



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 02103160.6

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1201157C

[22] 申请日 2002.2.1 [21] 申请号 02103160.6

[30] 优先权

[32] 2001. 2. 2 [33] JP [31] 027341/2001

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 近藤博志 真锅直规 竹原信善

审查员 雒晓明

[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

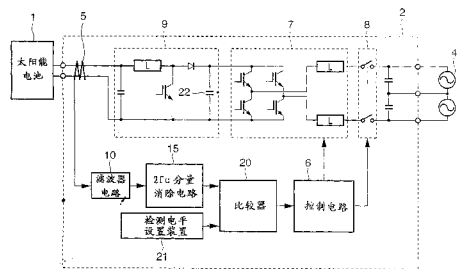
代理人 王以平

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称 检测太阳能发电系统接地故障的装置和方法

[57] 摘要

本发明涉及检测太阳能发电系统接地故障的装置和方法。在一个太阳能发电系统中，系统会使一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的 DC 功率转换成 AC 功率，并且将 AC 功率输出到市电系统，为了检测接地故障，检测太阳能电池的输出线之间的差动电流，从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的 AC 漏电流分量；并且通过将消除了 AC 漏电流分量之后的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态。按照这种方式，尽管 DC 电流路径中存在静电电容，也能防止由此造成的 AC 漏电流分量的影响所导致的错误的接地故障状态确定，并且能精确地确定接地故障状态。



1.一种在太阳能发电系统中检测太阳能电池接地故障的接地故障检测装置,该系统会使一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的直流功率转换成交流功率,并且将交流功率输出到市电系统,该装置包括:

用于检测太阳能电池的输出线之间的差动电流的差动电流检测装置;  
交流漏电流消除装置,用于从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的交流漏电流分量;以及

确定装置,通过将上述交流漏电流消除装置输出的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态,

其中来自所述交流漏电流消除装置的电流值是一个直流值。

2.按照权利要求1的装置,其特征是上述交流漏电流消除装置从差动电流中消除二倍于市电系统频率的频率分量。

3.按照权利要求1的装置,其特征是上述交流漏电流消除装置根据太阳能电池的输出线的电压变化量和太阳能电池的对地电容计算出交流漏电流的预测值,并且从差动电流值中减去这一预测值。

4.按照权利要求1的装置,其特征是上述交流漏电流消除装置根据非隔离式逆变器的增压器部分的电压变化量和太阳能电池的对地电容计算出交流漏电流的预测值,并且从差动电流值中减去这一预测值。

5.按照权利要求1的装置,其特征是上述交流漏电流消除装置根据非隔离式逆变器的输出功率量和太阳能电池的对地电容计算出交流漏电流的预测值,并且从差动电流值中减去这一预测值。

6.按照权利要求1的装置,其特征是上述交流漏电流消除装置包括滤波器装置,用来从差动电流中消除非隔离式逆变器的脉宽调制分量。

7.一种太阳能发电系统,包括:

用来检测太阳能发电系统中的太阳能电池接地故障的接地故障检测装置,该系统会使一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的直流功率转换成交流功率,并且将交流功率输出到市电系统,该装置包括:

用于检测太阳能电池的输出线之间的差动电流的差动电流检测装置;

交流漏电流消除装置,用于从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的交流漏电流分量;以及

确定装置,通过将上述交流漏电流消除装置输出的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态,其中来自所述交流漏电流消除装置的电流值是一个直流值;以及

控制装置,按照来自上述接地故障检测装置的确定结果来控制上述非隔离式逆变器的操作以及一个系统互连开关的状态。

8.一种在太阳能发电系统中检测太阳能电池接地故障的接地故障检测方法,该系统会使一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的直流功率转换成交流功率,并且将交流功率输出到市电系统,该方法包括以下步骤:

检测太阳能电池的输出线之间的差动电流;

从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的交流漏电流分量;并且

通过将消除了交流漏电流分量之后的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态,其中所述消除了交流漏电流分量之后的电流值是一个直流值。

## 检测太阳能发电系统接地故障的装置和方法

### 技术领域

本发明涉及到用于太阳能发电系统的接地故障检测装置和方法,特别涉及到这样一种接地故障检测装置和方法,它检测太阳能电池的接地故障状态,并且停止太阳能发电系统中的一个逆变器,该系统用一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的DC功率转换成AC功率,并且将AC功率输出到市电系统。

### 背景技术

近年来,由于因使用矿物燃料造成的二氧化碳排放使全球变暖以及核电厂事故和放射性废料造成的放射性污染等问题已变得日益严重,人们对地球环境和能源越来越关注。在这种形势下,全世界都期待利用太阳光也就是光能作为无排放和清洁能源的太阳能发电。

对应着从几W到数千kW的输出功率,使用太阳能电池的太阳能发电装置采用了各种形式。一般的家庭普遍采用的太阳能发电装置是3到5kW太阳能电池和一个3到5kW逆变器的组合。在太阳能电池安装面积可以比一般家庭大的公寓套房或公共设施中,可以采用的太阳能发电装置是10kW太阳能电池和并联连接的两到三个3到5kW逆变器的组合。

采用太阳能电池的典型系统将太阳能电池产生的DC功率转换(DC/AC转换)成AC功率并且将AC功率提供给市电系统。图8的电路图示意性地表示了这种太阳能发电装置的结构。

参见图8,标号101代表太阳能电池组,它是通过将多个太阳能电池组件串联连接成太阳能电池串并且将太阳能电池串并联连接而构成的;102是一个执行DC/AC转换的逆变器;而104是市电系统。

太阳能电池组101的DC输出由一个电流采集盒(未示出)来采集并且由逆变器102转换成市电AC功率。由太阳能电池组101,电流采集盒和逆变器102组成一个太阳能发电装置。由太阳能发电装置产生的AC功率可以通过一个配电开关板(未示出)提供给家中的负载或者是市电系统104。

为了在太阳能电池组101发生DC接地故障的情况下防止电气冲击并保护电路,在常规的逆变器102中设有电流互感器105,控制电路106和系统互连开关108。

电流互感器105中的一个检测电路将太阳能电池组101正、负极之间的差动电流值(接地故障检测值)和一个预定的门限值相比较,从而检测出太阳能电池组101的接地故障。如果检测到接地故障,控制电路106就停止逆变器102中的逆变器电路107并且还关断系统互连开关108以确保安全并保护市电系统。

在日本专利公开09-285015号所描述的结构中,已经考虑到了由于水滴粘在太阳能电池组件上会使地与太阳能电池组件之间的电容增大。当代表接地故障状态的接地故障检测值处在预定值或以上时,就抑制逆变器107的输出功率。如果接地故障检测值仍然在预定值或以上,就停止逆变器电路107,并且关断系统互连开关108。

