



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104221241 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201280066181.7

(22)申请日 2012.12.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104221241 A

(43)申请公布日 2014.12.17

(30)优先权数据

61/583,449 2012.01.05 US

13/683,054 2012.11.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.07.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/002978 2012.12.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/102791 EN 2013.07.11

(73)专利权人 英格蒂穆电力技术有限公司

地址 西班牙比斯开省

(72)发明人 E·奥利亚 J·鲁伊斯

J·埃罗里亚加

S·奥尔特尼特克斯亚 A·卡卡尔

B·吉尔

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

H02J 3/18(2006.01)

H02J 3/38(2006.01)

H02P 9/10(2006.01)

(56)对比文件

EP 2317134 A2,2011.05.04,

US 5227713 A,1993.07.13,

W0 2011/112571 A2,2011.09.15,

EP 2317134 A2,2011.05.04,

CN 1046602 C,1999.11.17,

CN 102110990 A,2011.06.29,

W0 2009/121596 A2,2009.10.08,

审查员 邢丹琼

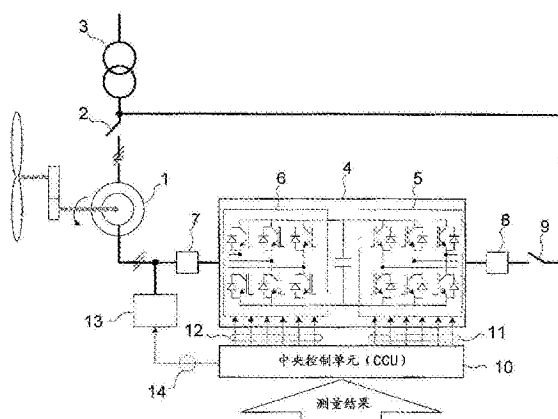
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

用于控制变频器的方法和装置

(57)摘要

提供了一种控制变频器的装置和方法。首先,使用电网的电压测量结果来识别电网中的次同步分量。然后使用电网的次同步分量来确定针对阻尼电流的设置点。接着将这些阻尼电流加到由功率调节回路计算的电流设置点以产生总电流设置点。然后,基于总电流设置点来控制变频器。



1. 一种用于控制连接到电网的变频器的方法,所述方法包括:
基于测得的发电机的有功功率输出与有功功率设置点的比较,确定有功电流设置点;
基于测得的所述发电机的无功功率输出与无功功率设置点的比较,确定无功电流设置点;
基于所述电网的电压测量结果来识别所述电网中的电压次同步分量;
使用所述电网的所述电压次同步分量来确定阻尼电流设置点;
将所述阻尼电流设置点加到电流设置点来产生总电流设置点以抑制所述电网的次同步谐振,所述电流设置点是通过测得的所述发电机的有功功率输出和测得的所述发电机的无功功率输出与所述有功功率设置点和所述无功功率设置点的所述比较而被计算的;以及
基于所述总电流设置点来控制所述变频器。
2. 根据权利要求1所述的用于控制连接到电网的变频器的方法,其中所述阻尼电流设置点从阻尼功率设置点来计算。
3. 根据权利要求1所述的用于控制连接到电网的变频器的方法,其中使用滤波器执行所述电网的所述电压次同步分量的识别。
4. 根据权利要求1所述的用于控制连接到电网的变频器的方法,其中使用调节器计算所述阻尼电流设置点。
5. 根据权利要求4所述的用于控制连接到电网的变频器的方法,其中用于计算所述阻尼电流设置点的所述调节器为比例调节器、比例积分调节器或比例积分微分调节器。
6. 一种发电装置,所述装置包括:
发电机,所述发电机被配置来连接到电网;
变换器,所述变换器包括连接到所述发电机的转子的逆变器;
控制单元,所述控制单元被配置来基于有功功率设置点和无功功率设置点来控制所述变换器,所述控制单元包括:
有功功率控制单元,所述有功功率控制单元基于测得的由所述发电机输出的有功功率与所述有功功率设置点的比较,确定有功电流设置点;
无功功率控制单元,所述无功功率控制单元基于测得的由所述发电机输出的无功功率与所述无功功率设置点的比较,确定无功电流设置点;以及
次同步谐振阻尼单元,所述次同步谐振阻尼单元基于所述电网的电压测量结果来确定所述电网中的电压次同步分量以确定阻尼电流设置点以抑制所述电网的次同步谐振,
其中所述控制单元基于所述有功电流设置点、所述无功电流设置点和所述阻尼电流设置点来控制所述变换器。
7. 根据权利要求6所述的发电装置,其中所述次同步谐振阻尼单元被配置为基于阻尼功率设置点来确定阻尼电流设置点。
8. 根据权利要求6所述的发电装置,其中所述阻尼电流设置点包括有功阻尼电流设置点和无功阻尼电流设置点。
9. 根据权利要求6所述的发电装置,其中所述次同步谐振阻尼单元包括滤波器,所述滤波器被配置来从所述电网的电压次同步分量中区分所述电网的基频。
10. 根据权利要求9所述的发电装置,其中所述次同步谐振阻尼单元包括调节器以确定所述阻尼电流设置点。

11. 根据权利要求9所述的发电装置,其中所述次同步谐振阻尼单元包括计算单元以基于阻尼功率设置点来确定所述阻尼电流设置点。

12. 根据权利要求10所述的发电装置,其中用来计算所述阻尼电流设置点的所述调节器为比例调节器、比例积分调节器或比例积分微分调节器。

用于控制变频器的方法和装置

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2012年1月5日向美国专利商标局提交的美国临时专利申请号61/583449的优先权,该申请的公开被整体引用并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明的装置和方法涉及一种在风力涡轮发电机中使用的变频器。

背景技术

[0004] 电网为电源系统的一部分,并具有必要的组件来将由发电单元产生的电功率跨过长距离传输到功率消耗点。今天安装的大多数电网以交流电压和电流的形式承载能量。值得注意的是,由于长距离电网中直流电压和直流电流(DC)在能量效率方面提供的优点,所以以直流电压和直流电流形式(DC)的形式承载能量的电网数量正在增长。由于基于功率电子技术的转换系统的发展,这使得通过使用HVDC(高压直流)和HVAC(高压交流)转换结构而对两种类型的电网,交流电网和连续电网进行互联,已成为可能。

[0005] 类似地,功率电子技术中经历的发展正在向分布式发电结构变化,并且远离迄今使用的基本发电结构的新方向而变化,迄今使用的基本发电结构主要基于大型热能、水力或核能发电站。在增长的分布式发电结构中其中一个关键要素是风能,风能在过去十年中通过安装新的风力发电机的方式已经经历了巨大的增长。风力发电依赖功率电子技术,这是由于大部分用来将风的机械能转换为注入电网的电能的发电机由基于功率电子技术的转换结构来控制,该转换结构特别是被称为变频器的部件。

[0006] 变频器由控制单元控制,控制单元主要基于使用电流和电压换能器获取的信息进行控制,并且通过运行控制算法来控制两个电系统之间的功率潮流。有不同类型的电系统,例如电网或电机,并且功率潮流可以是双向的。例如,如果从电网消耗能量以变换为电机的轴上的机械能,那么应用将对应于电动机应用(例如,泵应用或通风应用)。与此相反,如果从电机抽取能量并将其注入电网,那么应用将对应于发电应用(例如,风力发电应用,其中主要的能源为风力,其转动电机的轴)。

[0007] 交流电网主要包括线缆(能量通过其流动的物理介质)和变压器(允许适配不同连接点之间的电压水平的元件)。线缆和变压器这两种元件都是主要具有感性性质的元件,并且因此,通过它们向交流回路提供感性阻抗。取决于每个电网的特性,存在的感性阻抗将变化,在量化感性阻抗的值时,电网中线缆的长度将作为考虑的重要参数(长度越大,电网电感越大,并且因此感性阻抗越大)。电网中高感性阻抗的存在将意味着它的传输能力的更大损失。该现象是由于当电流流过线缆时在线缆的感性阻抗上发生的电压降,因此在某些情形中例如结合了长的线缆长度和高功耗(通过电网的高电流流动)的因数而变得重要。

