

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05B 6/12 (2006.01)

H05B 6/06 (2006.01)

H05B 6/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510135754.9

[45] 授权公告日 2009年9月2日

[11] 授权公告号 CN 100536630C

[22] 申请日 2005.12.29

[21] 申请号 200510135754.9

[30] 优先权

[32] 2005.5.30 [33] JP [31] 2005-156544

[73] 专利权人 日立家用电器公司

地址 日本东京

[72] 发明人 宇留野纯平 庄司浩幸 神长保男

叶田玲彦 磯贝雅之 岛田直

[56] 参考文献

JP2004-319296A 2004.11.11

JP2004-6331A 2004.1.8

JP2001-160484A 2001.6.12

JP2005-78814A 2005.3.24

审查员 马冬新

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 吴丽丽

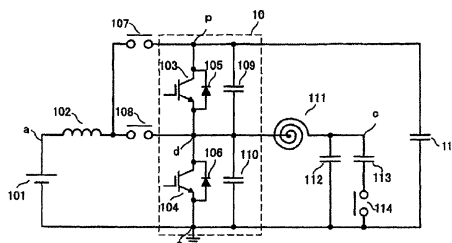
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 9 页

[54] 发明名称

感应加热装置

[57] 摘要

本发明提供能对不同的材质的被加热物高效地供给所希望的功率的逆变器方式的电磁感应加热装置。本发明的感应加热装置具备包含被加热物的谐振负载电路和将直流电压变换为交流电压以对上述谐振负载电路供给功率的逆变器，该逆变器具有用串联地连接的至少 2 个半导体开关元件构成的上下支路，具备连接到直流电源上的电感器和切换该电感器的另一方的连接点的开关，与被加热物的材质相一致地切换上述开关。



1. 一种感应加热装置，具备
供给直流电压的直流电源；
连接在上述直流电源的正极端子上的第 1 电感器；
连接在上述第 1 电感器的端子上的第 1 开关；
与上述第 1 开关并联地连接在上述第 1 电感器的端子上的第 2 开关；

上支路，连接在上述第 1 开关和上述第 2 开关的端子之间，由第 1 半导体开关元件和与该第 1 半导体开关元件反向并联地连接的第 1 二极管构成；

下支路，连接在上述第 2 开关和上述直流电源的负极端子之间，由第 2 半导体开关元件和与该第 2 半导体开关元件反向并联地连接的第 2 二极管构成；

逆变器，包含串联连接的上述上支路和上述下支路，将直流电压进行变换，供给交流电压；

谐振负载电路，使用从上述上支路和上述下支路之间的输出端子供给的交流电压，对被加热物体进行感应加热；

平滑电容器，与上述逆变器并联地连接在上述直流电源上；

第 1 缓冲电容器，与上述第 1 半导体开关元件并联；

第 2 缓冲电容器，与上述第 2 半导体开关元件并联，

所述感应加热装置的特征在于：

在对铝或铜进行感应加热时，上述第 1 开关导通并且上述第 2 开关断开，

在对铁或不锈钢进行感应加热时，上述第 1 开关断开并且上述第 2 开关导通，

上述谐振负载电路包含：

第 1 谐振负载电路，在上述上支路和上述下支路的输出端子上串联连接加热线圈和第 1 谐振电容器；

第2谐振负载电路,在上述上支路和上述下支路的输出端子上串联连接上述加热线圈、第2谐振电容器和第3开关,

在对铝或铜进行感应加热时,上述第3开关断开,使用上述第1谐振负载电路进行感应加热,

在对铁或不锈钢进行感应加热时,上述第3开关导通,使用上述第2谐振负载电路进行感应加热。

2. 如权利要求1中所述的感应加热装置,其特征在于:

代替上述第1开关使用第3二极管,其阳极端子被连接到上述第1电感器,其阴极端子被连接到上述上支路。

3. 如权利要求1中所述的感应加热装置,其特征在于:

上述直流电源由对商用交流电源进行整流的整流电路、基于来自该整流电路的输出生成任意的直流电压的第1电源电路构成,

该第1电源电路在上述整流电路的正负极端子之间具有第2电感器和第3半导体开关元件的串联电路,上述第2电感器、第4二极管和第1电容器的串联电路,

上述第4二极管的阳极端子被连接到上述第2电感器,阴极端子被连接到上述第1电容器,

使上述第3半导体开关元件的导通时间占空比变化,从上述第1电容器的两端供给任意的直流电压。

4. 如权利要求3中所述的感应加热装置,其特征在于包括:

第2电源电路,基于来自上述第1电源电路的输出生成任意的直流电压,

该第2电源电路在上述第1电源电路的正负极端子之间具有第4半导体开关元件和第5二极管的串联电路,上述第4半导体开关元件、上述第1电感器二极管和第2电容器的串联电路,

上述第5二极管的阳极端子被连接到上述第1电容器的负极端

子, 阴极端子被连接到上述第 4 半导体开关元件以及上述第 1 电感器, 使上述第 4 半导体开关元件的导通时间占空比变化, 从上述第 2 电容器的两端供给任意的直流电压。

5. 如权利要求 1 中所述的感应加热装置, 其特征在于包括:

第 5 半导体开关元件, 从上述上支路和上述下支路分离上述第 2 缓冲电容器。

6. 如权利要求 1 中所述的感应加热装置, 其特征在于:

在上述感应加热装置的顶板的下部配置了烤炉。

感应加热装置

技术领域

本发明涉及对不同的材质的被加热物供给所希望的功率以进行感应加热的逆变器方式的电磁感应加热装置。

背景技术

近年来,广泛地使用了在不使用火的情况下加热锅等的被加热物的逆变器方式的电磁感应加热装置。在电磁感应加热装置中,在加热线圈中流过高频电流,使接近于线圈所配置的用铁或不锈钢等的材质制成的被加热物发生涡流,利用被加热物本身的电阻使之发热。因为可进行被加热物的温度控制且安全性高,故作为新的热源而越来越被大家认知了。以前,在全套现代化厨房等中被列入的电烹调器中,使用了将铠装加热器或平板加热器、卤素加热器等的电阻体作为热源的电烹调器。近年来,正在将上述烹调器的一部分置换为感应加热烹调器或将大于等于2个的烹调器作成了感应加热烹调器。作为这样的电磁感应加热装置的例子,有在专利文献1中公开的那样的感应加热烹调器。在专利文献1(特开平2001-126853号公报(图1和(0013)段落至(0021)段落的记载)中,对商用交流电源进行整流平滑,变换为直流电压,利用半桥型的逆变器对加热线圈供给高频电流,对接近于加热线圈所配置的被加热物进行感应加热。

