



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105900309 B

(45)授权公告日 2017.09.19

(21)申请号 201480073001.7

(22)申请日 2014.01.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105900309 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.07.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/050482 2014.01.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/104063 EN 2015.07.16

(73)专利权人 ABB瑞士股份有限公司

地址 瑞士巴登

(72)发明人 R·玛朱姆德

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 李辉

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 3/46(2006.01)

(56)对比文件

CN 101640419 A, 2010.02.03,

US 2012/0280673 A1, 2012.11.08,

CN 102868217 A, 2013.01.09,

CN 103190054 A, 2013.07.03,

审查员 丁小汀

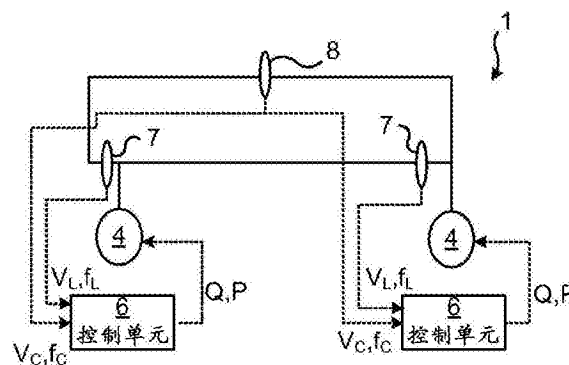
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

微电网中稳定能量存储装置的控制

(57)摘要

本公开涉及由控制单元(6)执行的方法,用于控制配置成使微电网(1)稳定的能量存储装置(4),方法包括:获得关于在微电网的本地点(7)测量的与本地基准的电压和/或频率偏差的本地偏差信号(V_L, f_L),其中能量存储装置连接在本地点处并且能够向微电网注入有功功率和/或无功功率(Q, P)以使所述微电网稳定;获得关于在微电网的与本地点不同的公共点(8)测量的与公共基准的电压和/或频率偏差的公共偏差信号(V_C, f_C),其中公共偏差信号配置成与通过用于控制使微电网(1)稳定的其他能量存储装置(4)的其他控制单元获得的公共偏差信号相同;只要本地偏差信号满足第一标准,则基于公共偏差信号控制能量存储装置向微电网的有功功率和/或无功功率的注入;以及响应于本地偏差信号满足第二标准而从基于公共偏差信号控制能量存储装置切换至基于本地偏差信号控制能量存储装置。



1. 一种由控制单元 (6) 执行的方法, 各控制单元用于控制配置成使微电网 (1) 稳定的相应的能量存储装置 (4), 所述方法包括, 使各控制单元:

获得 (71) 本地偏差信号 (V_L, f_L), 所述本地偏差信号是关于在所述微电网 (1) 的本地点 (7) 测量的与本地基准的电压偏差和/或频率偏差, 其中所述能量存储装置 (4) 连接在所述本地点 (7) 处并且能够向所述微电网注入有功功率和/或无功功率 (Q、P) 以使所述微电网稳定;

获得 (72) 公共偏差信号 (V_C, f_C), 所述公共偏差信号是关于在所述微电网的与所述本地点 (7) 不同的公共点 (8) 测量的与公共基准的电压偏差和/或频率偏差, 其中所述公共偏差信号对于所有的控制单元 (6) 相同;

只要所述本地偏差信号满足第一标准, 则基于所述公共偏差信号控制 (73) 所述能量存储装置 (4) 向所述微电网 (1) 的有功功率和/或无功功率的注入;

响应于所述本地偏差信号满足第二标准而从基于所述公共偏差信号控制 (73) 所述能量存储装置 (4) 切换 (74) 至基于所述本地偏差信号控制 (75) 所述能量存储装置; 以及

响应于所述本地偏差信号满足第三标准而从基于所述本地偏差信号控制 (75) 所述能量存储装置 (4) 返回 (76) 至基于所述公共偏差信号控制 (73) 所述能量存储装置。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中:

获得 (71) 本地偏差信号包括从所述本地点 (7) 接收电压和/或频率的测量值并将接收到的电压和/或频率的测量值与预定并且保持在所述控制单元 (6) 的存储单元中的所述本地基准进行比较, 以计算所述本地偏差信号; 并且

获得 (72) 公共偏差信号包括从所述公共点 (8) 接收电压和/或频率的测量值并将接收到的电压和/或频率的测量值与预定并且保持在所述控制单元 (6) 的存储单元中的所述公共基准进行比较, 以计算所述公共偏差信号。

3. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 所述第一标准是与所述本地基准的偏差在预定的幅度阈值 (77) 之下, 或者与所述本地基准的偏差的变化率在预定的变化率阈值 (78) 之下。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其中, 所述第二标准是与所述本地基准的偏差在预定的幅度阈值 (77) 之上, 或者与所述本地基准的偏差的变化率在预定的变化率阈值 (78) 之上。

5. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 所述第三标准是与所述本地基准的偏差在预定的幅度返回阈值 (77) 之下, 或者与所述本地基准的偏差的变化率在预定的变化率返回阈值 (78) 之下。

6. 一种微电网 (1), 包括多个分布式发电机 (2)、多个能量存储装置 (4)、多个控制单元 (6) 和多个负载 (3), 其中所述多个能量存储装置 (4) 通过能够向所述微电网注入有功功率和/或无功功率而连接至所述微电网, 用于使所述微电网稳定, 所述能量存储装置中的每一个连接至所述多个控制单元中的相应的控制单元 (6), 各控制单元包括:

处理器电路; 以及

存储有指令的存储单元, 所述指令在被所述处理器电路执行时使所述控制单元 (6):

获得本地偏差信号 (V_L, f_L), 所述本地偏差信号是关于在所述微电网 (1) 的本地点 (7) 测量的与本地基准的电压偏差和/或频率偏差, 其中所述能量存储装置 (4) 连接在所述本地点 (7) 处;

获得公共偏差信号 (V_c, f_c) ,所述公共偏差信号是关于在所述微电网 (1) 的与所述本地点 (7) 不同的公共点 (8) 测量的与公共基准的电压偏差和/或频率偏差,其中所述公共偏差信号对于所有的控制单元 (6) 相同;

只要所述本地偏差信号满足第一标准,则基于所述公共偏差信号控制所述能量存储装置 (4) 向所述微电网 (1) 的有功功率和/或无功功率的注入;

响应于所述本地偏差信号满足第二标准而从基于所述公共偏差信号控制所述能量存储装置 (4) 切换至基于所述本地偏差信号控制所述能量存储装置;以及

响应于所述本地偏差信号满足第三标准而从基于所述本地偏差信号控制所述能量存储装置 (4) 返回至基于所述公共偏差信号控制所述能量存储装置。

微电网中稳定能量存储装置的控制

技术领域

[0001] 本公开涉及用于控制配置成使微电网稳定的能量存储装置的方法和控制单元。

背景技术

[0002] 微电网是发电装置、能量存储装置和负载的本地化群组,其通常通过公共耦合点操作性地连接至传统的集中电网。微电网是用于所谓的分布式发电 (DG) 的结构的一部分,其中分布式发电旨在由很多小的能量源(可以称为分布式发电机 (DG:s) 或微源) 在本地产生电力。

[0003] 在微电网中,通过应用能量存储装置来提高系统稳定性,其中该能量存储装置用作微电网的稳定器,用于连续的有功功率和无功功率注入。对这种稳定器的主要控制理论分别是基于本地频率和电压偏差的有功功率和无功功率注入。在大多数情况下,较大的存储装置/稳定器是经济的。然而,在微电网中,根据发展和扩张并且随着DG的更高的渗透率,可能需要在已有的微电网中添加新的存储装置/稳定器,并且这导致了在同一个微电网中具有多个稳定器的情形。另外,计划好的多稳定器情形对于具有关键负载和频率相关性的微电网也是有益的。考虑到DG参与了系统阻尼,该情形也是切合实际的。

[0004] 在交流电 (AC) 系统中,在稳定状态下频率在每个地方都是相同的,而电压可能根据功率流而不同。然而,在具有DG输出的连续变化、负载切换和低惯性的微电网中,存在小规模连续频率波动和电压波动。并且,偏差在大的瞬变状态期间(像DG故障等)较大。

[0005] 在AC系统中,频率和电压稳定性涉及最小的振荡以及具有在干扰之后回到初始值(或者在可接受的偏差内的任何其他稳态值)的能力的过冲。因此,微电网的稳定性可以通过电压和频率的更紧密的调节来提高。这样做的一种方式敏感性更强的稳定器,即更高的反馈增益。不幸的是,这在受到电网分量时间常数和控制器带宽限制的系统阻尼方面具有负面效果。另一方面,对抗大的干扰的稳定器必须非常快,并且控制器的动作必须迅速且精确地发生以消除控制误差。