[0008] 在现有技术中,已存在一些解决前述的具有高感性阻抗的电网的传输容量损耗的问题的方案。其中一种通常采用的方案依赖通过加入串联的容性元件(电容器)对高感性阻抗电网进行补偿。通过加入串联的容性阻抗,其作用在于针对电网自身的感性阻抗进行了

补偿,导致总等效阻抗的减少。该技术减轻了电网中电压降的问题,并因此有利于维持其用于电力传输的容量。

[0009] 在解决电网的传输容量损失的问题时,在高感性电网中加入串联电容器是有效的,但是进而,当从被补偿电网的稳定性的视角来看,产生了有问题的影响。具体地,在感性电网内加入串联电容器导致了该电网的等效电路具有由下式所描述的自然谐振频率:

[0010] 等式(1)

$$[0011] \quad f_R = f_0 \sqrt{\frac{X_C}{X_L}}$$

[0012] 其中:

[0013] f_R —被补偿电网的自然谐振频率

[0014] f_0 —电网的基频

[0015] X_C —电网中加入的串联电容器的容性阻抗

[0016] X_L —电网的容性阻抗

[0017] 图2示出了用串联电容器补偿的电网的单线线路示意图。组成电网的不同元件为:在图中示出为风场的中央发电单元13;传输线路或电网线缆的等效电感14;电网中串联引入以针对电网的等效电感进行补偿的电容器;以及电网中存在的将不同点的传输线路接合的集电器15。

[0018] 取决于施加到电网的补偿程度(串联电容器的容性阻抗相对于电网自身的感性阻抗的百分比),导致的电网的谐振频率的值将变化。电网补偿中通常施加的容性和感性阻抗的比例常常导致谐振频率值低于电网基频。技术文献中使用术语SSI(次同步相互作用(Sub Synchronous Interactions))来描述具有这些特征的电网的状况。

[0019] 对于集成了基于具有低频机械振荡的旋转轴的发电涡轮机的发电元件来说,具有次同步谐振的电网为潜在的危险电网。这是具有长轴的同步发电机(发电厂的典型实例)的情况,在该同步发电机中,沿着通过主要的转矩源(蒸汽、水等)的动作进而转动的长轴分布的质量,通常呈现具有小于其连接到的电网的基频的振荡频率的机械振荡模式。在连接到具有上述特征的发电机的电网被利用特定值的串联电容器进行补偿的情形中,这使得自然的次同步谐振频率与机械轴的振荡频率一致,那么该轴上可能受到负面影响,这是由于该轴的机械振荡的幅度可以被负阻尼放大(即,随时间振荡的幅度增大)。该效应能够导致发电机轴的失效。该情形对应于针对电力系统的两部分(由电容器调节的电网和发电机)之间的自然的相互作用的问题,这里同步发电机的机械质量以电网的电网等效阻抗的次同步频率进行谐振。该现象在技术文献中被称为SSR(次同步谐振)。

[0020] 除了被补偿电网的自然谐振频率与注入功率到该电网的发电机的自然机械谐振频率一致的可能性之外,连接到电网的变频器的不断出现增加了从电网稳定性的视角来看所要考虑的新的方面。这是变频器控制与被补偿电网的相互作用,该现象可以导致对通过该变换器的能量流的失去控制,这可能使电网本身不稳定。该现象在文献中被称为SSCI(次同步控制的不稳定性)。

[0021] 当连接到具有串联电容器的被补偿电网的变频器的控制使得该变频器行为像其等效阻抗在处于小于电网基频的频率范围之内取得负值的电系统一样时,SSCI现象发生。

SSCI现象可以具有与SSR现象一样的效果,但是为了实现这样的效果,必须有很大数量的连接到被补偿电网的变频器。连接到电网的变频器的不断增加的使用,以及由串联电容器进行补偿的电网的存在,已经使得有潜在危险的场景成为现实,对于这而言期望有方案解决,并且这形成了这里公开的本发明的基础。

发明内容

[0022] 本发明的方面涉及一种用于控制连接到电网的变频器的方法,其特征在于,它有助于抑制可能发生在电网中的次同步谐振。该控制方法基于从变频器所连接的电网中电压的读数。电压读数用来识别存在于电网中的谐振频率并且也被用在变频器的调节回路之内以建立变频器必须调节的电流设置点,以便于抑制电网中的次同步谐振。

[0023] 提出的该控制方法可以在现有的系统中实现,这是由于其可以在管理该变频器的控制单元中所运行的软件中应用,并且因此可以通过更新中央控制单元中所使用的控制程序而得以应用。

附图说明

[0024] 通过参照附图详细描述它的示例性实施例,本发明的上述和其他方面和各个方面的特点将变得明显,在附图中:

[0025] 图1示出基于双馈拓扑的风力应用的单线线路示意图。

[0026] 图2示出针对用串联电容器进行补偿的电网的单线线路示意图。

[0027] 图3示出代表有功调节回路(17)和无功调节回路(27)的框图。

[0028] 图4示出代表集成次同步阻尼回路(39)的经改动的有功调节回路和无功调节回路的框图。

[0029] 图5示出描述次同步谐振阻尼回路(39)的框图。

[0030] 图6示出其运行由图3中限定的调节算法进行调节的变频器进行控制的基于双馈拓扑控制的风力发电软件的模拟结果。

[0031] 图7示出其运行由图4中限定的调节算法进行调节的变频器进行控制的基于双馈拓扑控制的风力发电软件的模拟结果。

[0032] 图7a示出包括基于功率设置点50的电网次同步谐振阻尼回路的系统。

[0033] 图7b示出基于功率设置点50的次同步谐振阻尼回路。

[0034] 图8为可以应用本发明的实施例的系统的示意图。

[0035] 图9为示出根据本发明实施例的方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 本发明的各个实施例的详细描述将基于双馈拓扑发电应用进行。本领域技术人员可以理解所描述的发明适于任何包括至少一个连接到电网的变频器的应用。如上面所证明的,可以应用例如为发电机或用电设备的实例,它们中的所有能量都流过变频器(全变换器)、用于功率分配的HVDC应用或用于功率分配的HVAC应用。

[0037] 双馈拓扑包括双馈异步发电机,其中定子端子被直接连接到电网,并且其中转子端子被连接到变频器,变频器进而连接到电网。

[0038] 图1示出基于双馈拓扑的风电应用的单线线路示意图。该示意图示出组成该应用的不同部分,包括适配供电电压的头部变压器、绕组转子异步发电机1、包括逆变器器6和整流器5的变频器4、分流保护电路13、电网连接滤波器8和发电机连接滤波器7、中央控制单元10、用于连接到电网侧发电机2的接触器和用于将整流器5连接到电网的接触器9。

[0039] 更具体地,图1示出包括双馈异步发电机1的系统,双馈异步发电机1的定子通过耦合接触器2和变压器3的定子连接到电网。变压器3将该定子的电压输出适配到电网的电压水平。双馈异步发电机1的转子被连接到包括电网侧变换器或整流器5和电机侧变换器或逆变器6的变频器4。该系统还包括在逆变器6和转子之间的发电机连接滤波器7以及在整流器5和连接接触器9之间以用于将整流器连接到电网的电网连接滤波器8。

[0040] 该系统进一步包括中央控制单元10,其运行从系统取得的测量结果而来的控制算法,以生成整流器的静态开关的开关命令11并且生成用于逆变器的静态开关的开关命令12。

[0041] 在实施例中,逆变器6和整流器5可以包括IGBT类型的静态开关,其中它们的打开和闭合由来自中央控制单元10的开关命令管理。

[0042] 电网连接滤波器8和发电机连接滤波器7可以包括例如电感、电容和/或电阻器的无源元件。电网连接滤波器8的主要目的是对电压和电流波形进行滤波以减少注入电网的功率的谐波含量。发电机连接滤波器7的主要目的是减轻由逆变器施加到发电机转子线圈的电压波形的导数。

[0043] 组件的运行由中央控制单元10监控,其处理由安装在整个系统中的传感器所收集的测量结果。中央处理单元10运行编程控制算法以控制发电机和电网之间的功率潮流。作为运行这些算法的结果,生成针对安装在整流器5和逆变器6两者中的IGBT的开关命令11和12。使用调制步骤计算这些开关命令11、12,所述调制步骤使用脉冲宽度调制技术来合成连续阶梯电压,必须被施加在逆变器6和整流器5的输出处的参考电压,以控制这些元件中的每一个的电流。脉冲宽度调制方法被广泛用于本领域当前的状况中,并且可以在标量或矢量方法之间变化。标量调制方法为那些基于携带信号与调制信号之间的比较的方法(例如PWM,脉冲宽度调制)。矢量方法为那些在之前在调制阶段中计算出的特定时间处施加特定矢量或开关模式的方法(例如SVPWM,空间矢量脉冲宽度调制)。