然而,这种常规装置存在以下的缺点。

在逆变器102的DC电流路径中会发生对应着来自逆变器电路107的市电AC频率输出的电压变化。电压的这一变化会传到太阳能电池组的DC电流路径中造成对地AC电流的变化(接地电平的变化)。对地AC电流的这一变化会通过太阳能电池组本身的电容变成AC漏电流分量。AC漏电流分量会随着提供给逆变器电路的电流即太阳能发电装置的发电量的增大而增大。

在逆变器的接地故障检测中,当太阳能电池的DC电流路径中发生接地故障时,必须立即从市电系统上断开DC电流路径,以免接地故障电流继续流动。因此,逆变器的接地故障检测的灵敏度必须设置得很高。

出于这一原因,在常规的装置中,即使是DC电流路径没有接地故障,由于静电电容对AC漏电流分量的影响也可能出现被确定为接地故障的操作错误,并且逆变器可能被停止。

另外,在日本专利公开09-285015号所描述的装置中,由于发电量在接地故障检测值因静电电容的影响而增大时会受到抑制,太阳能发电装置的总发电量就会降低。

## 发明内容

本发明就是针对上述问题而提出的,其目的是提供一种在太阳能发电系统中检测接地故障的装置和方法,用它能精确地确定接地故障状态。

为了实现上述目的,按照本发明的一个方面提供了一种在太阳能发电系统中检测太阳能电池接地故障的接地故障检测装置,该系统会使一个非隔离

式逆变器将太阳能电池产生的直流功率转换成交流功率,并且将交流功率输出到市电系统,该装置包括:用于检测太阳能电池的输出线之间的差动电流的差动电流检测装置;交流漏电流消除装置,用于从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的交流漏电流分量;以及确定装置,通过将上述交流漏电流消除装置输出的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态,其中来自所述交流漏电流消除装置的电流值是一个直流值。

优选地,上述交流漏电流消除装置根据非隔离式逆变器的输出功率量和太阳能电池的对地电容计算出交流漏电流的预测值,并且从差动电流值中减去这一预测值。

按照本发明,还提供了一种太阳能发电系统,包括:用来检测太阳能发电系统中的太阳能电池接地故障的接地故障检测装置,该系统会使一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的直流功率转换成交流功率,并且将交流功率输出到市电系统,该装置包括:用于检测太阳能电池的输出线之间的差动电流的差动电流检测装置;交流漏电流消除装置,用于从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的交流漏电流分量;以及确定装置,通过将上述交流漏电流消除装置输出的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态,其中来自所述交流漏电流消除装置的电流值是一个直流值;以及控制装置,按照来自上述接地故障检测装置的确定结果来控制上述非隔离式逆变器的操作以及一个系统互连开关的状态。

本发明还提供了一种在太阳能发电系统中检测太阳能电池接地故障的接地故障检测方法,该系统会使一个非隔离式逆变器将太阳能电池产生的直流功率转换成交流功率,并且将交流功率输出到市电系统,该方法包括以下步骤:检测太阳能电池的输出线之间的差动电流;从差动电流中消除由太阳能电池的对地电容造成的交流漏电流分量;并且通过将消除了交流漏电流分量之后的电流值和一个预定门限值相比较来确定是否出现了接地故障状态,其中所述消除了交流漏电流分量之后的电流值是一个直流值。

按照这种方案,就能防止尽管DC电流路径中没有接地故障状态但由于静电电容造成的AC漏电流分量的影响致使的任何接地故障状态确定,并且能精确地确定接地故障状态。

从以下结合附图的说明中还可以看出本发明的其它特征及其优点,在所有附图中都采用了相同的标号来表示相同或类似的零件。

附图说明

作为说明书一个组成部分的附图和说明书一起表示了本发明的实施例,可用来解释本发明的原理。

图1的方框图表示包括本发明第一实施例的接地故障检测装置的一种太阳能发电系统的结构;

图2的电路图表示图1中所示的逆变器电路7的细节;

图3A到3D用曲线表示了图1所示的接地故障检测装置中关于接地故障检测的信号波形;

图4A到4F用曲线表示了图1中各个部位的信号波形;

图5的方框图表示包括本发明第二实施例的接地故障检测装置的一种太阳能发电系统的结构;

图6的方框图表示包括本发明第三实施例的接地故障检测装置的一种太阳能发电系统的结构;

图7用曲线表示了太阳能发电系统的发电量和按照对地电容值的漏电流预测值之间的关系;以及

图8的方框图表示包括常规的接地故障检测装置的一种太阳能发电系统的结构。

## 具体实施方式

以下要参照附图具体描述按照本发明用在太阳能发电系统中的接地故障检测装置的各种实施例。

### [第一实施例]

图1的方框图表示一种太阳能发电系统的示意性结构,它采用了按照本发明第一实施例的接地故障检测装置。以下要简要描述其主要部件。

参见图1,标号1代表一个太阳能电池组,它是通过串联连接多个太阳能电池组件构成太阳能电池串并且将太阳能电池串并联连接而组成的。太阳能电池组件的光电转换部分可以使用非晶体硅基材料,多晶硅或者是结晶硅。按照用途或者是安装现场使用适当的太阳能电池组件。

标号2代表一个逆变器。用一个电流采集盒(未示出)采集太阳能电池组1的输出并且引导到逆变器2。在逆变器2中,来自太阳能电池组的DC输

出被转换成AC功率,或者是通过调节DC电压或DC电流使太阳能电池的电压/电流工作点保持在最大功率。

逆变器2的输出线包括两条电压线和一条中线,由两条电压线之间的200V的AC电压构成一个200V单相三线系统。

来自逆变器2的200V单相三线输出被输出到市电系统4。也就是将太阳能发电系统产生的AC功率连接到市电系统4。通过一个配电开关板(未示出)来连接逆变器2和市电系统4。除了逆变器2和市电系统4之外,还有一个家中的负载(未示出)连接到配电开关板上。

当太阳能发电系统的发电量超过负载的使用量时,功率被出售给市电系统。反之,当太阳能发电装置的发电量小于负载的使用量时,就从市电系统购买功率。

以下要描述逆变器2的主要部件。

为了将来自太阳能电池组1的DC功率输出转换成200V的单相AC功率,用一个增压器电路9将接收的DC输出电压增压到320V。这一电压值会将增加的系统电压加到AC输出电压的峰值上。

本发明所使用的太阳能电池组1具有最佳工作电压为200V的阵列结构。因为最大功率工作点跟踪控制是在150到300V的范围内执行的,增压器电路9相对于150到300V的输入电压输出一个320V的电压。

本实施例的增压器电路9是由图1中所示的一个增压斩波器电路构成的,其切换频率是20kHz。

逆变器电路7将利用增压器电路9增压到320V的DC电压的功率转换成市电AC功率。图2的电路图表示了逆变器电路7的细节。

在本实施例的逆变器电路7中,用一个IGBT作为主电路的开关元件。工作频率被设置在音频以上的20kHz。逆变器电路7是由四个IGBT元件Q1到Q4以及滤波器L和C构成的。逆变器电路7通过正弦调制PWM控制来反复导通/关断IGBT元件,从而将DC功率转换成AC功率。

