



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94108479.5

[45]授权公告日 1997年2月12日

[11] 授权公告号 CN 1034042C

[22]申请日 94.7.21 [24]颁证日 96.11.16

[21]申请号 94108479.5

[30]优先权

[32]93.8.19 [33]JP[31]205175/93

[73]专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 池田藤巳 山本融真

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 竹 民

[56]参考文献

CN1047770A

IEEE工业应用学会年度会议 1990.10. 7

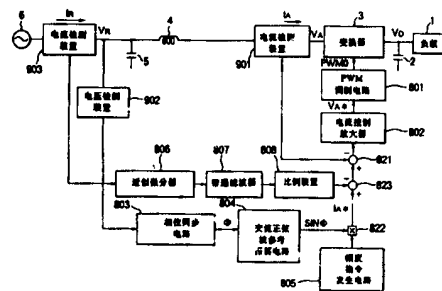
审查员 李 超

权利要求书 9 页 说明书 19 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 电源变换器的控制装置

[57]摘要

一种电力变换器的控制装置，其中，由所测得相位得到与输入电压同相的交流正弦波参考信号。乘法器根据该信号得出变换器电流指令。另外，近似微分器对输入电流进行微分，并由带通滤波器测出谐振频率成分。比例装置将谐振频率成份乘以增益系数，减法器从变换器电流指令中减去相乘后的结果。电流控制放大器和 PWM 调制电路控制变换器，使减法器之输出与变换器电流相一致。



权 利 要 求 书

1. 一种控制电源变换器的电源变换控制装置,所述电源变换器带有多个开关元件,并将交流电流变换为直流电流,以向负载供给直流输出,其特征在于,所述控制装置包括:

滤波器,包括置于交流电源与所述电源变换器之间的电抗器和电容器;

谐振检测装置,用于对存在于所述交流电源与所述滤波器的所述电容器之间的系统的电抗器元件与所述滤波器的所述电容器产生的谐振成份进行检测,该谐振检测装置与所述交流电源及电流指令值控制装置相连;

变换器电流检测装置,用于检测通过所述滤波器流入所述电源变换器的变换器电流,该变换器电流检测装置置于所述滤波器与所述电源变换器之间,并与电流控制装置相连;

输入电压检测装置,用于检测由所述交流电源提供的输入电压,该输入电压检测装置置于所述交流电源与电流指令值发生装置之间;

电流指令值发生装置,用于根据由所述输入电压检测装置检测得的电压和一个幅度指令,得到所述电源变换器用的电流指令值;该电流指令值发生装置与所述输入电压检测装置及电流指令值控制装置相连;

电流指令值控制装置,用于根据由所述谐振检测装置检测得的谐振成份,改变由所述电流指令值发生装置输出的所述电流指令值,该电流指令值控制装置与所述谐振检测装置、所述电流指令值发生装置及电流控制装置相连;以及

电流控制装置,用于根据由所述电流指令值控制装置输出的所

述指令值与由所述变换器电流检测装置检测得的电流值之间的差值,得出电压指令值,并根据所述电压指令值,对所述电源变换器传送脉宽调制的控制输出,来控制所述多个开关元件,以提供直流输出至所述负载,该电流控制装置置于所述电流指令值控制装置及所述变换器之间,并与所述变换器电流检测装置相连。

2. 如权利要求 1 所述的控制装置,其特征在于,所述谐振检测装置包括:

输入电流检测装置,用于检测来自所述交流电源的输入电流;

微分器,用于对由所述输入电流检测装置检测得的电流进行微分;以及

带通滤波器,用于让所述微分器的输出从中通过,以得到输入电流的谐振频率成分。

3. 如权利要求 1 所述的控制装置,其特征在于,所述谐振检测装置包括:

电容器电流检测装置,用于检测由所述交流电源流入所述滤波电容器的电流;

微分器,用于对由所述电容器电流检测装置检测得的电流进行微分;以及

带通滤波器,用于让所述微分器的输出从中通过,以得到输入电流的谐振频率成分。

4. 如权利要求 1 所述控制装置,其特征在于,所述谐振检测装置包括:

电抗器,它设在所述交流电源与所述滤波器之间,用于检测谐振;

电容器电压检测装置,用于检测所述滤波器的电容器电压;

减法器,用于从由所述输入电压检测装置检测得的电压中减去由所述电容器电压检测装置检测得的电压,以得到加至所述电抗器

的电压；以及

带通滤波器，用于让所述减法器的输出从中通过，以得到输入电流的谐振频率成分。

5. 如权利要求 1 所述的控制装置，其特征在于，所述电流指令值发生装置包括：

幅度指令发生电路，用于对于由所述电源变换器输出之电流产生幅度指令；

相位同步电路，用于根据由所述输入电压检测装置检测得的电压得到交流输入的相位；

交流正弦波参考振荡电路，用于产生与所述交流输入同相的交流正弦波参考信号；以及

乘法器，用于把来自所述交流正弦波参考振荡电路的所述交流正弦波参考信号乘以来自所述幅度指令发生电路的所述幅度指令，以产生电流指令值。

6. 如权利要求 1 所述的控制装置，其特征在于，所述电流指令值控制装置包括：

比例装置，用于得出一输出，在该输出中，由所述谐振检测装置检测得的输出被乘以预定的增益；以及

减法器，用于得到由所述电流指令发生装置输出的电流指令值与所述比例装置的输出之间的差值。

7. 如权利要求 1 所述的控制装置，其特征在于，所述电流控制装置包括：

减法器，用于得出由所述电流指令值控制装置输出的电流指令值与由所述变换器电流检测装置检测得的电流值之间的差值；

电流控制放大器，用于根据所述减法器的输出得出电压指令值，以控制变换器电流；以及

脉冲宽度调制电路，用于发送脉冲宽度调制用的控制输出，以

根据由所述电流控制放大器输出的电压指令值来控制所述电源变换器。

8. 一种控制电源变换器的电源变换器控制装置,所述电源变换器带有多个开关元件,并将交流电流变换为直流电流,以向负载供给直流输出,其特征在于,所述控制装置包括:

滤波器,包括置于交流电源与所述电源变换器之间的电抗器和电容器;

变换器电流检测装置,用于检测通过所述滤波器流入所述电源变换器的变换器电流,该变换器电流检测装置置于所述滤波器与所述电源变换器之间,并与电流控制装置相连;

输入电压检测装置,用于检测由所述交流电源提供的输入电压,该输入电压检测装置置于所述交流电源与电流指令值发生装置之间;

电流指令值发生装置,用于根据由所述电压检测装置检测得的电压和幅度指令得到所述电源变换器用的电流指令值,该电流指令值发生装置置于停止预告电路与电流控制电路之间,并与所述输入电压检测装置相连;

电流控制装置,用于根据一差值得到电压指令值,所述差值是由所述电流指令值发生装置输出的电流指令值与由所述变换器电流检测装置检测得的电流值之间的差值,并根据所述电压指令值,传送脉冲宽度调制用的控制输出至所述电源变换器,控制多个开关元件,以提供直流输出至所述负载,该电流控制装置置于所述电源变换器与所述电流指令值发生装置之间,并与变换器电流检测装置相连;

停止预告电路,用于在装置停止工作前输出停止预告信号至所述电流指令值发生装置,并对所述电源变换器用的电流指令值进行控制,从而将所述电流指令值改变至零,该停止预告电路与所述电流指令值发生装置相连。

9. 如权利要求 8 所述的控制装置, 其特征在于, 还包括:

使所述交流电源和所述控制装置相互分离的开关;

开关检测电路, 用于检测所述开关是否断开;

输入电压指令发生电路, 用于产生输入电压指令;

减法器, 用于从送自所述输入电压指令发生电路的输入电压值中减去由所述输入电压检测装置检测得的电压值;

电压控制放大器, 用于根据所述减法器的输出而输出控制电流, 以控制输入电压; 以及

加法器, 用于将通过所述控制开关得到的所述电压控制放大器之输出与由所述电流指令发生装置输出的电流指令值相加, 以得到将要输入至所述电流控制装置的新的电流指令值。

10. 如权利要求 8 所述的控制装置, 其特征在于, 还包括:

输入电流检测装置, 用于检测来自交流电源的输入电流;

输入电流指令发生电路, 用于产生输入电流指令;

第一减法器, 用于从送自所述输入电流指令发生电路的输入电流指令值中减去由所述输入电流检测装置检测得的电流值;

电流控制放大器, 用于根据所述第一减法器的输出而输出输入电压指令, 以控制输入电流;

第二减法器, 用于从由所述电流控制放大器输出的输入电压值中减去由所述输入电压检测装置检测得的电压值;

电压控制放大器, 用于根据所述第二减法器的输出而输出控制电流;

控制开关, 该开关是受控制的, 从而根据由所述停止预告电路的输出而被接通; 以及

加法器, 用于使通过所述控制开关得到的所述电压控制放大器之输出与由所述电流指令发生装置输出的电流指令值相加, 以得到将输入至所述电流控制装置的新的电流指令值。

11. 如权利要求 8 所述的控制装置,其特征在于,所述电流指令值发生装置包括:

幅度指令发生电路,用于产生由所述电源变换器输出电流用的幅度指令;

