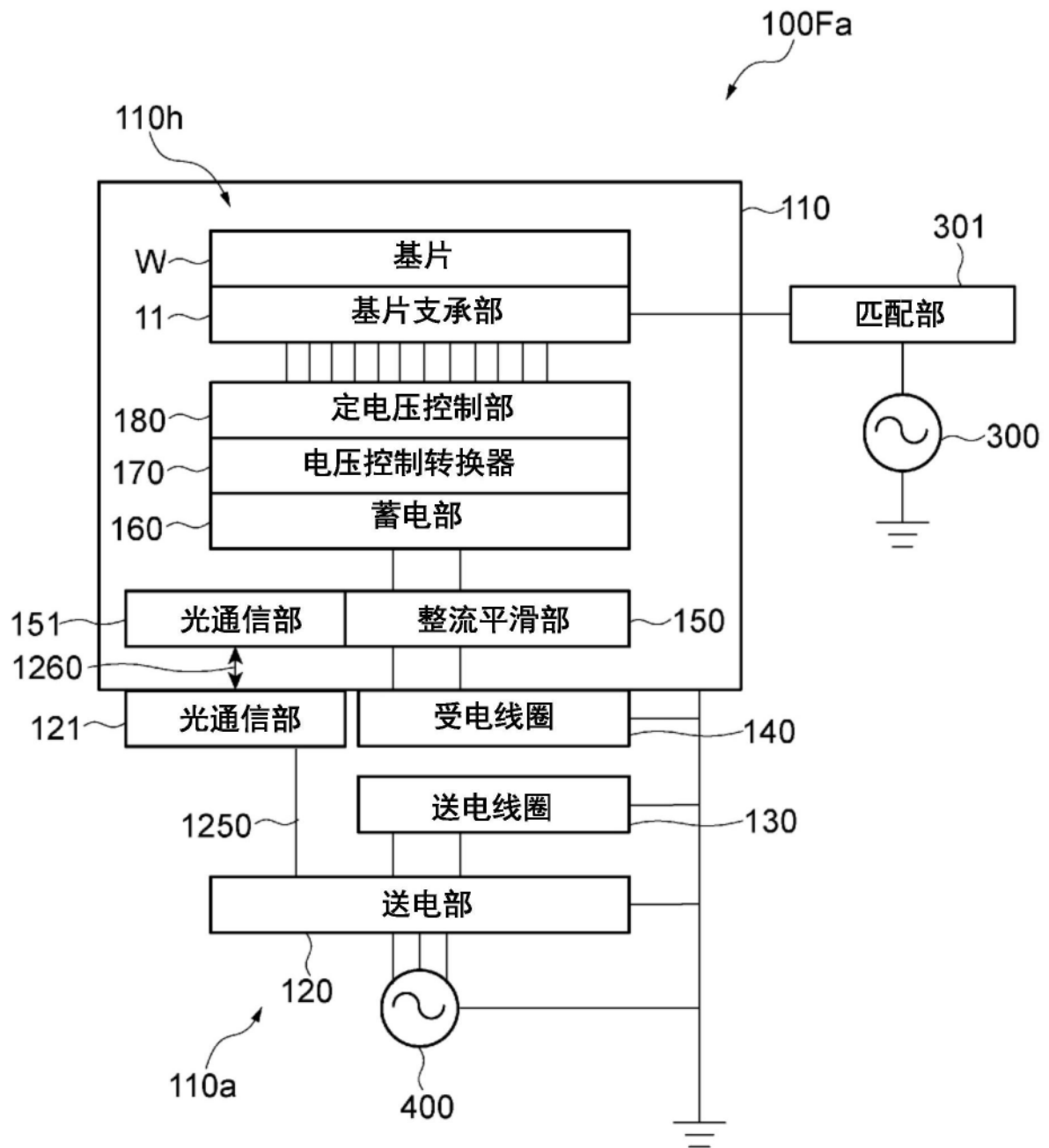


图20

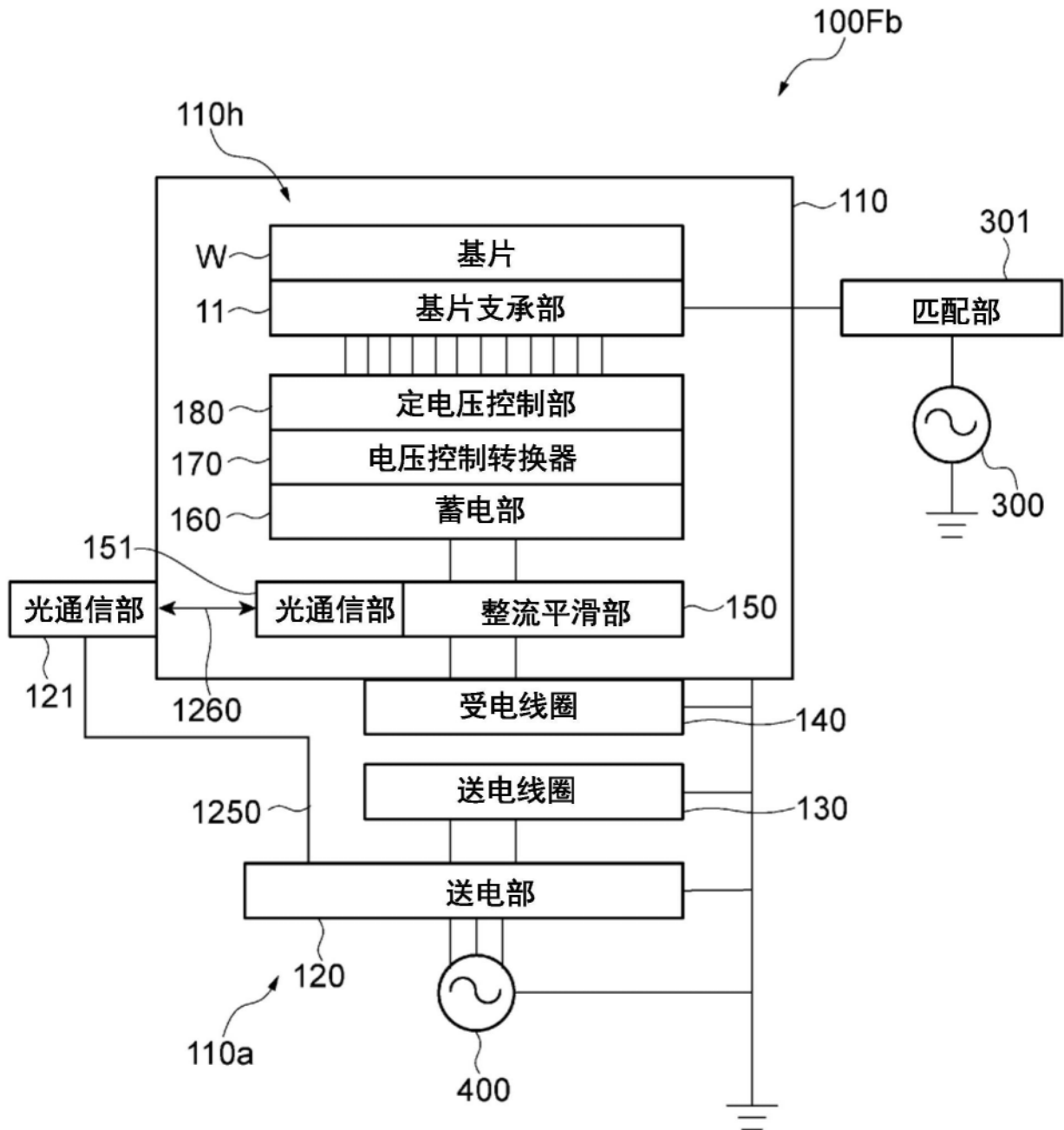


图21

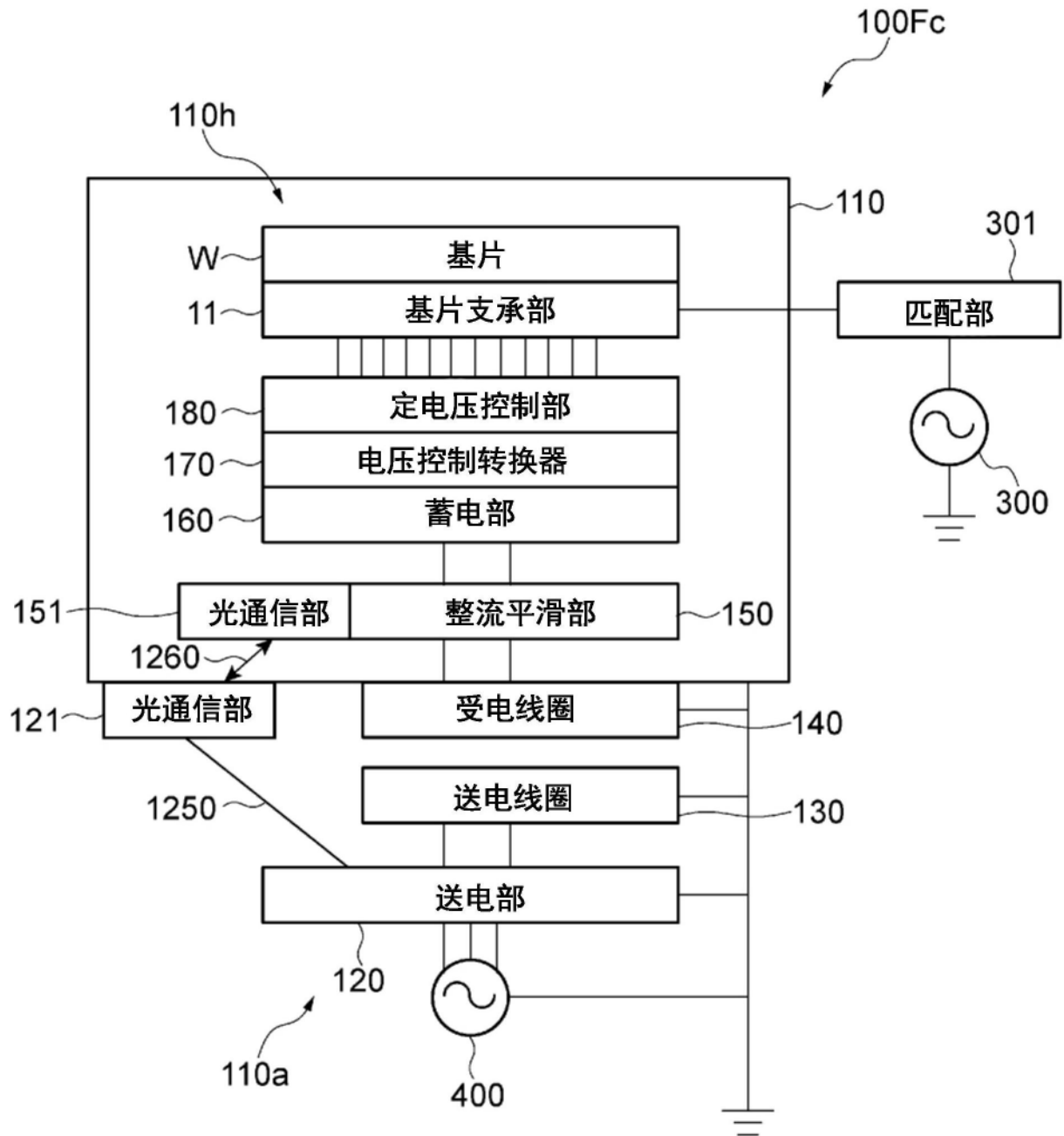


图22

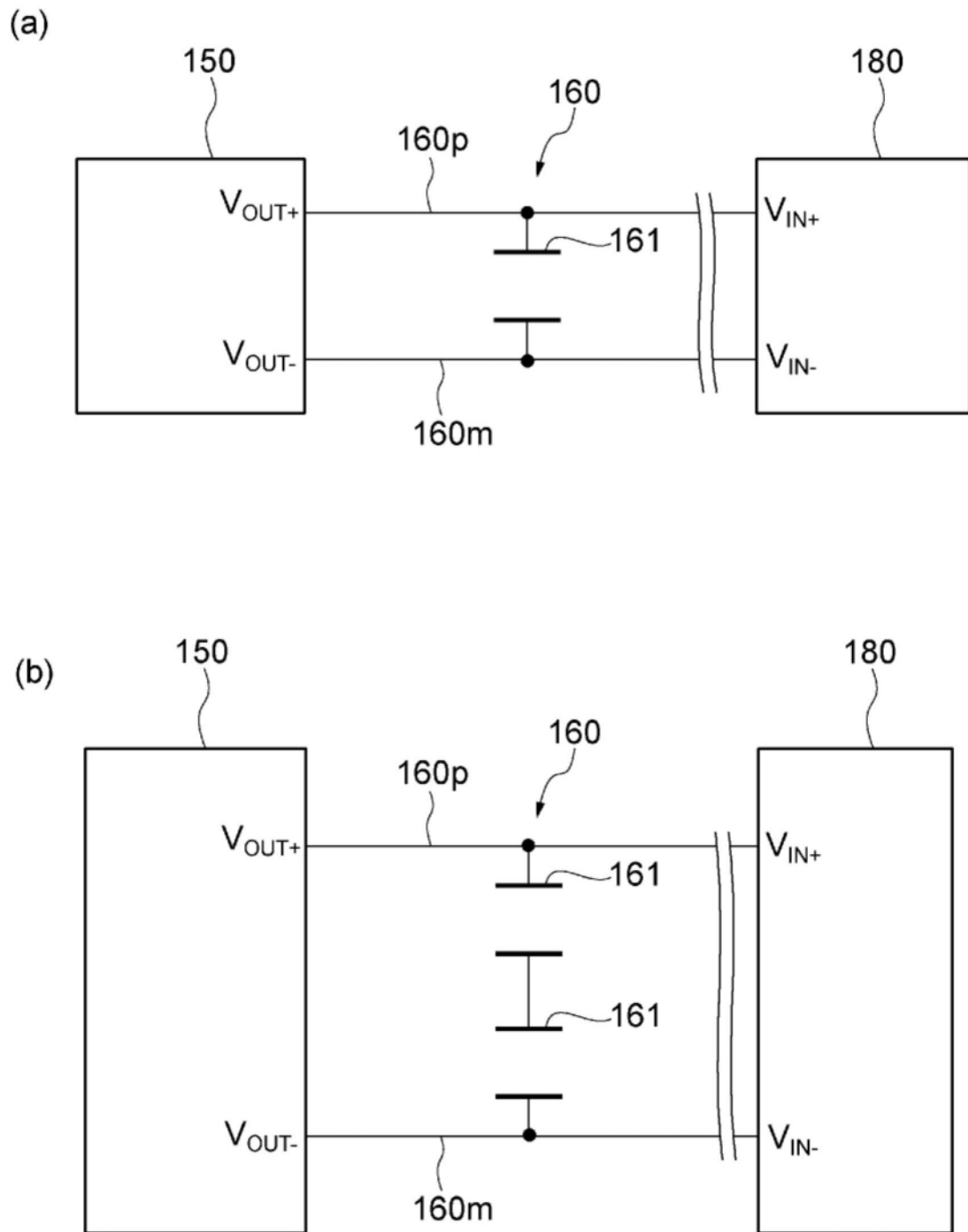


图23

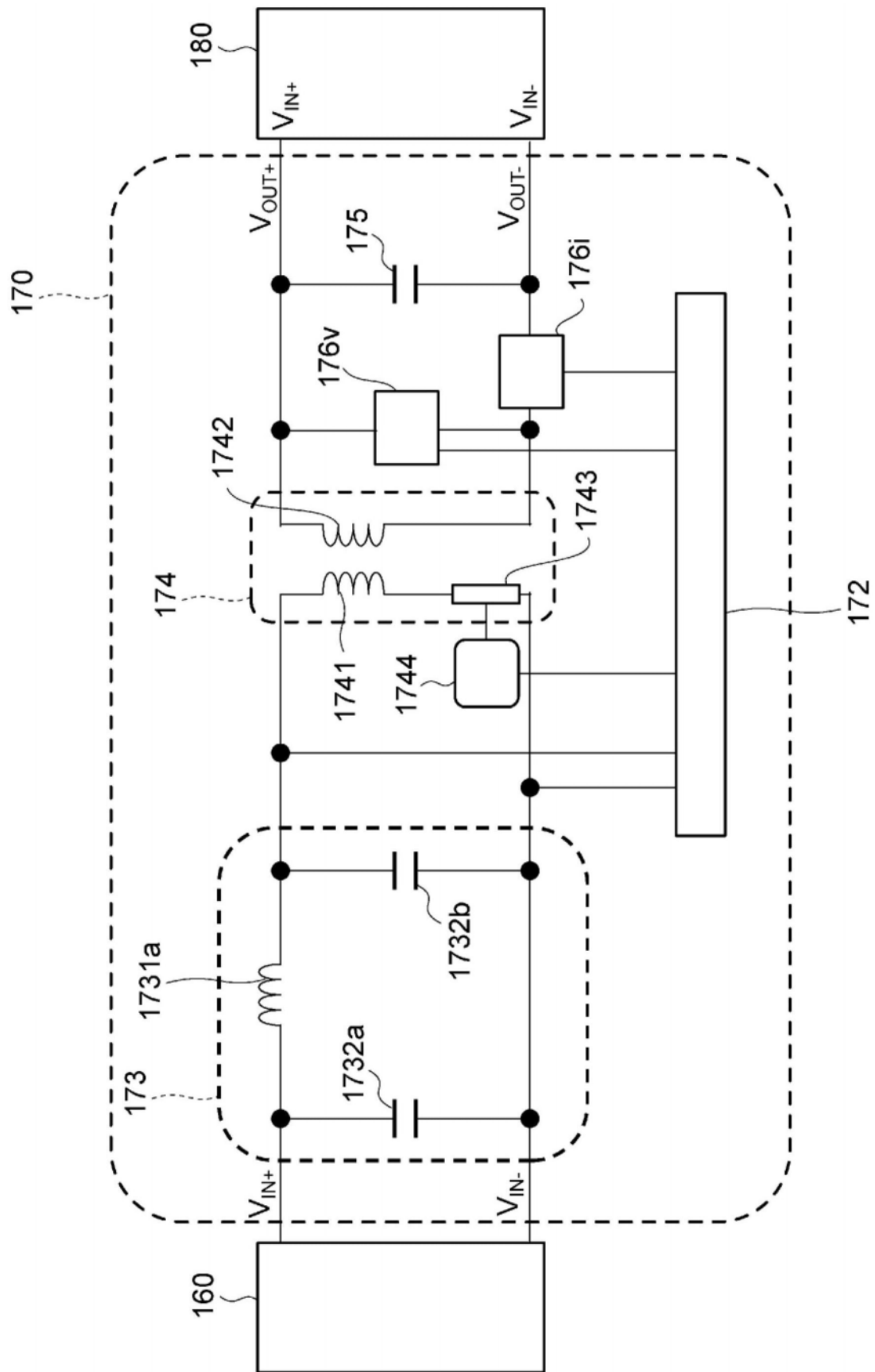


图24

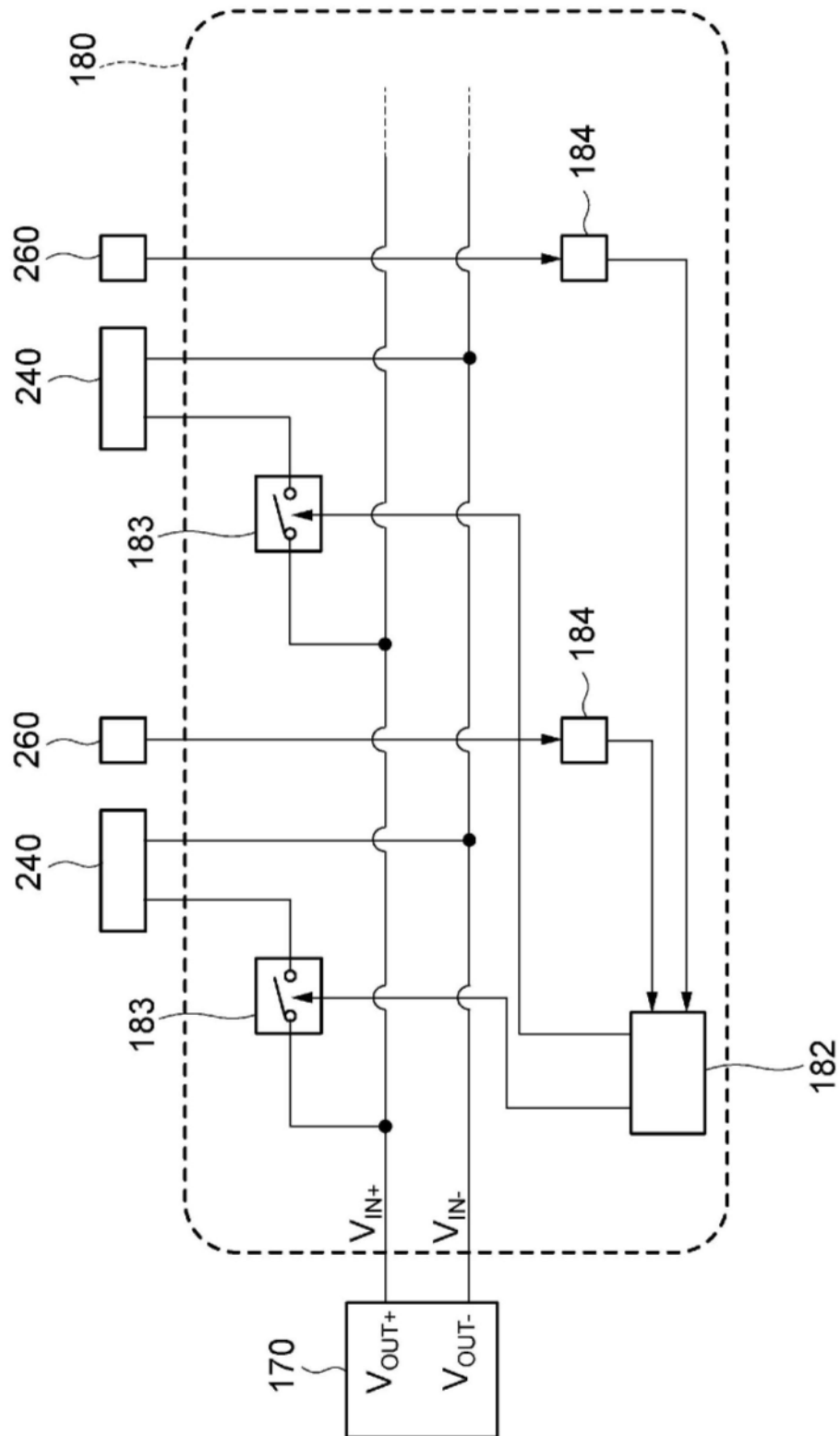