在本实施例中,用一个可以由外部信号导通/关断的电磁继电器来构成系统互连开关8。



系统互连开关8在逆变器的工作状态下被导通,而在逆变器的停止状态下被关断。如果在太阳能发电系统工作期间检测到逆变器2或市电系统4中的一个故障,就用来自控制电路6的一个断开指令断开系统互连开关8。

电流互感器5被布置在逆变器2中,用来在太阳能发电系统中发生接地故障时防止任何电气冲击并保护电流路径。电流互感器5输出太阳能电池组1的正、负极之间的差动电流,这对于检测太阳能电池组1的接地故障状态是必要的。

在本实施例中,电流互感器5被布置在逆变器2输入端的DC电流路径中。然而,电流互感器5也可以布置在逆变器2输出端的AC电流路径中,或者是可以被插入在增压器电路9和逆变器电路7之间,同时将两条线连到一起。这是因为,在本实施例的无互感器方案中,DC电路中的接地故障电流不仅会变成DC电路中的不平衡电流,还会在AC电路中产生不平衡电流。

在本实施例中,电流互感器5被布置在逆变器2中。然而,电流互感器5也可以布置在逆变器2之外。

用滤波器电路10消除来自电流互感器5的差动电流输出的预定频率分量。由于本实施例中使用的逆变器电路执行切换的频率是20kHz,用滤波器电路10消除20kHz的分量。

用一个 $2fc$ 分量消除电路15消除 $2fc$ 的频率,它是系统AC频率的二倍。在本实施例中,对一个对应着系统AC频率的半周期( $1/2fc(\text{Hz})$ )的数据取平均值并且输出。

为了消除系统AC频率二倍的频率分量 $2fc$ ,采用一个带通滤波器来消除频率 $2fc$ ,或者是与系统频率同步地在系统频率的过零点上对数据采样。本实施例可以采用其中任何一种方法。

检测电平设置装置21输出一个预置接地故障检测值的门限值。在安装逆变器2时设置这个值。以下要说明当接地故障检测电平被设置在50mA时所执行的操作。

一个比较器20将检测电平设置装置21输出的值与一个值相比较,后者是借助于让电流互感器5的输出通过滤波器电路10和 $2fc$ 分量消除电路15而

获得的。如果来自 $2fc$ 分量消除电路15的输出值(DC输出值)超过了从检测电平设置装置21输出的值,比较器20就输出一个接地故障检测信号。

控制电路6控制逆变器电路7和系统互连开关8。一旦从比较器20接收到一个接地故障检测信号,控制电路6就分别向逆变器电路7和系统互连开关8输出一个停止指令和断开指令。

以下要描述按照这一实施例具有上述结构的接地故障检测装置的工作方式。

如上所述,在本实施例的逆变器2中,电流互感器5获得从太阳能电池组1的正极一侧提供的电流和由其负极一侧提供的电流之间的一个差动电流 $I_c$ 。根据差动电流 $I_c$ 的电平来检测DC电流路径的接地故障状态。具体地说,接地故障检测装置包括电流互感器5,消除PWM分量的滤波器电路10,消除作为系统频率二倍的频率 $2fc$ 的影响的 $2fc$ 分量消除电路15,比较器20,以及检测电平设置装置21。

图3A到3D用曲线表示了有关接地故障检测的信号波形。图3A表示当逆变器2稳定工作时的系统AC电压输出波形。图3B表示电流互感器5在此时的检测波形。图3C表示从电流互感器5的检测波形中消除PWM分量也就是本实施例中的20kHz切换频率后获得的波形。图3D表示消除二倍于系统频率的频率分量 $2fc$ 后获得的结果,也就是针对对应着系统AC频率半周期的数据取时间平均值所获得的波形。在此处假设太阳能电池组1没有接地故障,而太阳能发电系统是按照预定的发电量持续工作的。

当逆变器电路7执行切换以产生图3A所示的200V单相三线输出波形时,有一个具有二倍于市电AC频率的频率AC分量被叠加在太阳能电池组1的DC电流路径上。该分量与太阳能电池组1和地(GND)之间的静电电容之间的相互作用会产生一个AC漏电流。此时用图1中所示的电容22来抑制DC电流路径的AC分量。为了充分抑制AC变化,必须要增大该电容的电容量。因为电容22必须采用具有高击穿电压的电容器,电容量的增大会增加成本和空间。在本实施例的逆变器中,用一个具有数千 $\mu F$ 电容量的电容器作为电容22。即便采用这样高电容量的电容器,在DC电流路径中仍然有AC变化,并且由于太阳能电池组1的静电电容会产生一个AC漏电流。

如图3B所示的AC漏电流的影响造成的接地故障检测波形是由电流互感器5来检测的。图3B所示的接地故障检测波形中包含20kHz切换频率的PWM分量。图3C所示的波形是用滤波器电路10消除了PWM分量而获得的。然而,图3C所示的波形中包含二倍于系统AC频率的频率分量 $2fc$ 。如果用 $2fc$ 分量消除电路15消除频率分量 $2fc$ ,就获得了图3D所示的波形。

如上所述,在本实施例中,接地故障状态是用不仅消除了PWM分量而且还消除了二倍于系统AC频率的频率分量后所获得的信号波形来检测的。这样就能防止因静电电容对AC漏电流分量的影响而错误地确定接地故障所造成的会停止逆变器的任何操作错误。

假设实际已经发生了接地故障,就将仅仅消除了20kHz切换频率的接地故障检测与不仅消除了20kHz切换频率还消除了二倍于系统AC频率的频率 $2fc$ 后的接地故障检测相比较。假设在检测电平设置装置21中设置的检测电平是50mA。

在图4A到4F的曲线中,沿着横坐标绘制的是时间,沿着纵坐标绘制的是电平。图4A和4D表示接地故障分量 $I_{dc}$ 的信号电平。图4B和图4E表示仅仅消除了20kHz切换频率时获得的信号电平。图4C和4F表示当执行平均处理以消除电流互感器5的检测信号中二倍于系统AC频率的频率 $2fc$ 以及20kHz切换频率时获得的信号电平。图4A到4C表示了在时间 $T_1$ 已经发生了60mA的接地故障的情况。图4D到4F表示了在时间 $T_2$ 已经发生了40mA的接地故障的情况。

在太阳能电池组1中实际的接地故障分量 $I_{dc}$ 具有图4A和4D所示的电平。然而,电流互感器5的信号电平输出与接地故障分量 $I_{dc}$ 和AC漏电流分量 $I_{ac}$ 的总和是等效的。如果仅仅用滤波器电路10从电流互感器5的信号中消除20kHz的切换频率,就会获得图4B和4E中所示的信号电平。即便是在这种状态下,因为AC漏电流分量 $I_{ac}$ 的影响很大,难以确定接地故障分量 $I_{dc}$ 是否超过了门限值“50mA”。出于这个原因,发生上述检测错误的概率很高。

