



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02108244.8

[43] 公开日 2003年10月15日

[11] 公开号 CN 1449083A

[22] 申请日 2002.3.28 [21] 申请号 02108244.8

[71] 申请人 盈正豫顺电子股份有限公司

地址 台湾省台北县

[72] 发明人 张耀仁 冯雅聪 吴晋昌 周宏亮

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

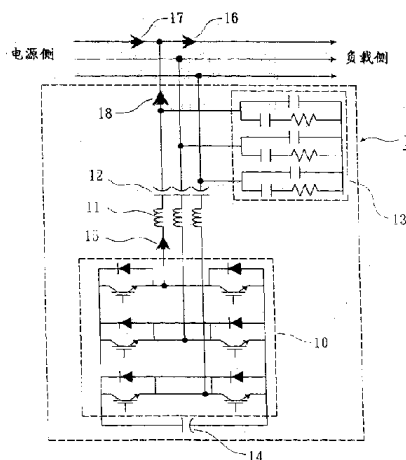
代理人 李 强

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称 主动式谐波抑制装置及控制方法

[57] 摘要

一种主动式谐波抑制装置及控制方法，该装置包含：一储能电容、一电能转换器、一滤波电感与一虚功补偿电容串联组成的串联电感电容组、一滤波电容电阻组及一控制电路；该储能电容作为该装置的电能储存元件，并提供第一电压；该电能转换器电性连接该储能电容，将该第一电压切换输出以提供一补偿电压；该串联电感电容组及滤波电容电阻组将该补偿电压转换成一补偿电流注入电力馈线以滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波；该装置的控制方法利用负载电流、电源电流、电能转换器输出电流及储能电容电压等计算出电能转换器的期望输出电压，经脉宽调变后产生该电能转换器内功率开关组的切换信号，因而提供一补偿电流注入电力馈线以抵消非线性负载的谐波电流，使市电电流趋近于正弦波。



1、一种主动式谐波抑制装置，其特征是：其包含：

一串联电感电容组，由一虚功补偿电容与一滤波电感串联组成，该串联电感电容组的阻抗于基频时成为电容性，具有基波虚功补偿的功能，该串联电感电容器组的阻抗于高频时成为电感性，具有滤除电能转换器产生的高频切换谐波电流的功能，该串联电感电容组电性连接到电力馈线上；

一滤波电容电阻组，由一个电容与一个电阻串联再与一个电容并联组成，它并接于电力馈线上，进一步滤除电能转换器产生高频连波；

一储能电容，提供一第一电压；

一电能转换器，切换该第一电压产生一补偿电压，此补偿电压通过该滤波电感，虚功补偿电容及滤波电容电阻组后提供一补偿电流注入负载所在的电力馈线上，以滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波；及

一控制电路，撷取负载电流、电源电流、电能转换器输出电流及储能电容端电压，分别经第一、二、三、四控制回路计算电能转换器的参考电压，并包含脉宽调变电路将此参考电压调变产生电能转换器的切换信号。

2、如权利要求1所述的主动式谐波抑制装置，其特征是：该电能转换器内具有一功率开关组，控制电路输出的控制信号是一脉宽调变信号，该脉宽调变信号触发切换该功率开关组，而通过该功率开关组的开关切换储能电容提供的第一电压产生一补偿电压。

3、如权利要求1所述的主动式谐波抑制装置，其特征是：该控制电路的第一回路取负载电流，经带拒滤波器滤除基本波成分而取出负载电流的谐波成分，再经PID控制器可得到负载谐波电流成分在滤波电感虚功补偿电容上的电压降，此信号为第一回路的输出信号，本回路可视为谐波电流抑制的粗调。

4、如权利要求1所述的主动式谐波抑制装置，其特征是：该控制电路的第二回路撷取电源电流，经一带拒滤波器及一带通滤波器取出特定谐波成

分，再经放大器取得第二回路的输出信号，本回路主要作为负载谐波电流抑制的微调以修正第一回路的误差。

5、如权利要求1所述的主动式谐波抑制装置，其特征是：该控制电路的第三回路撷取电能转换器输出电流，经一带通滤波器取出其基本波成分，再将电能转换器输出电流与其基本波成分送到一减法器相减取出其谐波成分，再经放大器可取得第三回路的输出信号，本回路主要使电能转换器操作成一虚拟谐波电阻串联在该滤波电感与虚功补偿电容回路，增加该路径谐波阻尼，防止震荡发生。