发明内容

[0006] 本发明的目的是通过用于控制多个能量存储装置中的至少一个的新颖的控制机构来提高具有用作稳定器的多个能量存储装置微电网的稳定性。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种由控制单元执行的方法,用于控制配置成使微电网稳定的能量存储装置。该方法包括获得关于在微电网的本地点测量的与本地基准的电压偏差和/或频率偏差的本地偏差信号,其中能量存储装置连接在该本地点处并且能够向微电网注入有功功率和/或无功功率以使所述微电网稳定。该方法还包括获得关于在微电网的与本地点不同的公共点测量的与公共基准的电压偏差和/或频率偏差的公共偏差信号,其中该公共偏差信号配置成与通过用于控制使微电网稳定的其他能量存储装置的其他控制单元获得的公共偏差信号相同。该方法还包括只要本地偏差信号满足第一标准,基于公共偏差信号控制能量存储装置向微电网的有功功率和/或无功功率的注入。该方法还包

括响应于本地偏差信号满足第二标准而从基于公共偏差信号控制能量存储装置切换至基于本地偏差信号控制能量存储装置。

[0008] 根据本发明的另一个方面,提供了一种控制单元,用于控制配置成使微电网稳定的能量存储装置。该控制单元包括处理器电路和存储有指令的存储单元,所述指令在被处理器电路执行时使控制单元获得关于在微电网的本地点测量的与本地基准的电压偏差和/或频率偏差的本地偏差信号,其中能量存储装置连接在该本地点处并且能够向微电网注入有功功率和/或无功功率以使所述微电网稳定。所述指令还使控制单元获得关于在微电网的与本地点不同的公共点测量的与公共基准的电压偏差和/或频率偏差的公共偏差信号,其中该公共偏差信号配置成与通过用于控制使微电网稳定的其他能量存储装置的其他控制单元获得的公共偏差信号相同。所述指令还使控制单元:只要本地偏差信号满足第一标准基于公共偏差信号,则控制能量存储装置向微电网的有功功率和/或无功功率的注入。所述指令还使控制单元响应于本地偏差信号满足第二标准而从基于公共偏差信号控制能量存储装置切换至基于本地偏差信号控制能量存储装置。

[0009] 根据本发明的另一个方面,提供了一种微电网,其包括多个分布式发电机和多个负载,其中多个能量存储装置连接至微电网,通过能够向微电网注入有功功率和/或无功功率而用于使所述微电网稳定,所述能量存储装置中的至少一个连接至根据本公开的一个实施方式的控制单元,以由所述控制单元控制。

[0010] 本发明的一个优点在于,本地偏差信号和公共偏差信号都能够用于控制能量存储装置稳定器,并且控制单元能够选择基于哪个偏差信号来对控制能量存储装置稳定器。如果对于具有多个能量存储装置稳定器的微电网,仅仅本地偏差信号用于每个能量存储装置,则存在将出现稳定器很可能以逐步升级的方式彼此对抗地工作的情形的风险。相反,如果仅仅公共偏差信号用于所有的稳定器,则存在本地波动、甚至大的不利波动不被注意且不被处理的风险。根据本发明,控制单元能够根据通过本地偏差信号检测到的本地波动而基于本地偏差信号或公共偏差信号控制能量存储装置。

[0011] 一般而言,在权利要求中使用的所有术语应当根据其在技术领域中的普通含义来理解,除非本文另有明确说明。提到“一个/所述元件、设备、部件、装置、步骤等”时应当被开放地理解为指的是至少一个所述元件、至少一个所述设备、至少一个所述部件、至少一个所述装置、至少一个所述步骤等的情形,除非本文另有明确说明。本文公开的任何方法的步骤都不需要严格按照所公开的顺序来执行,除非明确地有所说明。对本公开的不同特征/部件的“第一”、“第二”等的使用仅仅用来将特征/部件与其他类似的特征/部件进行区分,并不对特征/部件施加任何顺序或层次。

附图说明

[0012] 将参照附图通过示例来描述实施方式。

[0013] 图1是根据本发明具有多个稳定能量存储装置的微电网的实施方式的示意性概略图。

[0014] 图2a和图2b是示意图,示出了根据本发明基于本地偏差信号的稳定能量存储装置的实施方式的功率输出。

[0015] 图3是根据本发明在微电网的实施方式中用于基于本地偏差信号控制稳定能量存

储装置的示意性电路图。

[0016] 图4是根据本发明在微电网的实施方式中用于基于公共偏差信号控制稳定能量存储装置的示意性电路图。

[0017] 图5a和图5b是示意图,示出了根据本发明基于公共偏差信号的稳定能量存储装置的实施方式的功率输出。

[0018] 图6是根据本发明在微电网的实施方式中用于基于公共偏差信号和本地偏差信号两者控制稳定能量存储装置的示意性电路图。

[0019] 图7是示意性流程图,示出了根据本发明的控制稳定能量存储装置的方法的不同实施方式。

具体实施方式

[0020] 现在将参照附图在下文中更完整地描述实施方式,其中在附图中示出了特定的实施方式。然而,很多不同形式的其他实施方式在本公开的范围内也是可能的。相反,下面的实施方式是通过示例的方式提供的,以使本公开将透彻而完整,并向本领域技术人员完整地传输本公开的范围。在全文中,相同的附图标记表示相同的元件。