相位同步电路,用于根据由所述输入电压检测装置检测得的电压得出交流输入的相位;

交流正弦波参考振荡电路,用于得到与所述交流输入同相的交流正弦参考信号;以及

乘法器,用于将送自所述交流正弦波参考振荡电路的所述交流正弦参考信号乘以送自所述幅度指令发生电路的所述幅度指令,以得到电流指令值。

12. 如权利要求 8 所述的控制装置,其特征在于,所述电流控制装置包括:

减法器,用于得到由所述电流指令值控制装置输出的电流指令值与所述变换器电流检测装置检测得的电流值之间的差值;

电流控制放大器,用于根据所述减法器的输出而得到电压指令值,以控制变换器电流;以及

脉冲宽度调制控制电路,用于根据由所述电流控制放大器输出的电压指令值,发送脉冲宽度调制用的控制输出,来控制所述电源变换器。

13. 一种控制电源变换器的电源变换器控制装置,所述电源变换器带有多个开关元件,并将交流电流变换为直流电流,以向负载供流直流输出,其特征在于,所述控制装置包括:

滤波器,包括置于交流电源与所述电源变换器之间的电抗器和电容器;

谐振检测电抗器,它置于所述交流电源与所述滤波器之间;

输入电压检测装置,用于检测由所述交流电源提供的输入电压,

该输入电压检测装置置于所述交流电源与输入电流控制装置之间；

输入电流检测装置,用于检测通过所述谐振检测电抗器流入所述滤波器的输入电流,该输入电流检测装置它置于所述交流电源与输入电流控制装置之间；

电容器电压检测装置,用于检测所述滤波器的电容器电压,该电容器电压检测电路置于所述滤波器与电容器电压控制装置之间；

变换器电流检测装置,用于检测通过所述滤波器流入所述电源变换器的变换器电流,该变换器电流检测装置置于所述滤波器与所述电源变换器之间；

输入电流控制装置,用于根据由输入电压检测装置检测得的电压和幅度指令得出输入电流指令值,并随后得到一输出,在该输出中,从输入电流中减去由所述输入电流检测装置检测得的电流值,该输入电流控制装置置于电容器电压控制装置以及停止预告电路之间,并与所述输入电压检测装置和所述输入电流检测装置相连；

电容器电压控制装置,用于根据所述输入电流控制装置的输出得到电容器电压指令值,并随后得到一输出,在该输出中,从所述电容器电压指令值中减去由所述电容器电压检测装置检测得的电压值,以控制电容器电压,该电容器电压控制装置置于所述输入电流控制装置与电流控制装置之间,并与所述电容器电压检测装置相连；

电流控制装置,用于根据所述电容器电压控制装置的输出而得到变换器电流指令值,并随后根据一输出来控制所述电源变换器的开关元件,在所述输出中,从所述变换器电流值中减去由所述变换器电流检测装置检测得的电流值,以控制变换器电流,该电流控制装置置于所述电容器电压控制装置及所述变换器之间,并与所述变换器电流检测装置相连；以及

停止预告电路,用于在所述装置停止工作前输出停止预告信号至所述输入电流控制装置,并对所述电源变换器用的电流指令值进

行控制,从而改变所述值至零,该停止预告电路与所述输入电流控制装置相连。

14. 如权利要求 13 所述的控制装置,其特征在于,所述输入电流控制装置包括:

幅度指令发生电路,用于产生由所述电源变换器输出之电流的幅度指令;

相位同步电路,用于根据由所述输入电压检测装置得到的电压得出交流输入的相位;

交流正弦波参考振荡电路,用于得到与所述交流输入同相的交流正弦波参考电压;

乘法器,用于将由所述交流正弦波参考振荡电路输出的所述交流正弦波参考信号乘以来自所述幅度指令发生电路的所述幅度指令,以得到输入电流指令值;以及

减法器,用于从所述输入电流指令值中减去由所述输入电流检测装置检测得的电流值。

15. 如权利要求 13 所述的控制装置,其特征在于,所述电容器电压控制装置包括:

电流控制放大器,用于根据所述输入电流控制装置的输出得到电容器电压指令值;

减法器,用于从所述电容器电压指令值中减去由所述电容器电压检测装置检测得的电压值。

16. 如权利要求 13 所述的控制装置,其特征在于,所述电流控制装置包括:

电压控制放大器,用于根据所述电容器电压控制装置的输出得到变换器电流指令值;

减法器,用于从所述变换器电流指令值减去由所述变换器电流检测装置检测得的电流值;

电流控制放大器,用于根据所述减法器的输出得到电压指令值,以控制变换器电流;以及

脉冲宽度调制装置,用于根据由所述电流控制放大器输出的电压指令值,控制发送脉冲宽度调制用的控制输出的电路,来控制所述电源变换器。

说明书

电源变换器的控制装置

本发明涉及电源变换器的控制装置，它对电源变换器的输出电压进行控制，为了高度准确地得到直流变换的输出，所述电源变换器带有多个开关元件。

例如，图 1 示出了现有技术的变换器控制电路的方框连接图，在 IEEE 工业应用学会年度会议（西雅图，1990 年 10 月 7 日至 12 日）的会刊第 1049—1055 页中，该控制电路被描述成使用续流能量存储单元的具有高性能和长寿命的不间断电源。

参见图 9，参考标号 1 表示负载，标号 2 表示电容器，它对将供给负载 1 的直流电压进行滤波，标号 3 表示变换器主电路。如图 10a 中所示，所述变换器主电路带有开关元件 S1—S4 的单相全波桥式结构，使用 1—2KHz 或更高频率的三角波载波进行脉冲宽度调制。标号 4 和 5 分别表示用于滤波器的电抗器和电容器，它们置于交流电源 6 和上述变换器 3 之间。标号 901 表示电流检测装置，它检测变换器电流 I_A ，标号 902 表示电压检测装置，它检测输入电压 V_R 。

图 9 中，标号 800 起，表示上述变换器 3 之控制装置的组件。标号 801 表示脉冲宽度调制电路（下文称为 PWM 调制电路），它根据变换器电压指令 V_A^* 发送用于脉冲宽度调制的控制输出信号 PWM 对上述变换器进行控制。标号 802 表示电流控制放大器，它得到变换器电压指令 V_A^* ，该指令 V_A^* 将根据下文将描述的减法器 821 的输出而加在上述 PWM 调制电路 801 上。标号 803 表示脉冲同步电路，它根据由电压检测装置 902 检测得的电压来获得交流输入 V_R 的相位 Φ 。

标号 804 表示交流正弦波参考振荡电路，用它来获得与交流电源之输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 。标号 805 表示幅度指令发生电路，它输出幅度指令。标号 821 为减法器，它用来得到变换器电流指令 I_A^* 与变换器电流 I_A 之间的差值，所述变换器电流指令 I_A^* 由乘法器 822 得到，该乘法器将由上述交流正弦波参考振荡电路 804 输出的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 与由上述幅度指令发生电路 805 输出的幅度指令相乘，所述变换器电流 I_A 由电流检测装置 901 检测得到，从而将代表该差值的信号输至上述电流控制放大器 802。这些元件构成了电流控制回路。

下面将对上述结构的工作情况进行描述。由电压检测装置检测来自交流电源 6 的输入电压 V_R ，由相位同步电路 803 检测输入电压 V_R 的相位 Φ 。为了得到与输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ ，将所检测得到的相位输入交流正弦波参考振荡电路 804。乘法器 822 将幅度指令发生电路 805 的输出与上述交流正弦波参考振荡电路 804 的输出相乘，从而得到变换器电流指令 I_A^* 。

电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 控制变换器 3 的开关动作，从而使变换器电流指令 I_A^* 与变换器电流 I_A (由电流检测装置 901 检测得到) 相一致，因而形成电流控制回路。这样，在正常条件下，可从交流电源 6 向负载提供功率因数为 1 的、正弦波电流形式的电力。

现有技术的电源变换器的控制装置具有上述结构。因此，如果在输入电压中带有甚至微小的畸变，就会由系统中的电抗元件及滤波电容器 5 引起谐振。这是现有技术中必须解决的问题。此外，电源向负载 1 输电时，如果控制装置停止工作，存储在系统电抗元件内或存储在滤波电抗器 4 中的能量流入滤波电容器 5，导致以过电压对电容器 5 充电。这是将要解决的另一问题。

鉴于现有技术的上述问题，本发明的一个目的在于提供一种用

于电源变换器的控制装置，所述控制装置能抑制由系统的电抗元件及滤波电容器所产生的谐振。本发明的另一目的在于提供一种用于电源变换器的控制装置，当装置停止工作时，它能抑制电容器中的过电压。

根据本发明的第一方面，提供了一种电源变换器控制装置，它控制电源变换器，包括：一滤波器，所述滤波器置于交流电源和电源变换器之间，包括一个电抗器和一个电容器；谐振检测装置，它对由交流电源和滤波电容器之间存在的系统电抗元件及滤波电容器引起的谐振成分进行检测；变换器电流检测装置，它对通过滤波器流入电源变换器的变换器电流进行检测；输入电压检测装置，它对由系统电源提供的输入电压进行检测；电流指令值发生装置，它根据由电压检测装置检测得到的电压和幅度指令，得出用于电源变换器的电流指令值；电流指令值控制装置，它根据由谐振检测装置检测得的谐振成分改变来自电流指令值发生装置的电流指令值；以及电流控制装置，它根据电流指令值和电流值间的差来得出电压指令值，然后根据电压指令值控制电源变换器的开关元件，所述电流指令值由电流指令值控制装置输出，所述电流值由变换器电流检测装置检测得到。