图25

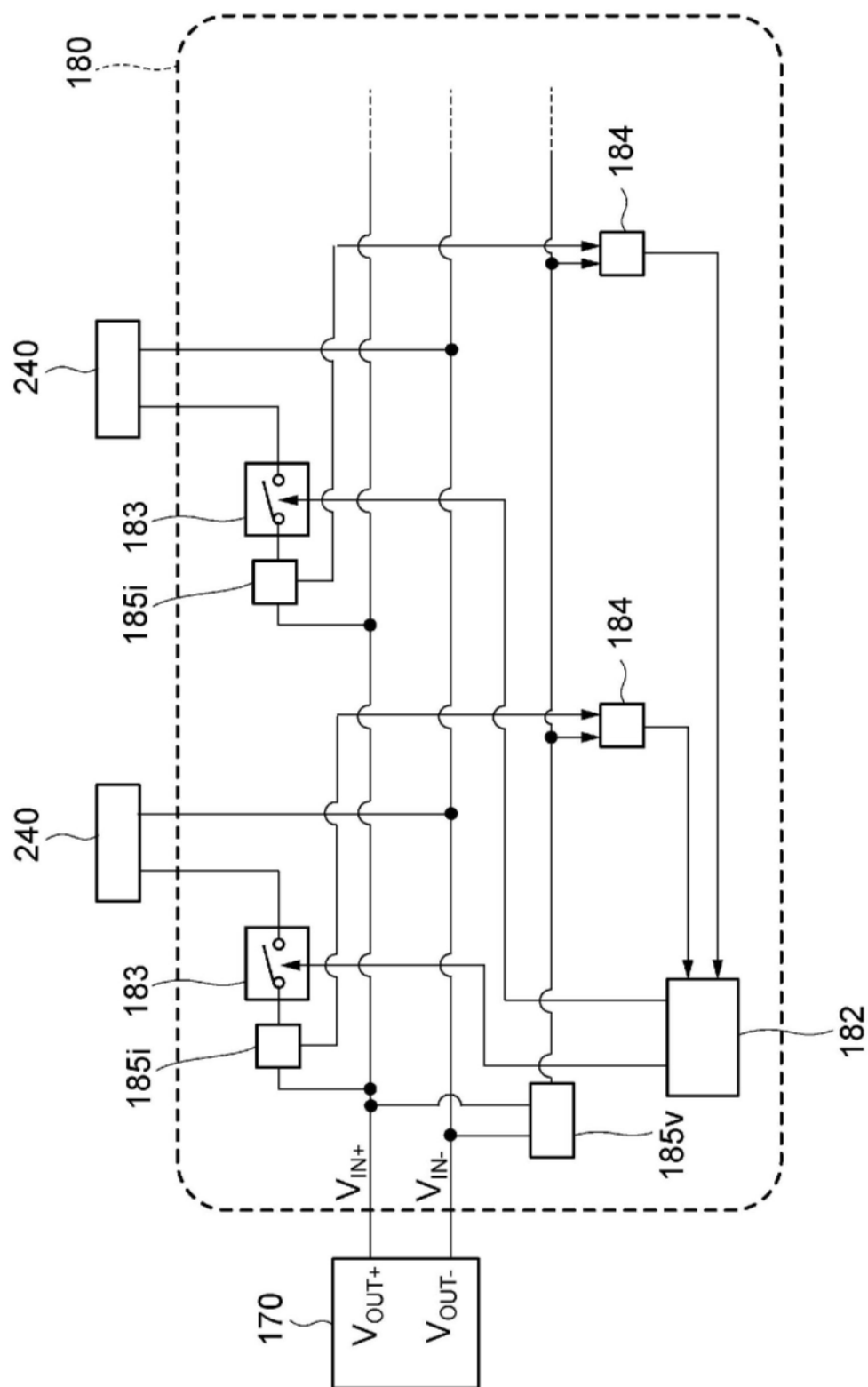


图26

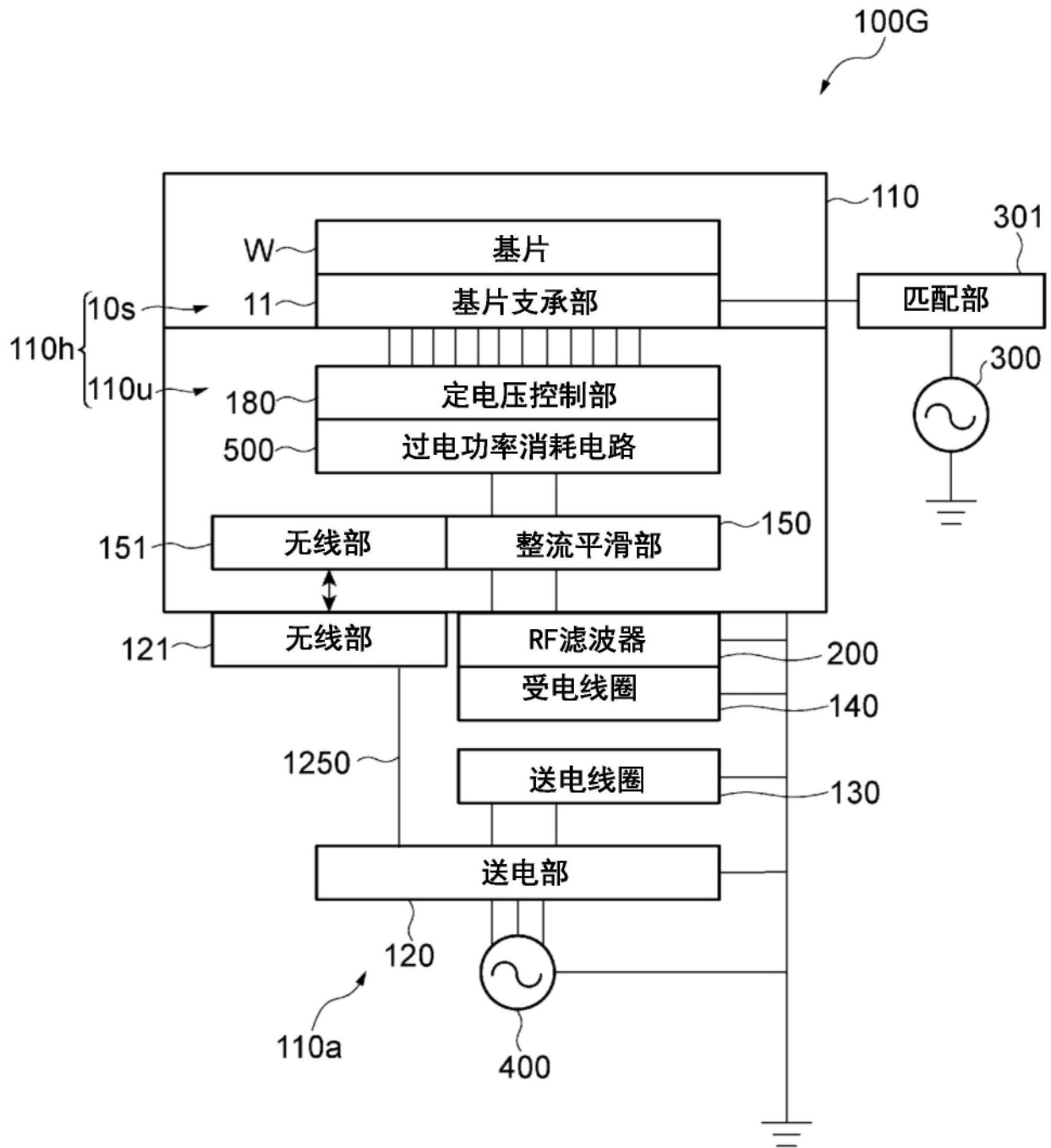


图27

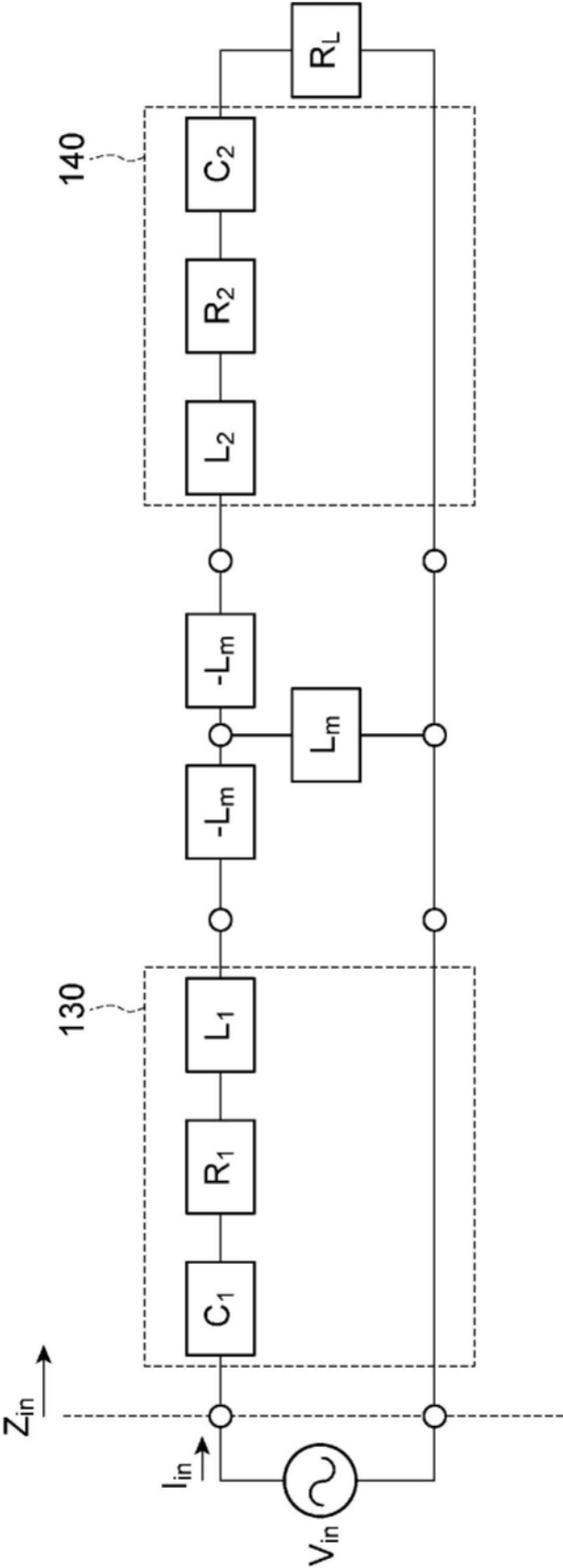


图28

Z_{in}	V_P	Duty	I_A
...	...	...	...
⋮	⋮	⋮	⋮
...	...	...	...

图29

R_L	V_P	Duty	I_A
...	...	...	...
⋮	⋮	⋮	⋮
...	...	...	...