[0044] 图2示出以简易方式代表在风力发电机130和功率集电器160之间互连的功率配电线路的单线线路示意图,功率集电器160用于连接不同的功率配电线路。电感140表示连接到风力发电厂130的功率配电线路的感性性质。将风力发电厂130和功率集电器160互连的功率配电线路通过引入设置在串联连接处的电容器150进行补偿。

[0045] 图3示出管理功率调节回路(称为外部回路)和电流调节回路(称为内部回路)的控制算法。如图3所示,包括这两个调节回路的结构对于有功功率15和无功功率27来说是等效的。有功功率调节回路17基于有功功率设置点18和系统19中所测量的有功功率的真实值之间的比较。由该比较产生的误差20将由有功功率调节器21处理,有功调节器21将提供必要的有功电流输出设置点22,以由后续的有功电流回路来调节。内部有功电流调节回路将接收在有功功率调节器21的输出处所施加的有功电流设置点22,并且将该值与在系统23中测得的有功电流的真实值进行比较。由两个电流值之间的比较所产生的误差24将由有功电流调节器25处理,有功电流调节器25将提供必要的有功电压输出设置点26,以通过由调制级

100施加的静态开关触发命令来在变换器输出处进行施加。

[0046] 类似于针对有功调节回路的描述,用于无功功率回路27的操作原则基于有功功率设置点28与在系统中测得的无功功率29的真实值之间的比较。由该比较产生的误差30将由无功功率调节器31处理,其将提供必要的无功电流输出设置点32,以通过后续的无功电流回路来调节。内部有功电流调节回路将接收在无功功率调节器的31的输出处施加的无功电流设置点32,并将该值与在系统33中测得的无功电流的真实值进行比较。由两个电流值之间的比较所产生的误差34将由无功电流调节器35处理,无功电流调节器35将提供必要的无功电压输出设置点36以通过由调制级100所施加的静态开关触发命令来施加在变换器输出处。

[0047] 有功电压设置点26和无功电压设置点36将由调制级100处理,调制级100将限定针对变换器的静态开关的开关命令11、12。

[0048] 本发明提出修改在图3中描述的调节算法,通过包括基于电流设置点39(图4)的新的电网次同步谐振阻尼回路或基于功率设置点50(图7a)的新的电网次同步谐振阻尼回路来对其进行完善。如在图4中所示的,基于电流设置点39的次同步谐振阻尼回路基于对电网电压38的读取,一旦被处理,将确定必要的电流设置点来抑制电网的次同步谐振。如图7a所示,基于功率设置点50的次同步谐振阻尼回路是基于对电网电压38的读取,一旦被处理,将确定必要的功率设置点来抑制电网的次同步谐振。

[0049] 如图5所示,基于电流设置点39的次同步谐振阻尼回路将通过采用例如为克拉克变换42和帕克变换43的数学操作处理对电网电压38的读取。这两个变换的应用提供了电网电压的矢量表示。电网电压的矢量表示将由电压次同步分量识别模块44使用,电压次同步分量识别模块44使用允许区分电网的基频和可能出现的任何其他频率,即次同步频率的滤波器。用来识别电网电压的次同步分量的滤波器的调整将默认预先限定以识别变频器连接到的任何电网的电压次同步分量,而不需要必须知道对应于该电网的理论次同步谐振值,如果电网的自然阻抗值已知,那么该次同步谐振值可以被识别。如果组成该电网的元件已知,本领域技术人员可以确定电网的自然阻抗。

[0050] 由次同步谐振识别模块44识别的电网的次同步分量将被用在电流阻尼设置点计算模块45以产生阻尼电流设置点,阻尼电流设置点将由有功回路和无功回路施加到电流设置点。由电流阻尼设置点计算模块45计算的阻尼设置点将被分为有功分量40和无功分量41。

[0051] 有功阻尼电流设置点40将由有功功率调节器21计算并被加到有功电流设置点22,并且该加法的结果将对应于总有功电流37,有功电流37必然被有功电流调节器25调节。类似地,无功阻尼电流设置点41将由无功功率调节器31计算并被加到无功电流设置点32,并且该加法的结果对应于总无功电流,总无功电流必然被无功电流调节器35调节。

[0052] 如图7b所示,基于功率设置点50的次同步谐振阻尼回路将通过应用例如克拉克变换42和帕克变换43的数学操作来处理电网电压38的读数。这两个变换的应用将提供电网电压的矢量表示。电网电压的矢量表示将由电压次同步分量识别模块44使用,电压次同步分量识别模块44使用允许区分电网的基频和可能出现的任何其他频率,即次同步频率的滤波器。对于用来识别电网电压的滤波器的调节将默认预定限定以识别变频器连接到的任何电网的电压的次同步分量,而不需要必须知道对应于该电网的理论次同步谐振值,如果电网

的自然阻抗值已知,那么该次同步谐振值可以被识别。如果组成该电网的元件已知,本领域技术人员可以确定电网的自然阻抗。

[0053] 由次同步谐振识别模块44识别的电网次同步分量将被用在功率阻尼设置点计算模块55中以产生阻尼功率设置点,阻尼功率设置点将被加到功率设置点、有功功率设置点18和无功功率设置点28。由功率阻尼设置点计算模块55计算的阻尼设置点将被分为无功分量51和有功分量53。

[0054] 有功阻尼功率设置点51将被加到有功功率设置点18并且该加法的结果将对应于总有功功率52,总有功功率52必然被有功功率调节器21调节。相似地,无功阻尼功率设置点53将被加到无功功率设置点28并且该加法的结果将对应于总无功功率54,总无功功率54必然被无功功率调节器31调节。

[0055] 图6示出其运行由图3中限定的调节算法来调节的变频器来控制的基于双馈拓扑控制的风力发电应用的模拟结果。该模拟示出在电网中出现次同步谐振的情况下系统的行为。该模拟示出注入电网的有功功率46、注入电网的无功功率47以及电网48的相R、S、T的电压和电网49的相R、S、T的电流的形状。电网波形允许识别相R、S、T的电网电压上的次同步谐振的效应。电网的次同步谐振的效应为图3中所限定的控制算法不能控制系统中的有功功率、无功功率和电流R、S和T。

[0056] 图7示出其运行由图4中限定的调节算法来调节的变频器来控制的基于双馈拓扑控制的风力发电应用的模拟结果。该模拟示出在电网中出现次同步谐振的情况下系统的行为。该模拟示出注入电网的有功功率46、注入电网的无功功率47以及电网48的相R、S、T电压和电网49的相R、S、T的电流的形状。图7中所示的波形与图6的波形相比,允许验证在图4限定的控制算法的操作下系统行为的改善。次同步谐振的效应得以抑制并且该系统维持对其所有变量的控制。

[0057] 图8为示出使用上述的中央控制单元10的实施例的示意图。参照图8,系统800可以为通用计算机,专用计算机和个人电脑、服务器等。系统800可以包括处理器810、存储器820、存储单元830、I/O接口840、用户接口850,以及总线860。处理器810可以为中央处理器单元(CPU),即,中央控制单元,其通过在总线860上传输控制信号和/或数据来控制系统800的运行,总线860将系统800的元件810到850通信地连接在一起。总线860可以为控制总线、数据总线等。处理器810可以被提供有用于执行和控制系统800的运行的指令,例如,以计算机可读代码的形式。计算机可读代码可以被存储在存储器820或存储单元830中。可替换地,计算机可读代码可以通过I/O接口840或用户接口850而被接收。如上论述的,存储器820可以包括RAM、ROM、EPROM或闪存等。同样所上所述,存储单元830可以包括硬盘驱动(HDD)、固态驱动等。存储单元830可以存储操作系统(OS)和应用程序来被加载到存储器820以用于由处理器810来执行。I/O接口840执行系统和其他外部设备(例如其他系统或外围设备)之间的数据交换,直接地或通过网络(例如为LAN、WAN或互联网)。I/O接口840可以包括通用串行总线(USB)接口、网络接口卡(NIC)、电气与电子工程师协会(IEEE)1394接口等。用户接口850接收用户的输入,并提供用户的输出。用户接口850可以包括鼠标、键盘、触摸屏或用于接收用户输入的其他输入设备。用户接口850还可以包括显示器,例如监视器或液晶显示器(LCD),以及扬声器等用于为用户提供输出。