[0021] 图1是根据本发明具有多个稳定能量存储装置4的AC微电网1的实施方式的示意性概略图。微电网1通过断路器(CB) 5连接至宏电网。微电网1包括多个分布式发电机(DG) 2和多个负载3,所述多个分布式发电机2和所述多个负载3通过电导体彼此连接以形成微电网1。多个能量存储装置4连接至微电网1,使得能量存储装置4能够向微电网注入有功功率和/或无功功率,从而用作微电网的稳定器。每个存储装置4一般都可以包括例如电池和变换器,以便能够向微电网注入有功功率和/或无功功率。能量存储装置4可以遍布微电网定位,以使微电网的不同部分稳定、例如使微电网1的对频率波动或电压波动特别敏感的部分稳定。例如,其中一个能量存储装置4靠近地连接至关键负载3a以确保对所有关键负载的足够的稳定性。

[0022] 图2a和图2b是示意图,示出了根据本发明的基于本地偏差信号的稳定能量存储装置4的实施方式的功率输出。示出了死区下降带宽,并且应当注意死区带宽外的相当高的反馈增益,该反馈增益使得能够通过较高的有功(也称为有效)功率和无功功率注入更快地补偿本地干扰下大的频率和电压偏差。根据一些实施方式,下降曲线在此示出为线性的,但在一些其他实施方式中,如本领域技术人员将理解的,下降曲线可以是非线性的。

[0023] 图3是根据本发明在微电网1的实施方式中用于基于本地偏差信号 V 、 f 控制稳定能量存储装置4的示意性电路图。控制单元6连接至在图中示出的两个能量存储装置4中的每一个,用于能量存储装置的控制。控制单元6从本地点7接收频率(f)和电压(V)的测量值,控制单元能够使用这些测量值、通过与 f 和 V 的本地基准值相比较来获得本地偏差信号。本地点7是微电网1中的处于(例如,接近于)能量存储装置4连接至微电网1所在的位置(即,能量存储装置能够向微电网注入功率的位置)的点,从而不管微电网中的其他位置的情形如何都能够使微电网在所述本地点7处稳定。基于所述测量值和由此获得的本地偏差信号,控制单元6能够向能量存储装置4发送控制信号,指令能量存储装置4连续地、定期地或者根据需要向微电网1注入指定量的有功功率(P)和/或指定量的无功功率(Q),从而在本地控制微电网的频率和电压。

[0024] 图4是根据本发明的在微电网1的实施方式中用于基于公共偏差信号控制稳定能量存储装置4的示意性电路图。该图示出了类似于图3的情形,但是使用了公共偏差信号代替本地偏差信号。控制单元6连接至在图中示出的两个能量存储装置4中的每一个,用于能量存储装置的控制。两个控制单元6都从公共点8接收频率(f)和电压(V)的测量值,每个控制单元然后能够使用这些测量值、通过与 f 和 V 的公共基准值相比较来获得公共偏差信号。公共点8是微电网1中的一般不处于能量存储装置4或多个能量存储装置4中的任一个连接至微电网1所在的点。相反,用于图中两个能量存储装置4的公共点可以例如处于微电网1的中心或者处于如下的关键负载3处:该关键负载3没有足够靠近它的能量存储装置4以使关键负载3在本地稳定。基于所述测量值和由此获得的公共偏差信号,控制单元6能够向能量存储装置4发送控制信号,指令能量存储装置4连续地、定期地或者根据需向微电网1注入指定量的有功功率(P)和/或指定量的无功功率(Q),从而在更通用地控制整个微电网1的频率和电压。

[0025] 图5a和图5b是示意图,示出了根据本发明的基于公共偏差信号的稳定能量存储装置4的实施方式的功率输出。能够利用公共偏差信号实现频率和电压连续变化的更紧密的调节。较低的反馈增益确保了较慢的控制单元动作并且避免了不必要的控制工作,如图5a和5b所示。根据一些实施方式,下降曲线在此示出为线性的,但在一些其他实施方式中,如本领域技术人员将理解的,下降曲线可以是非线性的。