6、如权利要求1所述的主动式谐波抑制装置，其特征是：该控制电路的第四回路撷取该储能电容端电压与其设定电压做比较，比较结果送到一控制器，该控制器输出与第三回路带通滤波器取出电能转换器输出电流的基本成分相乘可得第四回路输出信号，本回路主要作为储能电容的稳压。

7、如权利要求1所述的主动式谐波抑制装置，其特征是：该控制电路内的四回路的输出信号相加形成该电能转换器的参考信号，再利用该参考信号经脉宽调变电路产生脉宽调变触发信号，该脉宽调变触发信号触发切换该电能转换器的功率开关组，通过该功率开关组的开关，切换该储能电容提供的第一电压而产生一补偿电压，该补偿电压经滤波电感、虚功补偿电容及滤波电容电阻组后可提供一补偿电流，注入负载所在的电力馈线上，滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波。

8、一种主动式谐波抑制装置的控制方法，其特征是：其包含步骤：

一控制电路撷取负载电流、电源电流、电能转换器输出电流及储能电容端电压等计算出期望输出电压参考信号，此期望输出电压参考信号经一脉宽调变电路以产生该电能转换器功率开关组的切换信号；该切换信号控制电能转换器内的功率开关组，以切换储能电容提供的第一电压产生一补偿电压，该补偿电压经滤波电感、虚功补偿电容及滤波电容电阻组后可提供一补偿电流，用以注入负载所在的电力馈线上，滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波。

主动式谐波抑制装置及控制方法

技术领域

5

本发明涉及电力供应中的谐波滤除技术领域，尤其是应用于与非线性负载并联以滤除其所产生的谐波电流的一种主动式谐波抑制装置及控制方法。

背景技术

10

近年来由于半导体技术突飞猛进，许多具有良好可控性且耐高电压、大电流的电力电子元件被发展出来，这些元件目前已被广泛的应用在电力设备中，如马达驱动器、电弧炉、电车、充电器及照明器具等。由于这些设备的非线性输入特性，使得它们将产生大量谐波电流。谐波电流的存在会导致一些问题，
15 诸如变压器的过热现象、旋转机械的扰动、供应电压的失真、电力元件的破坏及医疗设备的机能故障等等。为了有效限制谐波污染问题，一些国际研究机构纷纷制定谐波管制标准，如IEEE519-1992及IEC1000-3-2及IEC1000-3-4等。在台湾，台电公司也制订了“电力系统谐波管制暂行标准”来管制谐波，所以如何解决谐波问题已成为电力界重要的研究课题。

20

传统解决谐波问题的方法为被动式电力滤波器，被动式电力滤波器是由被动元件电感器及电容器所组成；然而被动式电力滤波器潜藏着串联与并联谐振的危机，串联与并联谐振将导致更大的谐波电流与谐波电压，它可能破坏滤波器本身及邻近的电力设备，且滤波特性受系统电抗影响很大，因此很难得到良好的滤波效果，更甚的是加装被动式电力滤波器后可能吸引邻近的非线性负载
25 所产生的谐波电流，而造成该被动式电力滤波器的过载。

近年来有利用电力电子元件组成的电能转换器来达成谐波滤除功能的技术称为主动式电力滤波器。传统的主动式电力滤波器的电路如图1所示，该电路主要包含一滤波电感、一电能转换器及一储能电容，利用该电能转换器切换储能电容上的电压经滤波电感产生一补偿电流注入电力馈线，而滤波电感在这里所扮演的角色主要是滤除电力开关元件切换所造成的高频涟波电流，然而为了有效滤除高频切换电流，此电感必须配合切换频率、直流电压与涟波电流等限制来选择。虽然传统的主动式电力滤波器可以达到谐波滤除的目的，但是它仍有几项缺点：（1）必须利用具大电感值的滤波电感以滤除电能转换器的谐波；（2）必须较高的储能电容电压；（3）滤波电感加大使得电抗加大，而导致损失增加而降低效率；（4）大滤波电感导致高频响应变差。