根据本发明的第二方面，提供了一种电源变换器控制装置，对电源变换器进行控制，它包括：滤波器，所述滤波器包括置于交流电源和电源变换器之间的电抗器和电容器；变换器电流检测装置，它对通过滤波器流入电源变换器的变换器电流进行检测；输入电压检测装置，它对由交流电源所提供的输入电压进行检测；电流指令值发生装置，它根据由电压检测装置检测得到的电压和幅度指令来得出用于电源变换器的电流指令值；电流控制装置，它根据电流指令值与电流值间的差得出电压指令值，并随后根据电压指令值来控制电源变换器的开关元件，所述电流指令值由电流指令值发生装置

输出，所述电流值由变换器电流检测装置检测得到；和停止预告电路，在装置停止工作前，它向电流指令值发生装置输出停止预告信号，并控制用于电源变换器的电流指令值，将该值改变至零。

根据本发明的第三方面，提供了一种电源变换器控制装置，它对电源变换器进行控制，它包括：滤波器，所述滤波器包括置于交流电源和电源变换器之间的电抗器和电容器；谐振检测电抗器，它置于交流电源和滤波器之间；输入电流检测装置，它检测通过谐振检测电抗器流入滤波器的输入电流；电容器电压检测装置，它对滤波器的电容器电压进行检测；变换器电流检测装置，它对通过滤波器流入电源变换器的变换器电流进行检测；输入电流控制装置，它根据由输入电压检测装置检测得到的电压和幅度指令得出输入电流指令值，并随后得到一输出，在该输出中，为了控制输入电流，从输入电流指令值中减去了由输入电流检测装置检测得到的电流值；电容器电压控制装置，它根据输入电流控制装置的输出得到电容器电压指令值，并随后得到一输出，在该输出中，为了控制电容器电压，从电容器电压指令值中减去了由电容器电压检测装置检测得到的电压值；电流控制装置，它根据电容器电压控制装置的输出得到变换器电流指令值，并随后根据一输出来控制电源变换器的开关元件，在所述输出中，为了控制变换器电流，从变换器电流值中减去了由变换器电流检测装置检测得到的电流值；还包括停止预告电路，在装置停止工作前，它输出停止预告信号至输入电流控制装置，并对用于电源变换器的电流指令值进行控制，从而将该值改变至零。

图 1 是示出了根据本发明第一实施例，用于电源变换器之控制装置的方框图；

图 2 是等效电路的示意图，其中用电源来代替图 1 中所示的变换器 3 和电抗器 4；

图 3—8 是方框图，它们分别示出了根据本发明的第二—第七实施例、用于电源变换器的控制装置；

图 9 示出了用于电源变换器的现有技术之控制装置的示意图；

图 10a 和 10b 是示出了电源变换器结构之一个例子的电路图。

下面将描述本发明的第一实施例。图 1 为根据第一实施例、用于电源变换器之控制装置的结构图。图 1 中，与图 9 中所示现有技术之实例中相同的参考标号表示相同的元件。图 1 中，参考标号 1 表示负载；标号 2 表示电容器，它对将供给负载 1 的直流电压进行滤波；标号 3 表示变换器主电路；标号 4 和 5 分别表示用于滤波器的电抗器和电容器，它们置于交流电源 6 和上述变换器 3 之间；标号 901 表示电流检测装置，它检测变换器电流 I_A ，此外，标号 902 表示电压检测装置，它检测输入电压 V_R 。

在同一图中，800 组的标号表示上述变换器 3 之控制装置的元件。标号 801 表示 PWM 调制电路，它输出用于脉冲宽度调制的控制输出信号 PWM0，从而根据变换器电压指令 V_A^* 来控制上述变换器 3。标号 802 表示电流控制放大器，为了控制变换器电流，它根据减法器 821 的输出得出将加至上述 PWM 调制电路 801 的变换器电压指令 V_A^* ，所述减法器 821 将在下文进行描述。标号 803 表示相位同步电路，它根据由电压检测装置 902 检测得的电压而得到交流输入 V_R 的相位 Φ 。

标号 804 表示交流正弦波参考振荡电路，用它来得到与交流电源之输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 。标号 805 表示输出幅度指令的幅度指令发生电路。标号 821 是减法器，用它来得出变换器电流指令 I_A^* 和变换器电流 I_A 间的差值，从而输出代表该差值的信号至上述电流控制放大器 802，所述变换器电流指令 I_A^* 由乘法器 822 得出，该乘法器 822 将来自上述交流正弦波参考振荡电路 804 的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 与来自上述幅度指令发生电路

805 的幅度指令相乘, 所述变换器电流 I_A 由电流检测装置 901 检测得到。这些元件构成了电流控制回路。

本发明的结构包括下面这些新元件。标号 903 表示电流检测装置, 它置于交流电源 6 和滤波器之间, 所述滤波器包括电抗器 4 和电容器 5, 该电流检测装置对输入电流 I_R 进行检测。作为控制装置的元件, 标号 806 表示近似微分器, 它对由上述电流检测装置 903 检测得的输入电流 I_R 进行微分, 而标号 807 表示带通滤波器, 它根据近似微分器 806 的输出仅允许输入电流 I_R 的谐振频带从中通过。近似微分器 806 和带通滤波器 807 形成了用来检测谐振电流成分的检测装置。

标号 808 表示用来得到输出的比例装置, 在所述输出中, 带通滤波器 807 的输出被乘以增益 K 。标号 823 表示减法器, 用它来得到变换器电流指令 I_A^* 与上述比例装置 808 之输出间的差值, 所述变换器电流指令 I_A^* 通过上述乘法器 822 得到。减法器 823 和比例装置 808 形成了根据谐振电流成分用来改变电流指令值的控制装置。上述装置构成了电流控制回路, 它改变至变换器 3 的电流指令, 从而使减法器 823 的输出与由电流检测装置 901 测得的变换器电流 I_A 相一致, 或换一种说法, 根据输入电流 I_R 的谐振成分。

下面将对上述第一实施例的工作情况进行描述。

用电压检测装置 902 对来自交流电源 6 的输入电压进行检测, 并用相位同步电路 803 对输入电压 V_R 的相位 Φ 进行检测。为了得到与输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$, 将检测得的相位 Φ 输入至交流正弦波参考振荡电路 804。随后, 乘法器 822 将幅度指令发生电路 805 的输出与上述交流正弦波参考振荡电路 804 的输出相乘, 从而得到变换器电流指令 I_A^* 。

另一方面, 通过近似微分器 806 对由电流检测装置 903 检测得到的输入电流 I_R 进行微分, 且带通滤波器 807 仅检测谐振频率成

分。通过比例装置 808 将所检测得的输出乘以增益系数 K 。用减法器 823 从上述变换器电流指令 I_A^* 中减去比例装置 808 的输出。此外，电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 形成了电流控制回路，该回路用来控制变换器 3 的开关元件，从而使减法器 823 的输出与由电流检测装置 901 检测得的变换器电流 I_A 相一致。

这里，举例来说，假设用电流源代替变换器 3 和电抗器 4。图 2 示出了这种情况下的结构。图 2 中，标号 7 表示电抗器（以下论述中，也称为电抗元件 7），它代表了系统的电抗成分，标号 8 表示电流源，用它代替了上述变换器 3 和电抗器 4。假设电容器 5 的电压、系统之电抗器 7 的电感值及电容器 5 的电容值分别为 V_C 、 L 和 C ，若使用传递函数可得到以下所示的表达式(1)、(2)。

$$L (dI_R/dt) = V_R - V_C \dots\dots (1)$$

$$C (dV_C/dt) = I_R + I_A \dots\dots (2)$$

根据表达式(1)、(2)可得到输入电压 V_R 如下：

$$V_R = \{LCS^2 - L(I_A/V_C)S + 1\}V_C \dots\dots (3)$$

其中 S 为拉普拉斯算子。

参见图 1，用近似微分器 806 对输入电流 I_R 进行微分，近似微分器 806 的输出通过带通滤波器 807，并随后用比例装置 808 将它乘以增益系数 K 。接着，通过减法器 823 从变换器电流指令 I_A^* 中减去比例装置 808 的输出。从而，变换器电流 I_A 流动且与减法器 823 的输出相重合，因此，假设上述带通滤波器 807 的传递函数为 $f(S)$ ，根据下面所示的表达式(4)可得到变换器电流 I_A 。

$$I_A = KI_R S f(S) = (K/L)(V_R - V_C) f(S) \dots\dots (4)$$

如果将表达式(4)代入表达式(3)，则输入电压 V_R 如下：

$$V_R = \{LCS^2 - K(V_R/V_C)f(S)S + kf(S)S + 1\}V_C \dots\dots (5)$$

上述带通滤波器 807 仅允许谐振电流成分从中通过。在谐振电流成分的频带上，传递函数 $f(S)=1$ 。在其它频带上， $f(S)=0$ 。这

样，可将表达式(5)表达如下。

在谐振频带上，建立下列表达式：

$$V_C/V_R = (1+KS)/(LCS^2+KS+1) \dots\dots(6)$$

在其它频带上，建立下列表达式：

$$V_C/V_R = 1+(LCS^2+1)\dots\dots(7)$$

因此，在谐振频带上，根据表达式(6)、用选择得的K值使功率衰减，从而抑制谐振的发生。

因而，在根据上述第一实施例之电源变换器3的控制装置中，电流控制回路根据通过滤波器流入变换器3之电流的值和电流指令值之间的差值来控制变换器3的开关元件，从而使上述电流值与电流指令值相同。在这个电流控制回路中，由于是根据输入电流的谐振电流成分来改变变换器电流指令值的，因此可抑制LC谐振。