[0058] 图9示出描述根据本发明的实施例的方法的流程图。该流程图代表可以由图8中所

示的系统的算法。在步骤1中,识别导致电网中的次同步谐振的次同步分量。基于被识别的次同步分量,确定针对阻尼电流的设置点(步骤2)。然后在步骤3将这些阻尼电流设置点加到由功率调节回路确定的设置点。最后,在步骤4,基于由将阻尼电流设置点加到功率调节设置点产生的总电流设置点来控制该变频器。

[0059] 尽管已经结合上述的实例描述了各种特性,但是这些特性和或实例的各种变换、修改、变化和或改进都是可能的。因此,前述的实例,用于说明的目的。各种变化将被产生而不偏离基本面原则的宽泛精神和范围。

[0060] 已经参考根据本发明的实施例的用户接口、方法和计算机程序的流程图说明来描述本发明。应该理解流程图说明的每个模块以及流程图说明中的模块的组合,可以由计算机程序指令执行。这些计算机程序指令可以被提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器来产生机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理器的处理器执行的指令产生用于执行在一个或多个流程图模块中说明的功能的方法。这些计算机可编程指令还可以被存储在计算机可用或计算机可读存储器中,可以直接导入计算机或其他可编程数据处理装置中来以特定方式执行功能,使得储存在计算机可用或计算机可读存储中的指令产生包括指令装置的产品,指令装置执行在一个或多个流程图模块中说明的功能。计算机程序指令还可以被加载到计算机或其他可编程数据处理装置中来使得在计算机或其他编程装置中执行的系列操作步骤产生计算机执行的程序,例如在计算机或其他可编程装置中执行的指令提供用于执行在一个或多个流程图模块中说明的功能。

[0061] 并且流程图说明中的每个模块可以表示为代码的模块、片段或部分,这包括一个或多个用于执行特定的逻辑功能的可执行指令。也应该注意在某些可替换实施例中,模块中标注的功能可以超出预定。例如,取决于包括的功能,顺序示出的两个模块事实上可以实质上同时执行或这些模块可以以相反顺序执行。