在上述专利文献1中,为了对低电阻的被加热物供给充分的功率,必须在加热线圈中流过大的电流,为此,导致加热线圈的发热或开关元件的损耗增加使加热效率下降。图16示出了从加热线圈一侧看的线圈和进行了磁结合的被加热物的等效阻抗,横轴表示等效电感,纵轴表示等效电阻。根据被加热物的材质的不同,等效阻抗的差别很大,材质为铁制的被加热物显示出图16中的(1)那样的特性,材质为非磁性不锈钢制的被加热物显示出(2)那样的特性,材质为铜或铝制的被加热物显示出(3)那样的特性。一般来说,图16中的(1)那样的高电阻的被加热物适合于感应加热。图17表示具有图16中示出了的等效阻抗的特性的被加热物的输入功率与谐振电流的关系。在将作为目的的输入功率定为2kW的情况下,在铁制的被加热物(1)中,在加热线圈中流过约40A的谐振电流即可,但在非磁性不锈钢制的被加热物(2)中,由于电阻小,必须流过约55A的电流,在铜或铝制的被加热物(3)中,由于电阻更小,必须流过约140A的电流。

发明内容

本发明的目的在于提供能对不同的材质的被加热物高效地供给所希望的功率的逆变器方式的电磁感应加热装置。

本发明的感应加热装置具备供给直流电压的直流电源；连接在上述直流电源的正极端子上的第1电感器；连接在上述第1电感器的端子上的第1开关；与上述第1开关并联地连接在上述第1电感器的端子上的第2开关；上支路，连接在上述第1开关和上述第2开关的端子之间，由第1半导体开关元件和与该第1半导体开关元件反向并联地连接的第1二极管构成；下支路，连接在上述第2开关和上述直流电源的负极端子之间，由第2半导体开关元件和与该第2半导体开关元件反向并联地连接的第2二极管构成；逆变器，包含串联连接的上述上支路和上述下支路，将直流电压进行变换，供给交流电压；谐振负载电路，使用从上述上支路和上述下支路之间的输出端子供给的交流电压，对被加热物体进行感应加热；平滑电容器，与上述逆变器并联地连接在上述直流电源上；第1缓冲电容器，与上述第1半导体开关元件并联；第2缓冲电容器，与上述第2半导体开关元件并联，所述感应加热装置的特征在于：在对铝或铜进行感应加热时，上述第1开关导通并且上述第2开关断开，在对铁或不锈钢进行感应加热时，上述第1开关断开并且上述第2开关导通，上述谐振负载电路包含：第1谐振负载电路，在上述上支路和上述下支路的输出端子上串联连接加热线圈和第1谐振电容器；第2谐振负载电路，在上述上支路和上述下支路的输出端子上串联连接上述加热线圈、第2谐振电容器和第3开关，在对铝或铜进行感应加热时，上述第3开关断开，使用上述第1谐振负载电路进行感应加热，在对铁或不锈钢进行感应加热时，上述第3开关导通，使用上述第2谐振负载电路进行感应加热。

按照本发明的感应加热装置，可对不同的材质的被加热物从逆变器高效地供给所希望的功率。

附图说明

图1是实施例1的感应加热装置的电路结构图。

图2是表示实施例1的电磁感应加热装置的加热线圈的频率与等效电阻的关系的曲线图。

图3是示出实施例1的电磁感应加热装置的加热线圈的频率与等效电感的关系的曲线图。

图4是示出实施例1的电磁感应加热装置的铝、铜制被加热物的动作的时序图。

图5是示出实施例1的电磁感应加热装置的铁制被加热物的动作

的时序图。

图 6 是示出实施例 1 的电磁感应加热装置的变形例的电路结构图。

图 7 是示出实施例 1 的电磁感应加热装置的另一变形例的电路结构图。

图 8 是实施例 2 的感应加热装置的电路结构图。

图 9 是直流电压与谐振电流的波形的说明图。

图 10 是直流电压与谐振电流的波形的说明图。

图 11 是实施例 3 的感应加热装置的电源电路的动作时序图。

图 12 是在实施例 4 的感应加热装置的电路结构图。

图 13 是实施例 5 中使用的 SiC 器件的耐压与导通电阻的说明图。

图 14 是实施例 5 的感应加热装置的正面示意图。

图 15 是实施例 5 的感应加热装置的说明图。

图 16 是被加热物的等效阻抗的说明图。

图 17 是感应加热装置的输入功率与谐振电流的关系的说明图。

具体实施方式

以下，一边使用附图，一边说明本发明的细节。

【实施例 1】

图 1 是本实施例的感应加热装置的电路结构图。在图 1 中，如果将平滑电容器 115 的正电极一侧定为 p 点、将负电极一侧定为 o 点，则在 p 点与 o 点之间连接了串联地连接着功率半导体开关元件即 IGBT103 与 IGBT104 的上下支路 10。在 IGBT103、IGBT104 上分别反向并列地连接了二极管 105、106，此外，在各 IGBT 上分别并列地连接了缓冲电容器 109、110。利用 IGBT103、IGBT104 的关断时的断路电流对缓冲电容器 109、110 进行充电或放电。由于缓冲电容器 109、110 的电容比 IGBT103、IGBT104 的集电极与发射极间的输出电容大很多，故减少了在关断时对两 IGBT 施加的电压的变化，抑制了关断损耗。

如果将 IGBT103、104 的连接点、即上下支路 10 的输出点定为 d 点，则在 d 点与 o 点之间连接了加热线圈 111、第 1 谐振电容器 112、第 2 谐振电容器 113 和继电器 114。在 p 点与 o 点之间连接了平滑电容器 115。

在图 1 的本实施例中，通过根据被加热物的材质选择继电器 107、108、114 来转换半桥逆变器方式和一次变换器方式，或转换谐振电容器的电容。

在图 2 中示出被加热物的材质中的等效电阻的频率特性，在图 3 中示出等效电感的频率特性。在图 2 的曲线图 (1) 中示出的那样的铁等的磁性被加热物和曲线图 (2) 中示出的那样的非磁性不锈钢或曲线图 (3) 中示出的铜或铝等的非磁性被加热物中，非磁性被加热物的等效电感小到约为磁性被加热物等效电感的 1/2，如果使用同一谐振电容器，则谐振频率就变化了。