图30

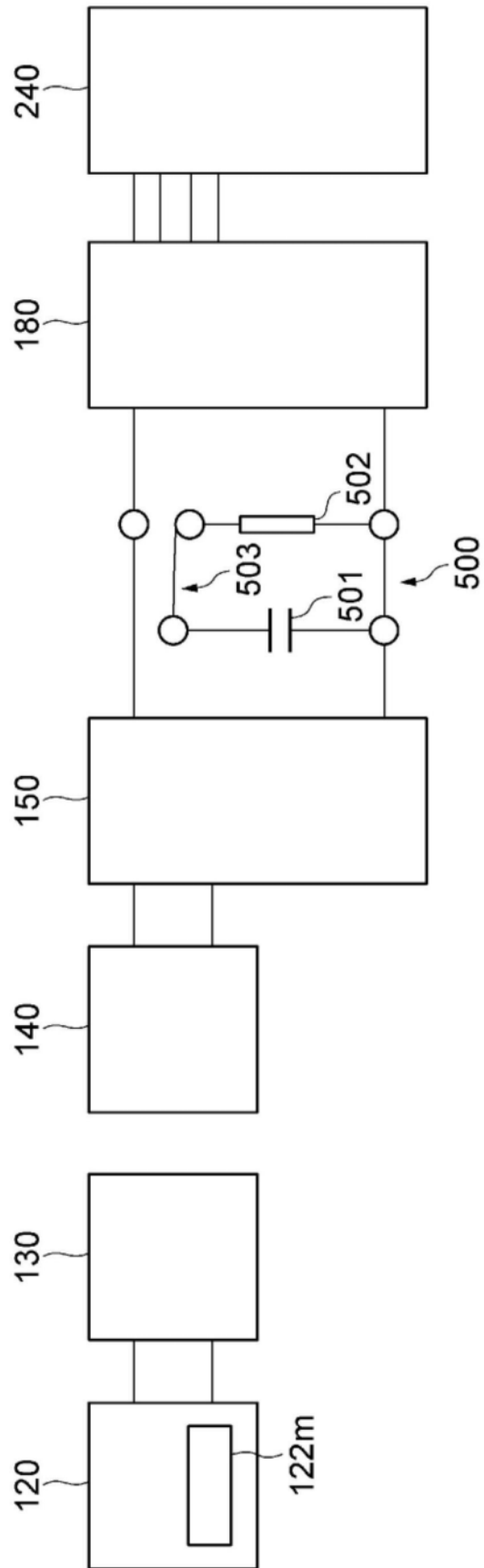


图31

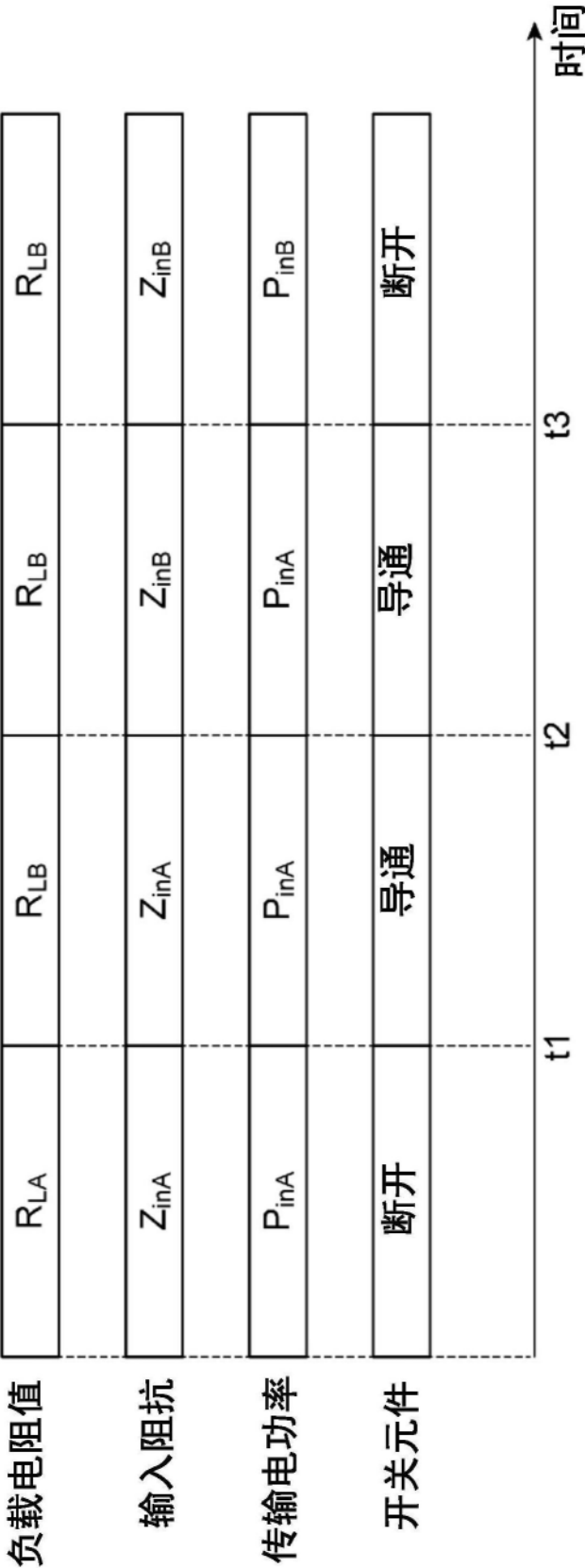


图32

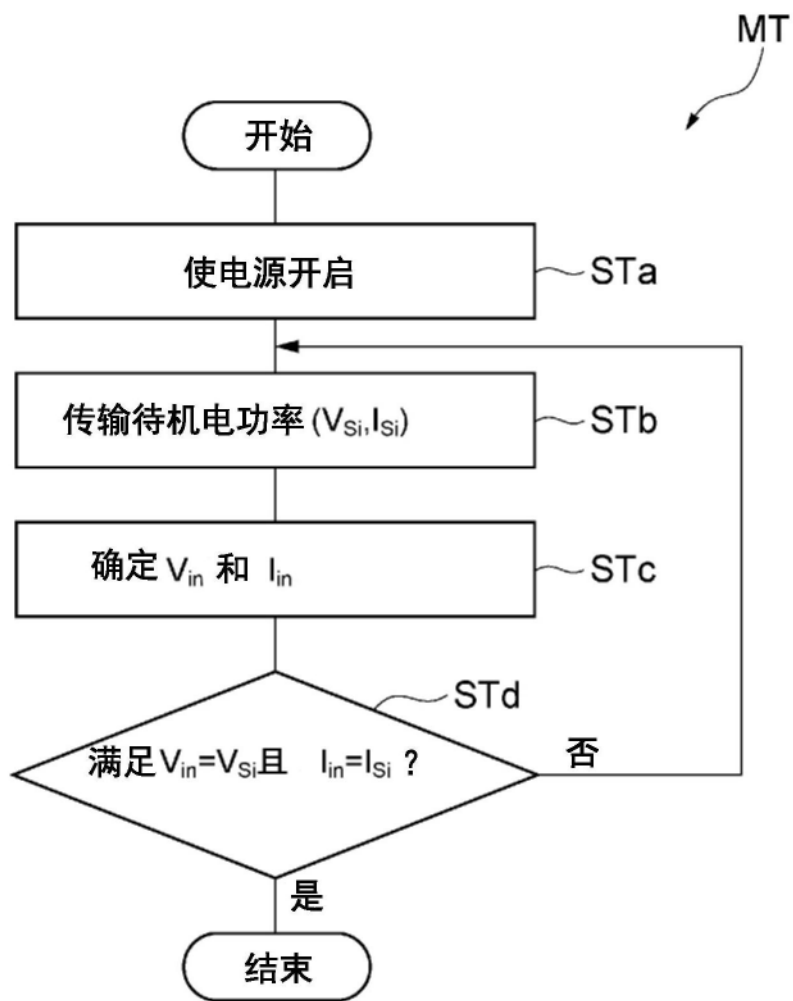


图33

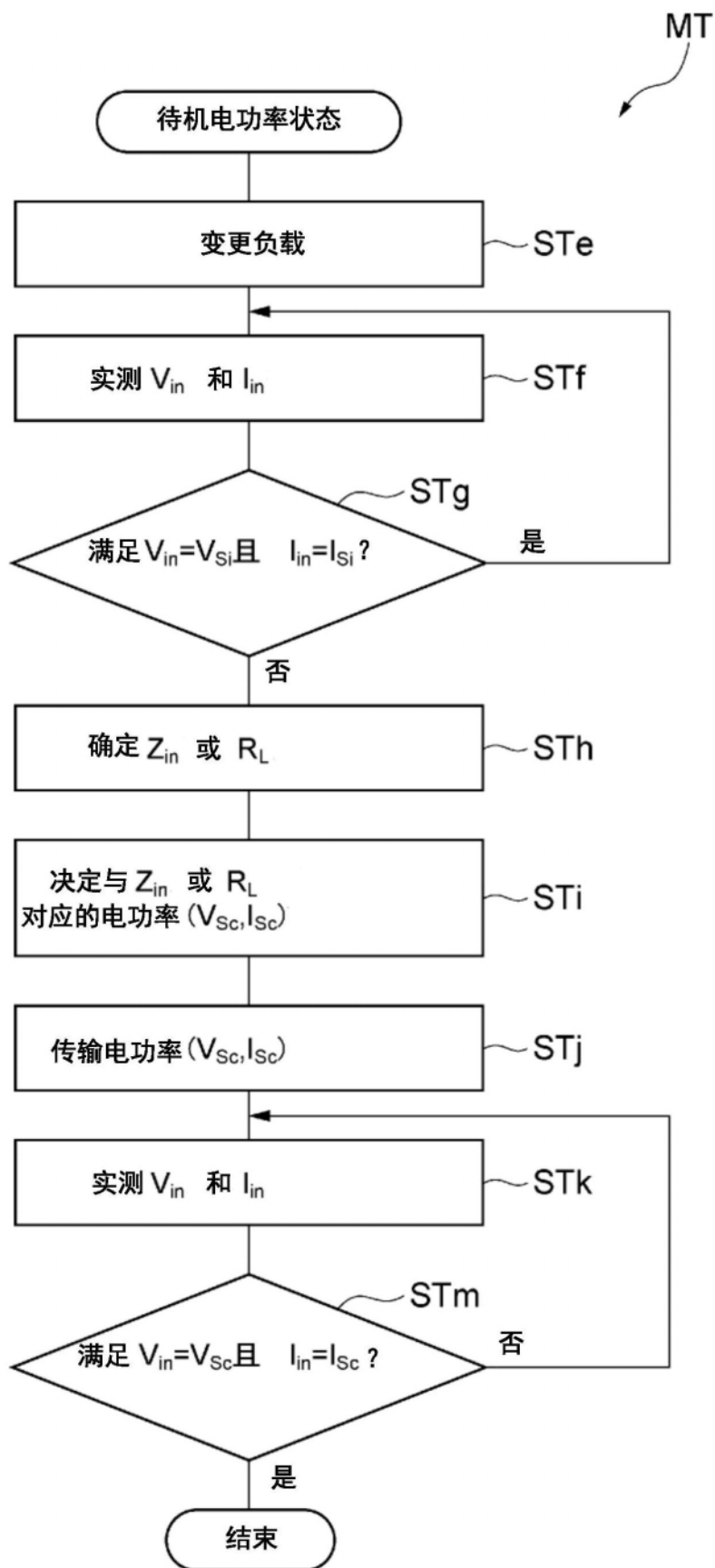


图34

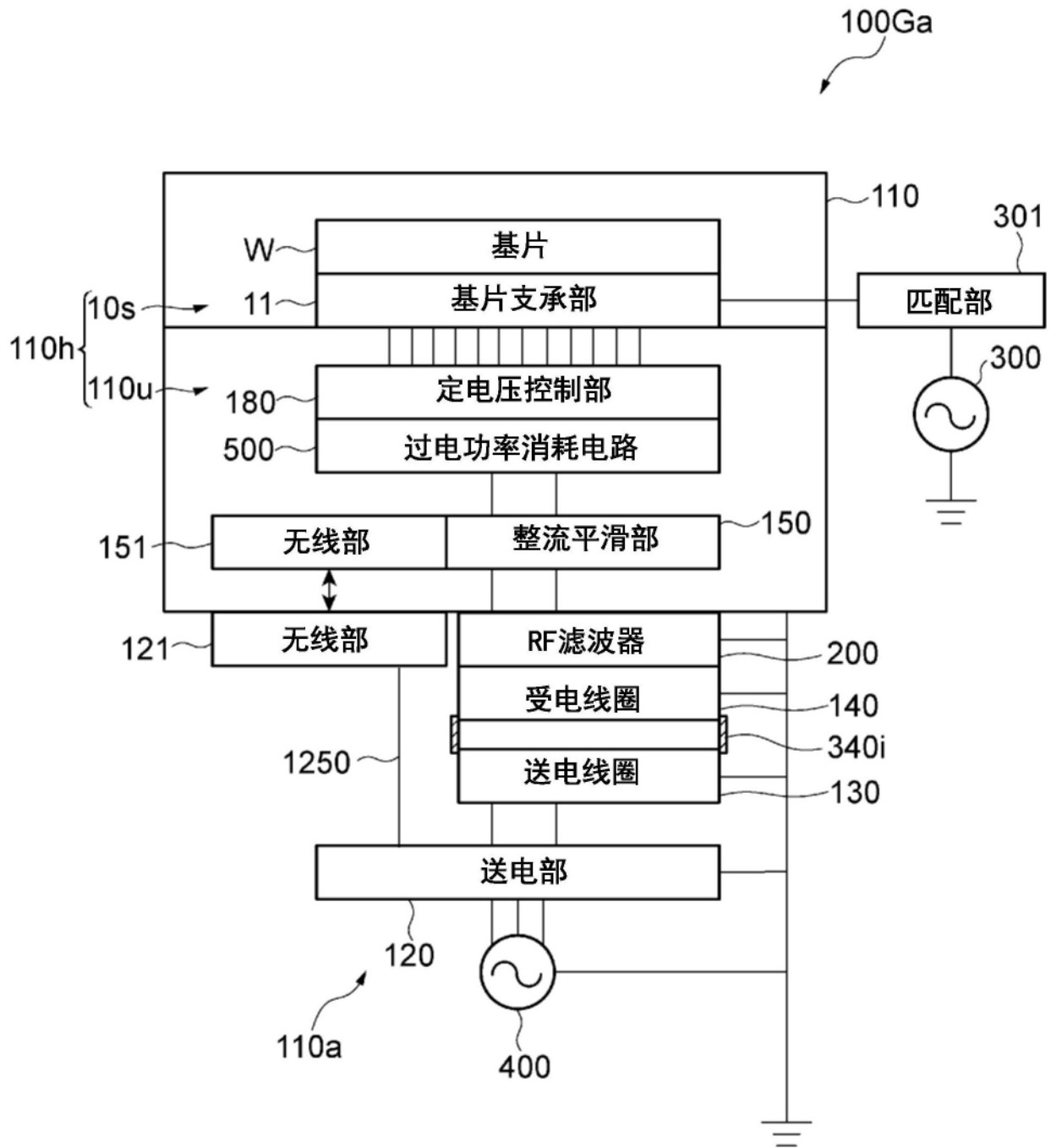


图35

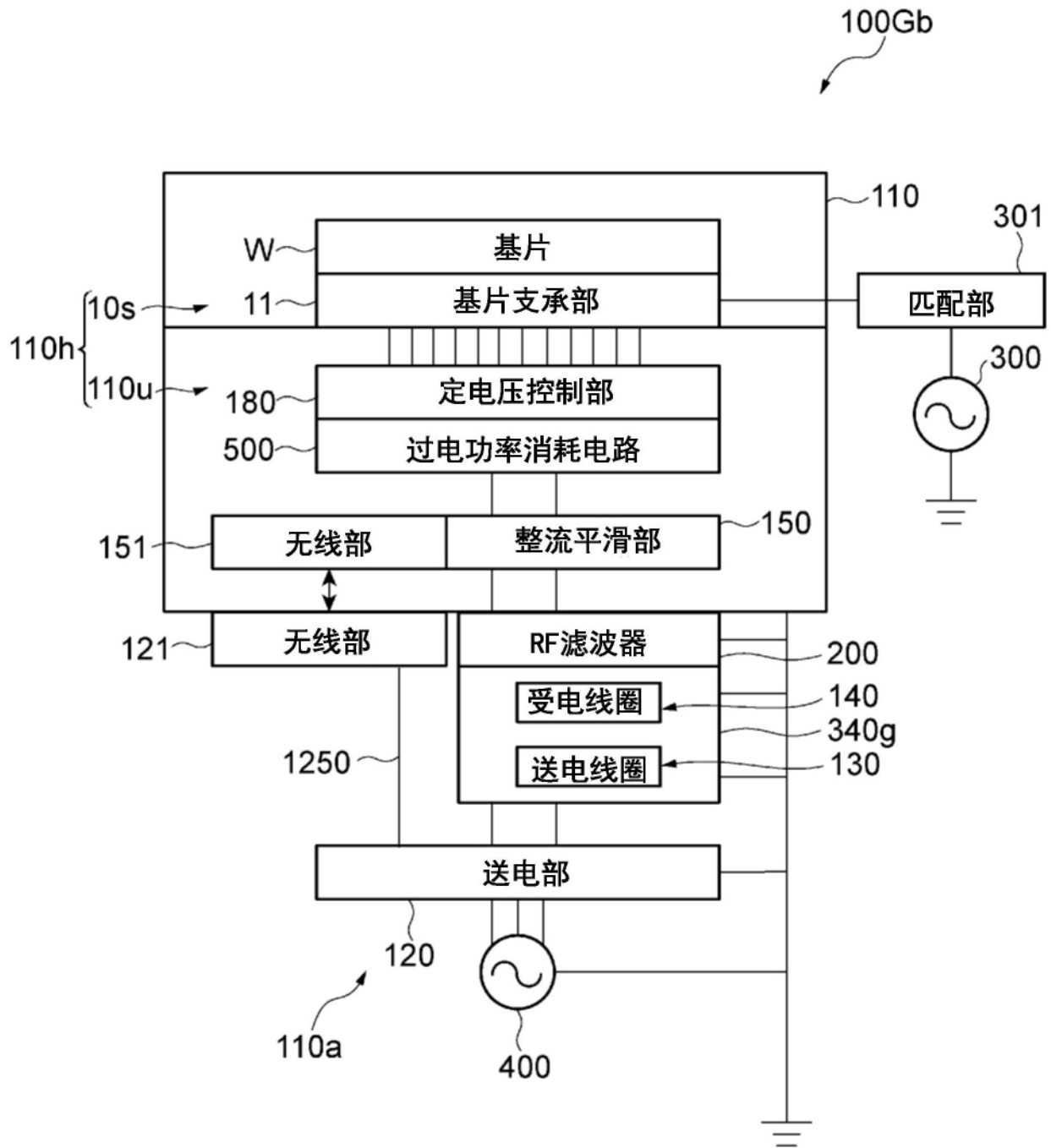