[0026] 图6是根据本发明的在微电网1的实施方式中用于基于公共偏差信号和本地偏差信号两者控制稳定能量存储装置4的示意性电路图。根据本发明,能量存储装置4能够如图3所示那样基于本地偏差信号被控制,或者如图4所示那样基于公共偏差信号被控制。是使用本地偏差信号还是使用公共偏差信号由控制单元6根据本地测量值来决定。一般地,常规的操作是使用公共偏差信号,而当本地偏差高于阈值或者本地偏差的幅度的变化率高于阈值(例如,快速/大的波动/振荡)时,使用本地偏差信号。然后,当本地偏差的幅度低于另一个阈值或者本地偏差的幅度的变化率低于另一个阈值时,可以再次使用公共偏差信号。分别用于幅度或变化率的不同阈值不应太靠近在一起,以避免在使用本地偏差信号与使用公共偏差信号之间快速地切换。因此,用于从公共偏差信号向本地偏差信号的切换的幅度阈值应当充分地高于用于返回至使用公共偏差信号的幅度阈值。类似地,用于从公共偏差信号向本地偏差信号的切换的变化率阈值应当充分地高于用于返回至使用公共偏差信号的变化率阈值。类似地,在预定阈值之上的通信故障或通信延时的检测可以促进控制单元6切换至使用电压和频率的本地偏差信号。应当注意,从使用公共偏差信号到使用本地偏差信号的切换可以是由控制单元6做出的本地决定,并且仅仅与控制单元6控制的一个或多个能量存储装置4相关。微电网的其他能量存储装置可以继续使用公共偏差信号。在图中,对于本地点7,用于电压的本地偏差信号用 V_L 表示,而用于频率的本地偏差信号用 f_L 表示;而对于公共点8,用于电压的公共偏差信号用 V_C 表示,而用于频率的公共偏差信号用 f_C 表示。

[0027] 图7是示意性流程图,示出了根据本发明的控制稳定能量存储装置4的方法的不同实施方式。该方法在本文论述的控制单元6中执行或者由控制单元6执行。获得71本地偏差信号(V_L, f_L),本地偏差信号是关于在微电网1的本地点7测量的与本地基准的电压偏差和/或频率偏差,其中能量存储装置4能够在该本地点7处向所述微电网注入有功功率和/或无功功率(Q, P)以使所述微电网稳定。一般地,同时,获得公共偏差信号(V_C, f_C) 72,公共偏差信

号是关于在微电网的与本地点7不同的公共点8测量的与公共基准的电压偏差和/或频率偏差,其中该公共偏差信号配置成与通过用于控制使微电网1稳定的其他能量存储装置4的其他控制单元6获得的公共偏差信号相同。用预定偏差幅度阈值77和预定变化率阈值78来检验本地偏差信号。基于这些检验,控制单元6决定是否切换74至使用本地偏差信号来控制能量存储装置4(如果当前使用73公共偏差信号来控制能量存储装置的话)或者是否返回76至使用公共偏差信号来控制能量存储装置4(如果当前使用75本地偏差信号来控制能量存储装置的话)。

[0028] 根据本发明的一些实施方式,获得本地偏差信号71包括从本地点7接收电压和/或频率的测量值并将其与预定并且保持在控制单元6的存储单元中的本地基准进行比较,以计算本地偏差信号。类似地,获得公共偏差信号72可以包括从公共点8接收电压和/或频率的测量值并将其与预定并且保持在控制单元6的存储单元中的公共基准进行比较,以计算公共偏差信号。可替代地,控制单元6接收已经在别处计算的本地偏差信号和/或公共偏差信号。

[0029] 根据本发明的一些实施方式,第一标准是与本地基准的偏差在预定的幅度阈值77之下,或者与本地基准的偏差的变化率在预定的变化率阈值78之下。

[0030] 根据本发明的一些实施方式,第二标准是与本地基准的偏差在预定的幅度阈值77之上,或者与本地基准的偏差的变化率在预定的变化率阈值78之上。该幅度阈值77和/或变化率阈值78可以与用于第一标准的任何幅度阈值和变化率阈值相同或不同。

[0031] 根据本发明的一些实施方式,所述方法还包括响应于本地偏差信号满足第三标准而从基于本地偏差信号控制75能量存储装置4返回76至基于公共偏差信号控制73能量存储装置。在一些实施方式中,第三标准是与本地基准的偏差在预定的幅度返回阈值77之下,或者与本地基准的偏差的变化率在预定的变化率返回阈值78之下。

[0032] 本发明的不同实施方式的一些优点包括:

[0033] ●使用公共偏差信号的优点是更紧密的调节,并且这有助于由控制单元6控制的多个存储装置4一起用于共同的目的(使控制工作减至最少)。这在具有小的干扰的正常操作期间使用。

