(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102484369 B
(45)授权公告日 2015.12.16

(21)申请号 201080040094.5
(22)申请日 2010.09.10
(30)优先权数据
2009-208744 2009.09.10 JP
2010-145715 2010.06.27 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.03.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2010/005563 2010.09.10
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/030558 JA 2011.03.17
(73)专利权人 国立大学法人东京大学
地址 日本东京
(72)发明人 阿部力也
(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 11038
代理人 金光华
(51)Int.Cl.
*H02J 3/00*(2006.01)
*H02J 3/46*(2006.01)
*H02J 13/00*(2006.01)
(56)对比文件
JP 2006129585 A,2006.05.18, 说明书第15-63段,图1-图9.
JP 2007166746 A,2007.06.28, 全文.
JP 2008104269 A,2008.05.01, 全文.
审查员 何剑

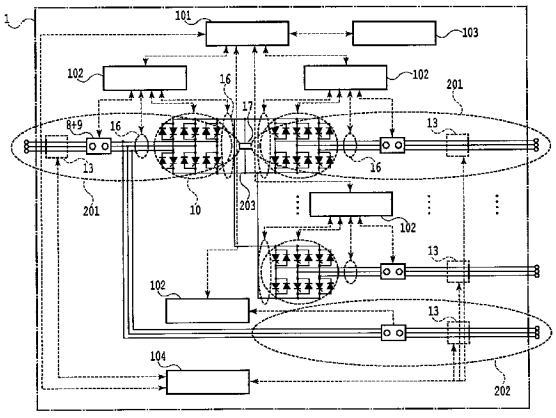
权利要求书2页 说明书38页 附图37页

(54)发明名称

多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统

(57)摘要

本发明提供将既存的电力系统分割为多个自立的电力系统再经由既存或新设的送电线来相互互连以便能稳定运用的多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统。通过连接多端子型电力变换装置所构成的多个电力系统间非同步互连网络系统与电力机器控制终端装置所构成的电力系统内网络系统并合并电力控制与通信控制来构建能进行不同电力系统电力机器间的电力融通或多个电力系统间的同时且非同步的电力融通的电力网络系统,多端子型电力变换装置的特征在于连接包含干线电力系统的多个非同步的电力系统并进行电力控制使得流入与送出的电力总和为零,电力机器控制终端装置具有进行设置于自立的电力系统内的电力机器的电力控制的手段。




CN 102484369 B

1. 多端子型电力变换装置，其特征在于，包括：

三个以上的电力变换单元，所述电力变换单元具有双向变换电力的自激式电力变换器和测量经过所述自激式电力变换器的电压及电流的电压及电流测量器；

将所述电力变换单元的一侧的端子彼此并列连接的公共母线；以及

控制单元，所述控制单元基于所述电压及电流测量器所测量的测量值来计算电力并且协调控制多个所述电力变换单元，以使从所述电力变换单元流入所述公共母线的电力与从所述公共母线送出至所述电力变换单元的电力的总和为零，控制所述电力变换单元，以使所述电力变换单元的另一侧的端子与其所连接的目的地之间非同步地电力融通，

其中，每个所述电力变换单元测量连接到所述目的地的所述另一侧的端子的电压，所述控制单元向每个所述电力变换单元提供指示，以使由每个所述自激式电力变换器变换的电压同步于与连接到所述目的地的所述另一侧的端子的电压具有电压差的电压，其结果为，每个电力转换单元与每个所述目的地受给电力。

2. 如权利要求 1 所述的多端子型电力变换装置，其特征在于，还包括使所述控制单元与外部机器之间能够进行关于电力融通的控制信息的通信的连接至所述控制单元的通信控制单元。

3. 如权利要求 1 所述的多端子型电力变换装置，其特征在于，还包括电力受给器，所述电力受给器的一侧的端子连接至所述目的地而另一侧的端子可经由电线路连接至其他的所述多端子型电力变换装置的所述电力变换单元的另一侧的端子。

4. 多端子型电力受给装置，其特征在于，包括：

多个电力受给器，所述电力受给器的一侧的端子连接至目的地而另一侧的端子经由电线路可连接至多端子型电力变换装置的电力变换单元的另一侧的端子；以及

使得与所述多端子型电力变换装置的通信控制单元之间能够将关于电力融通的控制信息进行通信的电力受给通信控制单元，

其中，所述多端子型电力变换装置包括：

三个以上的电力变换单元，所述电力变换单元具有双向变换电力的自激式电力变换器和测量经过所述自激式电力变换器的电压及电流的电压及电流测量器；

将所述电力变换单元的一侧的端子彼此并列连接的公共母线；以及

控制单元，所述控制单元基于所述电压及电流测量器所测量的测量值来计算电力并且协调控制多个所述电力变换单元，以使从所述电力变换单元流入所述公共母线的电力与从所述公共母线送出至所述电力变换单元的电力的总和为零，控制所述电力变换单元，以使所述电力变换单元的另一侧的端子与其所连接的目的地之间非同步地电力融通，

其中，每个所述电力变换单元测量连接到所述目的地的所述另一侧的端子的电压，所述控制单元向每个所述电力变换单元提供指示，以使由每个所述自激式电力变换器变换的电压同步于与连接到所述目的地的所述另一侧的端子的电压具有电压差的电压，其结果为，每个电力转换单元与每个所述目的地受给电力。

5. 电力网络系统，其特征在于，包括：

第一多端子型电力变换装置，包括：

三个以上的电力变换单元，所述电力变换单元具有双向变换电力的自激式电力变换器和测量经过所述自激式电力变换器的电压及电流的电压及电流测量器；

将所述电力变换单元的一侧的端子彼此并列连接的公共母线；

控制单元，所述控制单元基于所述电压及电流测量器所测量的测量值来计算电力并且协调控制多个所述电力变换单元，以使从所述电力变换单元流入所述公共母线的电力与从所述公共母线送出至所述电力变换单元的电力的总和为零，控制所述电力变换单元，以使所述电力变换单元的另一侧的端子与其所连接的目的地之间非同步地电力融通；以及