图36

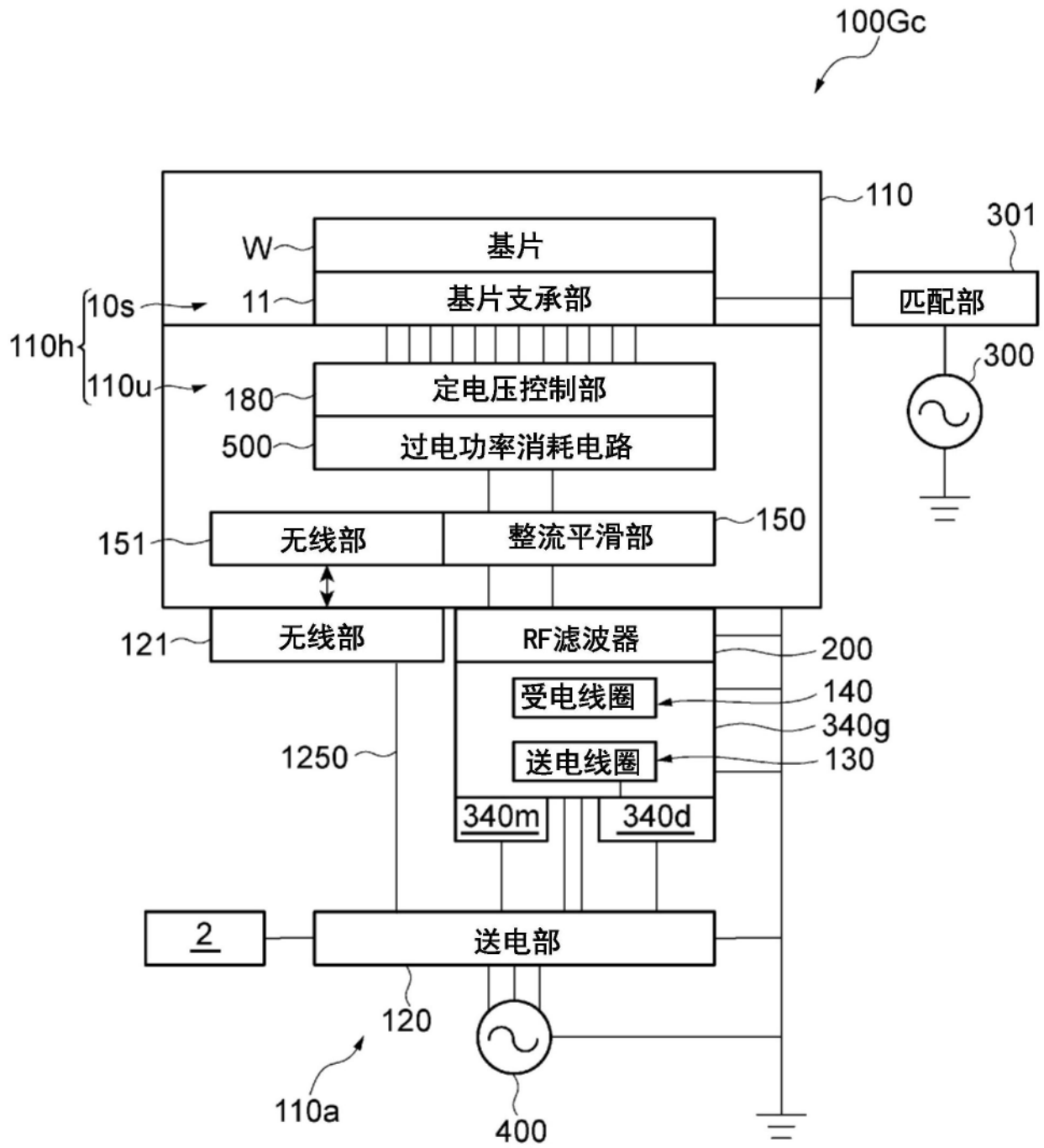


图37

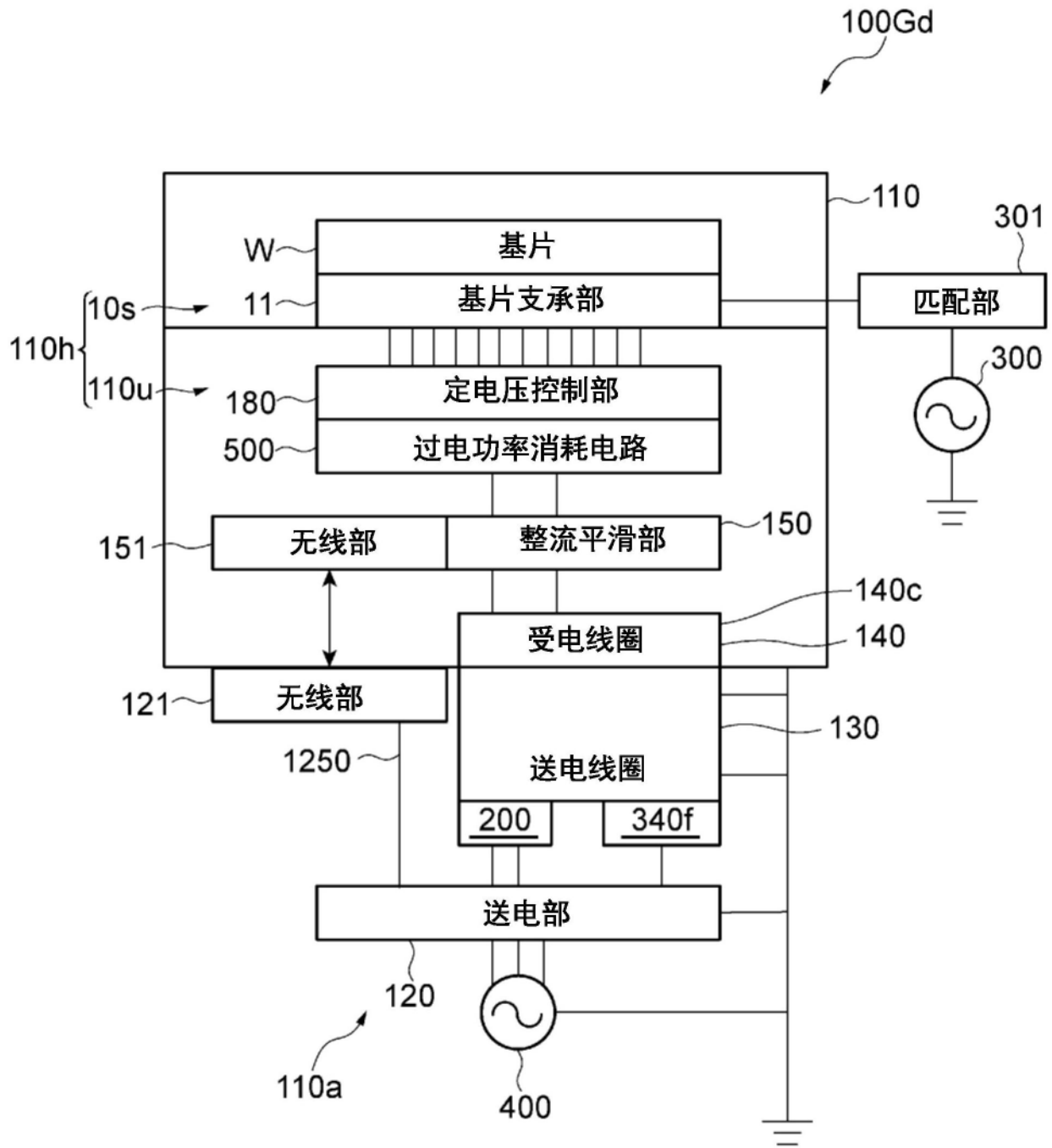


图38

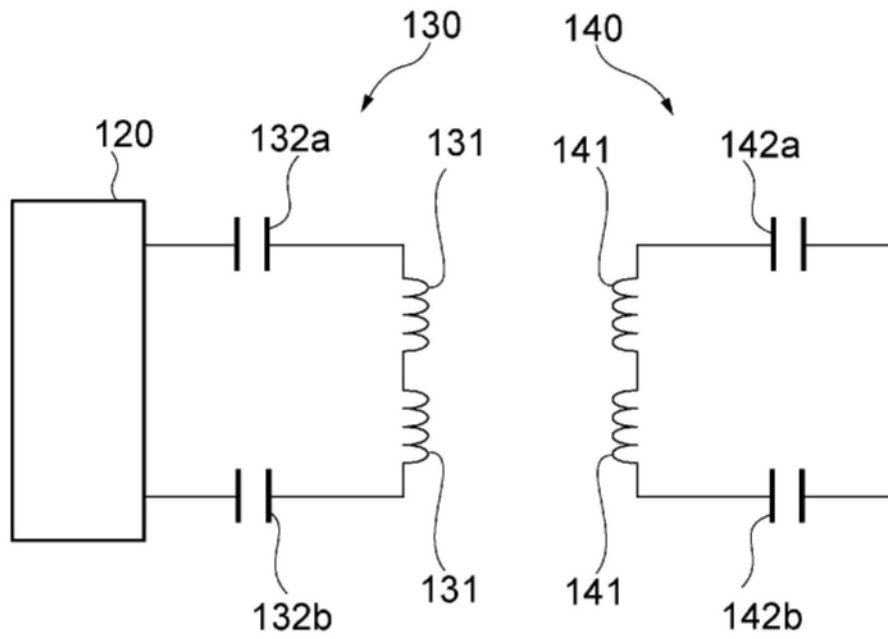


图39

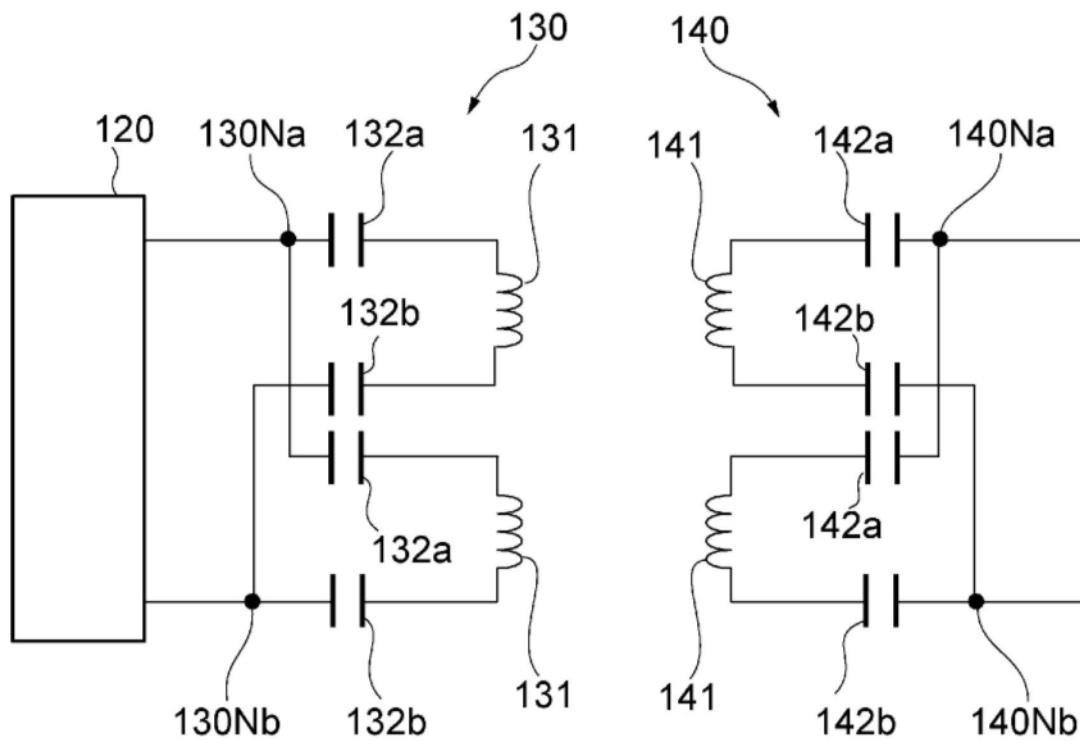


图40

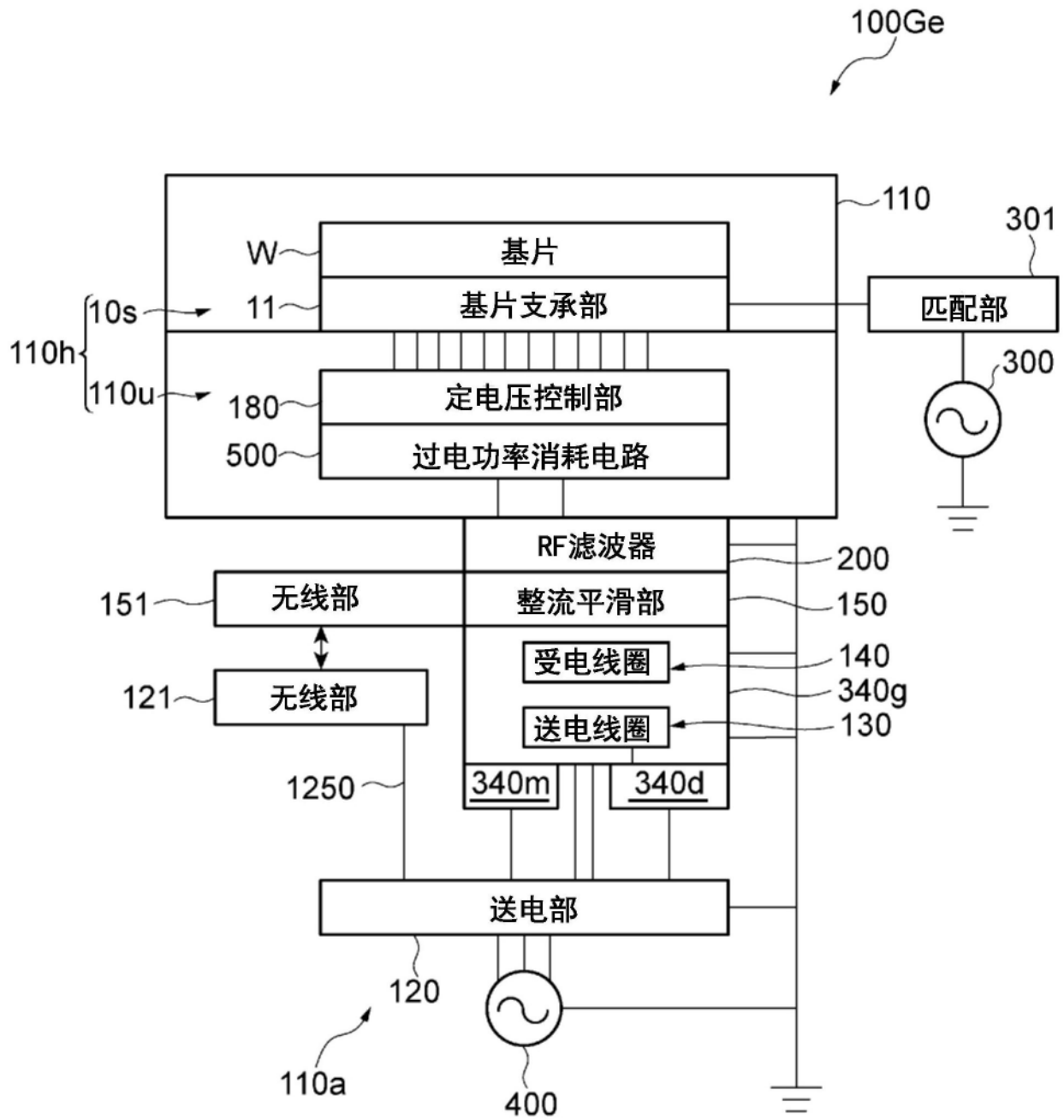


图41