另一方面，在同一频率的情况下，(1) 的那样的磁性被加热物和 (3) 的那样的非磁性被加热物中，磁性被加热物的等效电阻比非磁性被加热物的等效电阻大了约 10~20，故电流不能流过，不能投入功率。因此，在磁性被加热物中将频率设定得低，在非磁性被加热物中设定为高的频率。但是，在磁性被加热物中，由于即使在低频区域中等效电阻也大，故作成在逆变器中具有升压功能的一次变换器方式，使逆变器的电源电压增大来投入功率以进行加热。另一方面，在非磁性被加热物中，由于等效电阻低，故用半桥逆变器投入所希望的功率以进行加热。

在图 1 中，在加热铜或铝制的被加热物的情况下，继电器 108、114 成为关断状态，继电器 107 成为导通状态，以半桥逆变器方式工作。

其次，使用图 4 中示出的时序图，说明本实施例的感应加热装置的工作模式。在此，将图 1 的 a 点定为 V_a 、将 d 点定为 V_d 、将流过 IGBT103 和二极管 105 的电流定为 I_{c103} ，将流过 IGBT104 和二极管 106 的电流定为 I_{c104} 。将流过扼流圈 102 的电流定为 I_{L102} ，将流过加

热线圈 111 的谐振电流定为 I_{L111} ，将从图 1 的 d 点到 c 点的方向定义为正。

(模式 1)

当 IGBT103 接通、加热线圈 111 的蓄积能量为零后，谐振电流 I_L 的极性从负变为正，在从平滑电容器 115 至 IGBT103、加热线圈 111、谐振电容器 112 的路径中流过谐振电流 I_{L111} 。

(模式 2)

其次，当 IGBT103 关断后，谐振电流 I_{L111} 具有正的极性，该电流对上支路的缓冲电容器 109 充电，使下支路的缓冲电容器 110 放电，d 点的电压 V_d 缓慢地下降。其后，如果对二极管 106 施加正向电压，则谐振电流 I_{L111} 作为环流电流在加热线圈 111、谐振电容器 112、二极管 106 的路径中继续流动。

(模式 3)

其次，当 IGBT104 接通、加热线圈 111 的蓄积能量为零后，谐振电流 I_{L111} 的极性从正改变为负，谐振电流在谐振电容器 112、加热线圈 111、IGBT104 的路径中流动。此时，由于 IGBT104 在电流流过二极管 116 的期间中预先使栅电压导通，故实现了不发生开关损耗的 ZCS (零电流开关)、ZVS (零伏开关) 接通。

(模式 4)

其次，当 IGBT104 关断后，谐振电流 I_{L111} 具有负的极性，该电流对下支路的缓冲电容器 110 充电，使上支路的缓冲电容器 109 放电，d 点的电压 V_d 缓慢地上升。其后，如果对二极管 105 施加正向电压，则谐振电流 I_{L111} 作为环流电流在加热线圈 111、二极管 105、平滑电容器 115 的路径中继续流动。

这样，通过重复上述的动作，以电源电路 101、平滑电容器 115 为电源，可对加热线圈 111 和第 1 谐振电容器 112 供给高频电流，利用从加热线圈 111 发生的磁通对被加热物进行感应加热。

在用本实施例的感应加热装置加热磁性被加热物的情况下，图 1 的继电器 108、114 成为导通状态，继电器 107 成为关断状态，以一次

变换器方式工作。在此，所谓一次变换器方式，是兼作升压变换器的逆变器方式。使用图 5 中示出的时序图，说明工作模式。

(模式 1)

当 IGBT103 接通、加热线圈 111 的蓄积能量为零后，谐振电流 IL_{111} 的极性从负变为正，在从平滑电容器 115 至 IGBT103、加热线圈 111、谐振电容器 112、113、继电器 114 的路径中流过谐振电流 IL_{111} 。

(模式 2)

其次，如果 IGBT103 关断，则谐振电流 IL_{111} 具有正的极性，该电流对上支路的缓冲电容器 109 充电，使下支路的缓冲电容器 110 放电，d 点的电压 V_d 缓慢地下降。其后，如果对二极管 116 施加正向电压，则谐振电流 IL_{111} 作为环流电流在加热线圈 111、谐振电容器 112、113、继电器 114、二极管 106 的路径中继续流动。

(模式 3)

其次，如果 IGBT104 接通、加热线圈 111 的蓄积能量为零后，则谐振电流 IL_{111} 的极性从正改变为负，谐振电流在谐振电容器 112、113、继电器 114、加热线圈 111、IGBT104 的路径中流动。进而，从电源电路 101 经扼流圈 102、继电器 108 在 IGBT104 中流过电流 IL_{102} ，在扼流圈 102 中蓄积能量。因此，在 IGBT104 中流过谐振电流 IL 与输入电流加在一起的电流。此时，由于 IGBT104 在电流流过二极管 106 的期间中预先使栅电压导通，故实现不发生开关损耗的 ZCS、ZVS 接通。

(模式 4)

其次，如果 IGBT104 关断，则谐振电流 IL_{111} 具有负的极性，该电流对下支路的缓冲电容器 110 充电，使上支路的缓冲电容器 109 放电，d 点的电压 V_d 缓慢地上升。其后，如果对二极管 105 施加正向电压，则谐振电流 IL_{111} 作为环流电流在加热线圈 111、谐振电容器 112、113、继电器 114、平滑电容器 115 的路径中继续流动。进而，扼流圈 102 的蓄积能量在二极管 105、平滑电容器 115、电源电路 101 的路径中流过电流，平滑电容器 115 的电压从电源电路 101 的电压上升。由

IGBT104 的占空因数来决定此时的升压电压，该升压电压如（式 1）那样来表示。

【式 1】

$$V_d = \frac{V_a}{(1-duty)} \quad \dots \text{ (式 1)}$$

通过重复以上那样的动作，成为兼作升压变换器的动作的逆变器，可使平滑电容器 115 的电压提高到大于等于电源电压，即使在磁性被加热物那样的高的等效电阻的材质中，也能投入所希望的功率进行加热。

通过控制上下支路 10 的驱动频率，可调整对被加热物供给的功率。如本实施例那样流过谐振电路的电流因加热线圈的电感和谐振电容器的缘故而成为正弦波状，与 d 点的电压、即逆变器的输出电压相比，谐振电流的相位延迟了。因而，在 IGBT 接通时，由于在集电极与发射极间的电压在零伏的状态下进行开关（以后称为 ZVS），故不发生接通损耗。