第一通信控制单元，使所述控制单元与外部机器之间能够进行关于电力融通的控制信息的通信的连接至所述控制单元，

其中，每个所述电力变换单元测量连接到所述目的地的所述另一侧的端子的电压，所述控制单元向每个所述电力变换单元提供指示，以使由每个所述自激式电力变换器变换的电压同步于与连接到所述目的地的所述另一侧的端子的电压具有电压差的电压，其结果为，每个电力转换单元与每个所述目的地受给电力，

多个第二多端子型电力变换装置，包括：

连接端子，经由电线路连接到所述第一多端子型电力变换装置的所述自激式电力变换器的所述另一侧的端子；以及

第二通信控制单元，连接至所述控制单元，使能够与所述第一多端子型电力变换装置的第一通信控制单元进行关于电力融通的控制信息的通信，

互连电线路，所述互连线路连接在所述第一多端子型电力变换装置的所述自激式电力变换器的所述另一侧的端子和所述第二多端子型电力变换装置的所述连接端子之间；以及

为了向所述第一多端子型电力变换装置的所述另一侧的端子及所述第二多端子型电力变换装置的所述连接端子提供通信用地址、连接所述第一多端子型电力变换装置的所述第一通信控制单元及第二多端子型电力变换装置的所述第二通信控制单元而构成的 WAN，

所述多端子型电力变换装置为了在所述第一及第二多端子型电力变换装置所连接的电力系统间电力融通，在包含连结进行电力融通的电力系统间的所述互连电线路的送电路径上的所述第一及第二多端子型电力变换装置间，基于所述通信用地址来发送接收所述各电力变换单元进行的电力变换的大小、方向、开始结束时刻的信息。

# 多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统

## 技术领域

[0001] 本发明涉及多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统，更具体而言，涉及经由设置于各电力系统的多端子型电力变换装置或多端子型电力受给装置来将多个电力系统间相互非同步地连接从而促使在指定电力系统间能够指定时间融通指定电力的多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统。

## 背景技术

[0002] 通常，电力的供给大多数从电力公司的电力系统通过干线电力系统的送配电网而进行。由于电力系统的频率由需求（负荷）与供给（输出）的平衡决定，所以电力公司对于数十秒以内的负荷变动在无调节器的发电所进行控制，对于 20 分钟以内的负荷变动在具有频率控制功能的发电所进行控制，对于数小时级别的负荷变动通过蒸汽发电所的计划性输出增减来进行控制，以促使需求与供给时时刻刻一致。系统内的发电机由同步发电机群构成，具有叫做下垂特性的控制特性。此特性为，若系统频率下降则朝着提高自身发电机的转速的方向调整输出，或者相反若系统频率上升则朝着降低转速的方向调整输出。这样一来，具有系统内所有的发电机相互配合以将频率保持为固定的特性。另外，这些同步发电机由于是具有较大惯性力的旋转电机，所以不受少量系统频率摇摆的影响而具有使范围内的频率稳定化的能力。将此称为发电机的同步化能力。

[0003] 在日本，由于分成东侧为 50Hz、西侧为 60Hz 的两个系统，所以用于稳定频率的供需控制分别各自独立进行，但通过此控制，各个范围内的频率在各个范围内的任意地方都被同步至同一值。

[0004] 另一方面，近年来受到地球温暖化问题的应对以及矿物燃料价格高涨的影响，以风力发电、太阳能发电、生物燃料发电等为代表的可再生能源电源的导入在加速。

[0005] 政府设定了在 2020 年导入 2800 万 kW 的太阳能发电并在 2040 年导入 5300 万 kW 的太阳能发电的目标，但另一方面在 2009 年 7 月的“关于低炭电力供给系统的研究会报告书”中报告了若一直使用现状的电力系统则至 2020 年仅能导入 1300 万 kW 左右的太阳能发电。

[0006] 这是由于太阳能发电、风力发电等一部分可再生能源电源基本不具有强化同步的能力（即同步化能力）。

[0007] 这些电源由于是检测系统的频率并使电流与其同步以送入的逆变器电源或者追随系统的感应机型电源，所以具有若变动较大则会损害系统的频率稳定性的性质。因此，对于大量导入变动较大的可再生能源电源，若一直使用现状的系统结构则存在显著损害同步化能力进而引起大规模停电等故障的担忧。

[0008] 为了解决此问题以大量导入可再生能源电源，必须构想现有的概念中没有的新的电力系统并给出从现在的电力系统不费周折地过渡到新的电力系统的步骤。然而，现有技术中不存在这样的文献或报告。

[0009] 在现有技术中，作为针对大量不稳定电源连接至同步系统时的问题的对策，作出了以下一些提案。其大致分为下面 3 种方法。

[0010] 第一种现有方法是强化电力干线系统的方法。该方法力图高压互连线的强化或 BTB 型环路控制器的设置、频率变换所的容量增大、北海道本州直流互连线的容量增大等，通过增大作为后备电源的燃气涡轮发电或可变速水力发电设备等来为可再生能源电源的变动作准备。关于该方法有以下专利文献 1（日本专利申请 JP 特开平 11-146560 号专利公报）、2（日本专利申请 JP 特开平 11-98694 号专利公报）。

[0011] 第二种现有方法是分散电源的输出抑制以及需求抑制。关于输出抑制，讨论了强制太阳能发电或风力发电配置用来自电力公司的信号来抑制输出的回路。关于此方法有以下专利文献 3（日本专利申请 JP 特开 2008-1828598 号专利公报）、4（日本专利申请 JP 特开 2007-189840 号专利公报）。