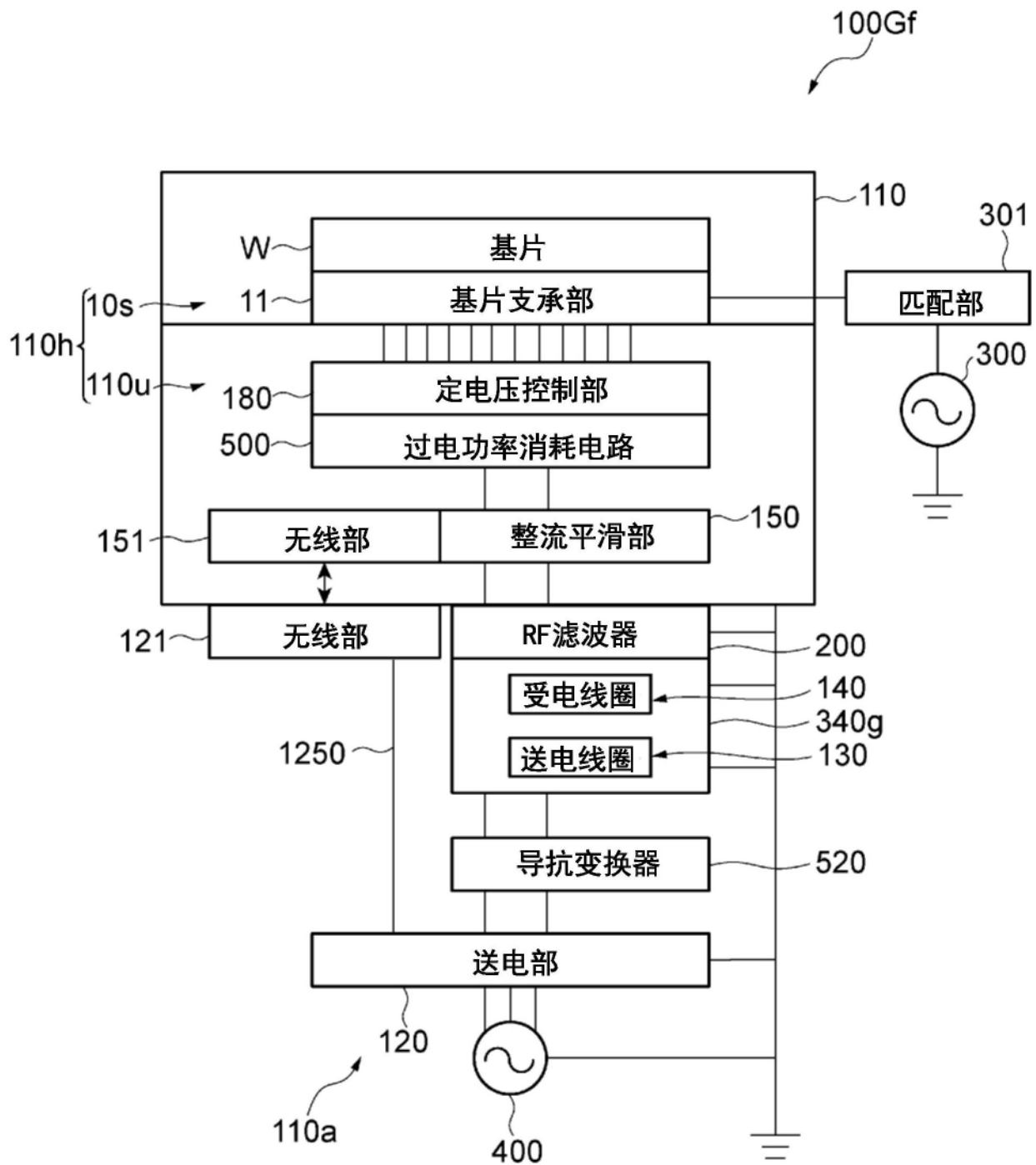


图42

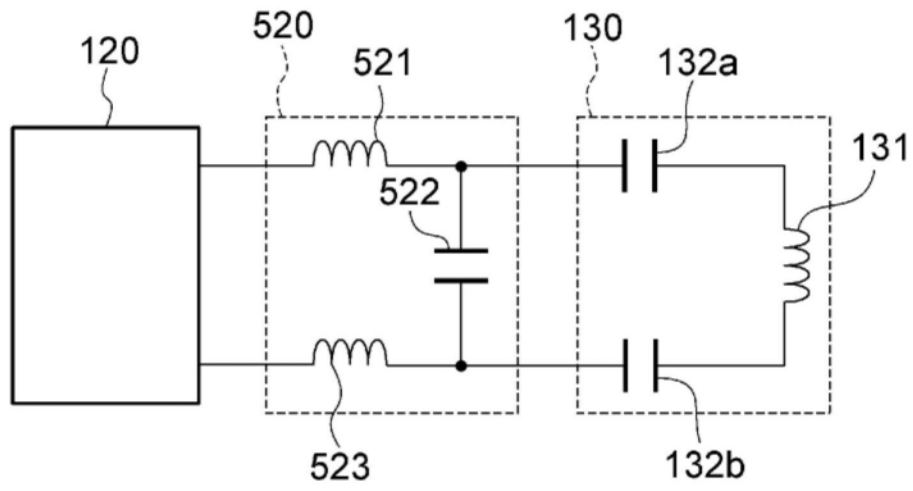


图43

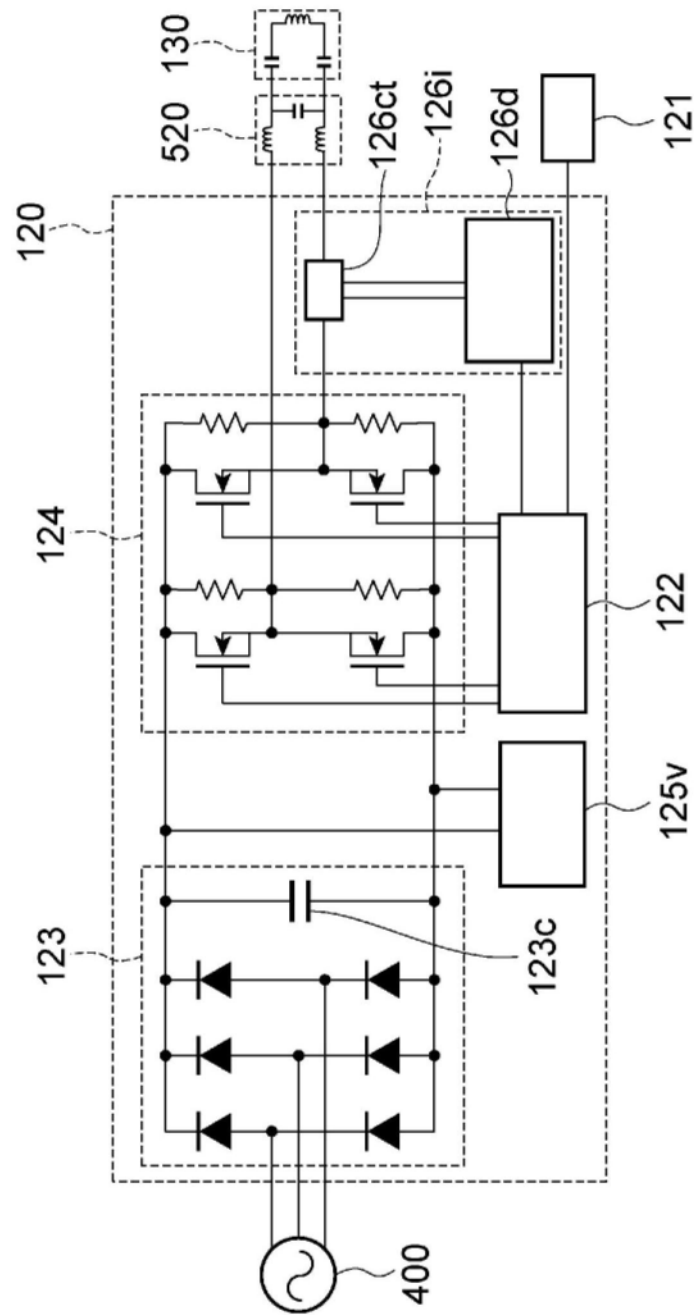


图44

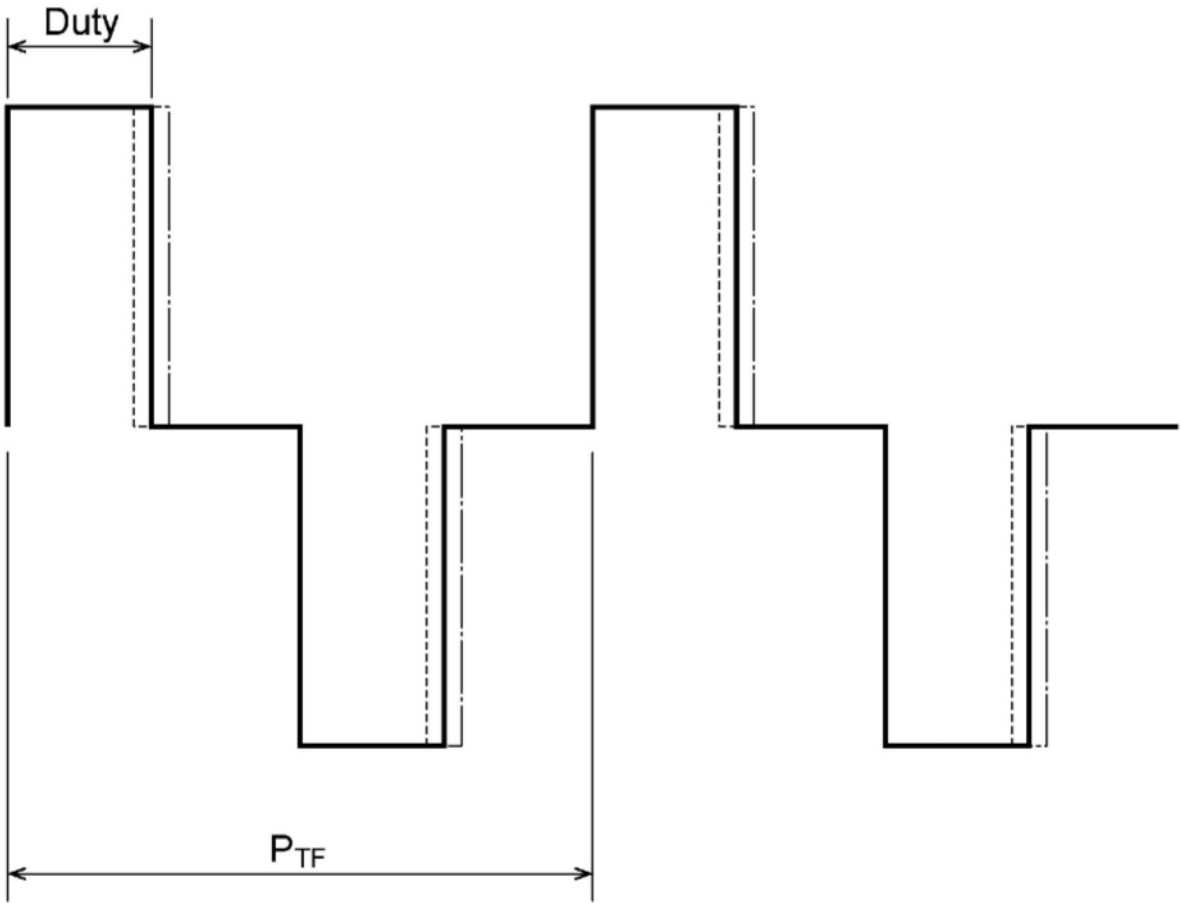


图45

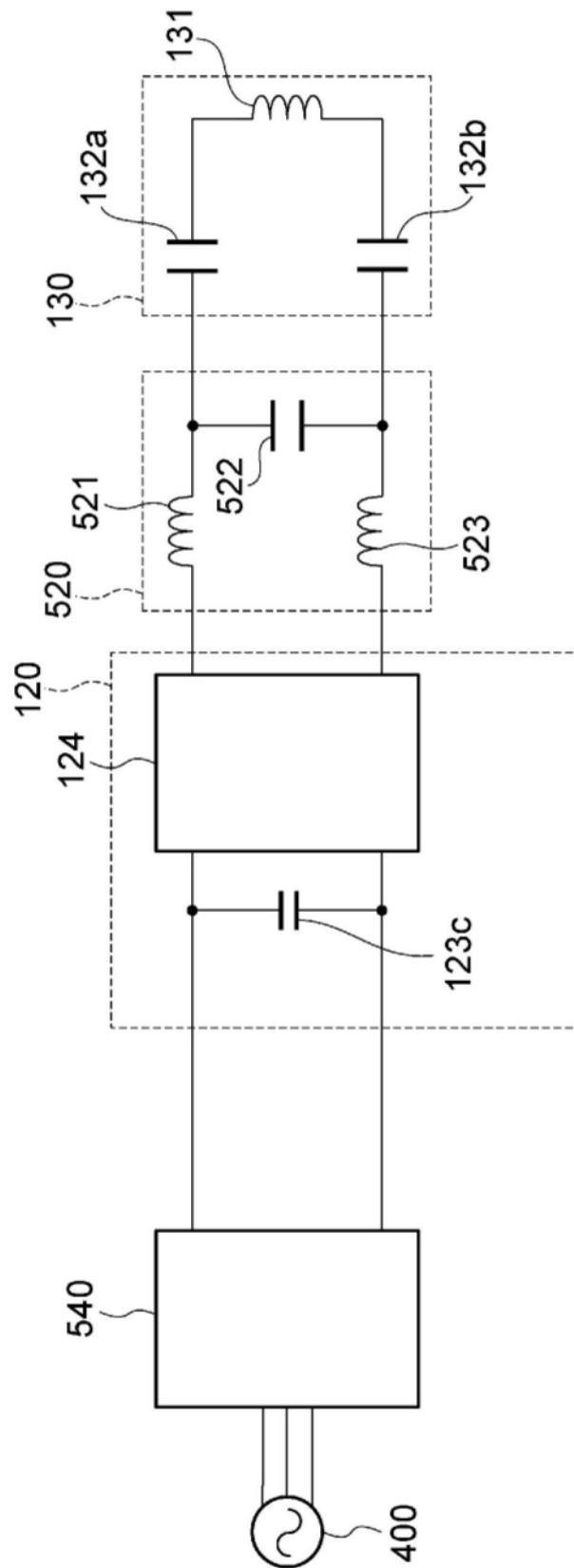


图46

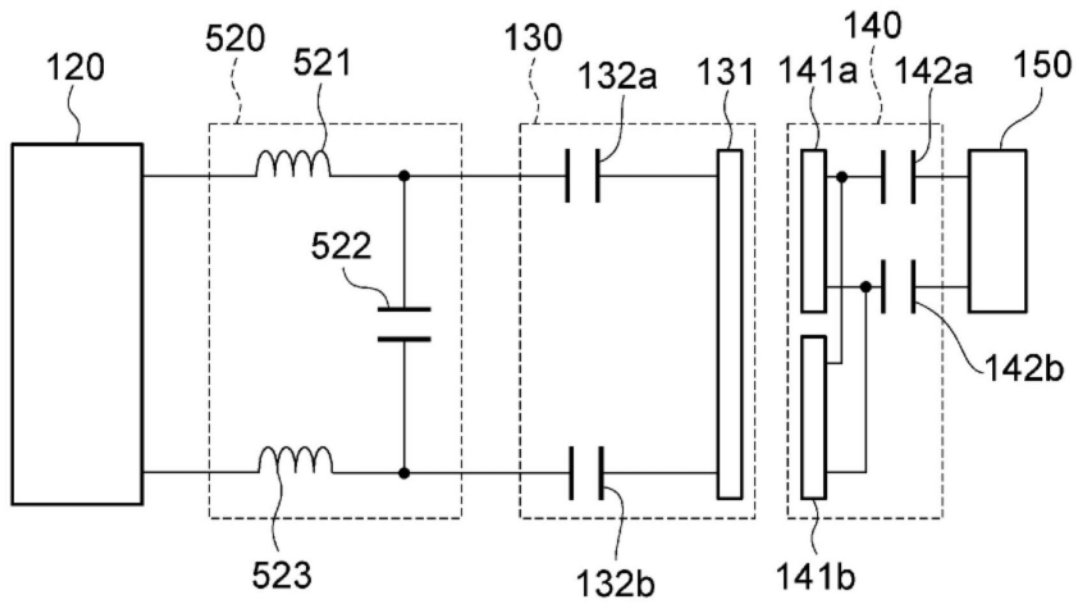