图3是一结构示意图，它示出了根据第二实施例、用于电源变换器的控制装置。图3中，与图1所示之第一实施例中相同的参考标号表示同一元件。因此这里省略了对它们的描述。第二实施例中，与第一实施例所不同之处在于：使用电流检测装置905来代替电流检测装置903，所述电流检测装置905对流入电容器5的电流进行检测，该电容器5构成一滤波器。由电流检测装置905检测得的电容器电流 I_c 被输入微分器806用以检测谐振电流成分。根据谐振电流成分改变电流指令值。其它元件与第一实施例中相同。

接下来，将对第二实施例的工作情况进行描述。图3中，在系统的电抗成分7与滤波器的电容器5之间产生谐振电流，且电流流入电容器5。因此，通过检测电容器电流 I_c ，能够控制系统的电抗成分7与滤波器之电容器5之间的谐振。因此，由电流检测装置905检测电容器电流 I_c ，且由近似微分器806对所测得的电流进行微分。带通滤波器807仅检测谐振频率成分，比例装置将谐振频率成分乘以增益系数K。通过减法器823从变换器电流指令 I_A^* 中减去比例装置

808 的输出。

由减法器 823 得到的电流指令被输入减法器 821。在电流控制回路中，电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 对变换器 3 之开关元件的开关进行控制，从而使减法器 823 的输出与变换器电流 I_A 相一致，所述变换器电流 I_A 由电流检测装置 901 检测得到。

因此，根据第二实施例的结构使它能够通过检测电容器电流 I_C 来控制谐振，所述谐振出现在系统之电抗成分 7 与滤波器之电容器 5 之间。因而，能够将电流检测装置 905 的电流额定值降至小于第一实施例的较小值。在所述第一实施例中，通过检测输入电流 I_C 来控制系统之电抗成分 7 与滤波器之电容器 5 之间产生的谐振。因此，第二实施例具有这样的效果，即，它具有与第一实施例相同的功效且降低了运行成本。

图 4 是一结构示意图，它示出了根据第三实施例的电源变换器的控制装置。图 4 中，与图 1 所示第一实施例中相同的参考标号表示同一元件。因此，这里省略了对它们描述。第三实施例中，与第一实施例不同之处在于：在交流电源 6 与滤波器之间设置有电抗器 9；设置有检测电容器电压 V_C 的电压检测装置 904；还设置有一减法器 827，它从电压检测装置 902 检测得到的输入电压 V_R 中减去由上述电压检测装置 904 检测得到的电容器电压 V_C ，并将减法运算所得到的输出输入带通滤波器 807；取消了近似微分器 806，还取消了用来检测输入电流 I_R 的电流检测装置 903。其它元件与第一实施例中相同。

通常，由于系统的电抗成分 7 经常是未知的，因而不能确定谐振频率。所以，根据图 4 所示的结构在装置上增加与系统之电抗成分相比其电感量足够大的电抗器 9，并随后采用减法器 827 从电压检测装置 902 检测得到的输入电压 V_R 中减去由电压检测装置 904 检测得到的电容器电压 V_C 从而将电压 V_L 加在电抗器 9 上。由于加

在电抗器 9 上的 V_L 是经过微分的输入电流 I_R ，故可以不用第一实施例中 so 使用之近似微分器得到输入电流 I_R 经微分的值。

带通滤波器 807 仅检测减法器 827 输出中的谐振频率成分，比例装置 808 将所检测得到的成分乘以增益系数 K 。随后，采用减法器 823 从变换器电流指令 I_A^* 中减去比例装置 808 的输出。电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 形成一电流控制回路，在该回路中对变换器 3 的开关进行控制，从而使减法器 823 的输出与由电流检测装置 901 检测得到的变换器电流 I_A 相一致。

这样，根据第三实施例的结构使它能通过增加位于交流电源和滤波器之间的电抗器 9 来限制谐振频率。此外，由于获得加在电抗器 9 上的电压 V_L ，设置近似微分器的必要性被取消了，从而有利于谐振控制系统的设计。

换句话说，由于根据电抗器电压来检测谐振成分，且根据谐振成分改变变换器电流指令，故本实施例具有这样的效果：它在具备第一实施例之功效的同时能方便地构成控制装置。

图 5 是示出了根据第四实施例之电源变换器控制装置。图 5 中，与图 1 所示第一实施例中相同的参考标号表示同一元件。参见图 5，参考标号 1 表示一负载，标号 2 表示对将加在负载 1 上的直流电压进行滤波的电容器，标号 3 表示变换器主电路。标号 4、5 表示分别用于滤波器的电抗器和电容器，它们置于交流电源和上述变换器 3 之间。标号 901 表示电流检测装置，它对变换器电流 I_A 进行检测，标号 902 表示电压检测装置，它检测输入电压 V_R 。

在同一图中，800 组标号表示上述变换器 3 之控制装置的元件。标号 801 表示 PWM 调制电路，它发送用来进行脉冲宽度调制的控制输出信号 $PWMO$ ，从而根据变换器电压指令 V_A^* 控制上述变换器 3。标号 802 表示电流控制放大器，它根据减法器 821 的输出得到将加在上述 PWM 调制电路 801 的变换器电压指令 V_A^* ，所述减法

器将在下文中进行描述，从而对变换器电流进行控制。标号 803 表示相位同步电路，它根据由电压检测装置 902 检测得到的电压来得出交流输入 V_R 的相位 Φ 。

标号 804 表示交流正弦波参考振荡电路，它用来得到与交流电源之输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 。标号 805 表示输送幅度指令的幅度指令发生电路。标号 821 是一减法器，用它来得到变换器电流指令 I_A^* 与变换器电流 I_A 之间的差，其目的是将相应于该差值的信号输至上述电流控制放大器 802，所述变换器电流指令 I_A^* 由乘法器 822 得到，该乘法器将来自上述交流正弦波参考振荡电路 804 的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 乘以来自上述幅度指令发生电路 805 的幅度指令。这些元件构成了电流控制回路。

本发明的结构包括下述新元件。标号 815 表示停止预告电路 1，它在控制装置使变换器电流停止至零之前发送停止预告知信号至幅度指令发生电路 805，且在变换器 3 吸收存储在系统的电抗成分 7 及存储在滤波器之电抗器 4 中的能量之后，为了避免电容器 5 载有过电压，所述停止预告电路关断控制装置的工作。

下面将对上述第四实施例的工作情况进行描述。

采用电压检测装置 902 对来自交流电源 6 的输入电压 V_R 进行检测，采用相位同步电路 803 对输入电压 V_R 的相位进行检测。将所检测得到的相位 Φ 输入至交流正弦波参考振荡电路 804，从而得到与输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 。然后，乘法器 822 将幅度指令发生电路 805 的输出乘以上述交流正弦波参考振荡电路 804 的输出，从而得到变换器电流指令 I_A^* 。

电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 形成了电流控制回路，它对变换器 3 的开关进行控制，从而使变换器电流指令 I_A^* 与电流检测装置 901 检测得到的变换器电流 I_A 相一致。因此，在正常条件下，可从交流电源 6 提供功率因数为 1 的正弦波形式的电力加至

负载 1 上。

当正在向负载 1 供电而控制装置停止工作时，在装置停止之前停止预告电路 815 输出停止预告信号至幅度指令发生电路 805。因此，幅度指令发生电路 805 输出为零。当幅度指令发生电路 805 的输出变为零时，变换器电流指令 I_A^* 变为零。其结果是，变换器电流 I_A 变为零，且随后控制装置停止工作。

装置在变换器电流 I_A 变为零之后停止工作时，变换器 3 吸收存储在系统中电抗成份 7 和滤波器之电抗器 4 中的能量，所述能量是在装置停止工作前向负载 1 输送电力期间存储的。即，在变换器吸收了存储在系统中电抗成份 7 和滤波器之电抗器 4 中的能量之后，控制装置停止工作。从而，能量不流入电容器 5，因此电容器 5 上不会载有过电压。

因此，根据第四实施例，在装置停止工作前，停止预告电路 815 传送停止预告信号至幅度指令发生电路 805。其结果为，在变换器电流变为零后装置停止工作，且随后变换器吸收存储在系统中电抗成份 7 和滤波器之电抗器 4 中的能量。因而，本实施例具有防止电容器 5 载有过电压的作用。