[0012] 第三种现有方法是在多个电力系统间或与干线系统之间进行电力的融通的方法。大量导入了可再生能源那样的不稳定电源的多个电力系统通过怎样的电力融通装置来连接以相互融通电力的方法。关于此方法有以下专利文献 5（日本专利申请 JP 特开 2003-324850 号专利公报）、6（日本专利申请 JP 特开 2007-89250 号专利公报）、7（国际专利申请公开 2004-073136 号专利公报）、8（日本专利 3934518 号专利公报）。

[0013] 另外，关于电力与通信的融合有以下专利文献 9（日本专利申请 JP 特开 2003-152756 号专利公报）。

[0014] 概述

[0015] 本发明要解决的课题

[0016] 然而，从用于大量导入不具有同步化能力的可再生能源电源的电力系统的观点来看现有技术，这些现有手法存在以下这样的问题点。

[0017] 第一种现有手法以强化干线系统为目的，例如，专利文献 1 中尝试根据对作为多个控制对象的地域系统执行控制时的系统状况而用对连接了各地域系统间的开关器的接通关闭操作来自由地变更对象系统范围，由此提高电力系统的稳定度。然而，各地域系统的源头为相同的同步系统，仅仅是根据系统的常数的变化而改变潮流的流动方向的提案。此方法没有解决不具有同步化能力的可再生能源电源增大后的问题。

[0018] 另外，专利文献 2 中关于在多个电力系统中用 BTB 型的电力变换器互连的电力互连系统中的电力融通指令装置进行了提案。根据专利文献 2 的说明书，其提案为 :通过多个电力系统的电力互连，对每个电力系统都测量需求和供给，将其需求不均衡信息全都集中至中心，按照预先决定的份额分配电力。

[0019] 作为实施例所记述的北海道本州直流联合的控制方法那样的两系统间的电力融通方法，虽可实现，但在成为对象的电力系统数或其中的需求者数或太阳能发电设备等急速增加、电力系统结构开始急速变化的电力系统中，维持将多个电力系统的所有需求和供给针对每个电力系统一直把握的中央控制系统成为极其困难的课题。

[0020] 第二种现有手法是抑制输出或需求，例如，专利文献 3 中提案了抑制超过蓄电装置的最大输出能力及充电容量的风力发电装置的输出电力变动部分的风力发电系统。另外专利文献 4 中提案了通过对系统的状态一直监视以在必要时组合发电机阻断与发电机输出的抑制来力图更精细的抑制。关于需求侧的抑制，近年来以美国为中心对智能电网及智

能电表等进行着开发。这些方法是对发电或需求的抑制技术，都不能称作为了达成大量导入可再生能源电源的目的的技术。

[0021] 第三种现有手法中提案了在多个电力系统间或与干线系统之间进行电力的融通的手法。

[0022] 例如专利文献 5 中提案了“通过经由送配电线网相互融通电力并且经由通信网相互交换各种信息来控制电力的融通的电力供需调整系统”，但基本上是在现有型的同步系统中周密地进行系统切割的方法，不能称作为了达成大量导入可再生能源电源的目的的技术。

[0023] 专利文献 6 中关于使用环路控制器来进行系统的切割或连接的最佳化进行了提案，但还是周密地进行连结至同步系统的配电网的切割的方法。

[0024] 这些方法由于基本上所有的电力需求者都依存于干线电力系统，所以没有解决可再生能源电源的增多造成同步化能力减弱的问题。

[0025] 专利文献 7 中提案了“在多个包括电力机器和电力供需控制设备的电力供需者相互连接而成的电力系统中相互进行电力融通的电力系统”，但是是抽象的概念，在电路上存在以下缺点。

[0026] 首先虽然连结多个需求者的互连线路成为了“分枝状电力供需线路、首尾相接状电力供需线路、放射状电力供需线路、网状电力供需线路或者将其组合后的电力供需线路”，但由于这样的连接在电气上包含了复杂的潮流问题的同时短路容量变大，所以会导致阻断器容量的增大或保护系统的复杂化。另外，虽然提案了通过直流互连线路进行连接，但这使直流互连线的短路容量显著增大，直流阻断器的设置或线路的分割等互连线设计的难度较高。

[0027] 此外，此提案中虽然一根线路上多个供需者通过电力控制机器连结着，但由于供需者与供需者之间融通电力要经过两个电力控制机器，所以回路变得冗长，损耗也变大。

[0028] 此外，为了在一根互连线路上多个供需者适量地相互融通电力，任一供需者成为电压源来维持互连线路的电压，供给电力方的供需者按此电压供给电流，接收电力方的供需者根据此电压接收电流。若此控制发生时间延迟，则这样的小系统中电压源将大飘动，将摇摆带给连接至此互连线路的所有供需者。此系统的供需由于是经由通信来进行的，所以信赖度依存于通信。这样的电路结构不现实。

[0029] 专利文献 8 中提案了在假定了多个孤岛的直流多端子送电中增加电力储存装置。然而，现实的直流多端子送电几乎没有被实现的。其原因是，为了将多个端子间的电力的总和控制为零，高速的通信线路是不可欠缺的，现实中不能良好地控制。实际工作的地点仅限于意大利的 SACOI 项目（200kV、200MW、3 端子）和美国的 Quebec-New England 项目（450V、2000MW、3 端子），而无此后的计划。后者原计划使用 5 端子，但由于控制性的问题等，计划缩小至 3 端子并且双向电力融通仅限于其中的 1 个端子。