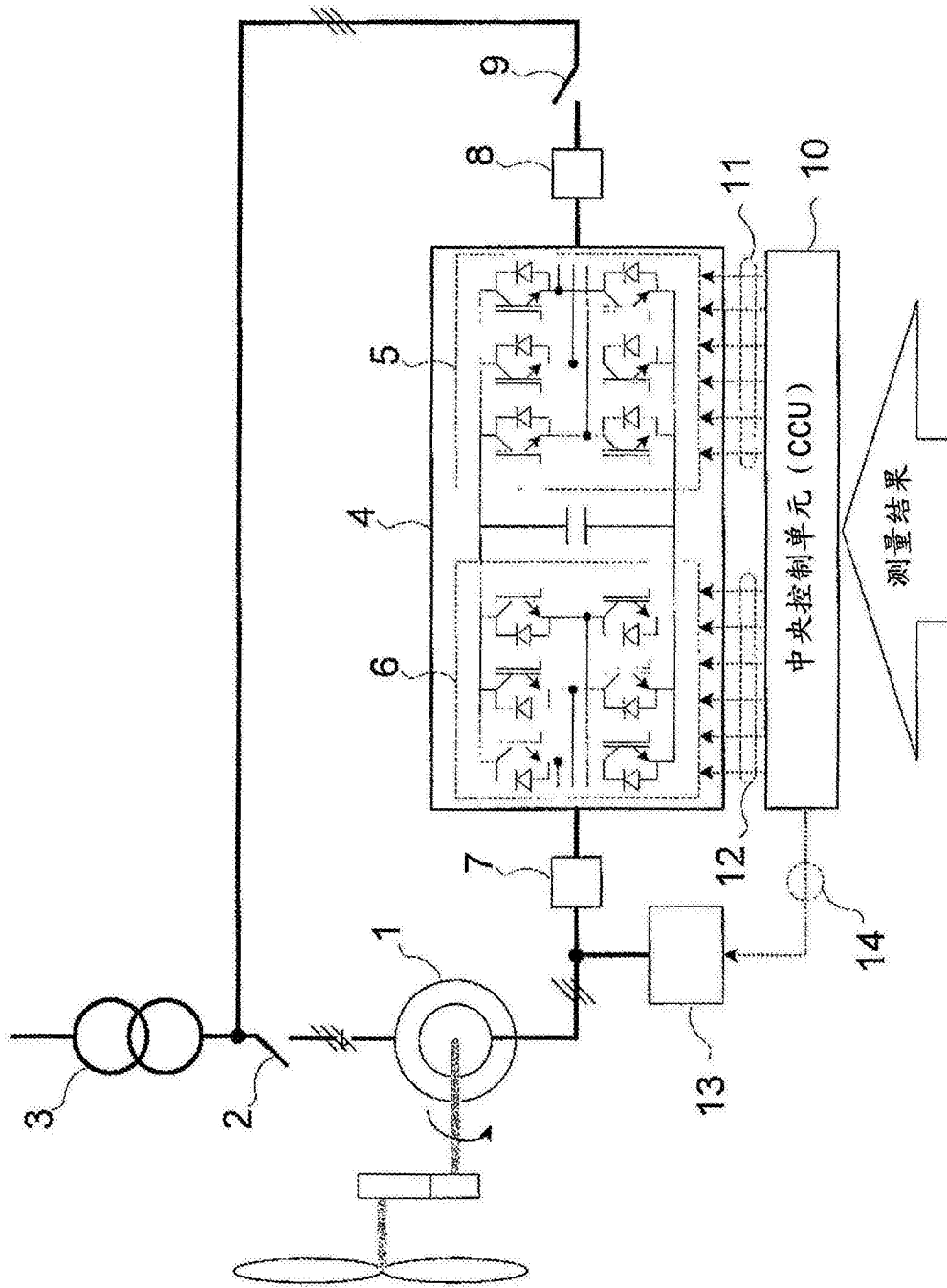


图1

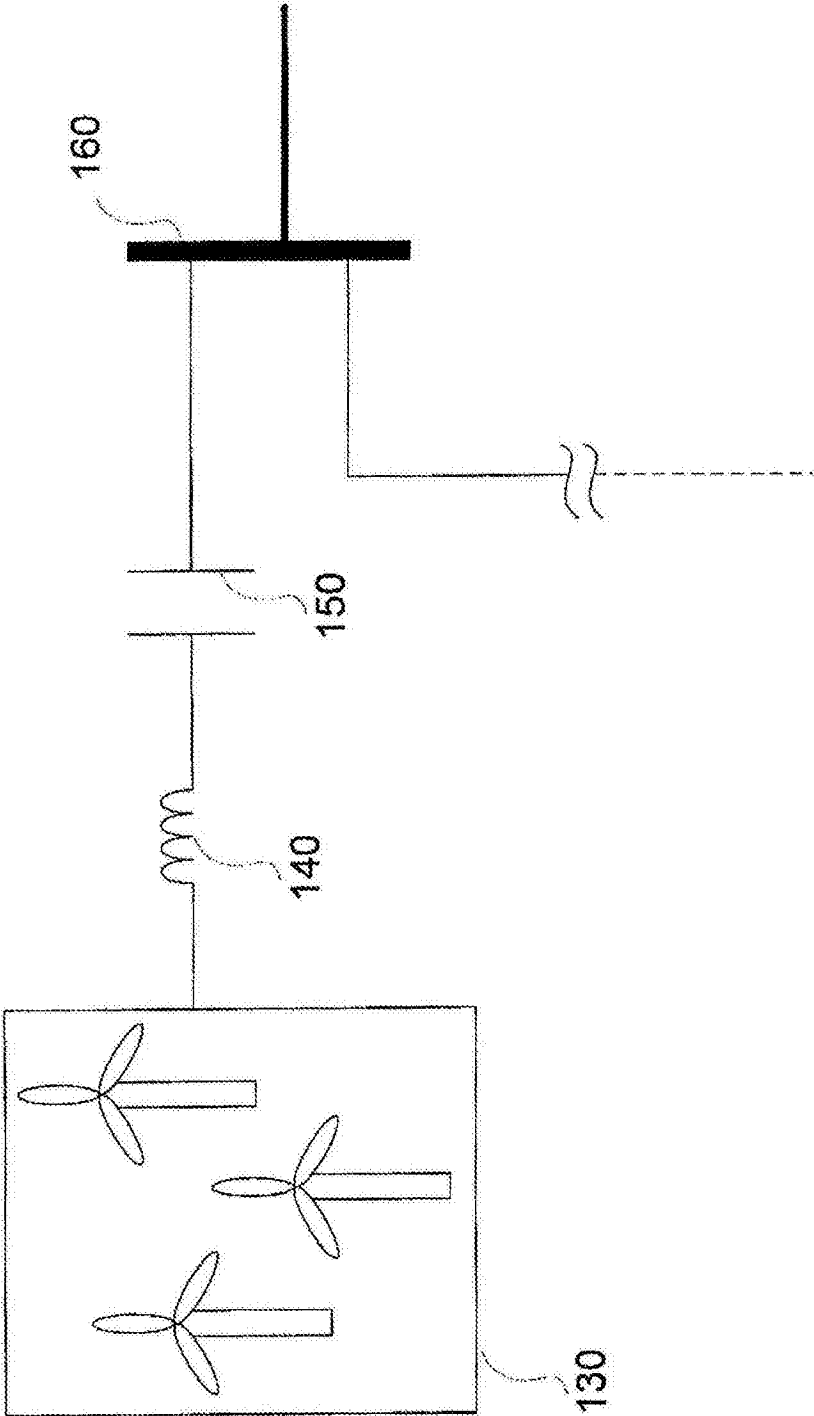


图2

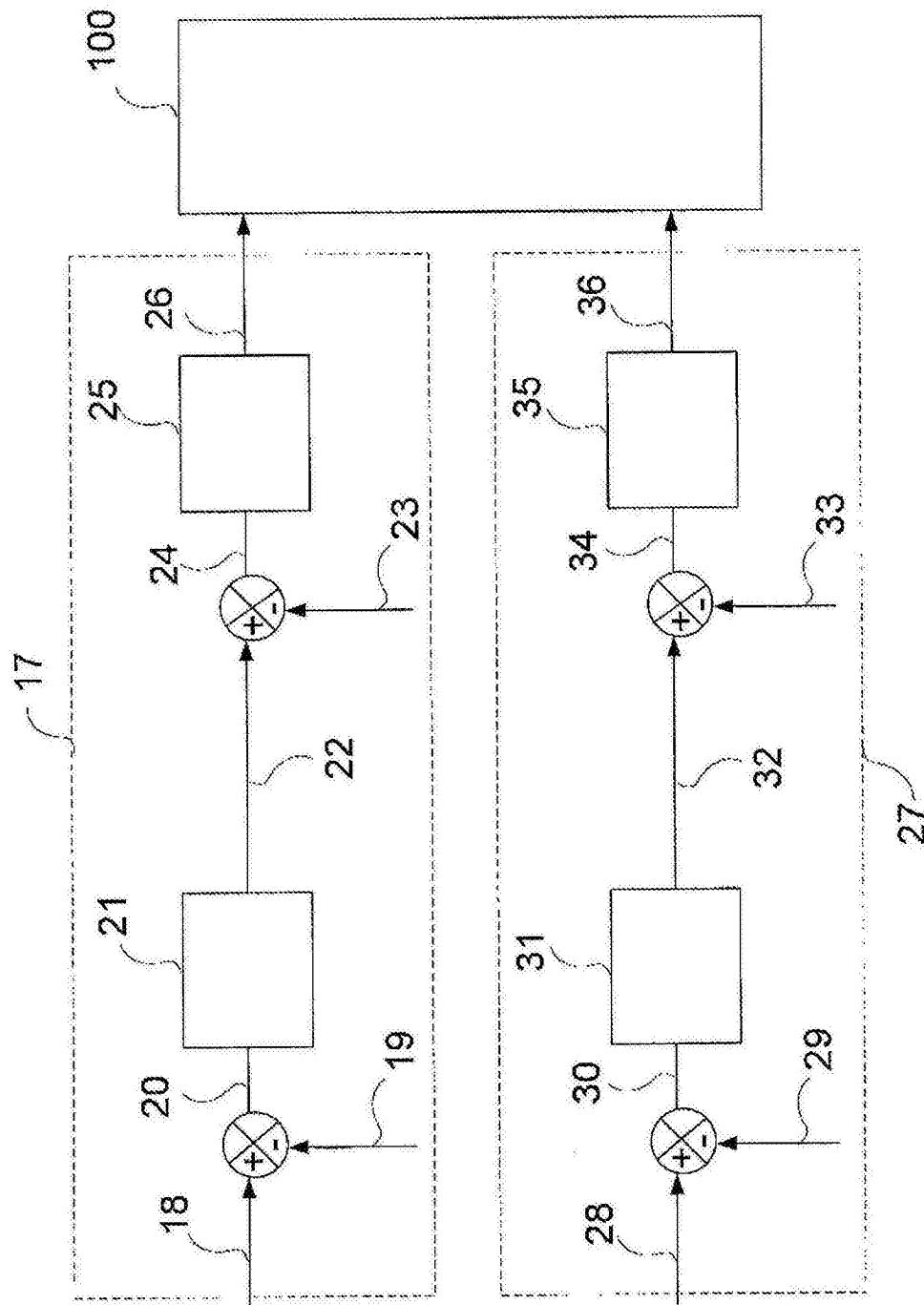