另外,AC漏电流分量 $I_{ac}$ 的值会随着切换电流的幅值也就是发电量而改变。出于这个原因,如果AC漏电流分量 $I_{ac}$ 的影响很大,就不能精确地检测DC接地故障。

另一方面,在本实施例的结构中,不但消除了20kHz的切换频率,还用 $2fc$ 分量消除电路15从电流互感器5的检测信号中消除了二倍于系统AC频率的频率分量 $2fc$ ,就能根据图4C和4F所示的信号电平确定接地故障分量 $I_{dc}$ 是否超过了门限值“50mA”。在这种情况下,如图4C和4F中所示,AC漏电流分量 $I_{ac}$ 的影响变得很小。因此,在图4C所示的情况下就能精确地确定 $I_{dc}$ 超过了50mA。在图4F所示的情况下能够精确地确定 $I_{dc}$ 没有超过50mA。

如上所述,按照本实施例,由于从电流互感器5的检测信号中消除二倍于系统AC频率的频率分量 $2fc$ 后能够减少AC漏电流分量 $I_{ac}$ 的影响,就能更精确地检测到DC接地故障。

#### [实施例2]

以下要描述本发明第二实施例的接地故障检测装置。在第一实施例中,为了减少静电电容造成的AC漏电流分量的影响,采取了平均处理从接地故障检测值中消除二倍于系统AC频率的频率分量 $2fc$ 。在本实施例中是检测DC电流路径对地电压中的变化。另外还预先输入太阳能电池的对地电容值。通过用电压对地变化值和静电电容值为参数来计算由对地电容造成的AC漏电流分量,执行一种预定的算术运算。按照这种处理方式,从接地故障检测值中减少因太阳能电池组的对地电容造成的AC漏电流分量的影响,从而精确地检测DC接地故障。

图5的方框图表示采用本实施例的接地故障检测装置的一种太阳能发电系统的示意性结构。与参照图1所述的结构类似,太阳能发电系统包括太阳能电池组1和逆变器41。逆变器41的输出被输出到AC市电系统4。接地故障检测装置被安置在逆变器41中。与第一实施例中相同的标号代表图5中相同的部件,在此省略了有关的说明。以下要说明与第一实施例的区别部分。

用一个对地电压变化检测装置30检测地电位与连接到太阳能电池组

1和增压器电路9的DC路径中的对地电位之间的差值电压中的变化。

对地电容设置装置31预先输入太阳能电池组1的静电电容。因为太阳能电池组的对地电容值是由太阳能电池组的类型和容量所确定的,可以输入太阳能电池组的类型和发电容量。如果能预先确定所使用的太阳能电池的类型,就仅仅输入发电容量。如果发电容量也已经确定了,就使用一个固定值。

一个计算部32根据对地电压变化检测装置30的检测值和对地电容设置装置31的设定值来计算太阳能电池组1的静电电容造成的AC漏电流预测值。

也就是说,假设E是对地电压变化检测装置30的检测值,f是频率,而C是在对地电容设置装置31中设定的静电电容值,得到的AC漏电流i就是

$$i = 2\pi fCE$$

一个计算部33接收由电流互感器5检测的接地故障检测值和来自计算部32的AC漏电流预测值,并且向一个比较器20输出一个信号,该信号是从接地故障检测值中减去AC漏电流预测值而获得的。当计算部33的输出值超过由检测电平设置装置21设置的一个值时,比较器20就输出一个接地故障检测信号。用滤波器电路34消除PWM分量。

在本实施例的逆变器41中,接地故障检测装置的组成是电流互感器5,滤波器电路34,对地电压变化检测装置30,对地电容设置装置31,计算部32和33,比较器20,以及检测电平设置装置21。

以下简要介绍本实施例的接地故障检测装置的工作方式。检测太阳能电池1的DC电流路径中对地电压的变化。根据这一检测值和对地电容的设定值,按照一个预定的公式由静电电容计算出AC漏电流预测值。从电流互感器5的检测值中减去这一预测值,将所得的值与检测门限值相比较,从而确定一种接地故障状态。

如上所述,按照本实施例,接地故障状态是根据从电流互感器输出中减去由对地电压的变化和静电电容值计算出的一个AC漏电流预测值所获得的一个值来确定的。按照这种处理方式能减少AC漏电流分量的影响,

从而更精确地检测 DC 接地故障。

### [第三实施例]

以下要描述本发明第三实施例的接地故障检测装置。在本实施例中是检测逆变器的增压器部分的电压变化。另外还预先输入太阳能电池的对地电容值。用对地电压变化值和静电电容值作为参数执行一种预定的算术运算,由此计算出 AC 漏电流的预测值。按照这种处理方式能够从接地故障检测值中消除 AC 漏电流的影响,从而精确地检测 DC 接地故障。

图 6 的方框图表示包括本实施例的接地故障检测装置的一种太阳能发电系统的结构。与参照图 1 所述的结构类似,太阳能发电系统包括太阳能电池组 1 和逆变器 51。逆变器 51 的输出被输出到 AC 市电系统 4。接地故障检测装置被安置在逆变器 51 中。与第一和第二实施例中相同的标号在图 6 中代表相同的部件,在此省略了有关的说明。以下要说明与第一和第二实施例的区别部分。

用增压器部分电压变化检测装置 35 检测由增压器电路 9 增压的电压部分随逆变器电路 7 变化的状态。

一个计算部 36 根据增压器部分电压变化检测装置 35 的检测值和对地电容设置装置 31 的设定值来计算太阳能电池组 1 的静电电容造成的 AC 漏电流预测值。

也就是说,假设 E 是对地电压变化检测装置 35 的检测值,f 是频率,而 C 是在对地电容设置装置 31 中设定的静电电容值,得到的 AC 漏电流 i 就是

$$i = 2\pi fCE$$

一个计算部 37 接收由电流互感器 5 检测的接地故障检测值和来自计算部 36 的 AC 漏电流预测值,并且向一个比较器 20 输出一个信号,该信号是从接地故障检测值中减去 AC 漏电流预测值而获得的。当计算部 37 的输出值超过由检测电平设置装置 21 设置的一个值时,比较器 20 就输出一个接地故障检测信号。