[0030] 该专利文献认为，通过加入电力储存装置促使能够用多个直流多端子稳定地运转。然而，该方式包含以下基本缺点。首先，由于直流送电线的距离长度变长，所以直流电缆或连接部等的事故概率增大。若不在分歧点配置多个直流阻断器，则不能在直流部进行事故发生后的电路切割，会全系统停电。其次，包含了电力储存装置的全端子间的电力总和零控制必须靠通信线路来担保，控制的信赖性会依存于通信信赖性。虽然这些课题无关电力

储存的有无，但由于若有电力储存则会变得更复杂，所以 4 端子以上的直流送电较不现实。

[0031] 如上所述，虽然在现有文献中找不到关于用于使可再生能源的大量导入可进行的电力系统的直接的例子，但若参考现有文献，则较容易想到以下方法有效：将现在的干线电力系统分割为可由再生能源电源、分散电源以及需求构成的多个电力系统，导入电力储存装置以单独保持供需平衡使频率和电压稳定（称为电力系统的自立），并且，利用 BTB 或环路控制器那样的互连装置（以下称为 BTB 型互连装置）相互地通过网络互连线来连接。

[0032] 然而，对于基于 BTB 型互连装置的电力网络，存在以下这样的课题。首先，在电力融通控制方面，BTB 型互连装置中需要与互连的电力系统数的平方成比例级别的互连装置。此外，其间需要进行协调控制。这不仅增大变换器数，还产生出在设置时期或制造商不同的装置间进行协调控制这样的难题。

[0033] 此外，当连续电力融通多个电力系统时，在电力仅经过的电力系统中电力变换进行两次，存在变换损耗变大的问题。

[0034] 另外，若电力母线发生故障，则经由该电力系统的电力融通路线全部停止，存在波及至健全电力系统的问题。

[0035] 此外，在通信系统方面，为了在多个电力系统间进行电力融通，随着网络的路线的增加，通信系统也复杂化，变得需要高额的初期投资和维护费用。必须维持信赖度的通信路线或通信机器变得庞大，改造及新增设备和对应变得困难。此外，实现从任意的电力机器向别的电力系统内的任意的电力机器融通电力这样的新概念，若使用现有的通信方法，则存在设备对应困难或初期投资大、维护费用增大的课题。

[0036] 其次，在控制系统方面，进行这样的电力融通时，若使用现有的方法，则需要中央指令装置，需要将信息集中至中央的手段、它们的通信回路以及发送指令的手段。此外，鉴于电源系统的信赖性非常重要，需要复制等措施。在分散的多个电力系统一直被重组而在增大的新的电力系统中，若用这样的现有的方法，则会产生庞大的设备投资和不间断的维护对应，网络管理者的负担往往会变得庞大。

[0037] 此外，当在多个电力系统间进行电力融通时，需要从所有的电力系统得到可融通的有效或无效电力的大小或量、时间、电力价格的信息，增添电力路线的限制以决定应该融通的路线选定和多个路线的组合，向各融通装置传达并使其执行。

[0038] 关于使电力网与通信网复合的概念，虽然专利文献 9 中示出了使家庭或大楼内的电力线与通信回路融合的例子，但这是使用了插销的因特网线路的概念，关于电力融通控制的概念未被包含。

[0039] 由以上可知，为了大量导入可再生能源，需要开发高效地互连装置，该互连装置在各个电力系统中使可再生能源与其他电源及负荷以及电力储存装置等电力机器的供需平衡自立，对于产生过剩或不足的部分，与包含干线电力系统在内的其他电力系统非同步地连接以相互融通电力，此外需要解决诸如这些电力机器的控制、控制全体的高效灵活的控制系统、成为其通信基础的通信系统、最佳电力融通算法的开发等课题，构建综合的电力系统。

[0040] 本发明是鉴于以上课题而作出的，其目的在于，提供将既存的电力系统分割为多个自立的电力系统并经由既存或新设的送电线而相互互连从而能够稳定地运用的多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统。

[0041] 用于解决上述课题的手段

[0042] 为了解决上述课题，本发明是一种多端子型电力变换装置，包括：三个以上的电力变换单元，所述电力变换单元具有，双向变换电力的自激式电力变换器和测量经过所述自激式电力变换器的电压、电流及电力的电压、电流及电力测量器；将所述电力变换单元的一端的端子之间并列连接的公共母线；控制单元，该控制电源基于用所述电压、电流、电力测量器测量的测量值，协调控制多个所述的电力变换单元，以使得从电力变换单元流入所述公共母线的电力与从所述公共母线送出到所述电力变换单元的电力的总和为零，控制所述电力变换单元以使所述电力变换单元的另一端的端子与其所连接的外部回路之间非同步地电力融通。

[0043] 发明的效果

[0044] 若按照本发明将多个电力系统通过非同步互连多端子型电力变换装置来连接，则，第一，建成多个互连线网络，相互增补电力系统自立所需要的电力，互连装置容量以及网络线路的容量大幅下降。这样一来，由于电力系统间的网络越是增加融通电力就越增加，所以能够增加向电力系统内导入的可再生能源电源的导入量。干线电源系统由于极少承担可再生能源电源的变动，所以不需要具有过大的互连容量，能够维持现有的高品质的电源系统。

[0045] 第二，通过本发明的电力网络系统能够在特定的电力机器或电力系统间相互融通任意的电力。电力融通中，规定了基于交易条件进行预约的电力融通步骤，通过向融通电力附加信息从而能够进行灵活的融通，能够记录电力交易的结果。

[0046] 第三，由于各个电力系统即使不具有过大的发电设备或储存装置也能够通过在与其他电力系统的网络或干线电力系统之间互连而自立，所以能够将对地域而言有利的可再生能源电源自由地加入电力系统内。据 NEDO 的调查结果，仅靠太阳能发电就有人类年消费能源的 1000 倍左右，若在日本将太阳能板铺于未使用地，则能够获得电力消费的 8 倍左右。本发明非常有助于这些可再生能源的大量导入。