图3

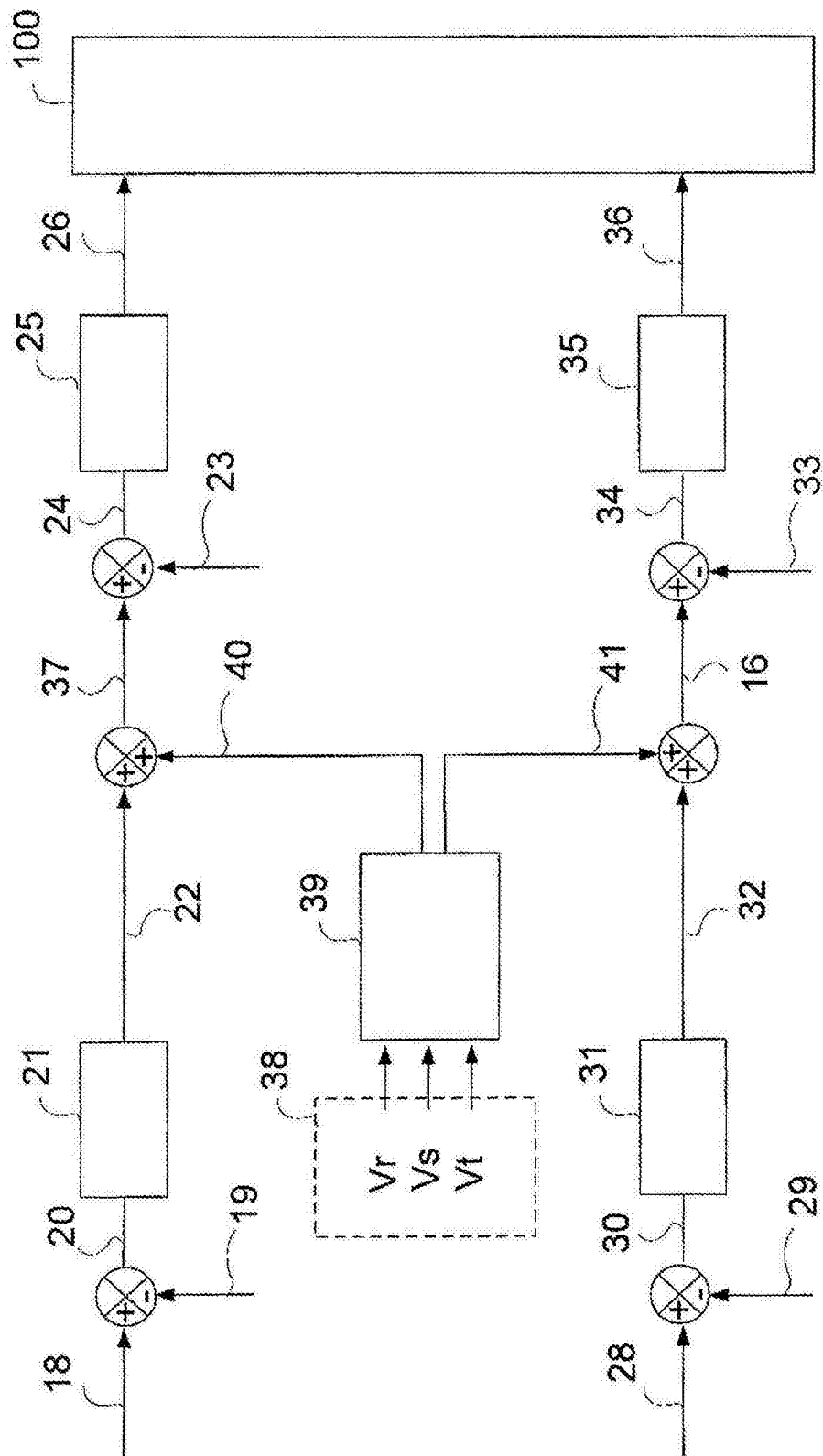


图4

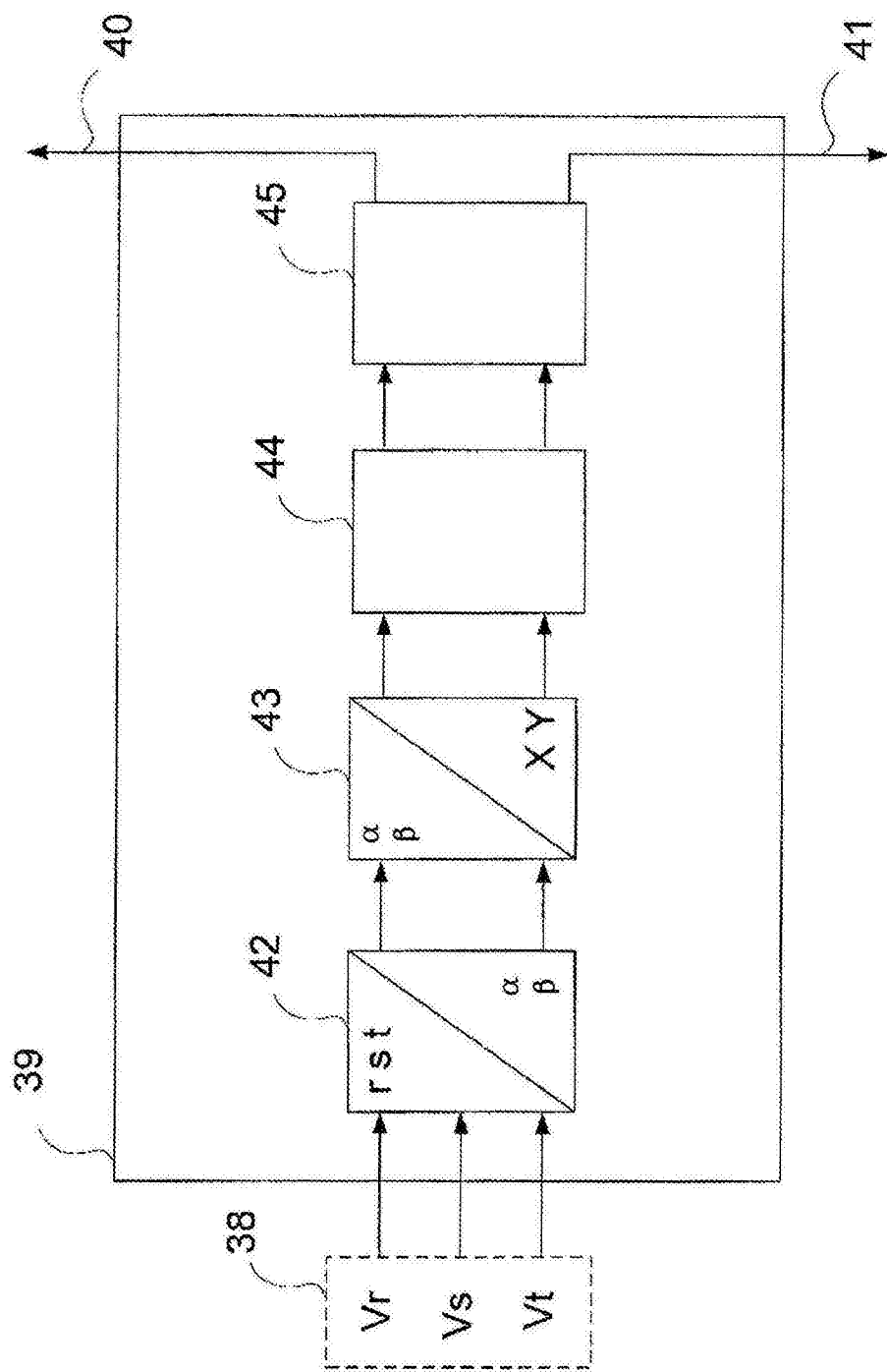


图5

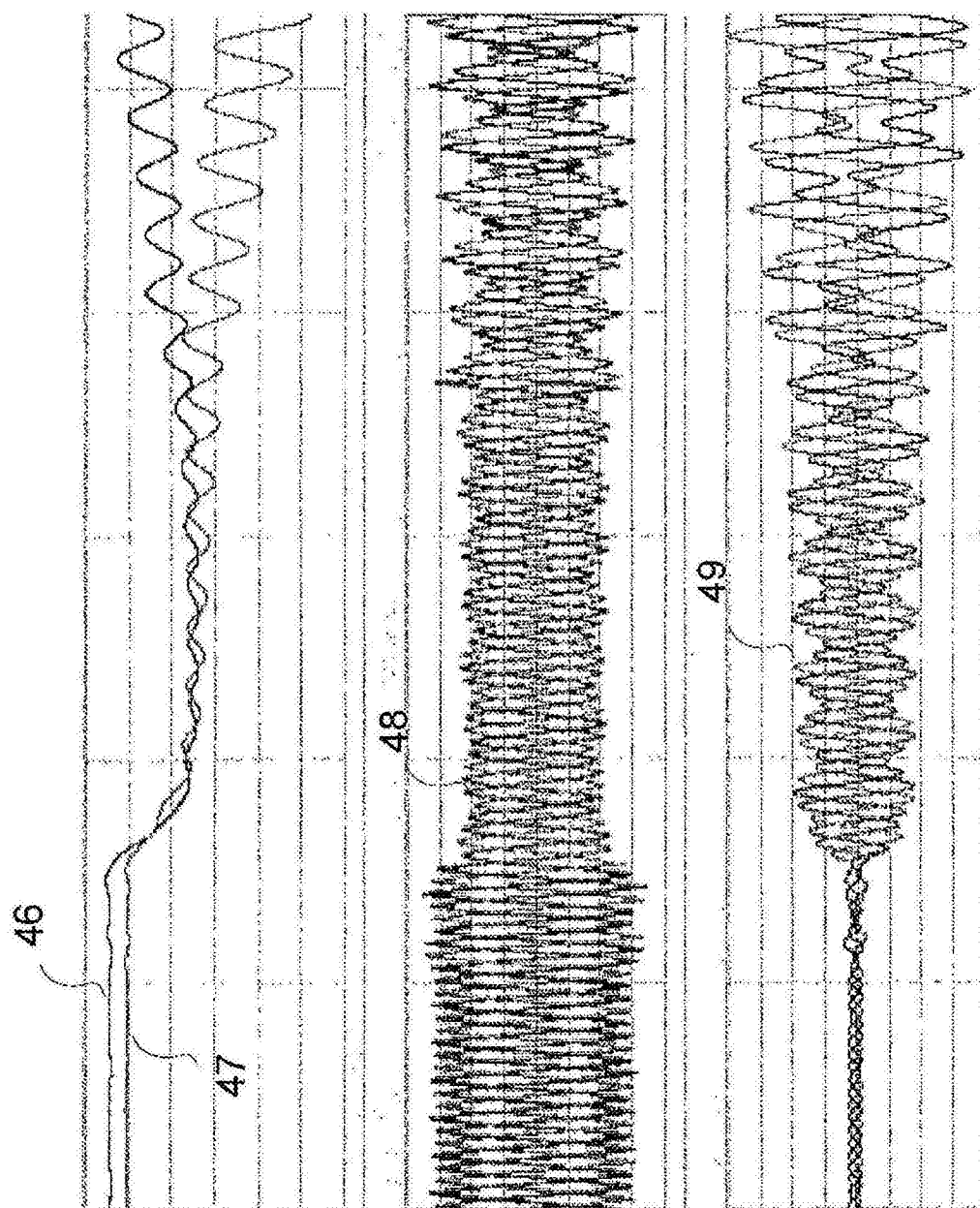