在本实施例的逆变器 51 中,接地故障检测装置的组成是电流互感器 5,去除 PWM 分量的滤波器电路 34,增压器部分电压变化检测装置 35,计算

部 36 和 37,比较器 20,以及检测电平设置装置 21。

以下简要介绍本实施例的接地故障检测装置的工作方式。

本实施例利用了这样的事实,即随着逆变器电路 7 的切换所产生的增压器部分的电压变化的增加,由太阳能电池组 1 的静电电容造成的 AC 漏电流也会增加。

也就是说,计算部 36 根据增压器部分电压变化检测装置 35 的输出和存储在对地电容设置装置 31 中的值来计算由静电电容造成的 AC 漏电流预测值。然后用计算部 37 从电流互感器 5 的检测值中减去计算的预测值,用以减少 AC 漏电流分量  $I_{ac}$  的影响,从而更精确地检测 DC 接地故障。

增压器电路 9 中的电压变化是由逆变器电路的切换电流也就是逆变器的发电量和电容器 22 的电容所决定的。因此,由太阳能电池组的对地电容造成的 AC 漏电流就是由逆变器的发电量和太阳能电池的对地电容所确定的。

在控制电路 6 中,可以根据逆变器的发电量和来自静电电容设置装置的输入值来计算来自静电电容的漏电流预测值。

如上所述,按照本实施例,从接地故障检测装置的检测信号中去掉由逆变器增压器部分电压的检测值和太阳能电池组的对地电容计算出的一个值,用以减少 AC 漏电流分量的影响,从而更精确地检测 DC 接地故障。

#### [其他实施例]

图 7 用曲线表示了由静电电容造成的漏电流预测值中的变化,它是由逆变器的发电量和静电电容获得的。如图 7 所示,漏电流与发电量和对地电容成比例。

即便是通过从接地故障检测装置的检测值中减去由图 7 所示的曲线获得的漏电流预测值来减少 AC 漏电流分量  $I_{ac}$  的影响,也能精确地检测 DC 接地故障。

本发明可以应用于由多个设备组成的系统或者是由单个设备构成的装置。

另外,本发明的目的也可以这样来实现,提供一个存储媒体来存储执行上述处理的程序代码到一个计算机系统或装置(例如是个人计算机),从该存

储媒体用计算机系统或装置的 CPU 或 MPU 读出这种程序代码,然后执行该程序。

在这种情况下,利用从存储媒体中读出的程序代码来实现这种实施例的功能,并且用存储这种程序代码的存储媒体构成本发明。

另外,诸如软盘,硬盘,光盘,磁光盘,CD-ROM,CD-R,磁带,非易失性存储卡,以及 ROM 都可以用来提供程序代码。

另外,通过执行由计算机读出的程序代码还可以实现上述实施例的附加功能。本发明包括的情况有,由在计算机上运行的 OS(操作系统)等等按照程序代码的指示来执行一部分或是完整的程序,并且实现上述实施例的功能。

另外,本发明还包括这样的情况,将从存储媒体读出的程序代码写入一个插入计算机中的功能扩展卡,或者是写入设在连接到计算机上的一个功能扩展装置的存储器中后,由功能扩展卡或者是功能扩展装置所包含的 CPU 等等按照程序代码的指示来执行一部分或是完整的程序,并且实现上述实施例的功能。

无需脱离本发明的原理及其范围就能实现许多显而易见的不同实施例,应该认识到本发明并非仅限于所述的具体实施例,唯独权利要求书是对本发明的限定。



图1

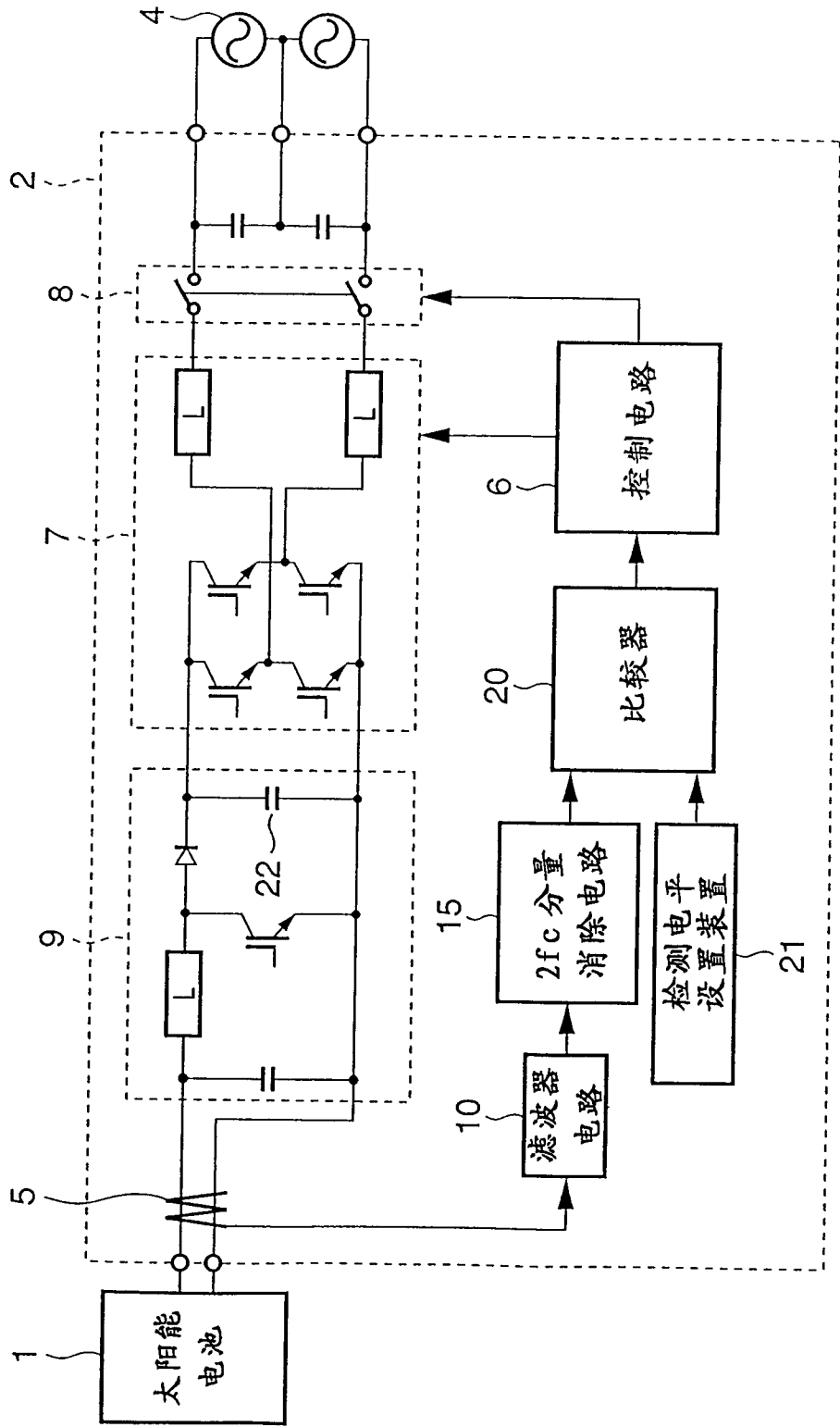
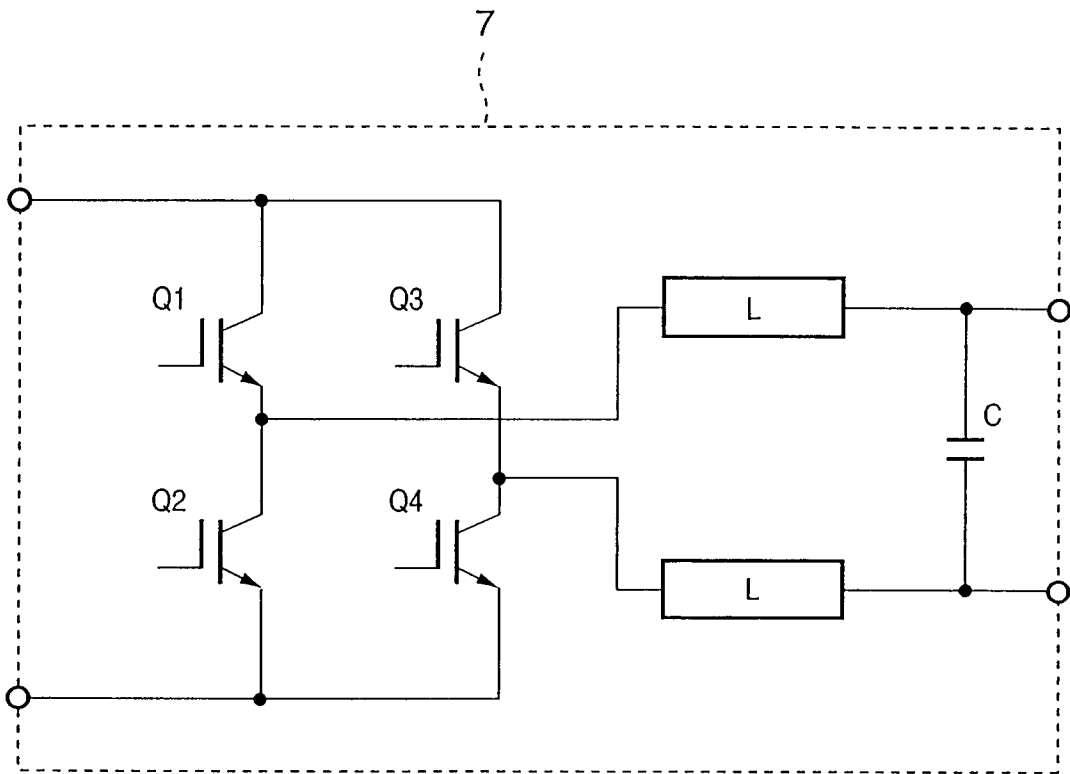