但是，在减小了对被加热物供给的功率的情况下，上下支路 10 的断路电流减小，在缓冲电容器 109、110 的充放电结束之前，IGBT103 或 IGBT104 导通，发生不满足 ZVS 的条件。这样的情况下，由于发生接通损耗，故如图 6 中所示，例如，与下支路的缓冲电容器 110 串联地连接 IGBT601，与 IGBT601 反并列地连接二极管 602，希望通过关断 IGBT601 使缓冲电容器 110 与上下支路 10 分离。由此，可常常地实现 ZVS，即使在断路电流小的情况下，也能消除接通损耗。

被加热物的表皮电阻具有与频率的平方根成比例的特征，即使非磁性被加热物中加热铜或铝等的低电阻的被加热物的情况下，通过提高频率也是有效的。因而，希望设定第一谐振电容器 112 的电容以便例如能用约 90kHz 的频率来驱动上下支路 10。另一方面，在铁等的高电阻的被加热物的情况下，由于若频率高则等效电阻过大，故相反地电流不能流动，不能输入功率。因而，希望设定第二谐振电容器 113 的电容以便能用约 20kHz 的频率来驱动上下支路 10。

这样，通过依照被加热物的材质转换驱动的谐振电容器的电容量和驱动频率，可抑制线圈或开关元件的损耗，可实现效率高的感应加热。此外，即使在铁等的高电阻的被加热物中，由于能通过转换为一次变换器方式进行升压动作，故可投入所希望的功率进行加热。而且，由于能增加圈数，故可进行高效率的加热。

图7示出图1的变形例。在图7中变更了的地方是配置了二极管701来代替继电器107这一点。其工作与实施例1是同样的。通过作成该变形例，由于不需要驱动继电器的电源，故可实现小型化、高效率化。

【实施例2】

图8是本实施例的电磁感应加热装置的电路结构图，示出了图1的电源电路101的细节。在图8中，对二极管整流电路802施加商用交流电源801并对其进行了全波整流后，成为经电感器803连接了IGBT804、连接了二极管805、电容器806的结构。

在铁等的磁性被加热物中，如图9中所示，即使对逆变器施加直流电压从0V变动到商用交流电源的电压峰值的电压，由于被加热物的重量重，故也不发生哼哼音。另一方面，在加热铜或铝制的被加热物时，如果用上述那样的从0V变动到峰值的高频电流进行感应加热，则从被加热物发生起因于商用频率的哼哼音。

因而，为了防止这一点，如图10中所示，对直流电压进行平滑以抑制谐振电流的变动。在一般使用的电容器输入型的平滑电路中，由于在输入电流中包含较多的高次波，故是不充分的，必须有满足电压平滑和抑制高次波这两者的电源电路。

在本实施例中，由于必须使商用交流电源801的输入电流接近于正弦波以减少高次波，故如图7中所示，配置了具备电感器803、IGBT804、二极管805和电容器806的升压斩波电路80。升压斩波电路80在IGBT804的导通期间中对电感器803施加商用交流电源电压以蓄积能量，在关断期间中经二极管805对电容器806放出能量。因而，通过控制IGBT804的导通期间以使商用交流电源801的输入电流

成为正弦波，来减少高次波，同时利用电容器 806 对直流电压进行平滑。再有，在本实施例中，在整个区域中使升压斩波电路 80 进行开关工作，以使商用交流电源 801 的输入电流成为正弦波。

【实施例 3】

在图 11 中示出本实施例的感应加热装置的电源电路的时序图。在本实施例中，使图 8 中示出的升压斩波电路 80 如图 11 中示出的时序图那样，只在特定的期间中工作。对于 IGBT804 来说，从商用交流电源电压的零交叉点起设置所希望的延迟时间使之进行斩波工作，从商用交流电源 801 引入电流。通过依照负载的大小、即所希望的输出功率来控制 IGBT804 的斩波时间和导通期间，可减少高次波。在本实施例的感应加热装置中，由于进行以上那样的动作，既可抑制高次波，又可进一步减少升压斩波电路 80 中的损耗。

【实施例 4】

图 12 是本实施例的电磁感应加热装置的电路结构图，与图 1 相比，电源电路 101 的结构不同。在图 12 中，通过在图 8 的电路中附加 IGBT1201、二极管 1202，成为附加用扼流圈 102、电容器 116 构成的降压斩波电路 1200 的结构。在加热铜或铝等低电阻的被加热物的情况下，由于如上所述那样等效电阻小，谋求因加热线圈的圈数增加或高频化导致的等效电阻的增加。但是，由于装置形状或可使用的频带区域的限制而产生某种极限。对于如图 1 中所示那样用加热线圈 111 和谐振电容器 112、113 构成的串联谐振电路来说，表示谐振的尖锐性的电路的 Q 随等效电阻而变化，在等效电阻小的情况下 Q 大，在谐振电路中流过的电流也变大。

在本实施例那样流过谐振电路的电流成为正弦波状的电流谐振型的逆变器中，通过从谐振频率提高驱动频率，可限制谐振电流。但是，如果谐振频率与驱动频率的差大，则由于逆变器的输出电压与谐振电流的相位差变大，上下支路的断路电流变大，故开关损耗增加。因而，希望以接近于谐振频率的频率来驱动逆变器以减小断路电流，最好降低直流电压来限制谐振电流。

在本实施例中，为了减少输入电流的高次波，设置了如上所述的升压斩波电路 80，电容器 806 的下限值比商用交流电源 801 的电压峰值高。因此，如图 12 中所示，通过附加 IGBT1201、二极管 1202，设置由扼流圈 102、电容器 116 构成的降压斩波电路 1200，可降低直流电压以限制谐振电流。此外，对于降压斩波电路 1200 来说，由于通过控制 IGBT1201 的导通时间占空比可使电容器 116 的电压变化，故也可利用该电压变化来进行功率控制。

【实施例 5】

使用图 13 和图 14 说明本实施例。在本实施例中，将图 8、图 12 的二极管 805 和二极管 1202 作成了碳化硅器件（以下称为 SiC 器件）的二极管。图 13 示出了硅器件（以下称为 Si 器件）与碳化硅器件（以下称为 SiC 器件）的耐压与导通电阻的关系。已知一般来说与 Si 器件相比在 SiC 器件中可大幅度地改善耐压与导通电阻的折衷关系。根据图 13，如果比较 Si 器件与 SiC 器件的 600V 元件，则与 Si 器件相比，在 SiC 器件中其导通电阻为 Si 器件的导通电阻的 1/1000，可大幅度地减少。在使用了现在的 Si 器件的感应加热装置中，冷却装置、散热扇是必须的，但通过使用这样的 SiC 器件，可大幅度地减少元件损耗，可实现冷却装置、散热扇的小型化或将其省略。