图 6 示出了根据第五实施例之电源变换器的控制装置。图 6 中，如图 5 所示第四实施例中相同的标号表示同一元件。因此，省略了对它们的描述。第五实施例中，与第四实施例不同之处在于，在系统中增加了：开关 10，它使装置从系统上断开；开关检测电路 810，用它来检测开关是否已断开；开关 811，它由开关检测电路 810 之输出来接通；输入电压指令发生电路 812，它产生输入电压指令 V_R^* 。

此外，第五实施例与第四实施例不同之处还在于：在系统中增加了减法器 825，它从输入电压指令 V_R^* 中减去电压，所述电压由电压检测装置 902 检测得到，所述输入电压指令 V_R^* 由上述输入电压指令发生电路 812 输入；电压控制放大器 809，它根据上述减法器

825 的输出来输出控制电流，其目的是控制输入电压；以及加法器 824，它将上述电压控制放大器 809 之输出与乘法器 822 之输出相加并将结果输入减法器 821。

接下来，将对具有上述结构的控制装置进行描述如下。

参见图 6，向负载 1 供电期间控制装置停止工作时，在装置停止之前停止预告电路 815 输出停止预告信号至幅度指令发生电路 805。从而，幅度指令发生电路 805 输出为零，且变换器电流指令 I_A^* 变为零。其结果为，变换器电流 I_A 变为零，且随后控制装置停止工作。

装置停止工作时，变换器 3 吸收存储在系统的电抗成份 7 中的能量及存储在滤波器之电抗器 4 中的能量，所述能量是装置停止工作前向负载 1 供电期间存储的。这时，由于滤波器的电容器 5 连接至系统，故系统对电容器 5 充电。

开关 10 断开时，装置从系统中分离，且开关检测电路 810 检测出开关 10 是打开的。从而，由开关检测电路 810 的输出接通开关 811。开关 811 接通时对电压控制放大器 809 进行控制，使来自输入电压指令发生电路 812 的输入电压指令 V_R^* 与由电压检测装置 902 检测得到的输入电压 V_R 相一致。随后，采用加法器 824 将上述电压控制放大器 809 的输出加至由乘法器 822 输出的变换器电流指令 I_A^* 上，从而得到新的变换器电流指令。

电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 形成了电流控制回路，它根据减法器 821 的输出控制变换器 3 的开关操作，从而使这一新的变换器电流指令与由电流检测装置 901 检测得到的变换器电流 I_A 相一致。因而，加至电容器 5 的电压是受到控制的，从而避免电容器 5 上载有过电压。

因此，根据第五实施例，在装置停止工作之前，停止预告电路 815 将停止预告信号输至幅度指令发生电路 805，从而使变换器电

流变为零。在此之后，对加至电容器 5 的电压进行控制。其结果是，本实施例具有防止电容器 5 上载有过电压的功能。

图 7 示出了根据第六实施例、用于电源变换器之控制装置的结构图。图 7 中，与图 6 所示第五实施例中相同的参考标号表示同一元件。因此，这里省略了对它们的描述。第六实施例与第五实施例的不同之处在于，在系统中增加了：电流控制放大器 813，用它根据来自减法器 826 的输出来得到输入电压指令 V_R^* ，其目的是控制输入电流；输入电流指令发生电路 814，它产生输入电流指令 I_R^* 从而使电流为零；减法器 826，它从输入电流指令发生电路 814 的输入电流指令 I_R^* 中减去由电流检测装置 903 检测得到的输入电流 I_R 。此外，本实施例与第五实施例的不同之处在于，取消了开关 10 和开关检测电路 810，且在系统中增加了开关 811，它根据停止预告电路 815 的停止预告信号接通。其它结构与第五实施例中相同。

接下来，将对具有上述结构之装置的工作情况描述如下。

参见图 7，在装置停止工作之前，根据来自停止预告电路 815 的停止预告信号接通开关 811。开关 811 接通时，电流控制放大器 813 控制电源，从而使输入电流指令 I_R^* 与输入电流 I_R 相一致，所述输入电流指令 I_R^* 从输出零电流指令的输入电流指令发生电路 814 中输出，所述输入电流 I_R 用电流检测装置 903 检测得到。

然后，减法器 825 从电流控制放大器 813 的输出中减去电压检测装置 902 的输入电压，电压控制放大器 809 根据输出信号将控制电流输至加法器 824。为了得出新的变换器电流指令，加法器 824 将上述电压控制放大器 809 的输出与由乘法器 822 输出的变换器电流指令 I_A^* 相加。

电流控制放大器 802 和 PWM 调制电路 801 形成了电流控制回路，该回路根据减法器 821 的输出控制变换器 3 的开关，从而使这一新的变换器电流指令与由电流检测装置 901 检测得到的变换器电

流 I_A 相一致。根据这一系统，装置在输入电流 I_R 为零后停止工作。因此，即使装置未从系统上被分离开，电容器 5 亦不会被系统充电。装置停止工作时，电容器 5 上不会载有过电压。

因此，根据上述第六实施例，装置停止工作前，停止预告电路 815 输送一停止预告信号使输入电流为零，从而停止装置的工作。即使不将装置从系统中分离开，电容器 5 亦不会被充电。装置停止工作时，电容器 5 上不会载有过电压。

图 8 是一结构图，它示出了根据第七实施例用于电源变换器的控制装置。图 8 中，参考标号 1 表示负载，标号 2 表示电容器，它对将供给负载 1 的直流电压进行滤波，标号 3 表示变换器主电路。标号 4 和 5 分别表示滤波器的电抗器和电容器，它们置于交流电源 6 和上述变换器 3 之间。标号 901 表示电流检测装置，它检测变换器电流 I_A ，而标号 902 表示电压检测装置，它检测输入电压 V_R 。标号 903 表示电流检测装置，为了检测输入电流 I_R ，将该电流检测装置设置在交流电源 6 与滤波器之间，所述滤波器由电抗器 4 和电容器 5 构成。标号 904 表示电压检测装置，它检测滤波器的电容器电压。

在同一图中，800 组的标号表示上述变换器 3 之控制装置的元件。标号 801 表示 PWM 调制电路，它发送用来进行脉冲宽度调制的控制输出信号 PWM0，用以根据变换器电压指令 V_A^* 来控制上述变换器 3。标号 802 表示电流控制放大器，它根据减法器 821 的输出，得到将加至上述 PWM 调制电路 801 的变换器电压指令 V_A^* ，其目的在于控制变换器电流，所述减法器将在下文中进行描述。标号 803 表示相位同步电路，它根据由电压检测装置 902 检测得到的电压来得到交流输入 V_R 的相位 Φ 。

标号 804 表示交流正弦波参考振荡电路，用它来得到与交流电源之输入电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 。标号 805 表示幅度指令发生电路，它输送幅度指令，当得到从停止预告电路 815

中发出的停止预告信号时，该电路发送出零输出信号，所述停止预告电路 815 将在下文中进行描述。标号 809 表示电压控制放大器，它根据下文所述之减法器输出而输出变换器电流指令 I_A^* ，其目的在于控制电容器电压 V_C 。标号 813 表示电流控制放大器，它根据来自下文所述之减法器的输出来得到电容器电压指令 V_C^* ，其目的在于控制输入电流 I_R 。

标号 815 表示停止预告电路，它在装置停止工作前，输送停止预告信号至幅度指令发生电路 805，从而使输入电流指令 I_R^* 为零。随后，装置停止工作时，防止电容器 5 上载有过电压。标号 821 表示减法器，用它得出变换器电流指令 I_A^* 与变换器电流 I_A 之间的差，并将相应于该差值的信号传送至上述电流控制放大器 802，所述变换器电流指令 I_A^* 由上述电压控制放大器 809 得到，所述变换器电流 I_A 由电流检测装置 901 检测得到。

标号 822 表示乘法器，它将来自交流正弦参考振荡电路 804 的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 乘以来自幅度指令发生电路 805 的幅度指令，以得出输入电流指令 I_R^* 。标号 825 表示减法器，它从来自电流控制放大器 813 的电容器电压指令 V_C^* 中减去由电压检测装置 904 检测得到的电压值 V_C 。标号 826 表示减法器，它从来自乘法器 822 的输入电流指令 I_R^* 中减去由电流检测装置 903 检测得到的输入电流 I_R 。

然后，下面将对根据第七实施例之装置的工作情况进行描述。参见图 8，控制装置包括一电流小回路，它控制变换器电流 I_A ；一个电压小回路，它控制电容器电压 V_C 以及一电流控制回路，它控制输入电流 I_R 。电压检测装置 902 检测输入电压 V_R ，并由相位检测电路 803 检测输入电压 V_R 的相位 Φ 。检测得到的相位 Φ 被输入至交流正弦波参考振荡电路 804。其结果是，得到与电压 V_R 同相的交流正弦波参考信号 $\sin \Phi$ 。

乘法器 822 将上述交流正弦波参考振荡电路 804 的输出乘以幅度指令发生电路 805 的输出,并输出输入电流指令 I_R^* 。电流控制放大器 813 根据减法器 826 的输出进行工作,用减法器 826 来得到输入电流指令 I_R^* 与输入电流 I_R 间的差,并输出电容器电压指令 V_C^* ,从而使差值为零。由此对输入电流 I_R 进行控制,所述输入电流指令 I_R^* 是上述乘法器 822 的输出,所述输入电流 I_R 由电流检测装置 903 检测得到。