[0047] 附图简述

[0048] 图 1 是用于说明同步系统的电力受给的图；

[0049] 图 2A 是用于说明使用本发明的非同步电力系统的电力受给的图；

[0050] 图 2B 是用于说明使用本发明的非同步电力系统的电力受给的图；

[0051] 图 2C 是用于说明使用本发明的非同步电力系统的电力受给的图；

[0052] 图 2D 是用于说明使用本发明的非同步电力系统的电力受给的图；

[0053] 图 3A 是示出了基于同步系统的电力变换的电力融通的原理的图；

[0054] 图 3B 是示出了基于同步系统的电力变换的电力融通的原理的图；

[0055] 图 4 是示出了图 4A 与 4B 的关系的图；

[0056] 图 4A 是示出了本发明的电力网络系统的总体情况的图；

[0057] 图 4B 是示出了本发明的电力网络系统的总体情况的图；

[0058] 图 5A 是示出了多端子型电力变换装置的简化图；

[0059] 图 5A 是示出了多端子型电力变换装置的图；

[0060] 图 6 是示出了多端子型电力变换装置的具体结构的图；

[0061] 图 7 是示出了电力储存装置连接回路的结构的图；

[0062] 图 8 是示出了本发明的电力网络的连接例的图；

[0063] 图 9A 是示出了八个电力系统所组成的电力系统网络中的 BTB 型互连装置的装置数的图；

[0064] 图 9B 是示出了八个电力系统所组成的电力系统网络中的多端子型电力变换装置的装置数的图；

[0065] 图 10A 是示出了使用 BTB 型互连装置的电力融通的图；

[0066] 图 10B 是示出了使用多端子型电力变换装置的电力融通的图；

[0067] 图 11 是示出了用外部数据通信路来构建通信回路的 WAN 及 LAN 的本发明的电力网络的结构的图；

[0068] 图 12 是示出了用电力线载波通信路来构建通信回路的 WAN 及 LAN 的本发明的电力网络的结构的图；

[0069] 图 13 是示出了多端子型电力变换装置内的通信控制系统的结构的图；

[0070] 图 14 是示出了电力机器控制终端装置内的通信控制系统的结构的图；

[0071] 图 15 是示出了路由表的图；

[0072] 图 16 是示出了多端子型电力变换装置的模拟结果的图；

[0073] 图 17A 是示出了现有的送电线运用方法的图；

[0074] 图 17B 是示出了本发明的既有送电线的独立运用方法的图；

[0075] 图 18 是示出了既有送电线的独立运用方法的图；

[0076] 图 19 是说明重叠型电力送电的图；

[0077] 图 19 是说明分时送电的图；

[0078] 图 21 是说明多环路送电的图；

[0079] 图 22 是说明虚拟交易融通的图；

[0080] 图 22 是说明虚拟交易融通的图；

[0081] 图 22 是说明虚拟交易融通的图；

[0082] 图 25 是说明时刻同步方法的原理的图；

[0083] 图 26A 是说明电力融通的第一电力融通请求阶段的示意图；

[0084] 图 26B 是说明电力融通的第一电力融通请求阶段的示意图；

[0085] 图 27A 是说明电力融通的第二电力融通请求阶段的示意图；

[0086] 图 27B 是说明电力融通的第二电力融通请求阶段的示意图；

[0087] 图 28A 是示出了互连电线路上的电力波形的图；

[0088] 图 28B 是示出了电力融通路由阶段的示意图；

[0089] 图 29 是示出了多端子型电力变换装置连接的电力系统为直流时的电力网络的图；

[0090] 图 30 是示出了各种电力融通的形态的图；

[0091] 图 31 是示出了电力交易簿的例子的图；

[0092] 图 32 是示出了将电力的融通实际状态分解为融通部的例子的图；

[0093] 图 33 是示出了事故时切换到保护系统的步骤的图；

[0094] 图 34 是说明基于连接对象电力系统的状态的设备操作系统的操作步骤的图；

[0095] 图 35 是示出了多端子电力变换装置内的旁路电路的图；

[0096] 图 36 是示出了多端子电力变换装置的抽出结构的图；

[0097] 图 37A 是示出了三端子的多端子型电力变换装置连接至频率各不相同的电力系统的状态的图；

[0098] 图 37B 是示出了图 37A 所示状态下使电力的融通方向连续无缝地变化时的模拟结果的图。

[0099] 详细描述

[0100] 首先，对现有型的交流同步系统的电力融通与基于作为本发明的基本原理的电力变换的电力融通的差异进行说明。

[0101] 图 1 是在现有型的交流同步系统中将四个电力系统（节点 120-1 至 120-4）通过六个互连电线路（链路 121-1 至 121-4）连结而成的图。互连电线路中有线路电感 L 的电抗器组成部分 19。图 2A 是在本发明的交流非同步系统中同样将四个节点（节点 30-1 至 30-4）经由多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子和 B 连接端子通过六个链路连接而成的图。为了简化，图中省略了交流滤波器、连接用电感或变压器。

[0102] 图 1 的回路网的初始状态为：四个节点同步在电压 V、相位 0、频率 $\omega/2\pi$。为了从该状态开始向节点输送电力，采用降低节点 c 的电压的方法或将相位延迟 $\theta$ 的方法。由于若降低惯常电压，则会对该电力系统内的电力机器产生不良影响，所以采用延迟相位的方法。若将节点 c 的相位延迟 $\theta$，则在相邻的 a、b、d 所有的节点之间产生相位差 $\theta$。因此而流过的电流为 Idc、Iac、Ibc，它们是相同大小的电流。由于电压相同，所以流入的电力也相同。即，从三个节点获取电力。不改变相位而改变电压 V 也一样。即，在交流同步系统中，一个节点进行电力受给时一定会对相邻的节点产生影响。