如上所述，通过将二极管或半导体开关元件（IGBT、结型 FET、MOSFET）从 Si 器件作成 SiC 器件，可实现大幅度的低损耗化，不需要冷却装置、散热扇，可实现大幅度的小型化、低成本化。由此，可作成在图 14 和图 15 中示出的那样的电磁感应加热装置的顶板 1401 的下部的整个面上配置了烤炉 1402 的结构。在本实施例中以 SiC 器件为例进行了说明，但除此以外，如果使用金刚石或氮化镓（GaN）等的宽能带间隙半导体器件，则也是同样的，对于本领域技术人员来说，这是很明白的。

在以上的实施例 1 至实施例 5 中，说明了使用 IGBT 的情况，但本发明的感应加热装置不限定于 IGBT，即使用功率 MOSFE 或其它的绝缘栅半导体装置、双极型晶体管，也是同样的，对于本领域技术人员来说，这一点是很明白的。

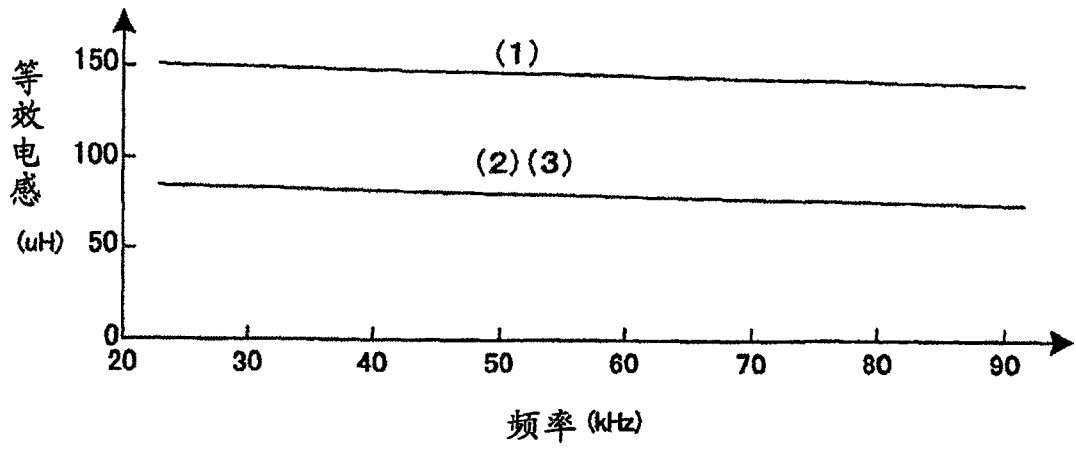


图 3

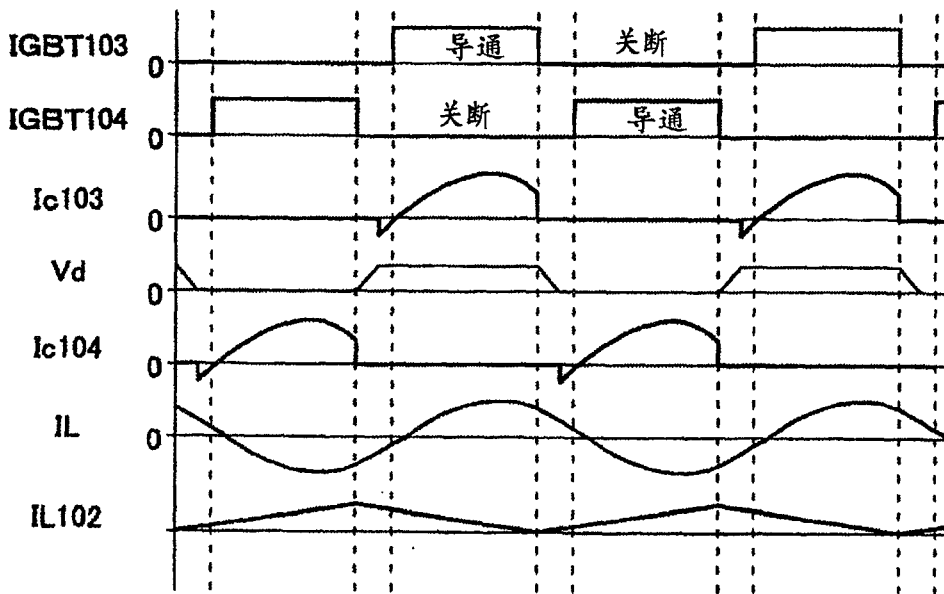


图 4

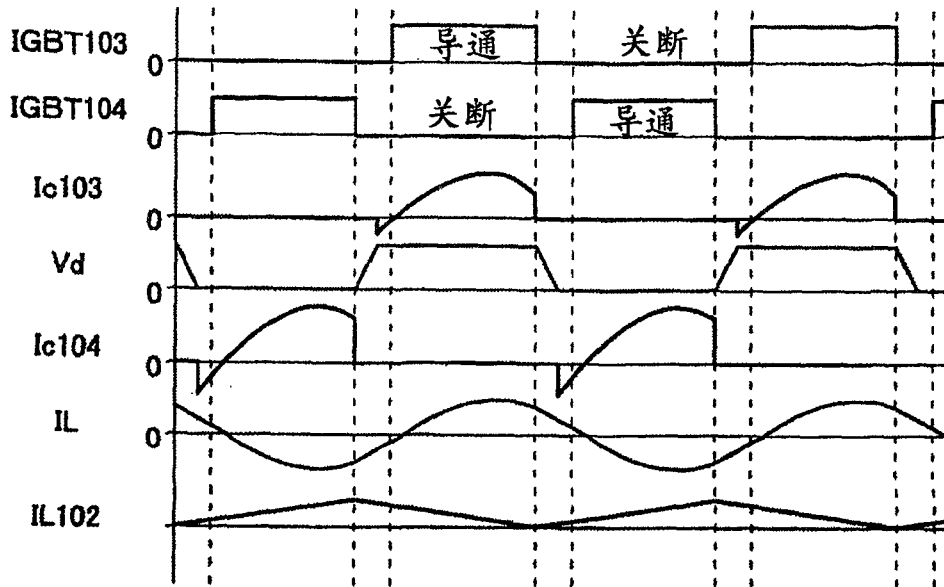


图5

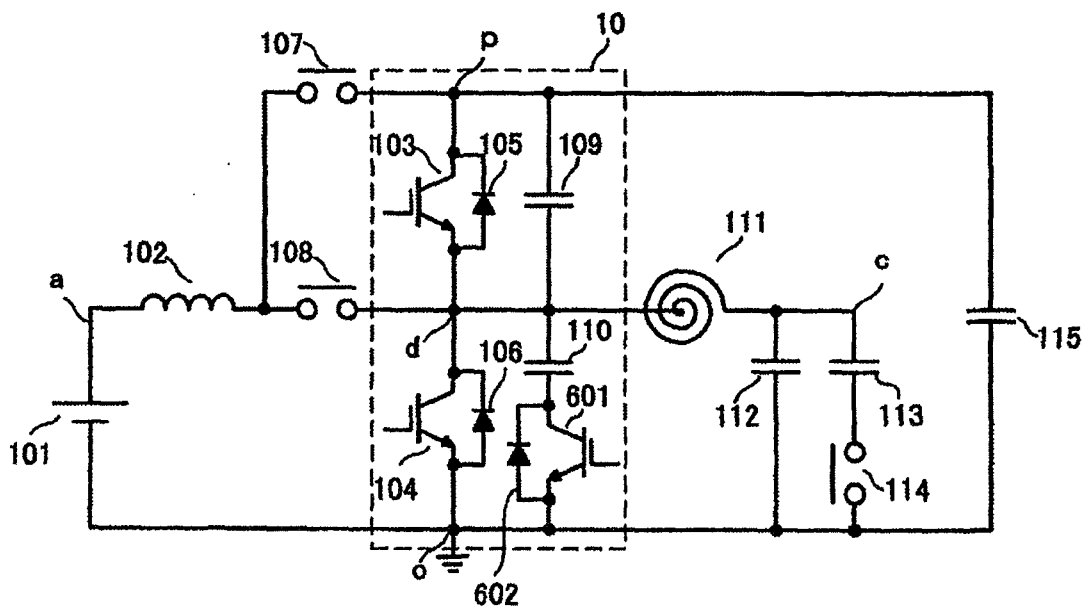