图 2



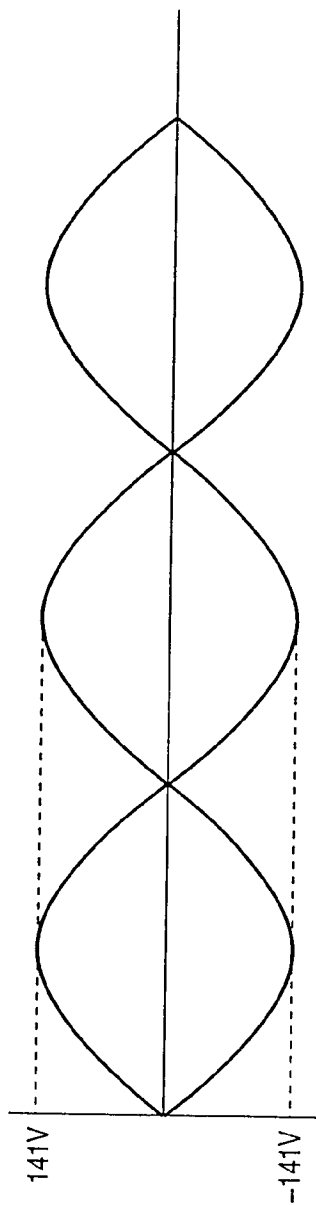


图 3A

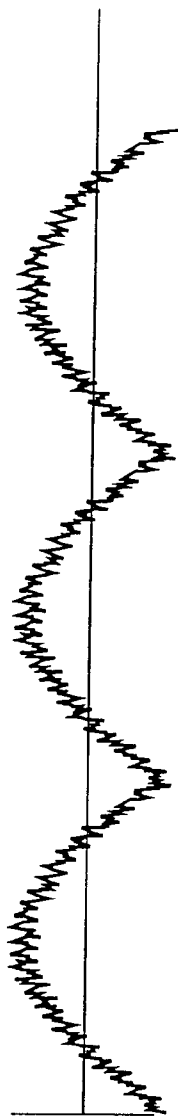


图 3B

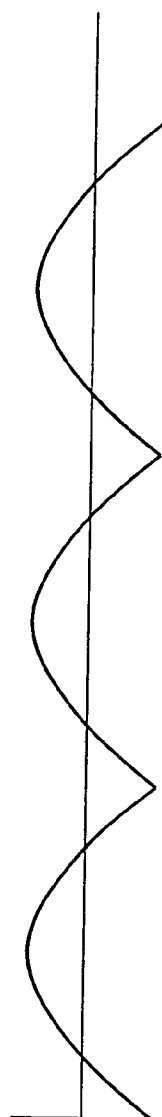


图 3C



图 3D

图 4A