[0103] 图 2A 的回路网的初始状态为：电压 V 的大小在四个节点间相等，但频率不同分别为 $\omega a/2\pi$、$\omega b/2\pi$、$\omega c/2\pi$ 和 $\omega d/2\pi$，不同步。最初使所有的双向电力变换器 10 处于停止状态（黑色三角形的状态）。从该状态开始，为了向节点 c 输送电力，这里使与节点 a 连接的电力变换器 10 和与节点 c 连接的电力变换器 10 动作（中空三角形的状态）。由此，如图所示，只有连结节点 a 与节点 c 的电力变换器 10 在运转，其他的电力变换器 10 都处于停止状态。因此，仅在链路 ac 之间融通电力，其他节点 b 和节点 d 完全不受影响。

[0104] 图 2B 中有节点 a 与节点 b 之间的双向电力变换器对 23-1 和节点 b 与节点 c 之间的双向电力变换器对 23-2。若双向电力变换器对 23 在单位时间内将 W1 和 W2 的电力从节点 a 向节点 b 送出，按照同样的定时，双向电力变换器对 23-2 在单位时间内将 W2 的电力从节点 b 朝着节点 c 送入，则差额 W1 的电力被送入节点 b。通过将指示双向电力变换器对 23-1、23-2 分别送入 W1+W2 和 W2 的电力的目的地信息头作为信号来送，促使这样的融通可进行。

[0105] 图 2C 对向不同的变电所分时地输送不同电力的分时送电进行了说明。在双向电力变换器对 23-1 中，首先，指示在单位时间内送出 W1 的电力的目的地信息头到达，从节点 a 向节点 b 送出 W1 的电力。由于此时双向电力变换器对 23-2 未在工作，所以没有电力融通到节点 c。接着，在单位时间内向节点 c 输送 W2 的电力的目的地信息头向双向电力变换器对 23-1、23-2 的双方给出指示，使双方的双向电力变换器对同时以 W2 的大小工作。通过这样从节点 a 向节点 c 输送 W2 的电力。此时节点 b 仅是电力经过。这样一来，能够区分时间来将电力为了不同的目的而融通。

[0106] 此方式的优点在于，以双向电力变换器对的最大输出将电力向不同目的地区分时间而输送。这与通信中所说的分组的概念类似，可称为分组电力。能够以变换器的最大输出将规定时间的电力量作为一个单位进行处理。

[0107] 图 2D 对使用多个不同的送电回路向一个变电所同时输送不同电力的多路线送电进行了说明。在节点 a 与节点 b 之间、节点 a 与节点 c 之间以及节点 b 与节点 c 之间分别有双向电力变换器对 23-1 至 23-3。此例中，向双向电力变换器对 23-1 和 23-2 的双方给出输送 W1 的电力的信息，同时向双向电力变换器对 23-3 给出输送 W2 的电力的信息。通过这样，W1+W2 的电力从节点 a 经由不同的路线输送到节点 c。

[0108] 这样，通过本发明，在任意个的节点之间可融通所期望的电力。

[0109] 这里，将图 1、图 2A 中的电压电流矢量的状态分别在图 3A、3B 中示出。图 3A 是对应于图 1 的交流同步系统的情况。示出了节点 a、b、c、d 为相同电压 V 且仅对于节点 c 将相位延迟了 θ 时的矢量图。此时，链路 ac、bc、dc 间的线路电抗器 (L) 的两端产生电压差 ΔV，大小为 ΔV/ωL 的电流 I( = Iac = Ibc = Idc) 迟于 ΔV 的相位 90 度而流过。图 3A 中，由于各矢量的电压 V 相等，所以电压矢量三角形为等腰三角形，电流相位为 θ/2。电流为，

[0110] $I = \Delta V/j\omega L = (V-V\cdot e^{j\theta})/j\omega L$，

[0111] 流入节点 c 的复数电力由于从节点 a、b、d 三个方向流入相同大小的 I 所以如下。

[0112] $P+jQ = V\cdot 3\cdot I^*$( 其中，I* 是 I 的共轭复数 )

[0113] $= V\cdot 3\cdot V(1-e^{j\theta})/(-j\omega L)$

[0114] $= 3\cdot (V^2/\omega L)\cdot j(e^{j\theta}-1)$

[0115] $= 3\cdot (V^2/\omega L)\cdot \sin\theta + j\cdot 3\cdot (V^2/\omega L)\cdot (\cos\theta -1)$

[0116] 另一方面，图 3B 是对应于图 2A 的交流非同步系统的情况。节点 a 的电力通过电力变换器顺变换为直流。接着，逆变换同步至节点 c 的频率 ωc/2π 的交流 Vinv。当设节点 c 的复数电压 Vc 大小为 V、相位为 0 时，通过给电力变换器的 PWM 信号，复数电压 Vinv 可以取任意的值。若设 Vinv 大小为 Vx、与 Vc 的相位差为 φ 且使其与 Vc 同步，设 Vinv 与 Vc 之间的变压器或电抗器的电抗的大小为 L，则其两端产生 ΔV 的电压差。即，若设 $Vinv=Vx\cdot e^{(j\omega ct+\varphi)}$、$Vc = V\cdot e^{j\omega ct}$、ΔV = Vc-Vinv，则流过电感器 L 的电流 I 如下。

[0117]

$$I=\Delta V/j\omega L=(V-Vx\cdot e^{j\varphi})/j\omega L$$

[0118] 另外，能够受给的电力如下。

[0119]

$$\begin{aligned}P+jQ&=V\cdot I^*\\&=V\cdot(V-Vx\cdot e^{j\varphi})/(-j\omega L)\\&=V\cdot Vx\cdot\sin\theta/\omega L+j\cdot(V^2-V\cdot Vx\cdot\cos\varphi)/\omega L\end{aligned}$$