图6

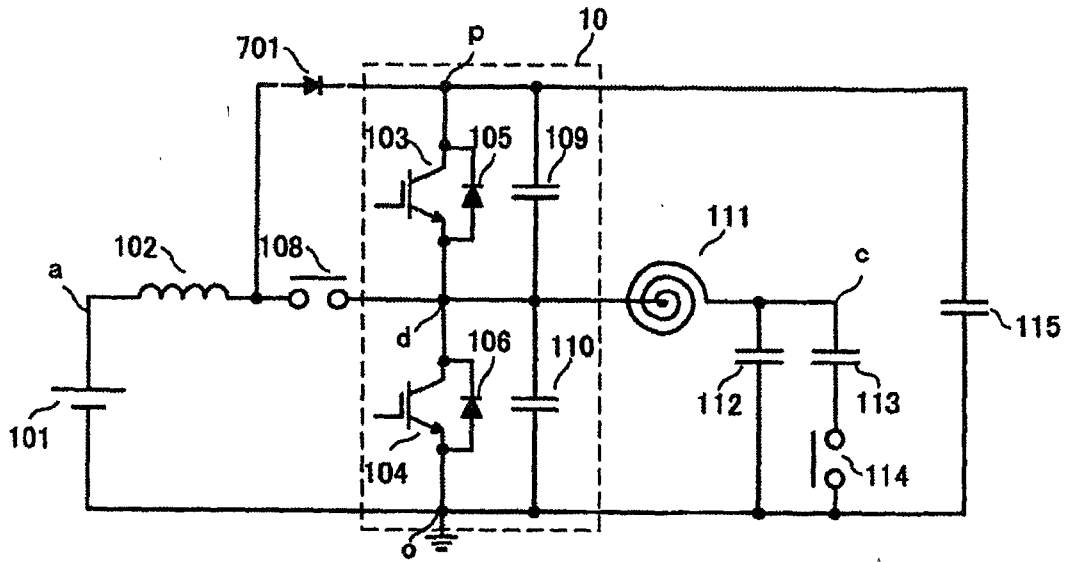


图 7

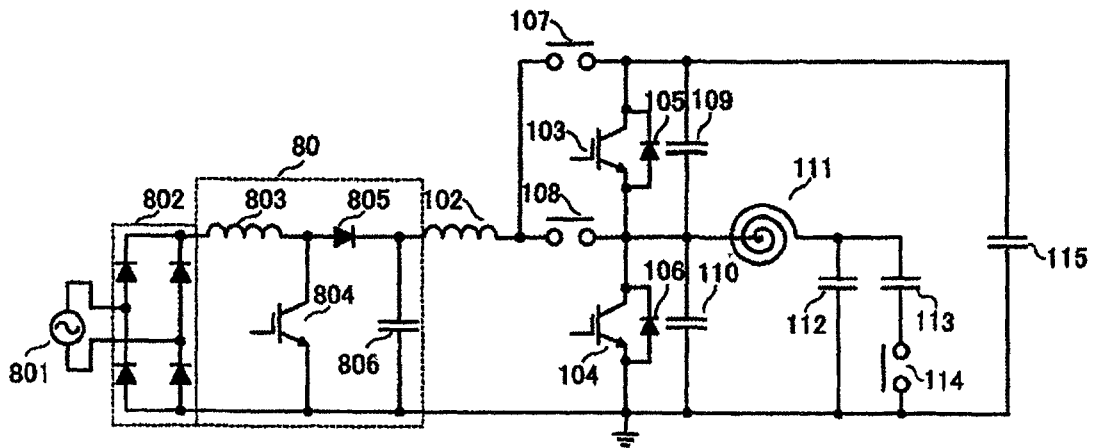


图 8

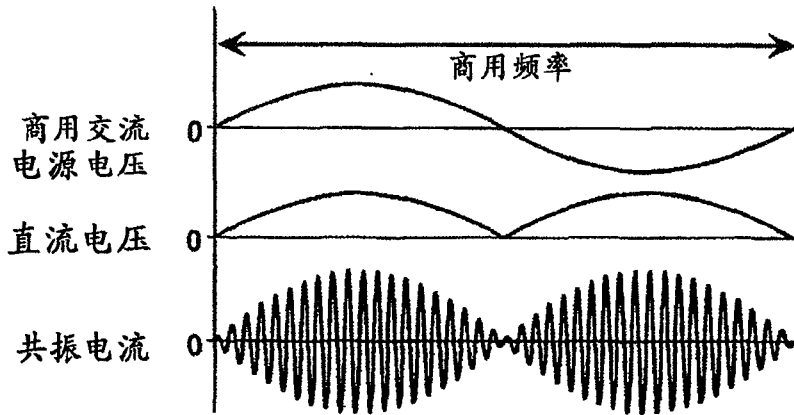


图9

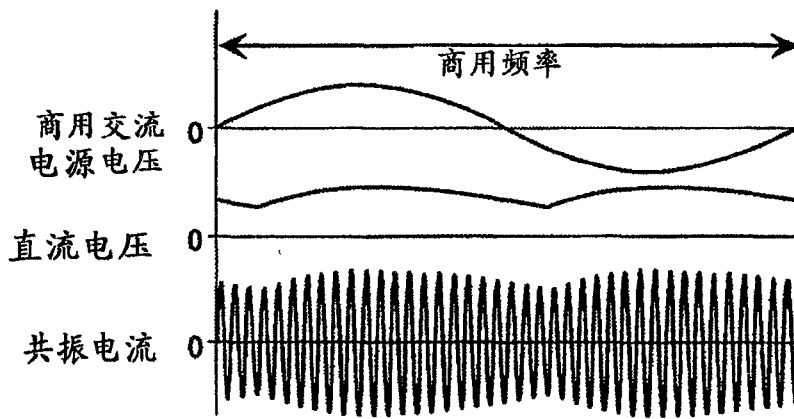


图10

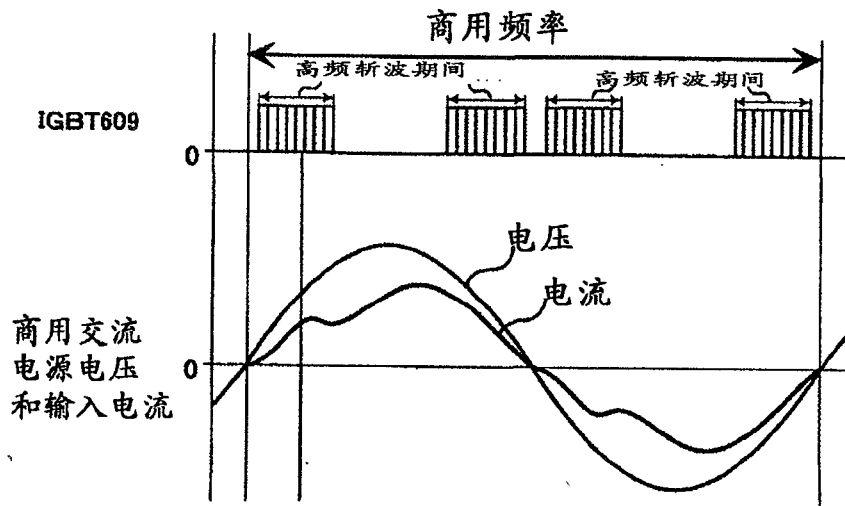


图 11