发明内容

有鉴于此，为改善被动式电力滤波器及传统主动式电力滤波器的上述缺点，本发明的主要目的在提供一种主动式谐波抑制装置及控制方法，通过一电能转换器、一串联电感电容器组与一滤波电容电阻组及一控制电路构成的主动式电力滤波器，其通过电能转换器的切换产生一补偿电压，经串联电成电容器组转换成一补偿电流，再经一滤波电容电阻滤除高频电流后注入电力馈线，以有效滤除非线性负载产生的谐波电流，使市电电流趋近于正弦波。

为达成上述目的，本发明的主动式谐波抑制装置包含：一串联电感电容组，由一虚功补偿电容与一滤波电感串联组成，该串联电感电容组的阻抗于基频时成为电容性，具有基波虚功补偿的功能，该串联电感电容器组的阻抗于高频时成为电感性，具有滤除电能转换器产生的高频切换谐波电流的功能，该串联电感电容组电性连接到电力馈线上；一滤波电容电阻组，由一个电容与一个电阻串联再与一个电容并联组成，它并接于电力馈线上，进一步滤除电能转换器产

生高频连波；一储能电容，提供一第一电压；一电能转换器，切换该第一电压产生一补偿电压，此补偿电压通过该滤波电感，虚功补偿电容及滤波电容电阻组后提供一补偿电流注入负载所在的电力馈线上，以滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波；及一控制电路，撷取负载电流、电源电流、电能转换器输出电流及储能电容端电压，分别经第一、二、三、四控制回路计算电能转换器的参考电压，并包含脉宽调变电路将此参考电压调变产生电能转换器的切换信号。

其中，该电能转换器内具有一功率开关组，控制电路输出的控制信号是一脉宽调变信号，该脉宽调变信号触发切换该功率开关组，而通过该功率开关组的开关切换储能电容提供的第一电压产生一补偿电压。

控制电路的第一回路取负载电流，经带拒滤波器滤除基本波成分而取出负载电流的谐波成分，再经PID控制器可得到负载谐波电流成分在滤波电感虚功补偿电容上的电压降，此信号为第一回路的输出信号，本回路可视为谐波电流抑制的粗调。

控制电路的第二回路撷取电源电流，经一带拒滤波器及一带通滤波器取出特定谐波成分，再经放大器取得第二回路的输出信号，本回路主要作为负载谐波电流抑制的微调以修正第一回路的误差。

控制电路的第三回路撷取电能转换器输出电流，经一带通滤波器取出其基本波成分，再将电能转换器输出电流与其基本波成分送到一减法器相减取出其谐波成分，再经放大器可取得第三回路的输出信号，本回路主要使电能转换器操作成一虚拟谐波电阻串联在该滤波电感与虚功补偿电容回路，增加该路径谐波阻尼，防止震荡发生。

控制电路的第四回路撷取该储能电容端电压与其设定电压做比较，比较结果送到一控制器，该控制器输出与第三回路带通滤波器取出电能转换器输出电流的基本成分相乘可得第四回路输出信号，本回路主要作为储能电容的稳压。

控制电路内的四个回路的输出信号相加形成该电能转换器的参考信号，再利用该参考信号经脉宽调变电路产生脉宽调变触发信号，该脉宽调变触发信号触发切换该电能转换器的功率开关组，通过该功率开关组的开关，切换该储能电容提供的第一电压而产生一补偿电压，该补偿电压经滤波电感、虚功补偿电容及滤波电容电阻组后可提供一补偿电流，注入负载所在的电力馈线上，滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波。

本发明还公开了一种主动式谐波抑制装置的控制方法，包含下列步骤：

一控制电路撷取负载电流、电源电流、电能转换器输出电流及储能电容端电压等计算出期望输出电压参考信号，此期望输出电压参考信号经一脉宽调变电路以产生该电能转换器功率开关组的切换信号；该切换信号控制电能转换器内的功率开关组，以切换储能电容提供的第一电压产生一补偿电压，该补偿电压经滤波电感、虚功补偿电容及滤波电容电阻组后可提供一补偿电流，用以注入负载所在的电力馈线上，滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波。