图47

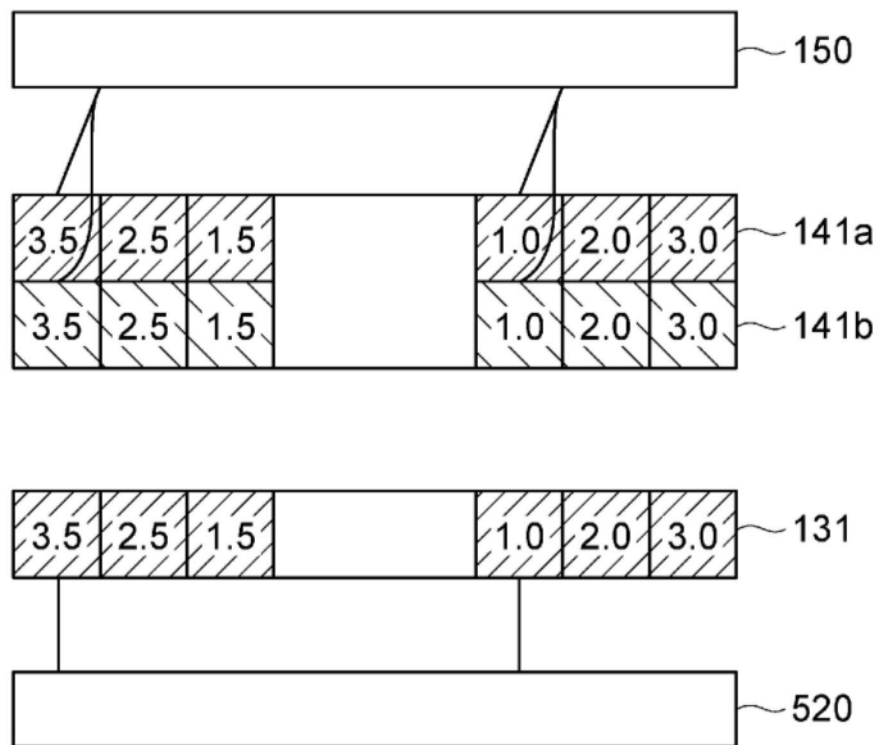


图48

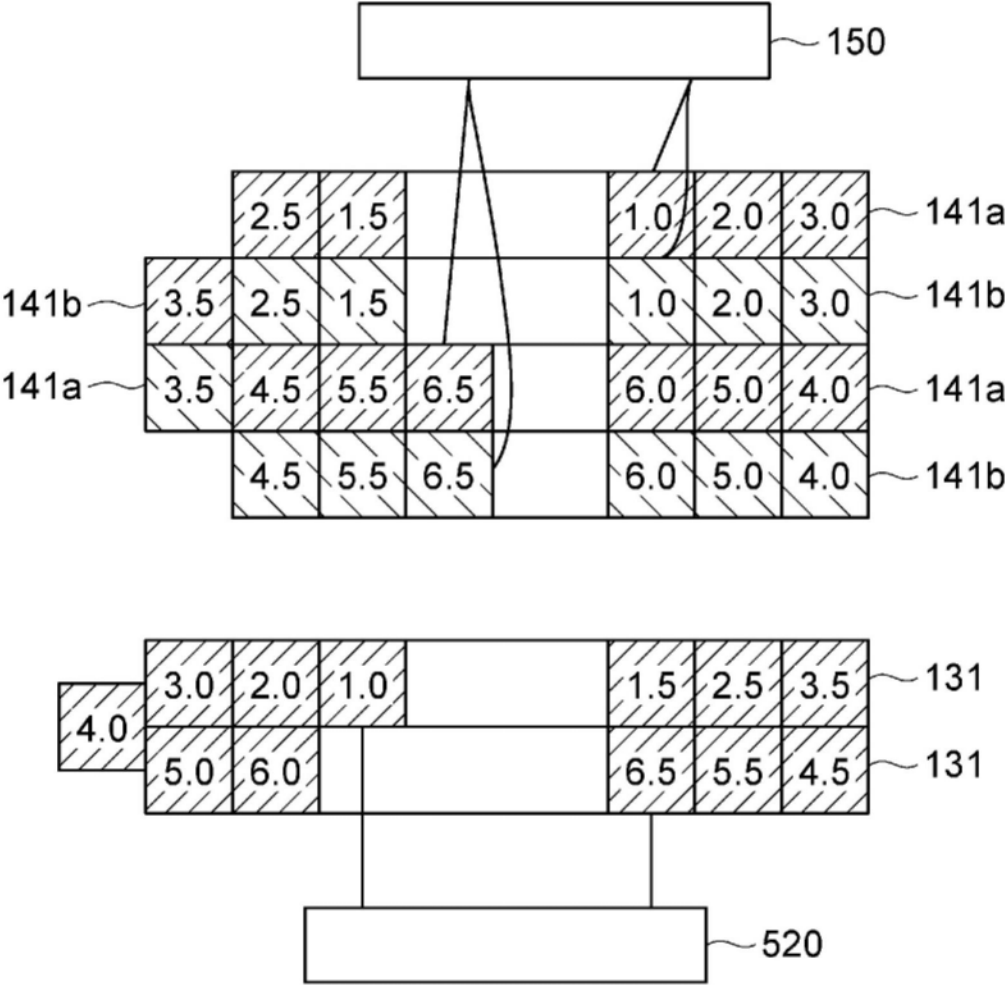


图49

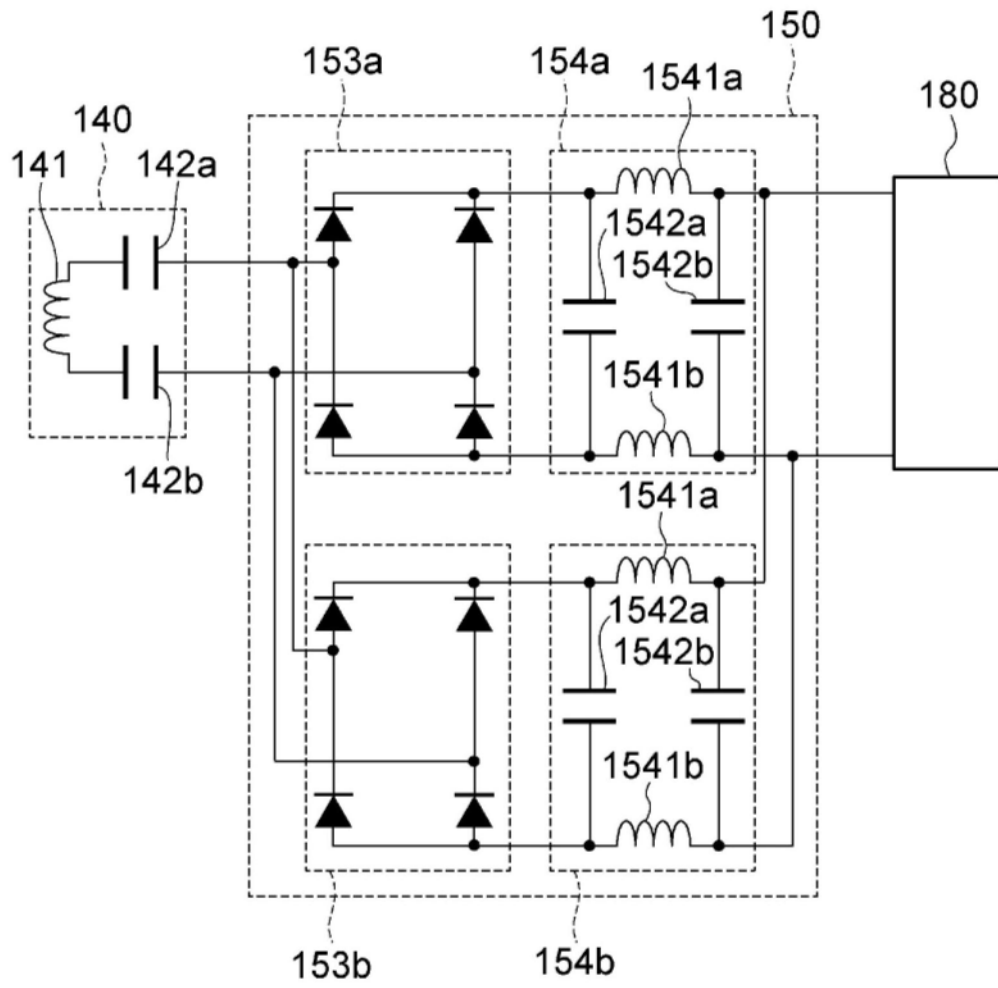


图50

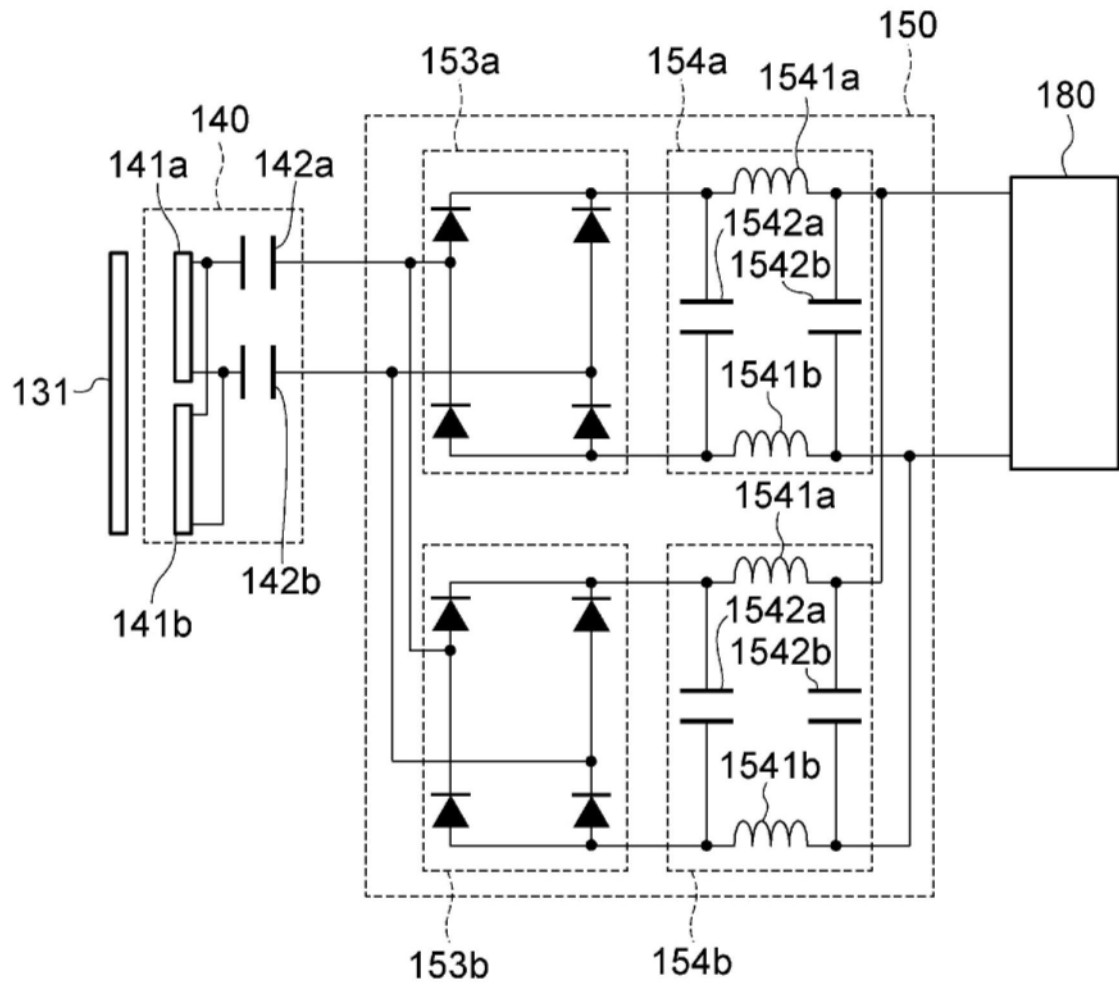


图51

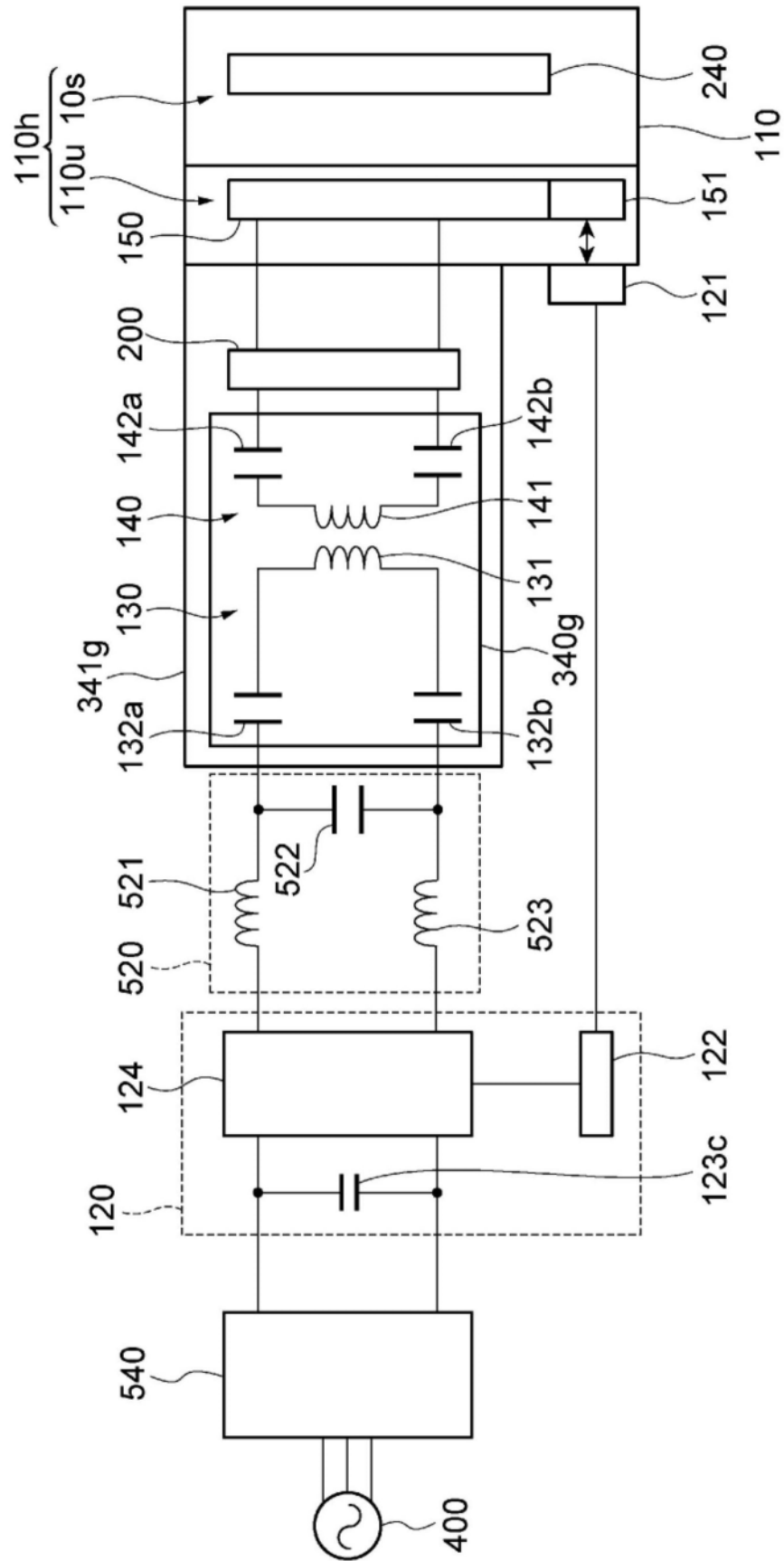


图52

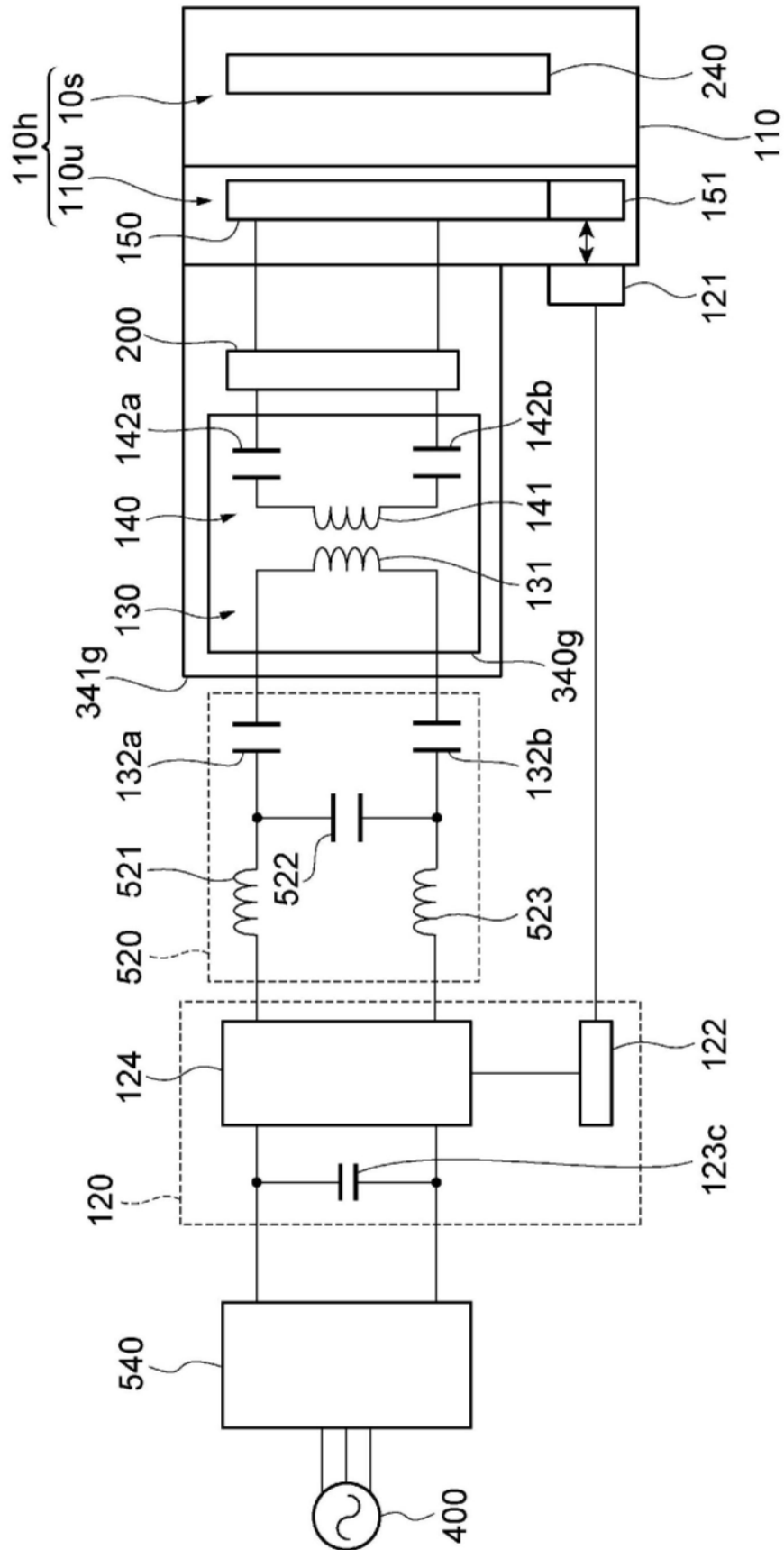