将电容器电压指令 V_C^* 输入至减法器 825,所述电容器电压指令 V_C^* 为上述电流控制放大器 813 的输出。由减法器 825 得出电容器电压指令 V_C^* 和由电压检测装置 904 检测得到的电容器电压 V_C 间的差值。减法器 825 的输出输入至电压控制放大器 809。电压控制放大器 809 输出变换器电流指令 I_A^* ,以使电容器电压指令 V_C^* 与电容器电压 V_C 间的差值为零,从而对电容器电压 V_C 进行控制,所述电容器电压指令 V_C^* 为电流控制放大器 813 的输出,所述电容器电压 V_C 由电压检测装置 904 检测得到。

变换器电流指令 I_A^* 输入减法器 821,该变换器电流指令 I_A^* 是上述电压控制放大器 809 的输出。用减法器 821 得到变换器电流指令 I_A^* 和由电流检测装置 901 检测得的变换器电流 I_A 间的差值。减法器 821 的输出被输入电流控制放大器 802。电流控制放大器 802 输出变换器电压指令 V_A^* ,使变换器电流指令 I_A^* 与变换器电流 I_A 间的差值为零,从而对变换器电流 I_A 进行控制,所述变换器电流指令 I_A^* 是电压控制放大器 809 的输出,所述变换器电流 I_A 由电流检测装置 901 检测得到。随后,变换器电压指令 V_A^* (它是电流控制放大器 802 的输出)被加至 PWM 调制电路 801,且 PWM 调制电路 801 的输出控制变换器 3 的开关。

根据上述第七实施例,在正常条件下,可从交流电源 6 输出功率因数为 1 的、正弦波电流形式的电力加至负载 1。输入电流指令 I_A^*

为正弦波，且电流控制放大器 813 能比谐振频率更快速地响应，所述谐振频率由电抗器 9 和电容器 5 产生。因此，能够对由于电抗器 9 和电容器 5 产生的谐振进行控制。

当正在向负载 1 供电期间控制装置停止工作时，停止预告电路 815 输出停止预告信号。当停止预告电路 815 输出停止预告信号时，幅度指令发生电路 805 输出为零。若幅度指令发生电路 805 的输出变为零，输入电流指令 I_R^* 变为零。若输入电流指令 I_R^* 变为零，输入电流 I_R 变为零，由此使装置停止工作。由于在输入电流变为零后才使装置停止工作，即使装置未从系统中分离，电容器 5 不会载有过电压。

根据上述第七实施例，根据谐振成分，电流控制回路的电流指令值被改变，所述回路控制流过变换器 3 的电流。所述谐振成分由系统中的电抗成份与滤波器之电容器 5 产生，且在装置停止工作前控制流过变换器 3 的电流至零。因此，本实施例能够避免谐振，并进而在装置停止工作时防止滤波器的电容器 5 载有过电压。

上述各实施例都是关于单相变换器 3 的。这些实施例可适用于图 10b 所示带有开关元件 S5—S10 的三相全波桥式结构的变换器。

各个实施例的优点将在下文进行描述。在第一实施例中，根据输入电流的谐振成分来改变变换器电流指令，从而抑制 LC 谐振。

在第二实施例中，变换器电流指令根据电容器电流的谐振成分而改变。因此，第二实施例除具有第一实施例的功效外，还降低了运行成本。

第三实施例中，变换器电流根据谐振成份由电抗器电压予以改变。因此，除了第一实施例的作用外，它还能方便地建立控制电路。

第四实施例中，通过在装置停止工作前使变换器电流为零，在装置停止工作前变换器吸收存储在系统的电抗成份中的能量及存储在滤波器的电容器中的能量。因此，使电容器不致于载有过电压。