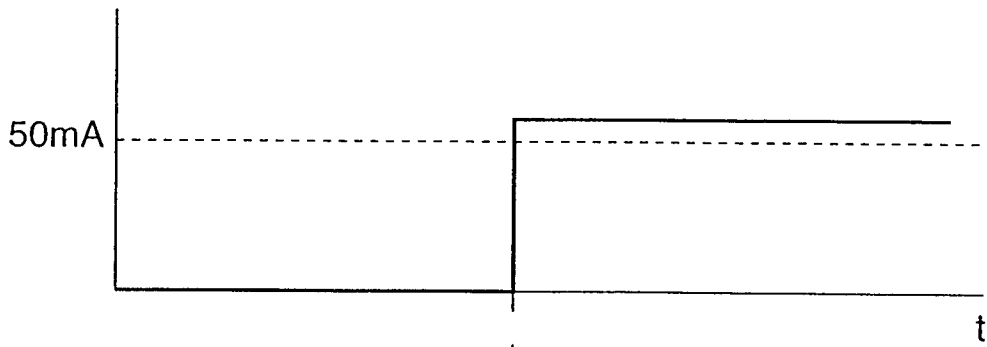


图 4B

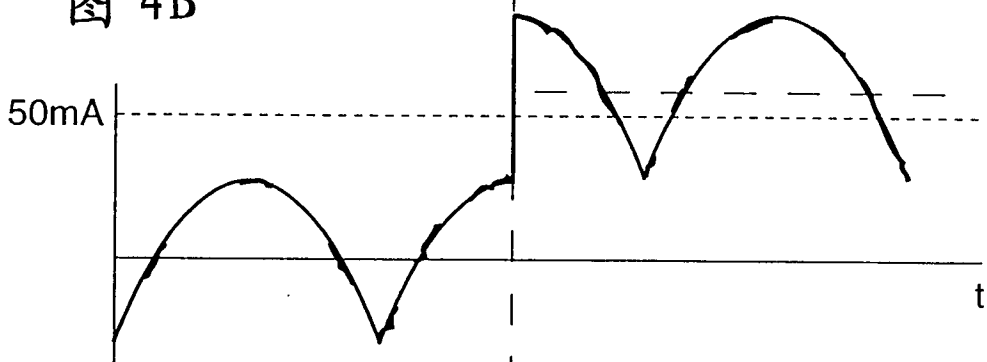


图 4C

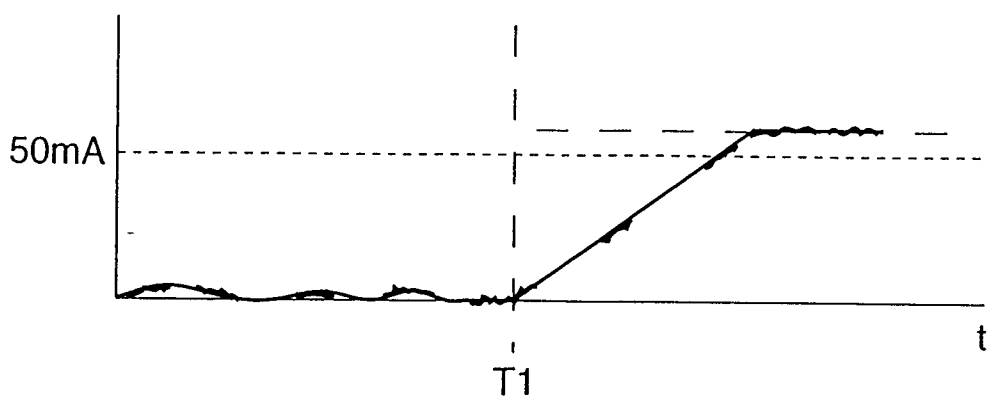


图 4D

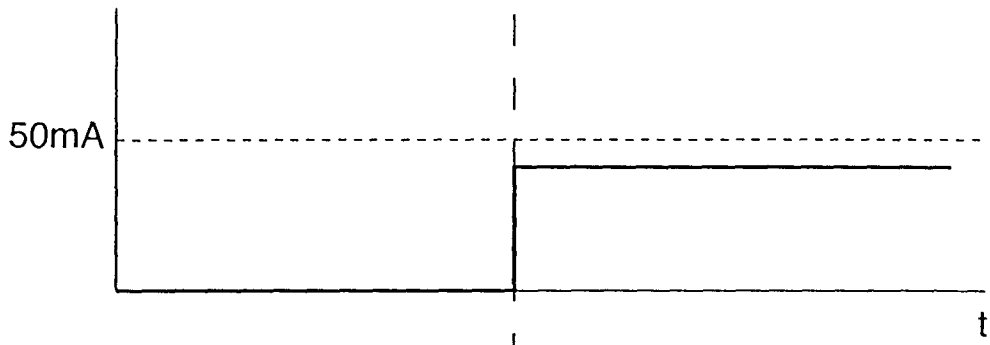


图 4E