图6

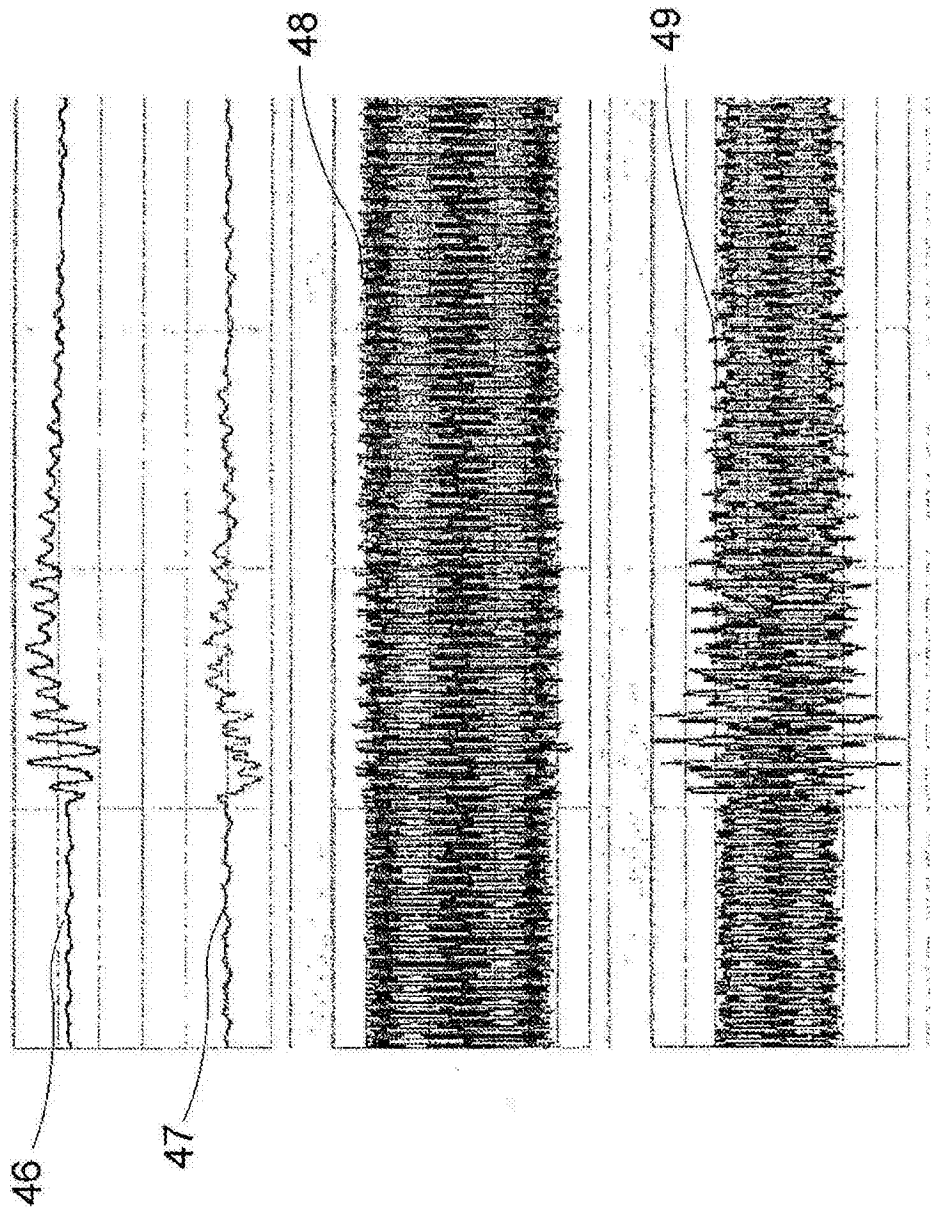


图7

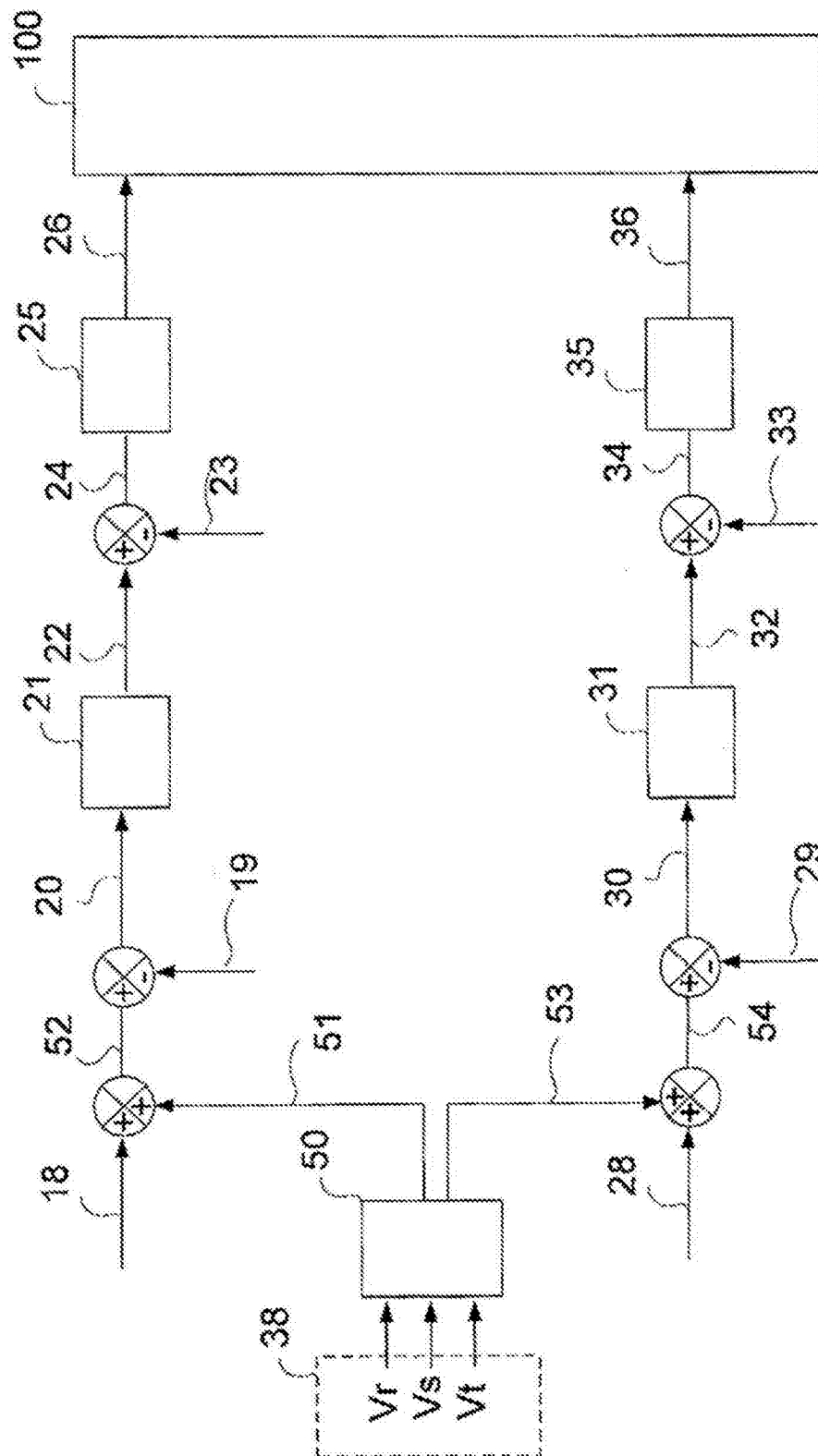


图7a