[0034] ●在较大的干扰期间,由控制单元6控制的存储装置4可以基于本地偏差信号(在可接受的偏差外)而工作,从而向本地负载提供非常需要的支持,避免跳闸(tripping)等。

[0035] ●选择性操作:这能够确保每个存储装置均参与整个微电网的支持以及用于关键负载的紧急操作。这能够提供如下情形:由控制单元6控制的任何存储装置4都能够参与电网的广泛解决方案或对本地负载的分散支持。

[0036] ●分段的操作:可以在整个微电网操作以及分段的微电网操作中使用由控制单元6控制的存储装置4。

[0037] ●可以在偏差达到本地负载之前通过由控制单元6控制的能量存储装置4在微电网1中的关键负载处提供支持。

[0038] 下面是本发明的另一个方面。

[0039] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于控制配置成使微电网1稳定的能量存储装置4的控制单元6,该控制单元包括:用于获得71本地偏差信号 V_L 、 f_L 的装置,本地偏差信号是关于在微电网1的本地点7测量的与本地基准的电压偏差和/或频率偏差,其中能量存储

装置4连接在该本地点7处并且能够向所述微电网注入有功功率和/或无功功率 Q 、 P 以使所述微电网稳定；用于获得72公共偏差信号 V_c 、 f_c 的装置，公共偏差信号是关于在微电网的与本地点7不同的公共点8测量的与公共基准的电压偏差和/或频率偏差，其中该公共偏差信号配置成与通过用于控制使微电网1稳定的其他能量存储装置4的其他控制单元6获得的公共偏差信号相同；只要本地偏差信号满足第一标准，用于基于公共偏差信号控制73能量存储装置4向微电网1注入有功功率和/或无功功率的注入的装置；以及用于响应于本地偏差信号满足第二标准而从基于公共偏差信号控制73能量存储装置4切换至74基于本地偏差信号控制75能量存储装置的装置。

[0040] 已经在前面主要参照少量的实施方式描述了本公开。然而，如本领域技术人员容易理解的那样，在由所附权利要求限定的本公开的范围内，除了前面公开的实施方式以外的其他实施方式也是同样可以的。