本发明的主动式谐波抑制装置可降低储能电容电压及滤波电感量，且该主动式电力滤波器的优点在于电感量降低，所以其高频响应较传统主动式电力滤波器佳，并可提升系统的效率，此外，本发明的电能转换器直流侧电压，较传统主动式电力滤波器低，所以其涟波电流亦相对较小。

20 附图说明

图1：习用的主动式电力滤波器的电路示意图；

图2：本发明较佳实施例的主动式谐波抑制装置的电路连接关系图；

图3：本发明较佳实施例的主动式谐波抑制装置控制电路方块示意图。

具体实施方式

参考图2所示为本发明所提的主动式谐波抑制装置1的电路连接关系图，其包含一电能转换器10，一滤波电感11，一虚功补偿电容12，一滤波电容电阻组13、
5 一储能电容14及一控制电路2（图3），该储能电容14作为该装置的储能元件，并提供一第一电压，该电能转换器10电性连接该储能电容14，将该第一电压切换输出提供一补偿电压，该滤波电感11，虚功补偿电容12及滤波电容电阻组13
将该补偿电压转换成一补偿电流18注入电力馈线以滤除负载电流16的谐波成份，进而使电源电流17趋近于正弦波，该谐波抑制装置除具有谐波抑制功能外，
10 尚能提供一固定的虚功量，所提供的虚功量由该虚功补偿电容12来决定。

该主动式谐波抑制装置1的控制方法利用负载电流16，电源电流17，电能转换器输出电流15及储能电容14的电压等计算出期望输出电压，经脉波宽度调
变来产生电能转换器10的功率开关组切换信号，并产生该补偿电压。参考图3所
示为该主动式谐波抑制装置的控制电路方块图，它主要分成四个回路，为了输
15 出负载电流16的谐波成分，电能转换器10产生的输出补偿电压，必须等于负载
电流16的谐波成分和滤波电感11及虚功补偿电容12的合成阻抗的乘积，因此第
一回路即将负载电流16检出经第一带拒滤波器200滤除基本波成分而取出该谐波
成分，由于电感电压可由电流的微分求得，电容的电压可由电流的积分求得，
而电阻的电压可由电流乘以一比例求得，因此取出该负载电流16的谐波成分，
20 经一比例积分微分（PID）控制器201后，可求得负载电流16的谐波成分在滤波
电感11及虚功补偿电容12合成阻抗上的电压。综上，该控制电路的第一回路取
负载电流，经带拒滤波器滤除基本波成分而取出负载电流的谐波成分，再经PID
控制器可得到负载谐波电流成分在滤波电感虚功补偿电容上的电压降，此信号
为第一回路的输出信号，本回路可视为谐波电流抑制的粗调。

25 理论上，电力转换器10若能产生该第一回路的电压，则可以经滤波电感11

及虚功补偿电容12转换成补偿电流19来滤除负载电流16的谐波成分，但由于第一回路是属于开回路控制，所以若由于滤波电感11及虚功补偿电容器12等的值有所偏移，则其滤波效果将变差，所以有第二回路存在，该第二回路主要是用以修正第一回路的补偿结果的误差，在此回路中，市电的电源电流17被检出后，再送到第二带拒滤波器202滤除基本波，并经第一带通滤波器203取出其特定频率成分，若电源电流17经第一回路补偿后仍有谐波，则可经由此回路检出再经第一放大器204放大后为本回路输出信号；综上，第二回路撷取电源电流，经一带拒滤波器及一带通滤波器取出特定谐波成分，再经放大器取得第二回路的输出信号，本回路主要作为负载谐波电流抑制的微调以修正第一回路的误差。