图53

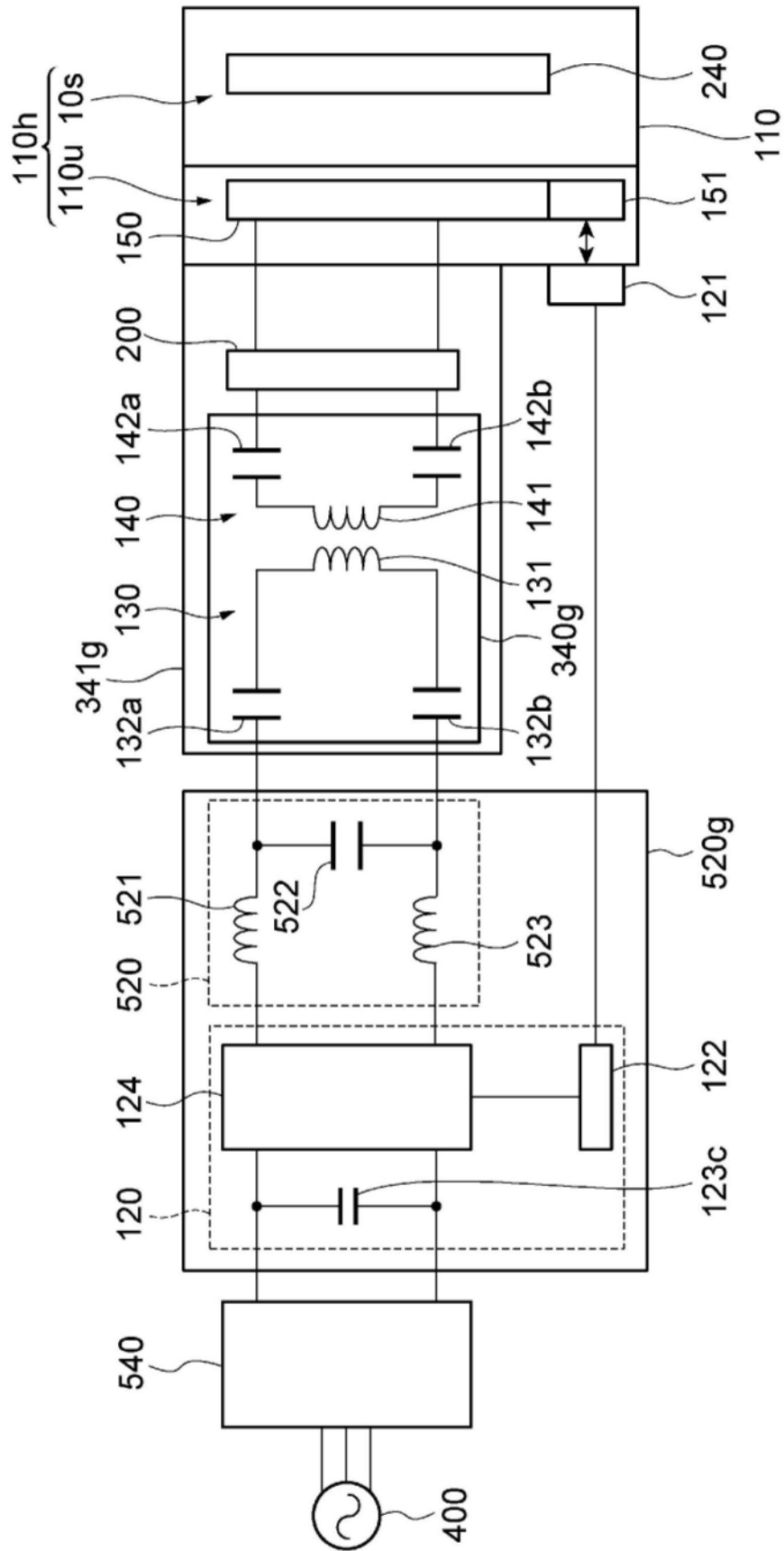


图54

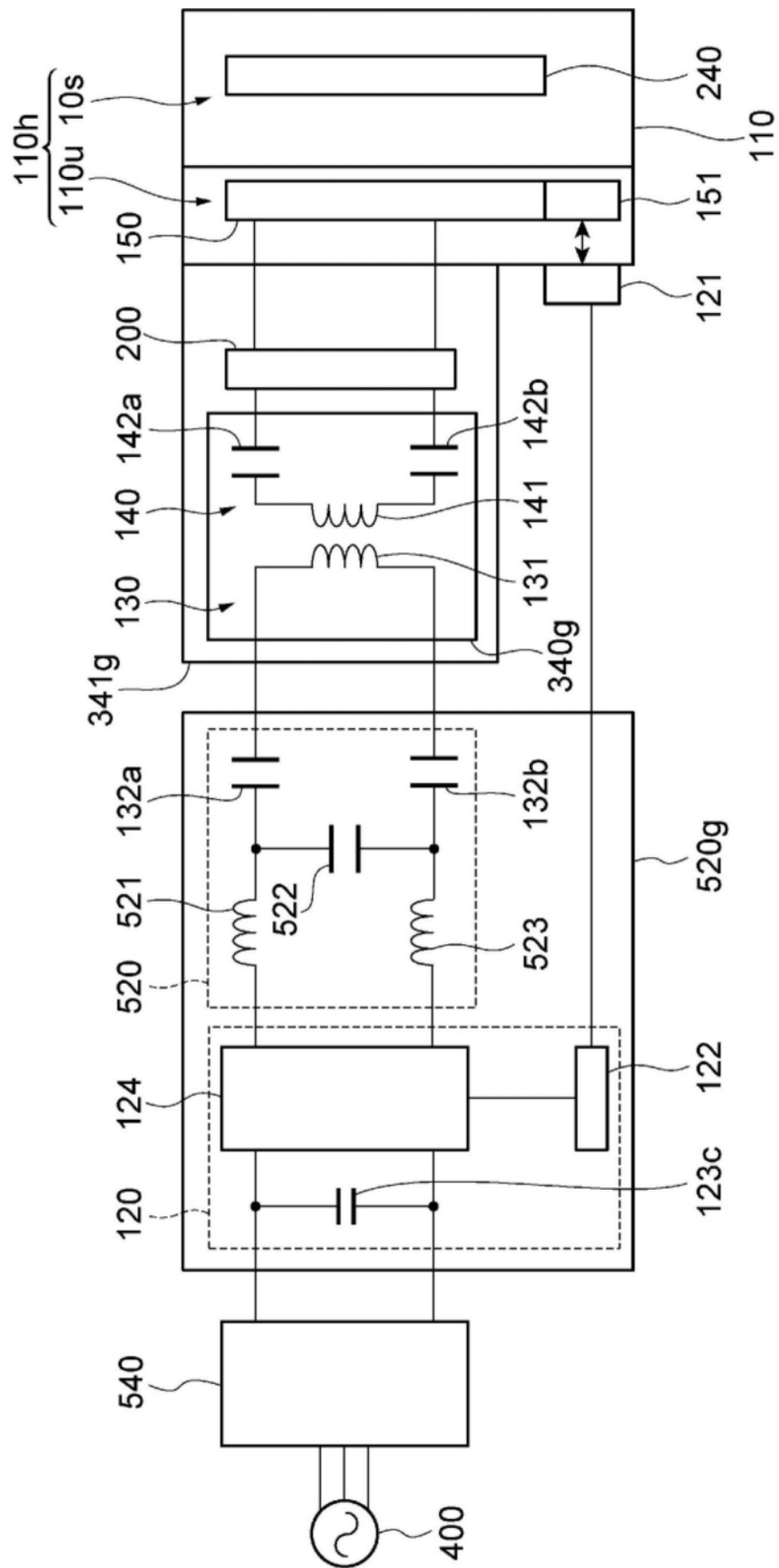


图55

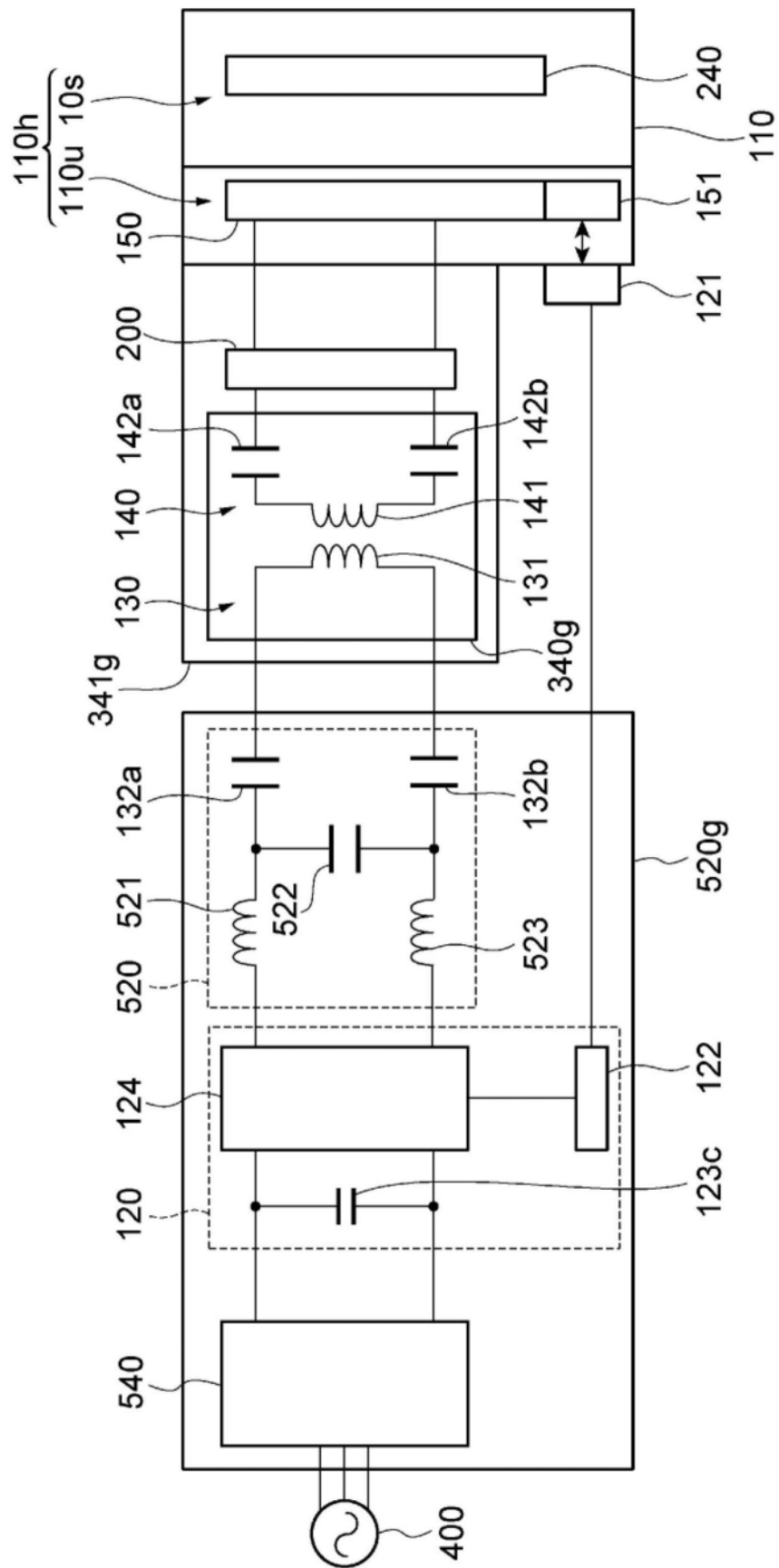


图56

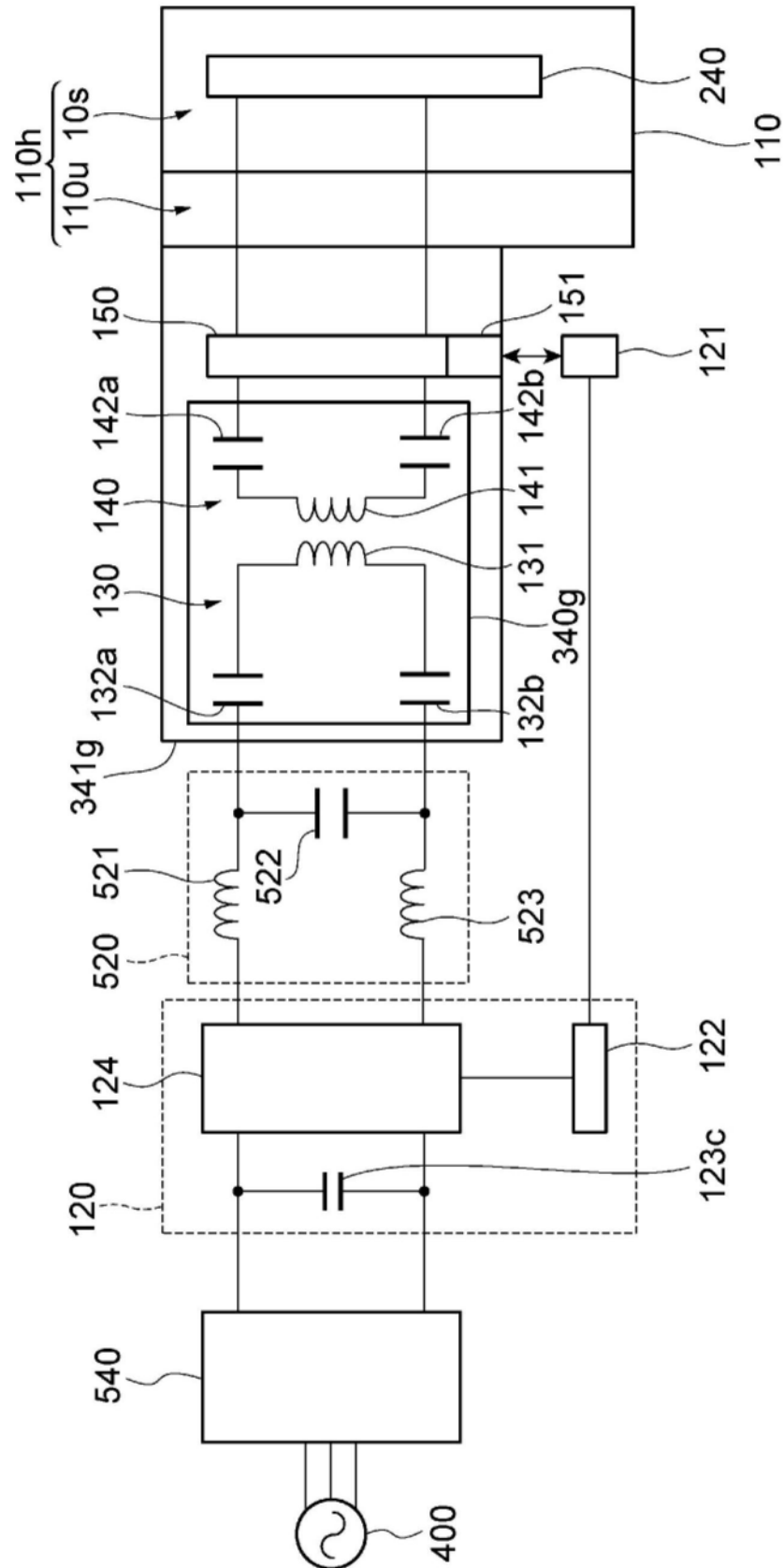


图57

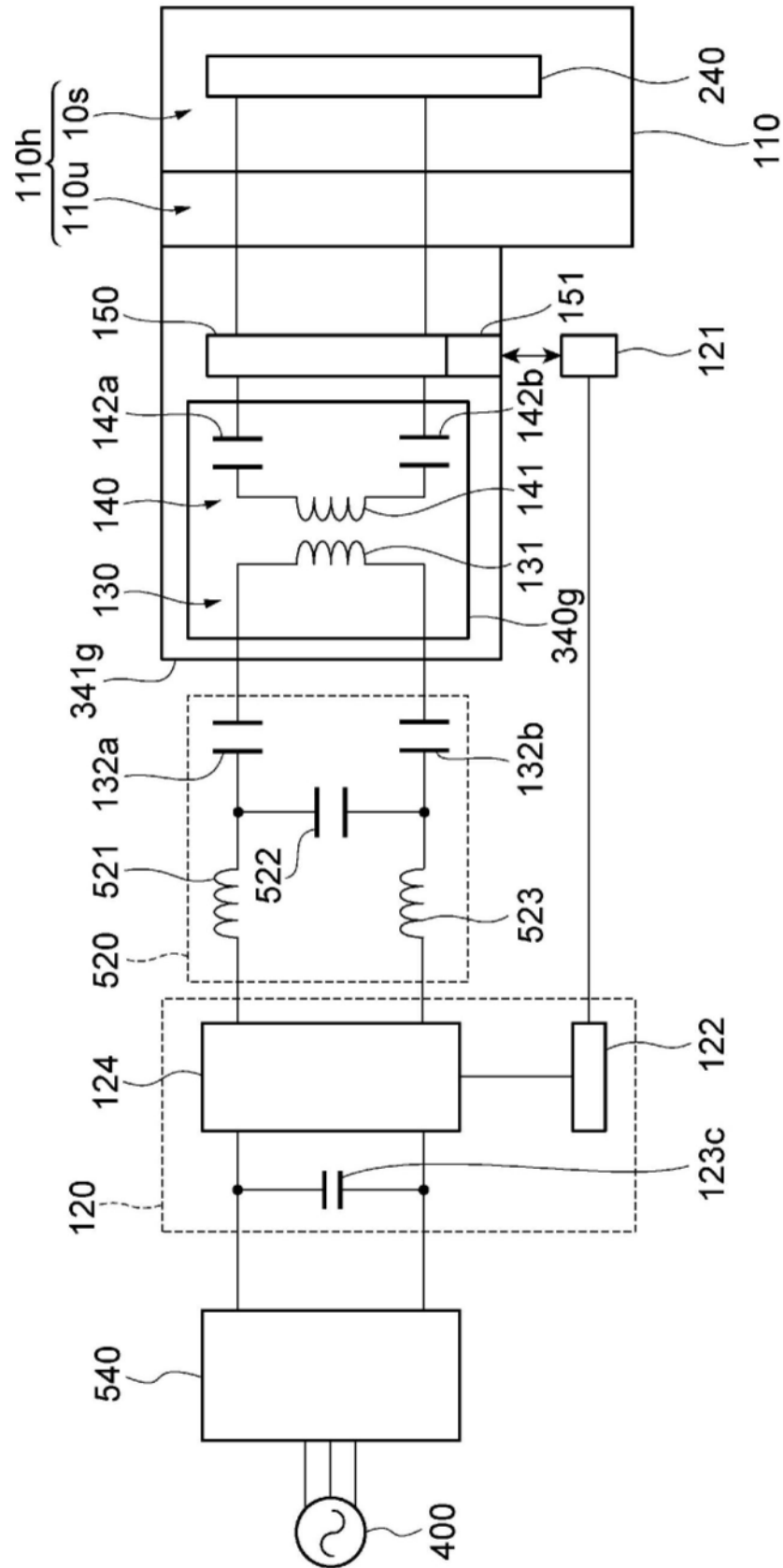


图58