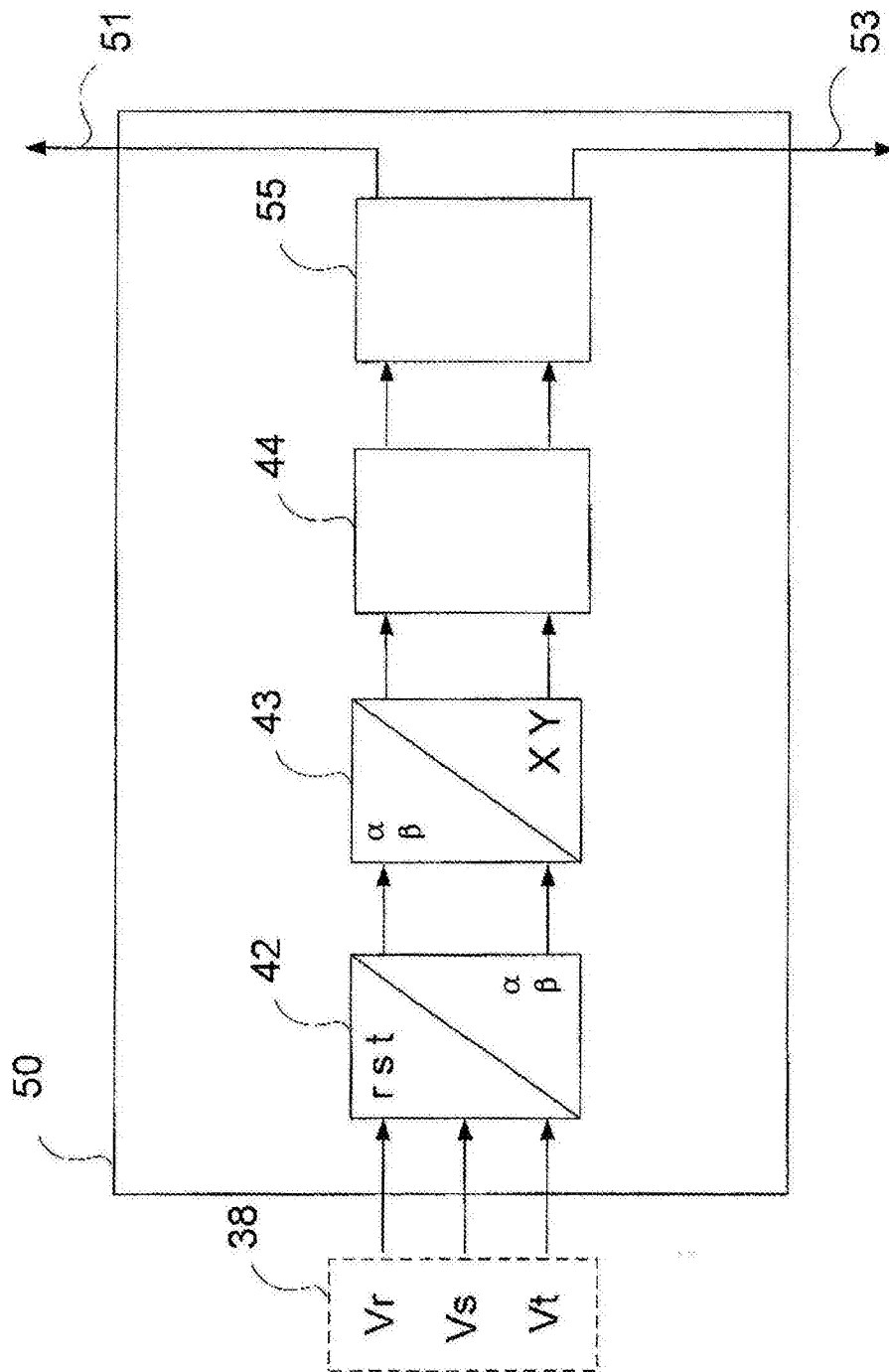


图7b

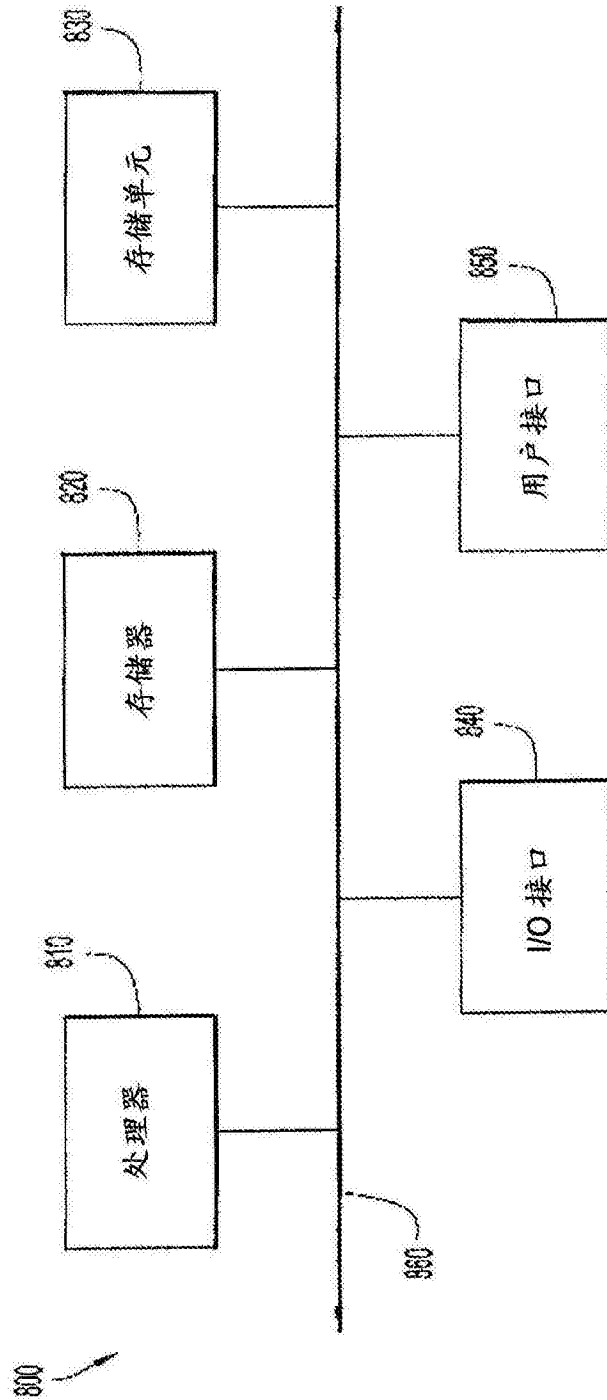


图8

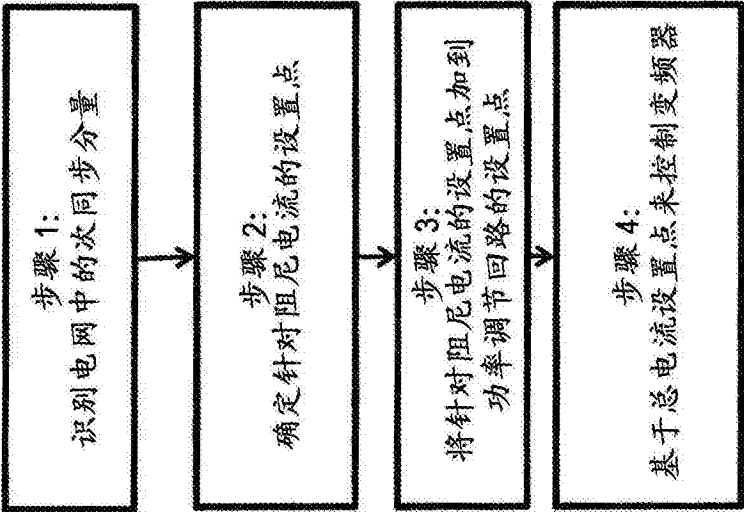


图9