第三回路主要是用来产生滤波电感11与虚功补偿电容12回路的虚拟谐波阻尼，它可防止滤波电感11与虚功补偿电容12回路产生高频震荡，本回路将电能转换器输出电流15检出后经第二带通滤波器205取出其基本波，再经一减法器206取出电能转换器输出电流15的谐波成分，经第二放大器207放大后为本回路输出信号，本回路主要使电能转换器操作成一虚拟谐波电阻串联在该滤波电感与虚功补偿电容回路，增加该路径谐波阻尼，防止震荡发生。电能转换器10可利用此回路来完成虚拟谐波电阻与滤波电感11及虚功补偿电容12串联，提供阻尼防止震荡。

为了维持储能电容14所提供的第一电压以使电能转换器10能正常运转，所以有第四回路存在，此电路以低通滤波器208检出储能电容14的第一电压，在减法器210与设定电压209相减后送至控制器211，控制器211的输出与第二带通滤波器205的输出经乘法器212相乘后，为本回路的输出信号，由于第二带通滤波器205的输出为电能转换器输出电流15的基本成分，因此本回路可使电能转换器10吸收实功或释放实功，维持储能电容器14所提供的第一电压的稳定。综上，第四回路撷取该储能电容端电压与其设定电压做比较，比较结果送到控制器211，该控制器输出与第三回路带通滤波器取出电能转换器输出电流的基本成分

相乘可得第四回路输出信号，本回路主要作为储能电容的稳压。

最后将第一回路，第二回路，第三回路及第四回路的输出信号经加法器213相加后即为电能转换器10的参考信号，将此参考信号送至脉宽调变器214产生脉宽调变触发信号，即电能转换器10内功率开关组的切换信号。该脉宽调变触发信号触发切换该电能转换器的功率开关组，通过该功率开关组的开关，切换该储能电容提供的第一电压而产生一补偿电压，该补偿电压经滤波电感、虚功补偿电容及滤波电容电阻组后可提供一补偿电流，用以注入负载所在的电力馈线上，滤除负载产生的谐波电流，使电源电流趋近于正弦波。

由于本发明在电能转换器10上串有虚功补偿电容12，所以可降低储能电容14所提供的该第一电压的值，因此可有效降低电能转换器10的功率开关组切换所产生的高频涟波电流，另外本发明的控制电路2为电压控制式，可更进一步降低电能转换器的高频谐波电流，因此，本发明的主动式谐波抑制装置1可采用较小的滤波电感11，可减小整体电路体积，减轻重量，减少电感上的电力损失，并可降低成本，此外，本发明的电能转换器直流侧电压较传统主动式电力滤波器低，因此其电流涟波亦较小。

以上所述实施例仅为说明本发明的技术思想及特点，其目的在使熟习此项技艺的人士能够了解本发明的内容并据以实施，当不能以其限定本发明的专利范围，即大凡依本发明所揭示的精神所作的均等变化或修饰，仍应涵盖在本发明的权利要求范围内。