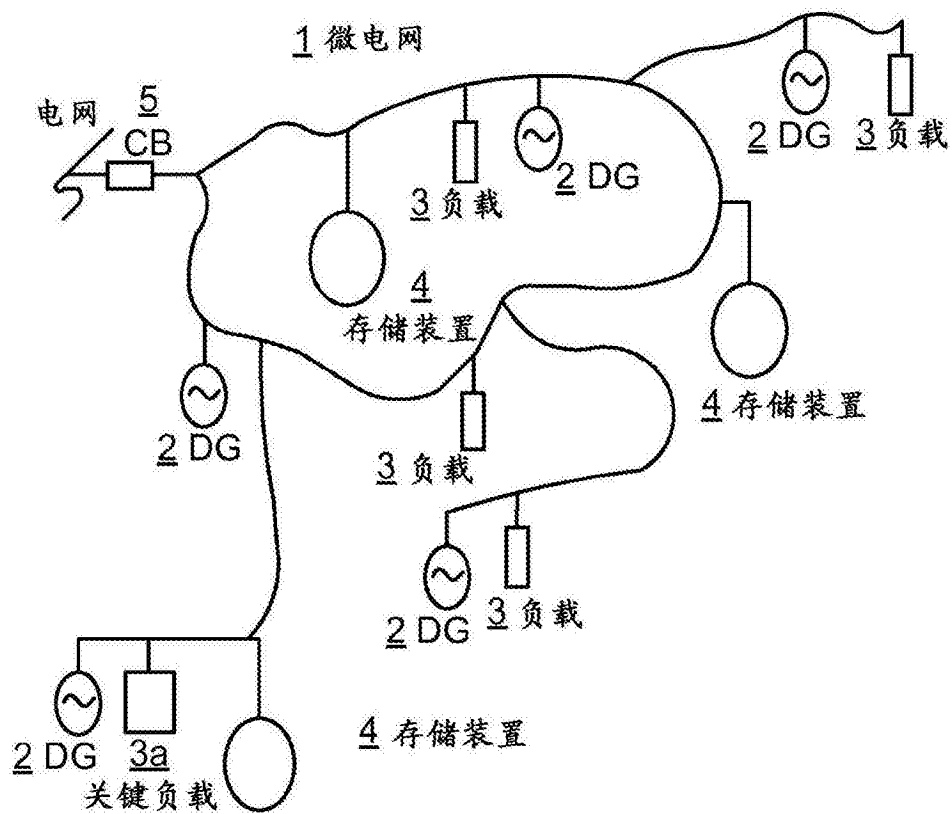


图1

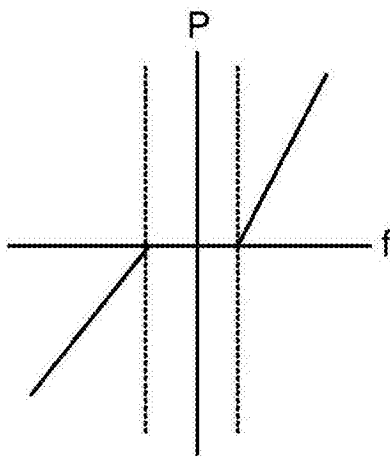


图2a

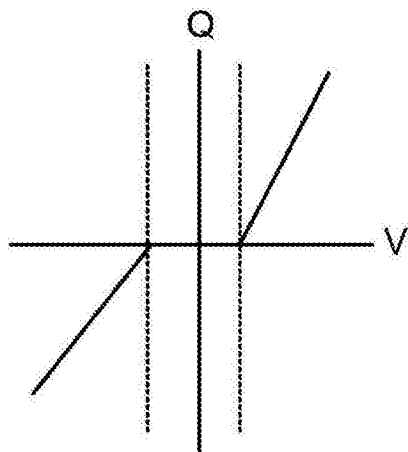


图2b

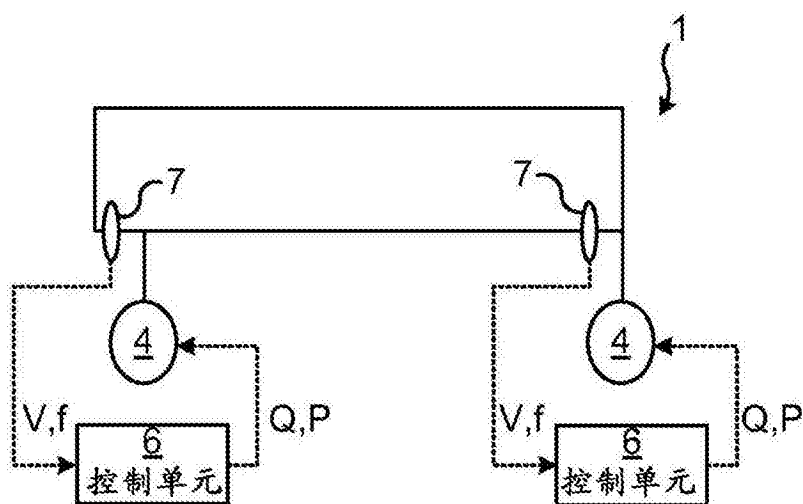


图3