[0120] 根据以上所述，能够任意地生成复数电压 Vinv 的电压的大小 Vx 和 Vinv 与 Vc 的相位差 φ，所以能够任意地设计有效电力和无效电力的受给的大小及方向。

[0121] 在现有型的电力系统中，若增加所谓的网眼状的链路，则相邻节点相互影响从而

潮流计算变得复杂。另外，存在事故时从多个方向有大电流流入而造成超过阻断器的容量从而不能阻断事故的情况。因此，现有的同步系统的电力网避免网眼状的链路，电力从上流朝着下流侧流动，成为了梳型或放射状型。

[0122] 与此相对，基于本发明的多端子型电力变换装置 1 的非同步互连回路网的潮流计算是通过解线性方程组来求解，所以与同步互连相比计算变得非常容易。

[0123] 另外，在一般的同步系统中，发电机生成的有效电力与无效电力之间存在规定的关系，不能相互独立地生成。因此，除通过发电机生成有效电力并调整频率之外，还通过将电容器设备加入至系统以生成无效电力来进行电压调整。与此相对，本发明的多端子型电力变换装置 1 能够通过一个输入输出端子将有效电力和无效电力的双方以任意的大小同时来供给。

[0124] 在本发明中，包含可再生能源电源在内的电力系统在系统内的电力机器间进行电力融通而自立，当估计靠此无法维持供需平衡时，通过经由多个非同步互连路线与其他电力系统相互融通电力来相互增补自立。另外，通过这样，来自可再生能源电源的输出变动或在电力系统内部被吸收或在与其他电力系统形成的非同步互连网络中被吸收，因此干线电力系统不易受到变动的影响。其结果，能够维持干线电力系统的同步化能力，与多个电力系统网络相协调而稳定化，能够将可再生能源电源大量地导入电力系统。

[0125] 本发明涉及促使能够在多个非同步电力系统间相互融通任意的电力或相互供给维持电压所需的无效电力的多端子型电力变换装置、多端子型电力受给装置以及电力网络系统。

[0126] 以下，参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0127] （电力网络系统概要）

[0128] 图 4A、4B 示出了本发明的电力网络系统的全体像的一个例子。此图中示出了自立的电力系统 3-1 至 3-4、3-6 以及电力机器系统 4 等六个电力系统。各个电力系统都有电力母线 6，其下连接有发电装置 61、电力储存装置 62 以及未图示的一般需求者的负荷等电力机器。其中，将电力机器系统 4 表示为单独的电力机器所连接的特殊电力机器系统 4 的例子。电力系统间，由多端子型电力变换装置 1 进行连接。

[0129] 多端子型电力变换装置 1 包括，阻断器 8、断路器 9 以及电力线载波通信终端局 13 所连接的多个自激式电力变换装置 10，它们经由公共母线 203 并列连接。还包括设置于电力系统 3-1、3-3、3-4 以及电力机器系统 4 的电力机器控制终端装置 12 也包括电力线载波通信终端局 13，向这些各电力线载波通信终端局 13 分配了各个专有的 IP 地址 14。

[0130] 电力系统 3-1 至 3-4、3-6 以及电力机器系统 4 经由互连电线路 7 相互连接。另外，这里所示的结构中，电力母线 6 和互连电线路 7 还具有作为电力线载波通信路的功能。电力系统 3-1 中有两根电力母线 6，它们经由带有电力线载波通信旁路的变压器 11 进行连接。本专利申请的说明书中将此称作“电力系统间非同步互连网络系统”。另外，这里示出了作为多端子型电力变换装置 1 间的通信系统使用了电力线载波通信终端局 13 的情况，但通信系统也可以使用通信专用的电线或光纤电缆或者使用无线。

[0131] 各电力系统 3-1 至 3-4、3-6 以及电力机器系统 4，再包括干线电力系统 5 在内，都是相互不需要同步的自立电力系统。在电力系统 3-1 至 3-4 的各电力母线 6 上设置有多端子型电力变换装置 1。多端子型电力变换装置 1 中有由阻断器 8、断路器 9 及自激式电力变

换器 10 所构成的 A 连接端子 201 和由阻断器 8 及断路器 9 所构成的 B 连接端子 202。

[0132] 也可以像电力系统 3-1、3-2 那样经由互连电线路 7 连接干线电力系统 5 与 A 连接端子 201。在此情况下，未图示的干线电力系统侧的连接可以用单纯的断路器和阻断器，也可以用 B 连接端子 202。使电力系统 3-1、3-2 的 A 连接端子 201 的电力变换器 10 与系统电压同步即可进行电力的受给。当然可以在干线电力系统 5 侧放置多端子型电力变换装置 1 以经由 A 连接端子 201 来连接至各电力系统。在此情况下，连接目标电力系统中存在无自激式电力变换功能的 B 连接端子 202 即可。

[0133] 多端子型电力变换装置 1 具有以下特征：在各 A 连接端子 201 中的至少一个将连接目标的电力系统的电力顺变换为直流后，通过直流公共母线 203，剩余的 A 连接端子 201 群中的至少一个使电力与连接目标的电力系统的电压、相位及频率同步，再将其逆变换并送出，进行电力控制使得流入直流公共母线 203 的电力与从该直流公共母线 203 送出的电力的总和为零（将在后文中进行说明）。

[0134] 设置于电力系统 3-1 的多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201 经由互连电线路 7 连接至电力系统 3-2 至 3-4。在连接目标的电力系统中，B 连接端子 202 成为连接的另一方。

[0135] 设置于电力系统 3-2 的多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201，经由互连电线路 7 与设置于电力系统 3-3 至 3-4 的多端子型电力变换装置 1 的 B 连接端子 202 连接。