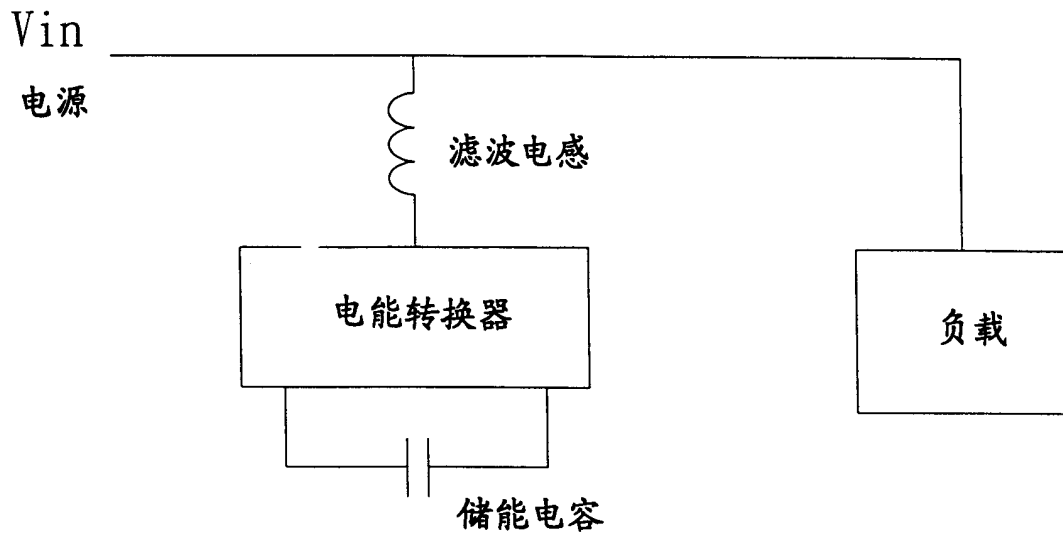


图 1

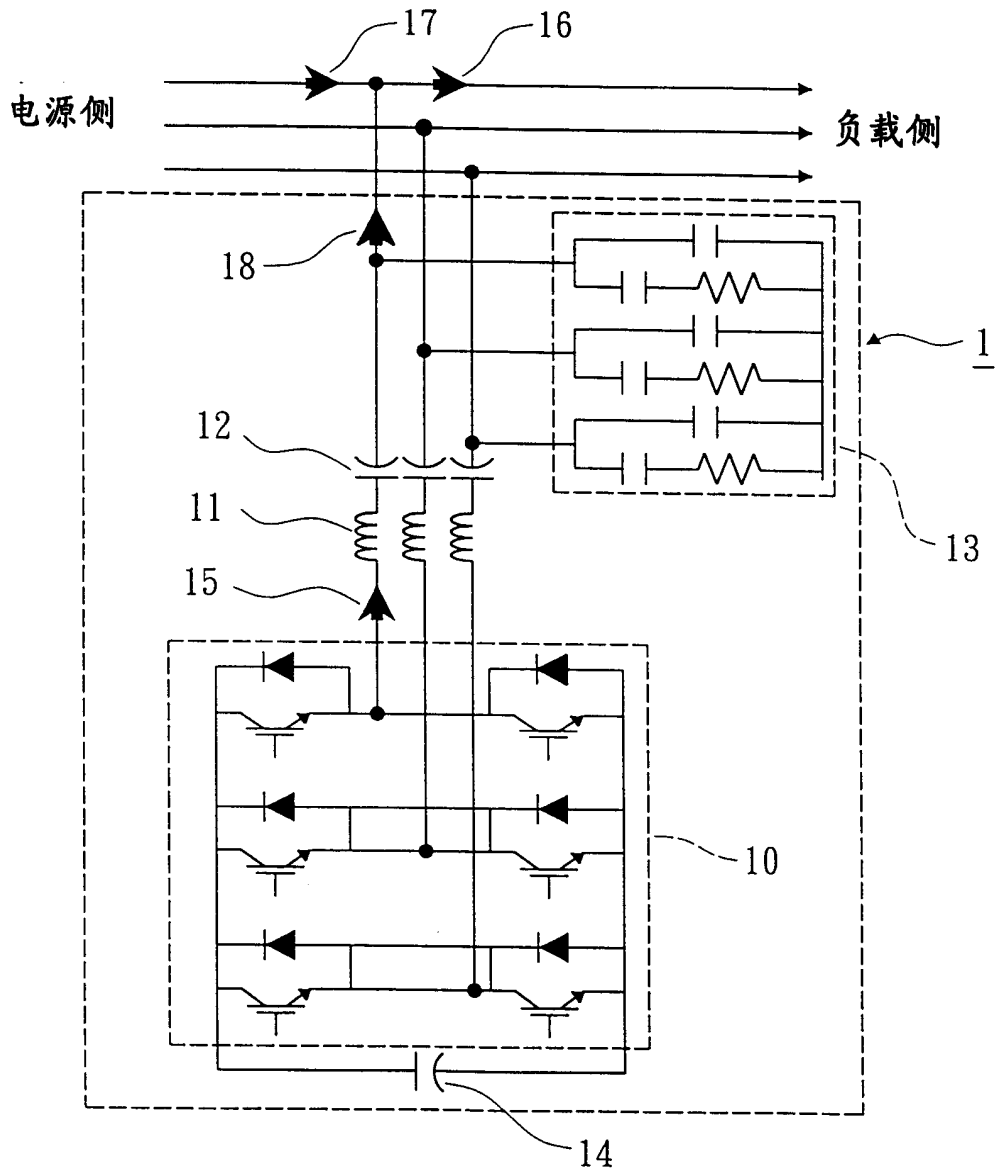