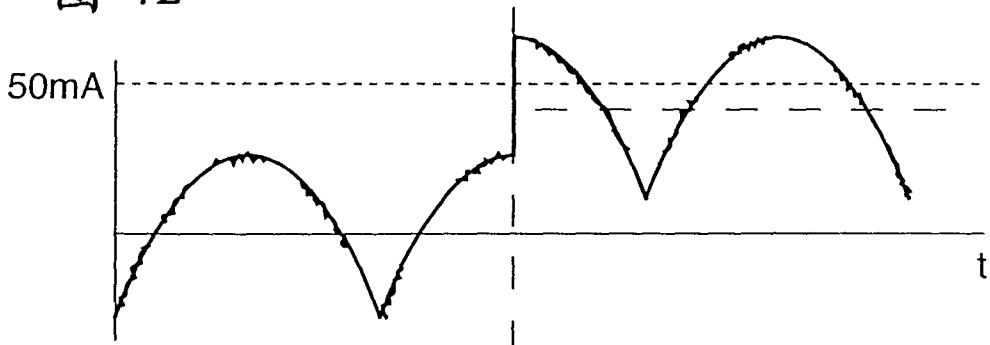


图 4F

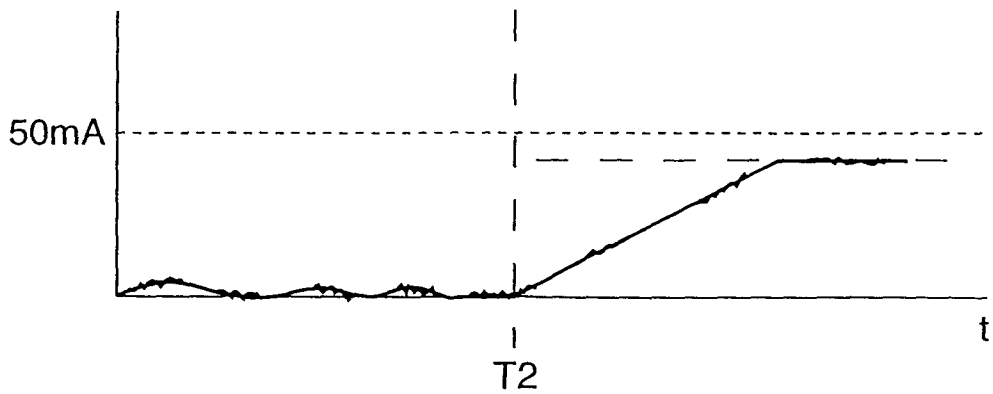


图 5

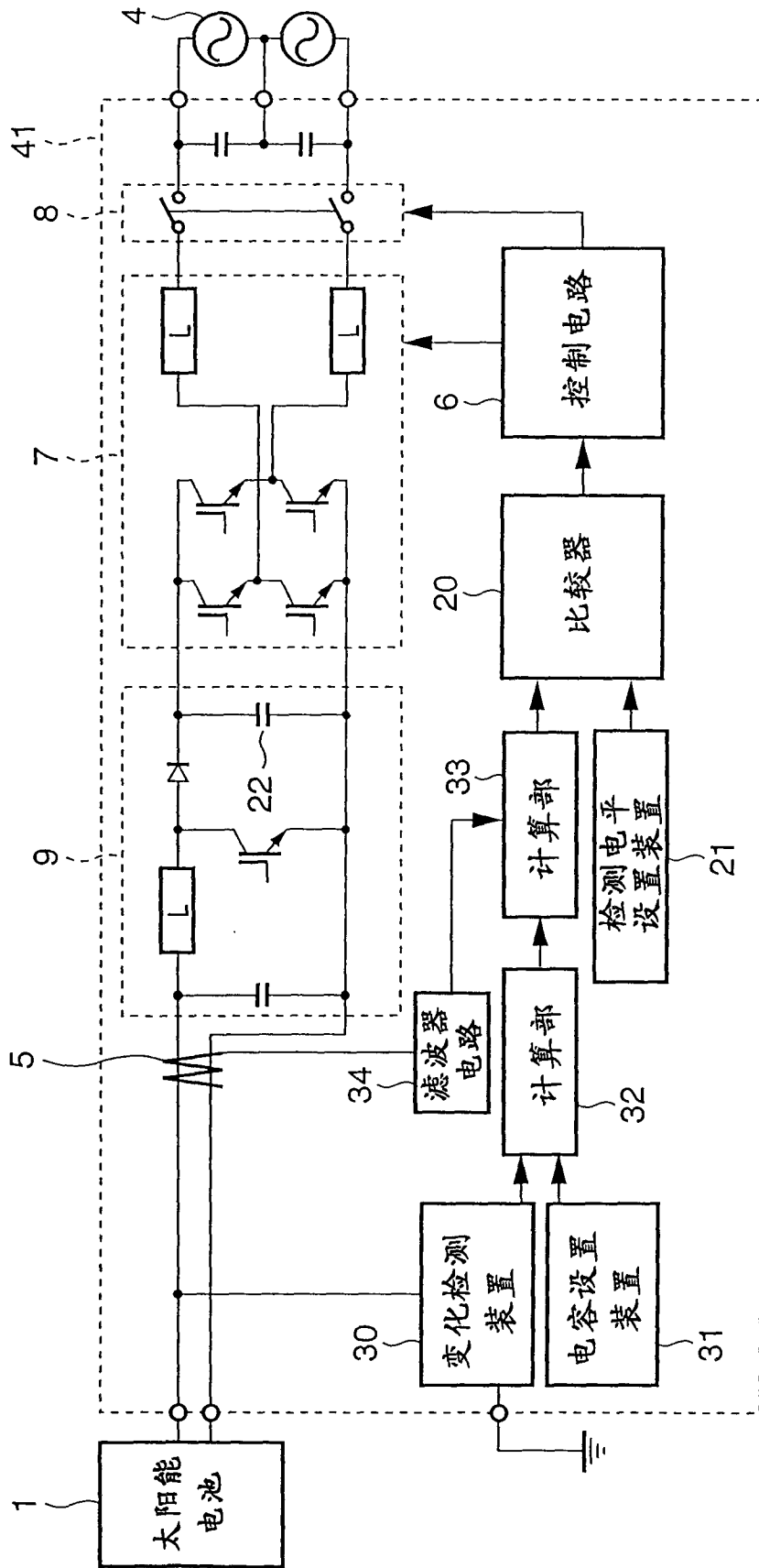




图 7

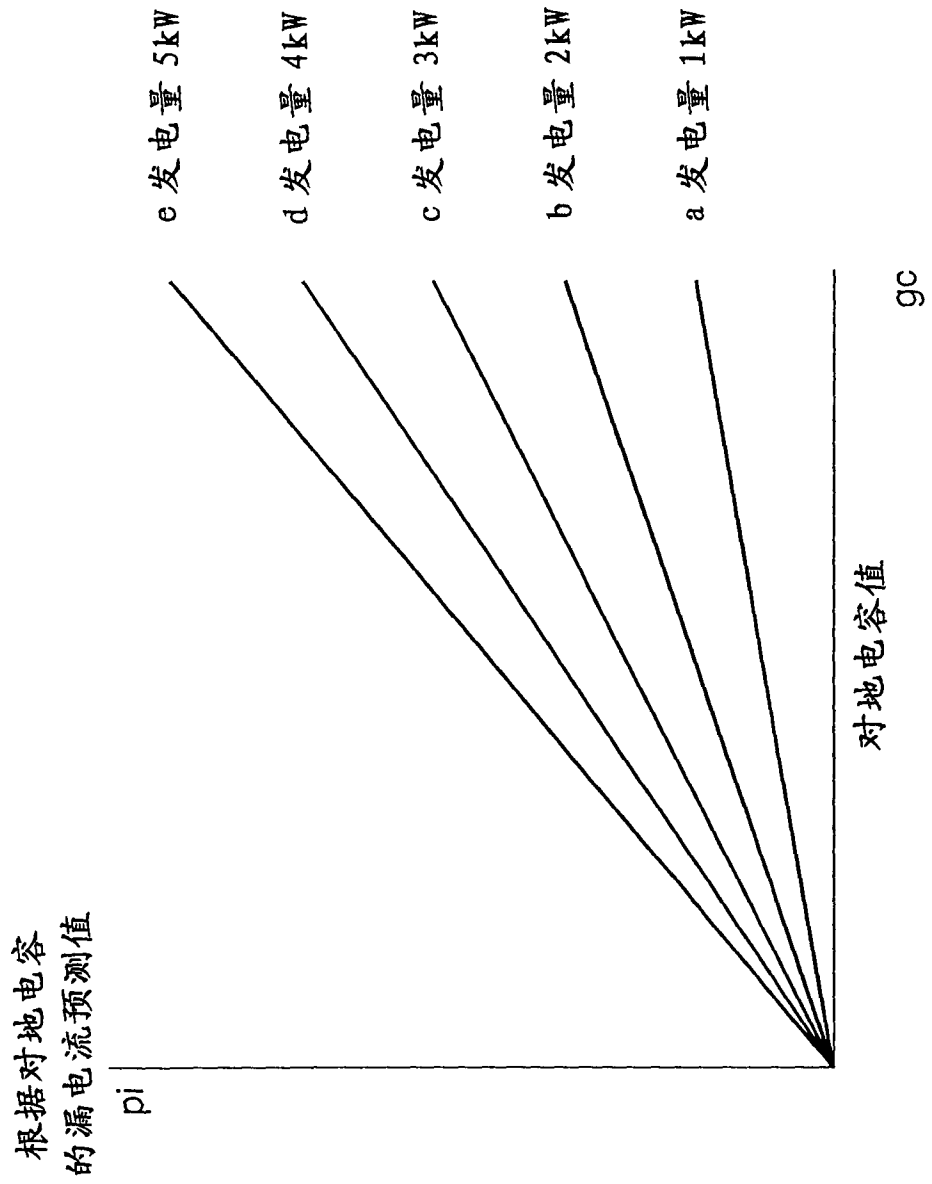




图 8