第五实施例中，在装置停止工作前将装置与系统分离，由此控制加至电容器的电压。因而，使电容器不致载有过电压。

第六实施例中，在装置停止工作前使输入电流为零。因而，即使不将装置与系统分离开，系统也不会对电容器充电。装置停止工作时，电容器上不载有过电压。

第七实施例中，通过控制输入电流，它能够建立起除了第三及第六实施例所具有的功效之外的电路。

说明书附图

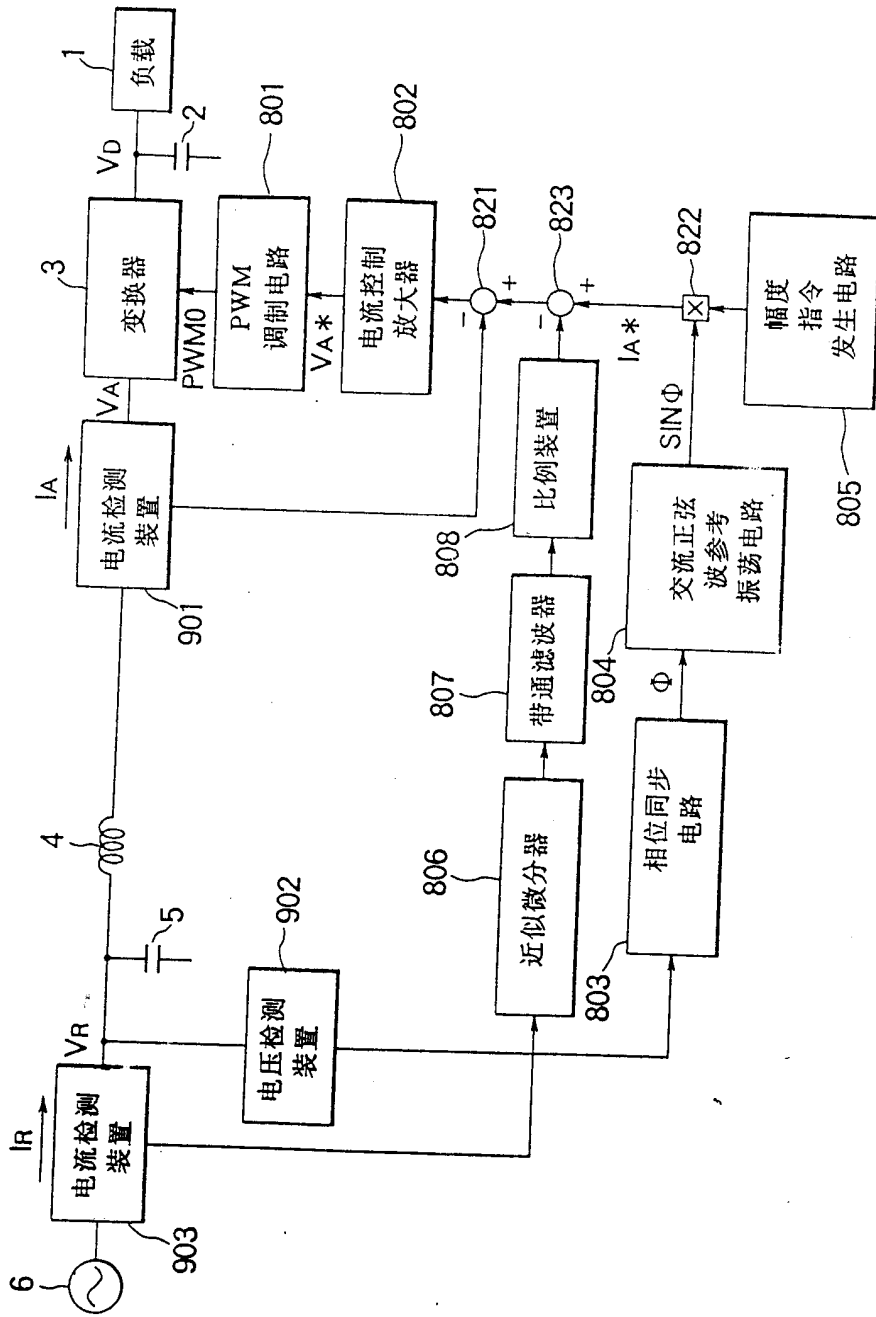


图 1

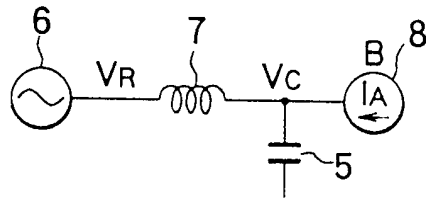


图 2

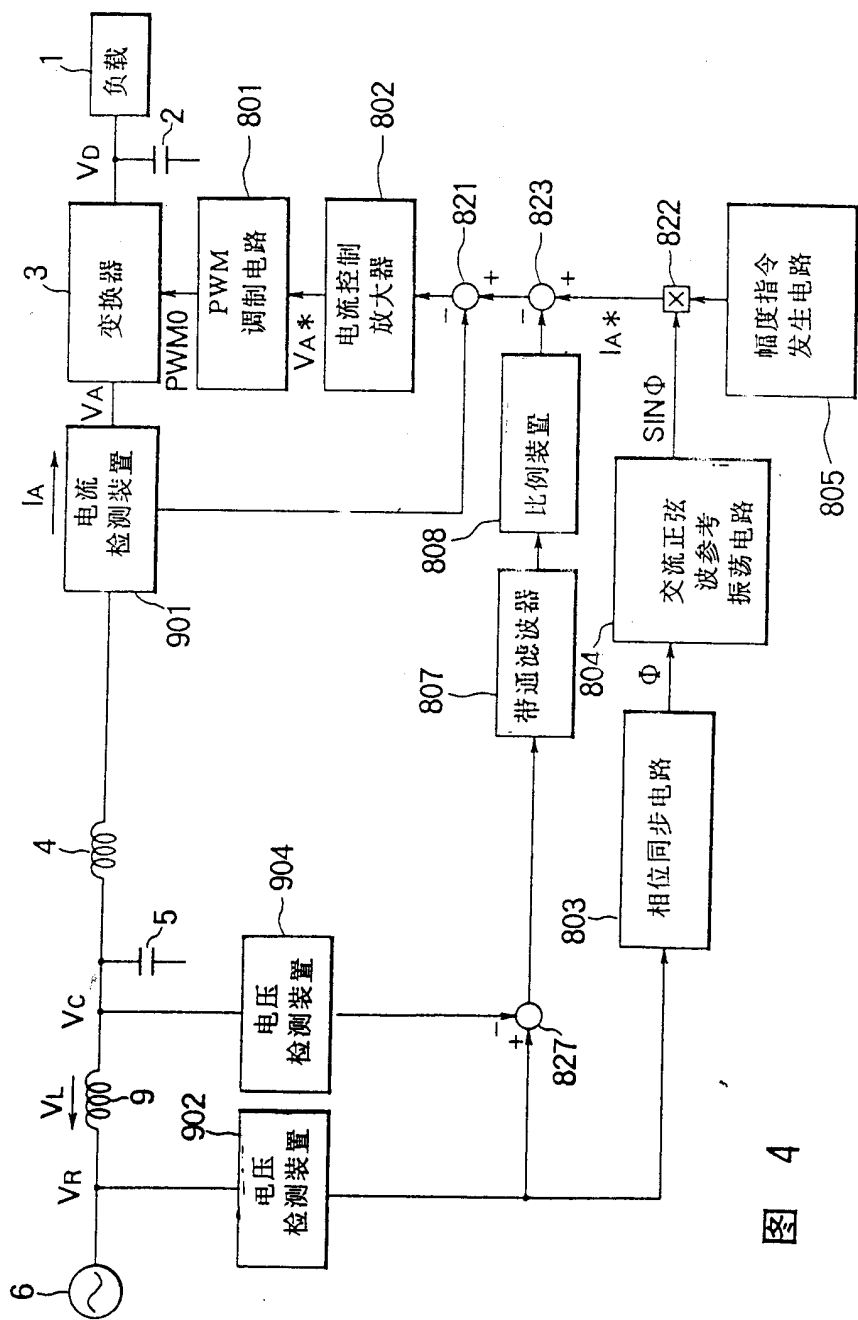