图 2

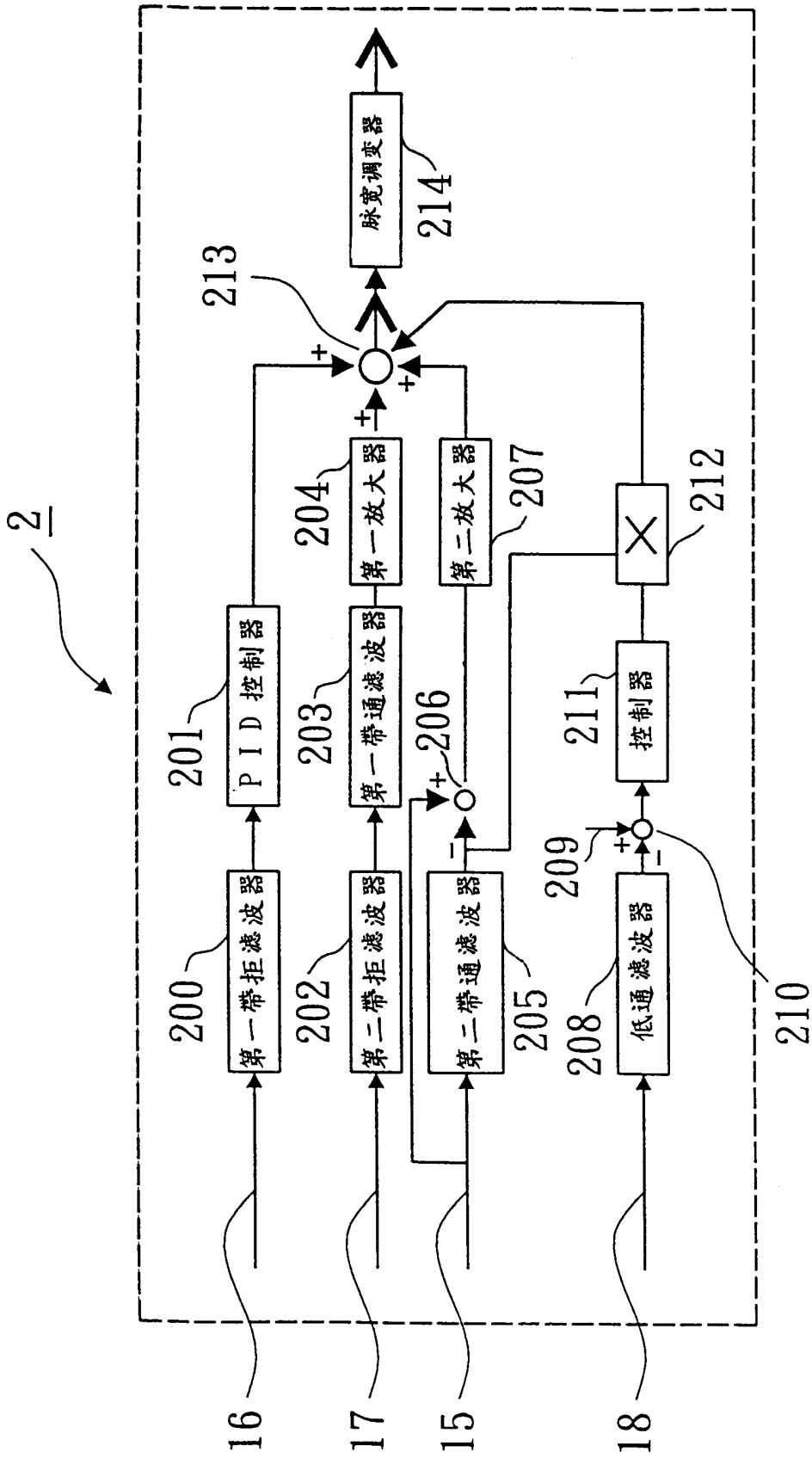


图 3