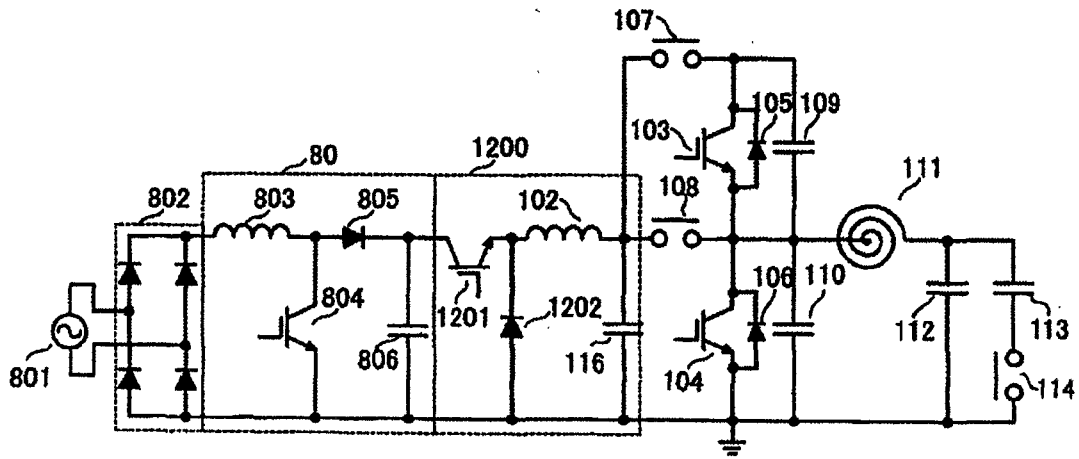


图 12

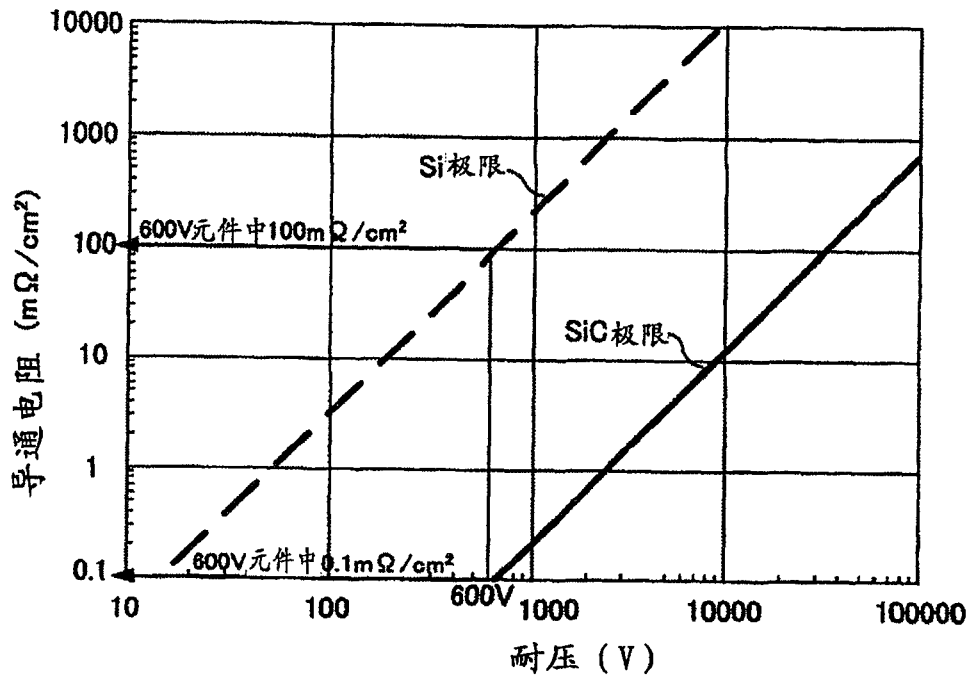


图 13

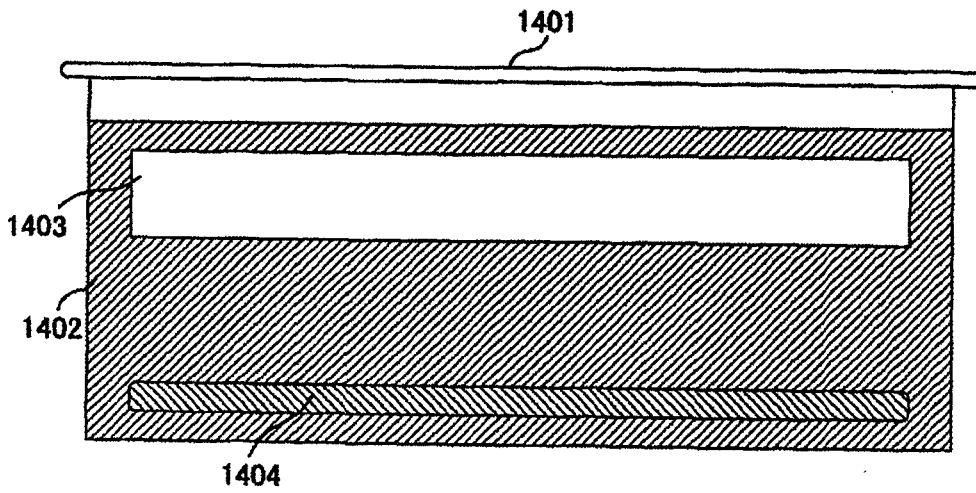


图 14

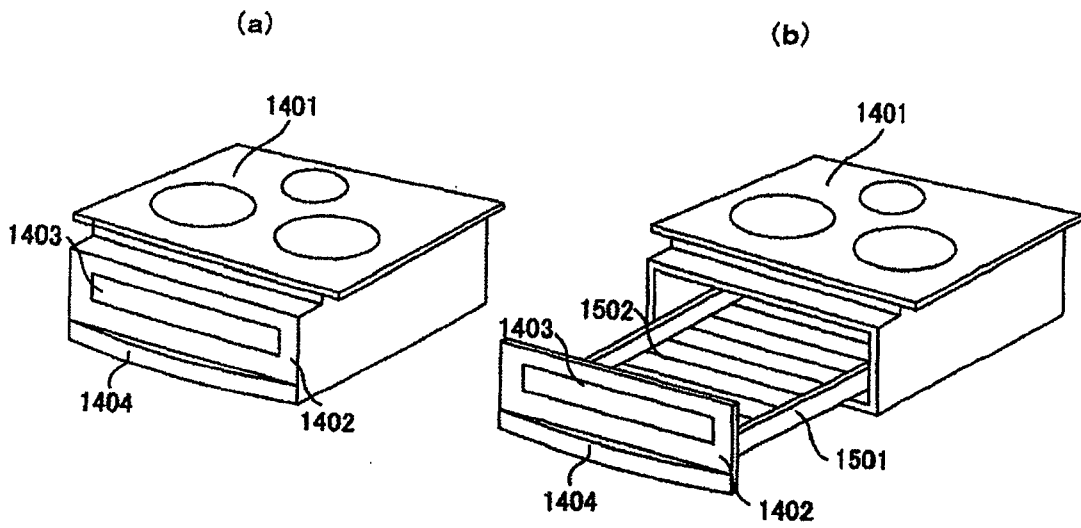


图 15

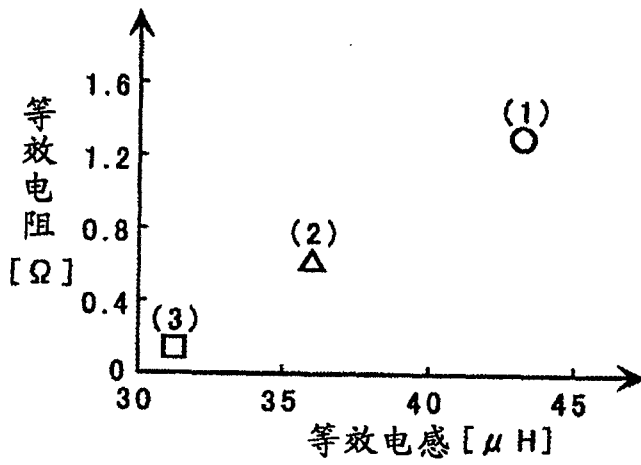


图 16

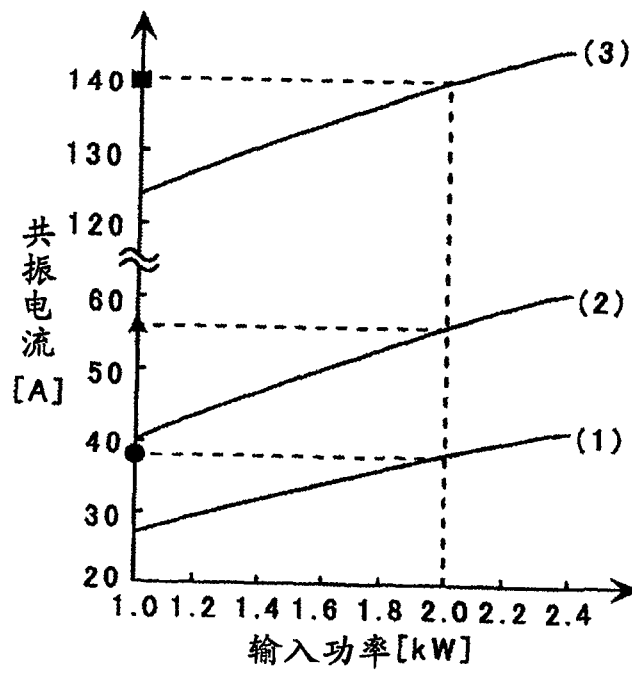


图17