图 4

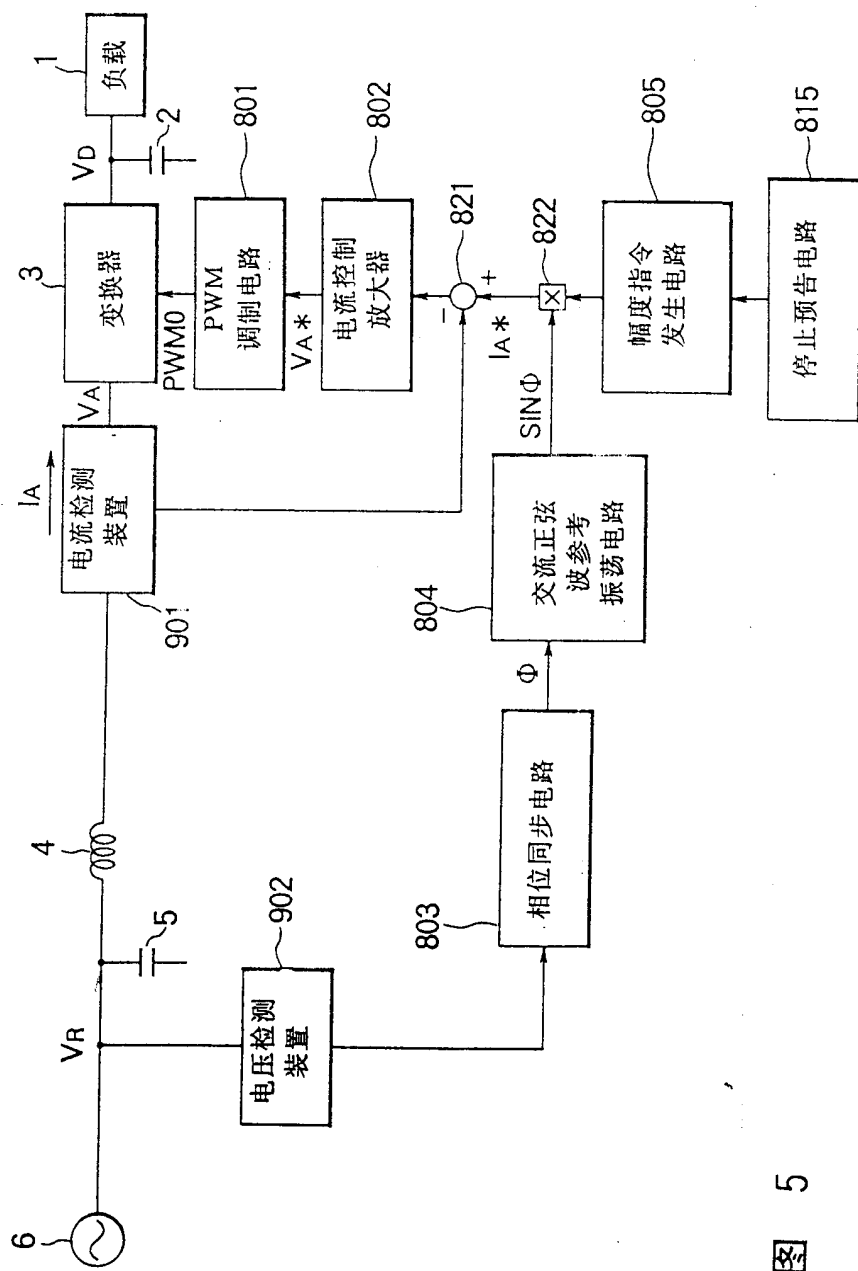


图 5

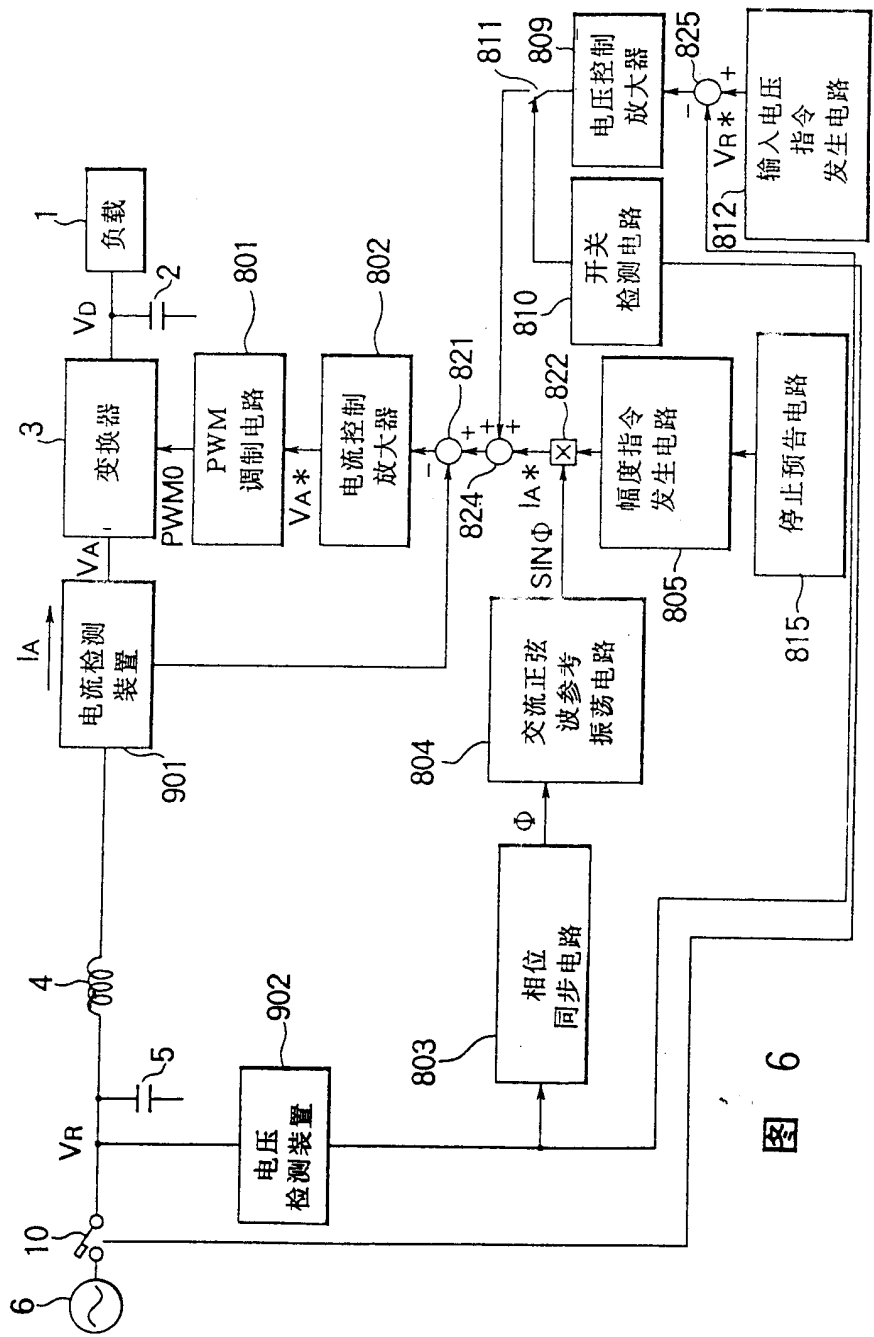


图 6

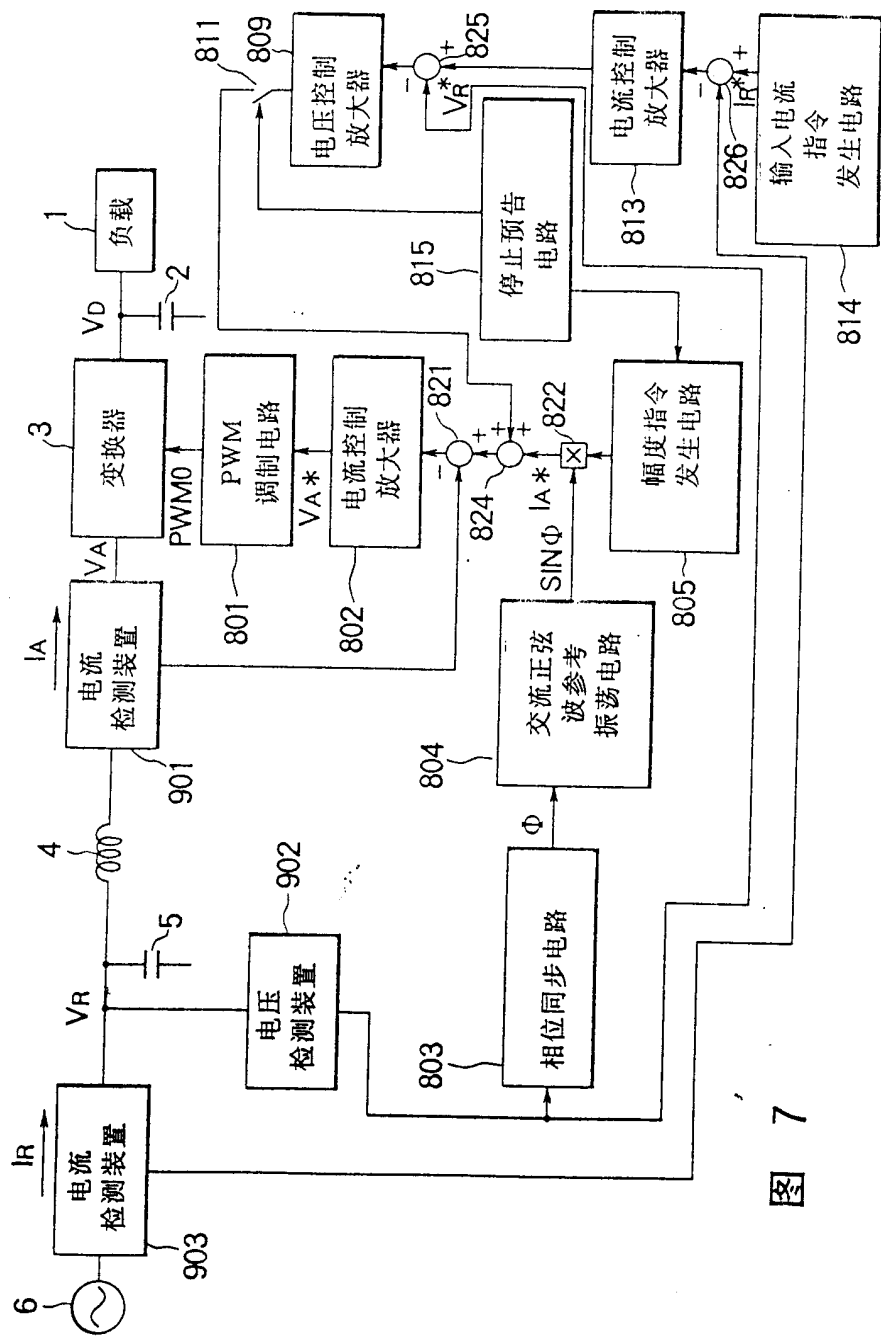


图 7

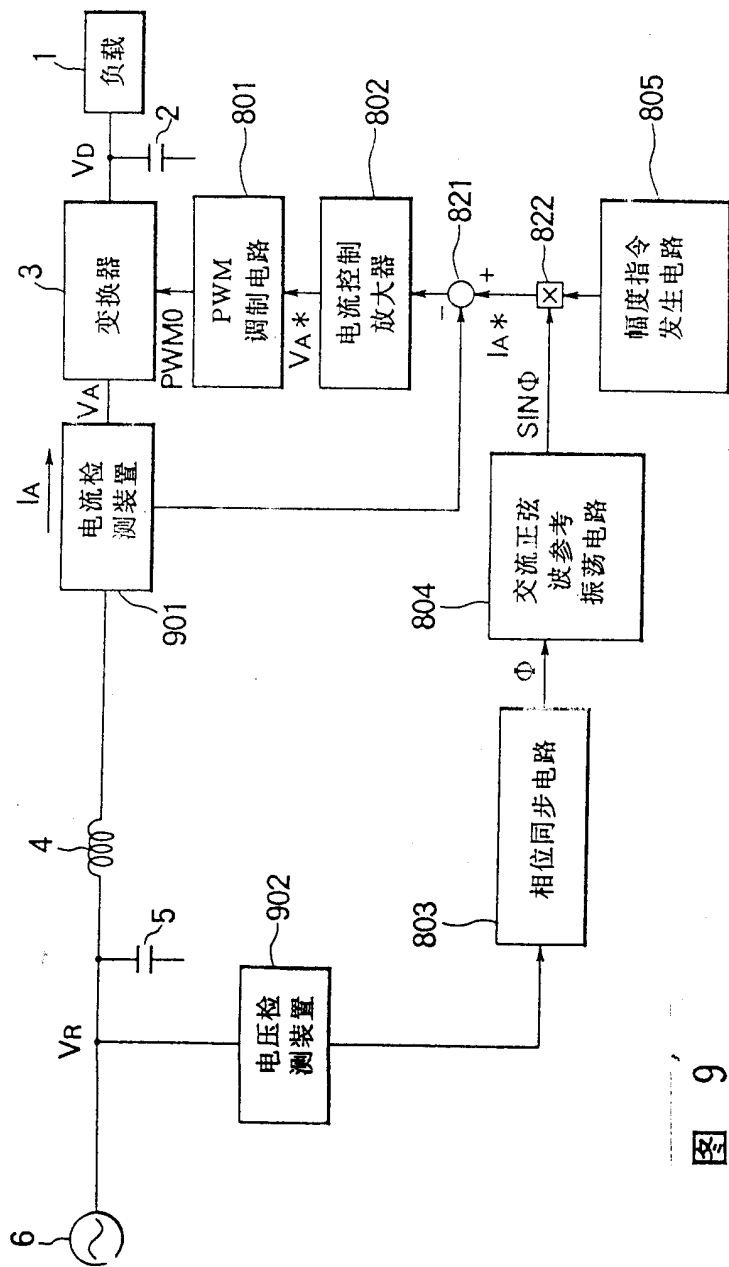


图 9

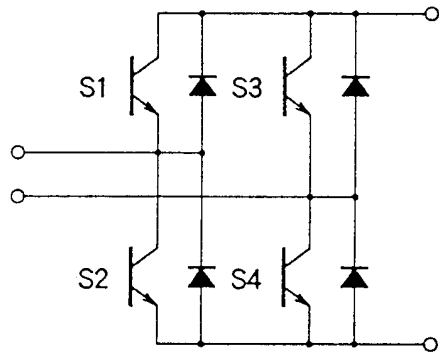


图 10a

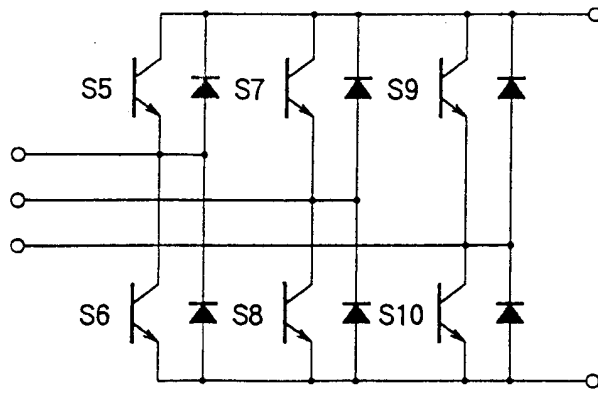


图 10b