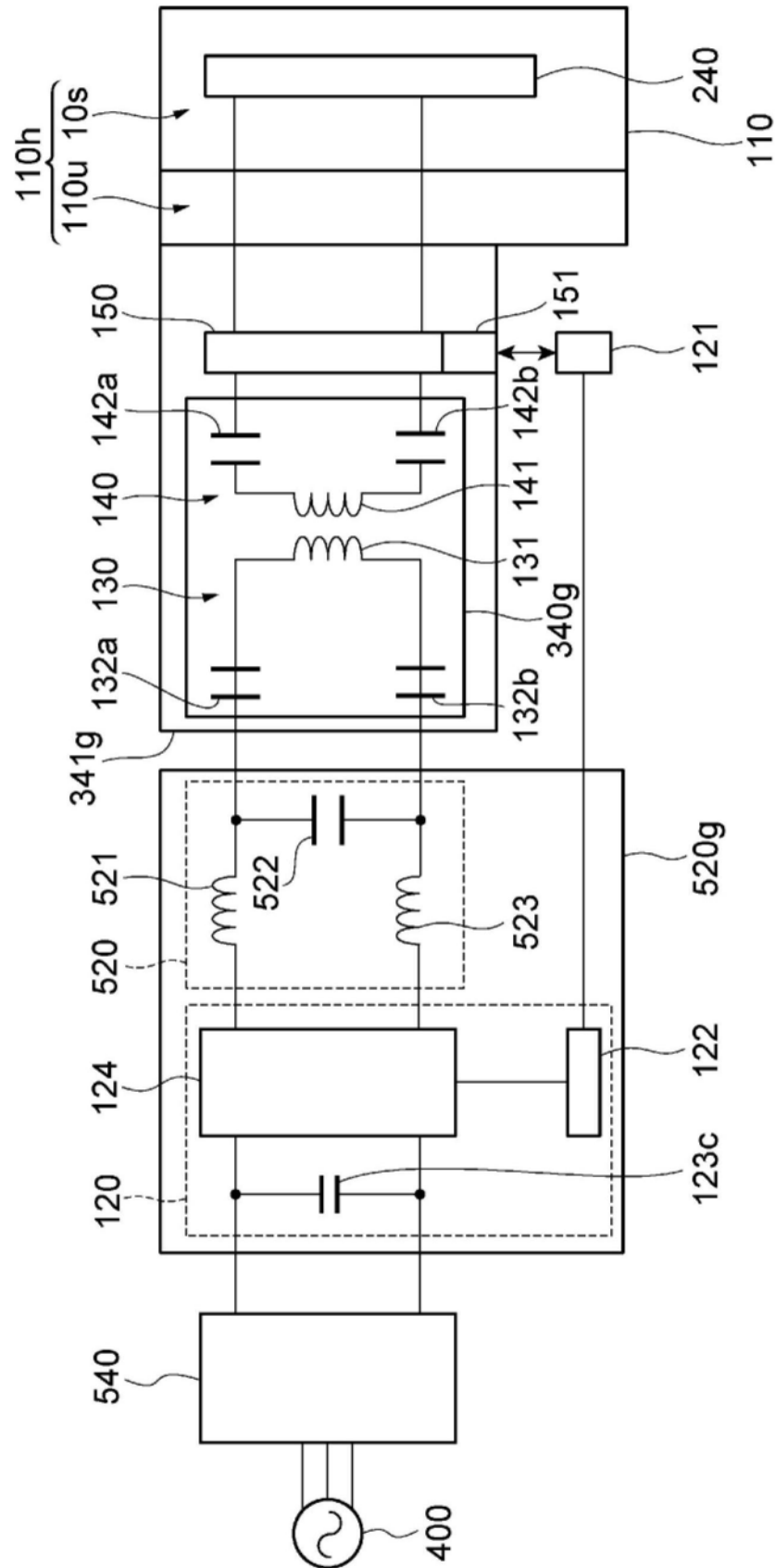


图59

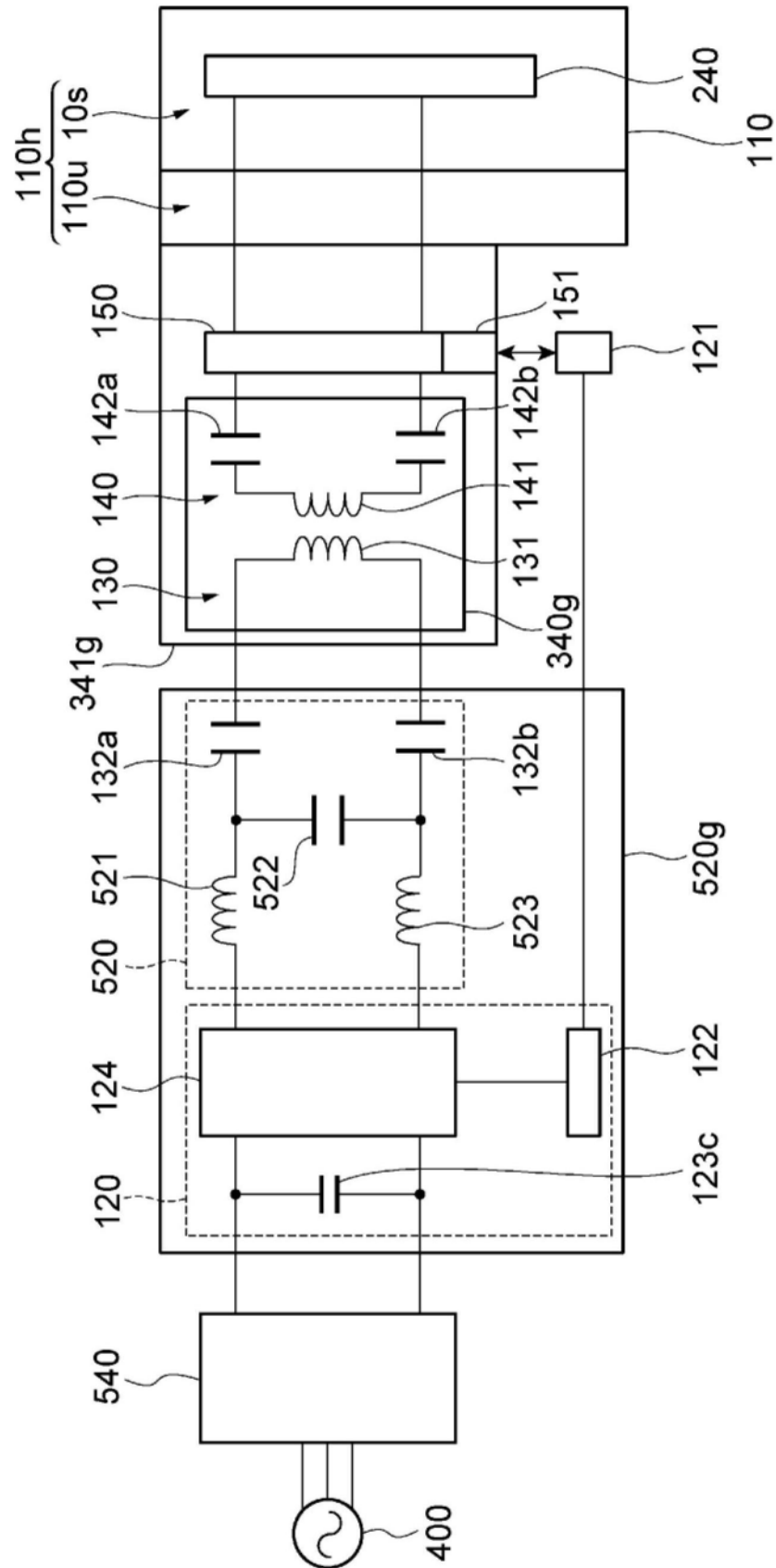


图60

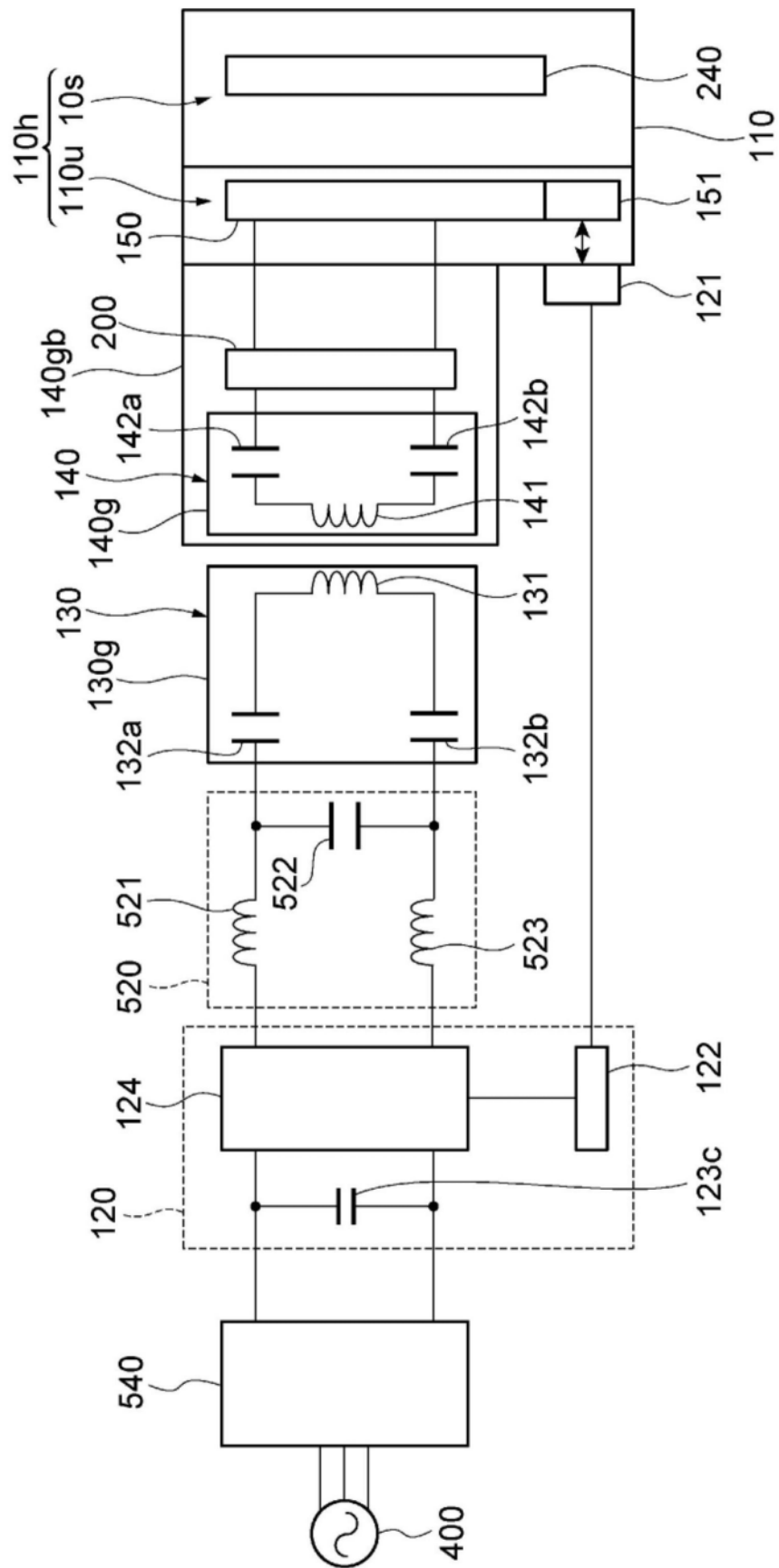


图62

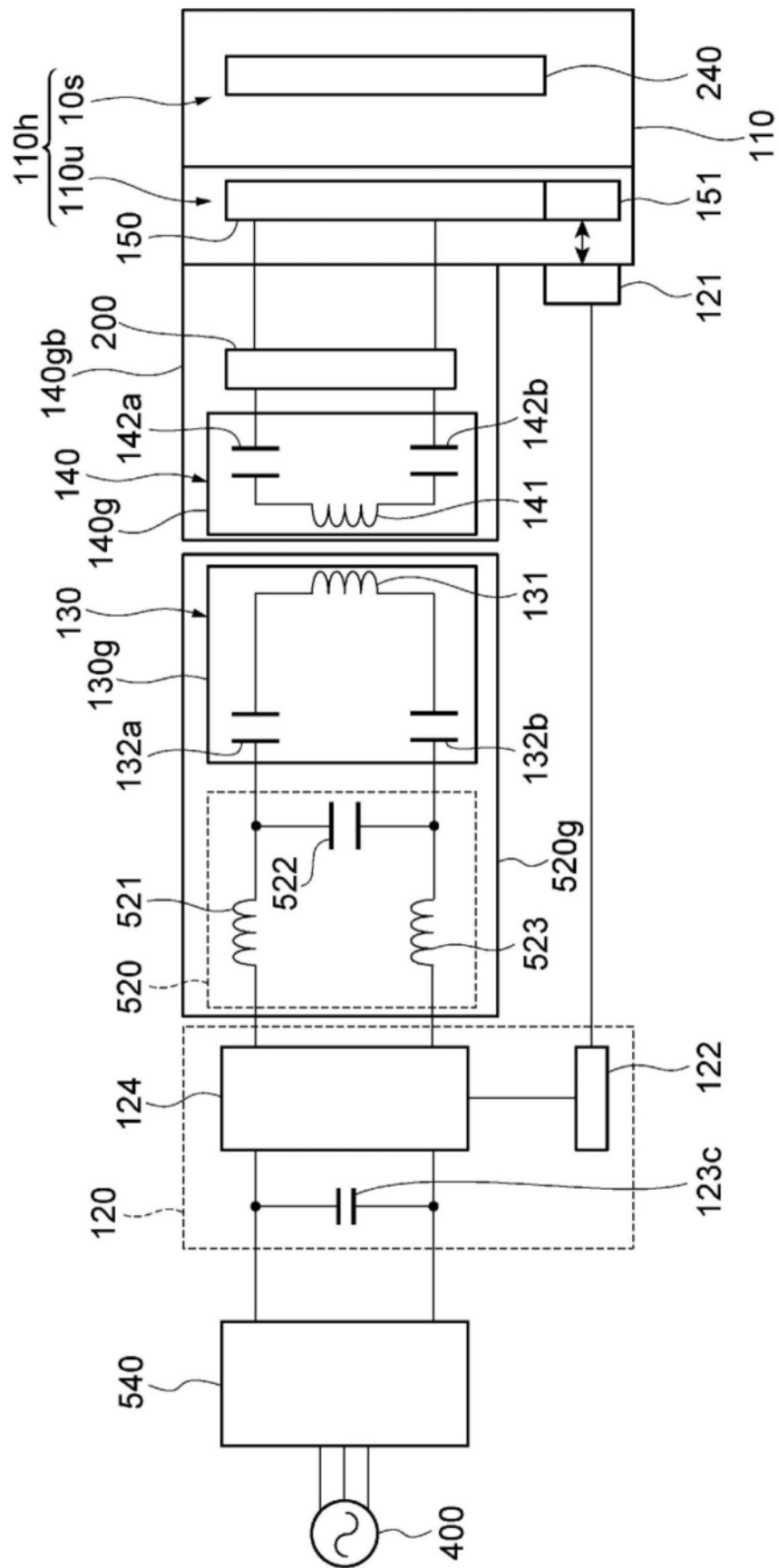


图63

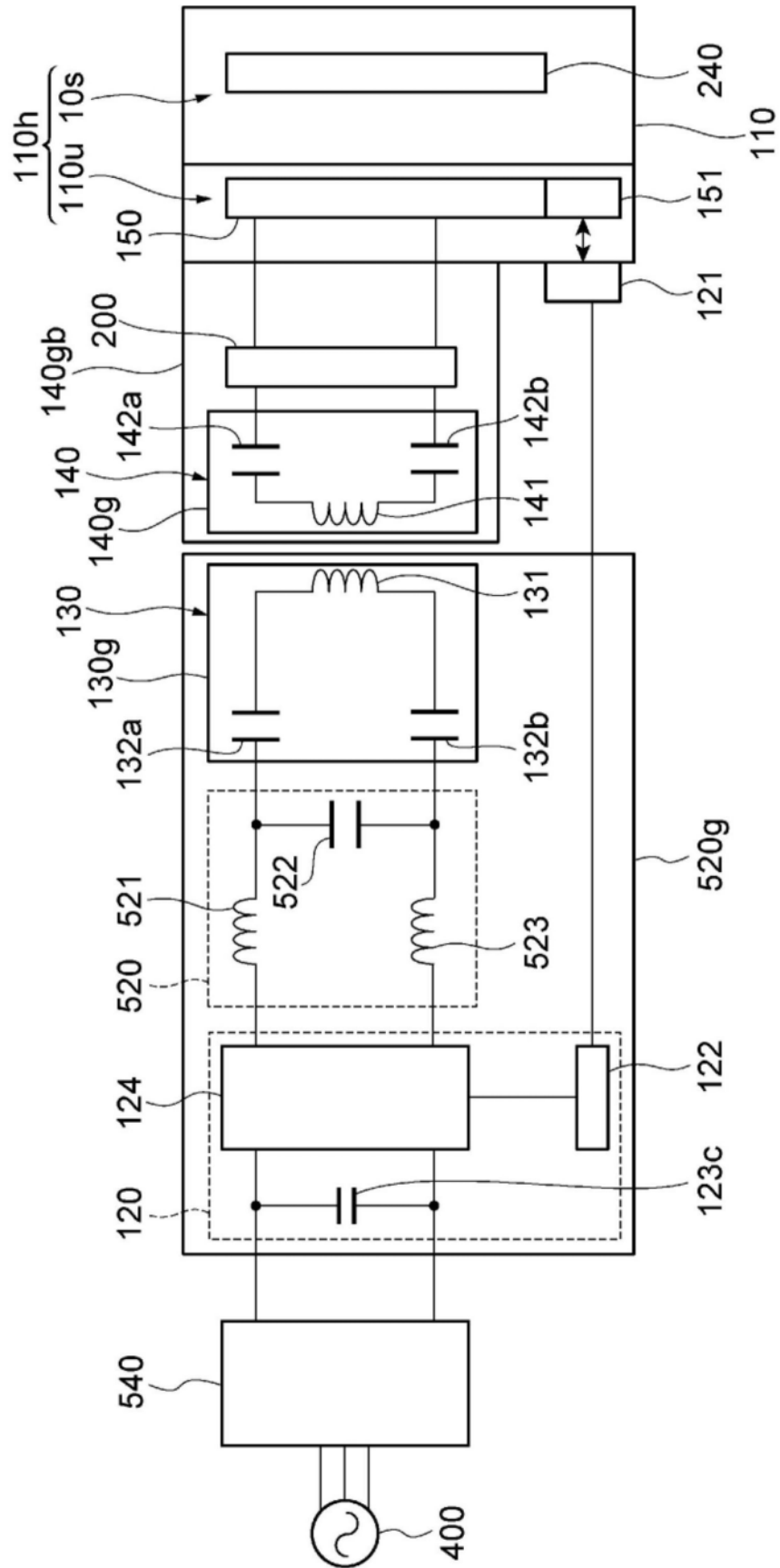


图64

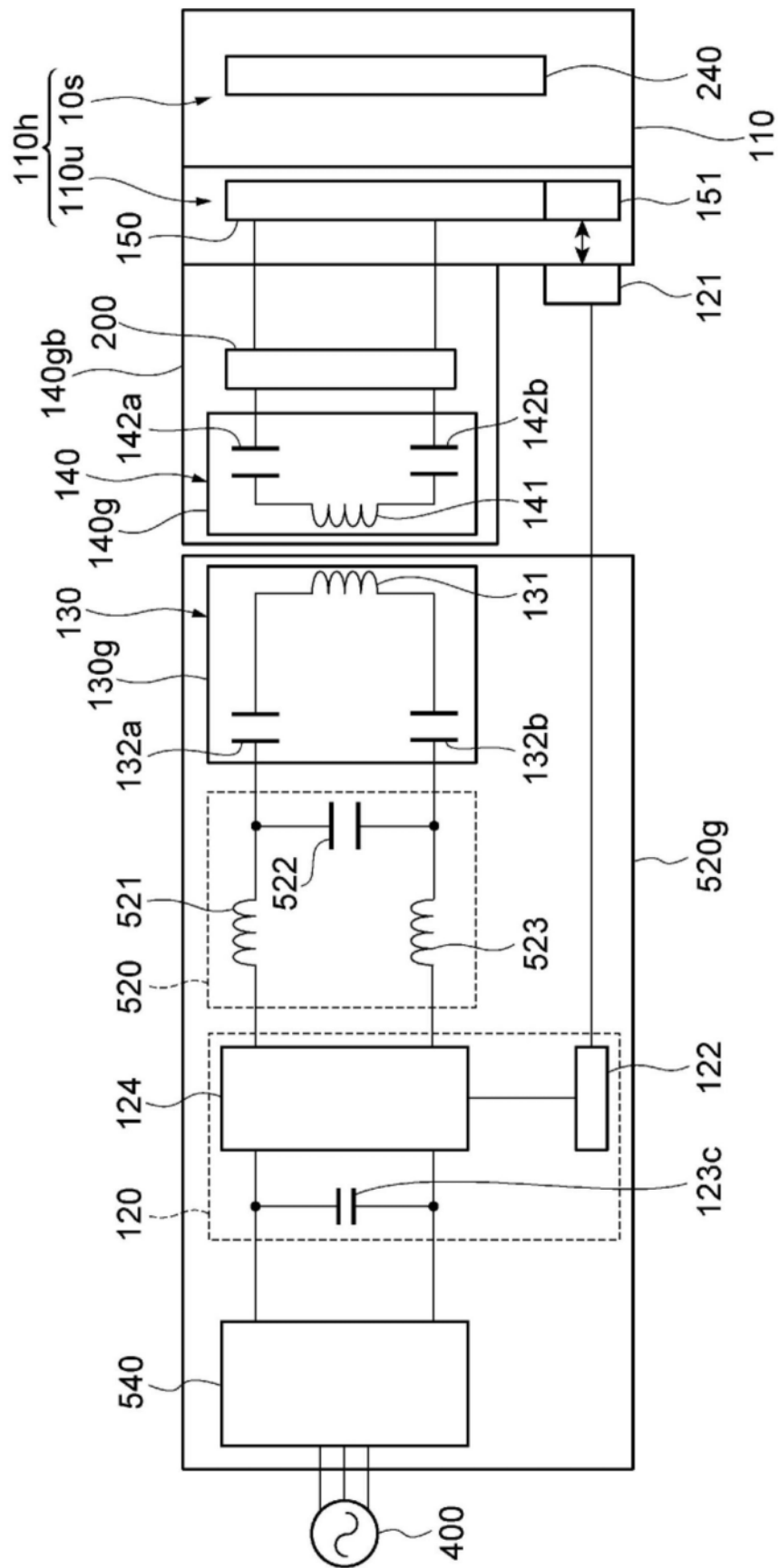


图65