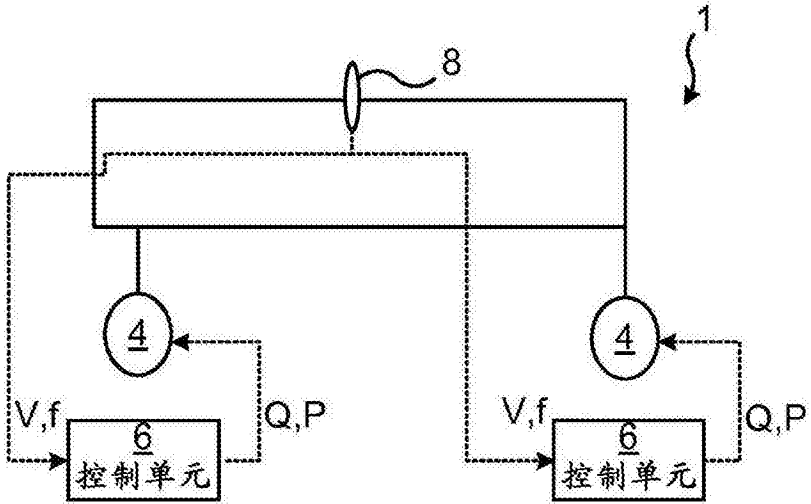


图4

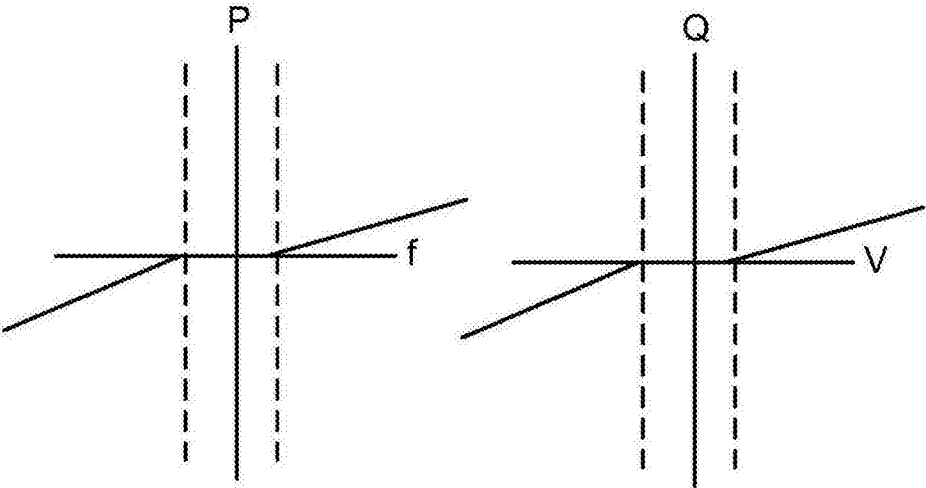


图 5a

图 5b

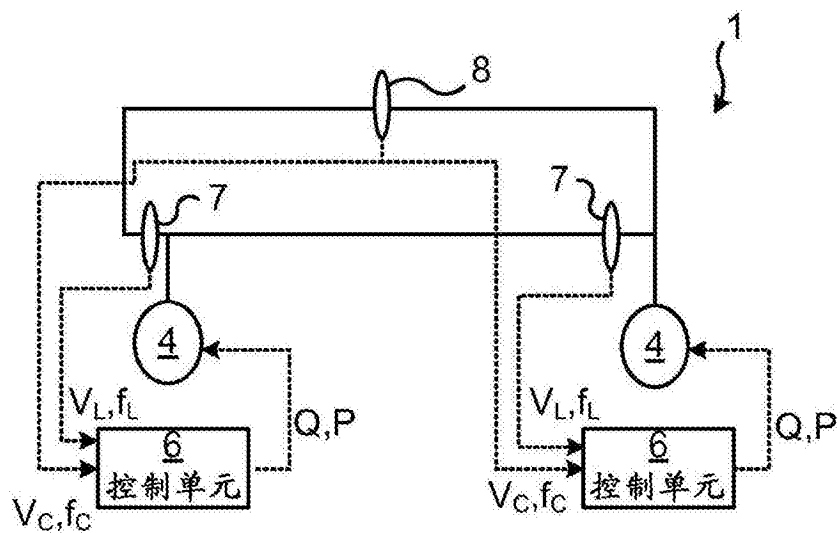


图6

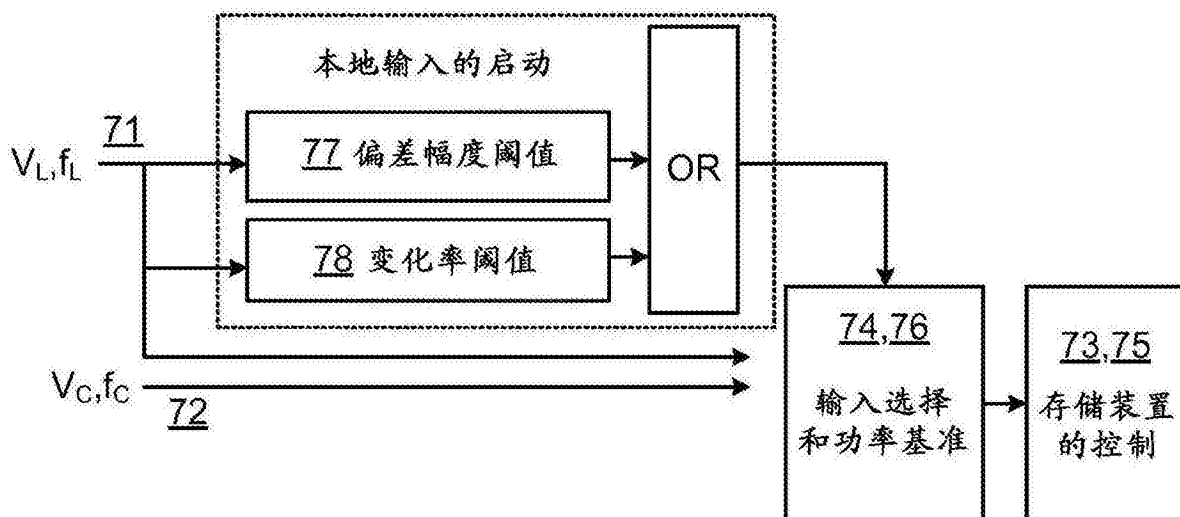


图7