[0136] 设置于电力系统 3-3 的多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201，经由互连电线路 7 与设置于电力系统 3-4 的多端子型电力变换装置 1 的 B 连接端子 202 连接。此例中，设置于电力系统 3-3 的多端子型电力变换装置 1 由将两个 A 连接端子 201 的回路反向相接而成的 BTB 型变换器以及 B 连接端子 202 构成。

[0137] 设置于电力系统 3-4 的多端子型电力变换装置 1 不具有 A 连接端子 201，全由 B 连接端子 202 构成。

[0138] 电力系统 3-1 的下级电压等级的电力母线上设置的多端子型电力变换装置 1 直接连接至电力机器单独系统 4。若该电力机器为电力储存装置，则 A 连接端子 201 的自激式电力变换器 10 产生出适当的直流电压，能够进行充放电。另外，若此电力机器为使用交流发电机的风力发电机等，则 A 连接端子 201 产生出自立的交流电力，而且通过根据直流公共母线 203 上的直流电压将风力发电机发电产生的交流电力进行顺变换，能够对风力发电机进行系统互连那样的控制。

[0139] 若此电力机器为太阳能发电装置或燃料电池发电装置，则 A 连接端子 201 通过进行直流变换而能够电力融通。若此电力机器为柴油等的内燃机发电机，则 A 连接端子 201 产生出自立的交流电力，而且内燃装置发电机能够进行如系统互连之类的控制。也可以开发组入以与此多端子型电力变换装置 1 组合为前提的新的发电控制方式的可再生能源发电机。

[0140] 连接至电力系统 3-6 的 A 连接端子 201 的受电侧不经由阻断器而直接连结至电力母线。当 A 连接端子 201 的给电容量足以承受电力系统 3-6 的负荷且阻断容量足以阻断电力系统 3-6 发生事故时的故障电流时，能够采用这样的连接方法。

[0141] 图 4A、4B 中，未示出非同步互连连接了电力系统 3-6 与电力系统 3-2 至 3-4 以及电力机器系统 4 之间的互连电线路 7，但三个多端子型电力变换装置 1 与电力系统 3-1 能够

互连以进行电力融通。

[0142] 图 4A、4B 所示的各电力系统中为现有型的同步系统。自立的电力系统内在电力母线 6 的下级经由阻断器 8 有发电装置 61、电力储存装置 62 以及未示出的负荷，将它们总称为电力机器。电力机器中附加有具有控制电力的输入输出的电力控制部和向电力控制部通知外部信号的通信手段的电力机器控制终端装置 12。电力机器控制终端装置 12 是数据终端 (DTE)，起电力控制接口的作用。由此，依照通信协议来与通信系统进行通信（将在后文中说明），从而在相同电力系统中能够调整控制例如风力发电机和电力存储装置的输出。在本发明中将此网络称为“电力系统内同步网络系统”。

[0143] 图 4A、4B 是通过连接多个电力系统间非同步互连网络系统与电力系统内同步网络系统并合并电力控制来促使不同电力系统电力机器间的电力融通或多个电力系统间的同时且非同步的电力融通能够进行的电力网络系统的代表例，所述多个电力系统间非同步互连网络系统通过多端子型电力变换装置 1 来连接包含干线电力系统的具有任意的电压、相位及频率的多个非同步的电力系统，所述电力系统内同步网络系统向设置于自立的电力系统内的电力机器附加电力机器控制终端装置 12 而构成。

[0144] 通过多端子型电力变换装置 1 的连接端子来连接上述“电力系统间非同步互连网络系统”与“电力系统内同步网络系统”并进行控制合并，由此能够将电力系统内的特定电力机器的发电电力输送至别的电力系统的特定的电力机器。由此，一个电力系统中发电电力生成过剩时能够让周边的诸多电力系统来吸收，或者相反输入不足时能够从周边的电力系统的电力储存装置或发电装置经由多个网络向该电力系统的电力存储装置送入电力。

[0145] 由此，在诸如日本及欧美这样的建立了干线电力系统的地方，可以分离并非同步化变电所下面的电力系统以大量导入可再生能源电源。

[0146] 另外，发展中国家等农村、乡镇、城市等分散的小交流电力系统往往零散分布。

[0147] 单独的小电力系统经常发生频率不稳定或瞬间电压下降及停电等，导入太阳能电池或风力发电等输出不稳定的电源较为困难，但这样的地点才应该最早摆脱矿物燃料，需要导入自然能源电源。

[0148] 通过利用本发明，将小电力系统用多端子型电力变换装置 1 进行连接并非同步互连网络化，由此能够共用电力机器，不仅可以解决频率不稳定或瞬间电压下降及停电等问题，还促使自然能源的导入能够进行，可以推进摆脱矿物燃料。

[0149] 向这样的本发明的电力网络系统过渡将以下步骤作为最初的步骤：向既存的变电所下面的电力系统导入所需的电力机器和电力机器控制终端装置 12 来作为自立的电力系统，在连接变电所间的现有的送电线与变电所母线之间设置多端子型电力变换装置 1 来与其他电力系统或干线电力系统进行非同步互连。接着的步骤为：增大可再生能源电源的导入量，并且并行地逐渐增加互连电力系统，与此同时减少来自干线电力系统的融通电力。这样一来，能够合理地向本发明的电力网络系统过渡。

[0150] （多端子型电力变换装置）

[0151] 图 5A、5B 是示出多端子型电力变换装置 1 的结构的图。图 5A 是前面图 4 所表示的电力变换器 10、断路器 9 以及阻断器 8。这里将断路器与阻断器表示为一体型的，但也有分离型的。图 5B 的 VA 是更准确地表示出图 5A 的多端子型电力变换装置 1 的图。图 5B 的电力变换器 10 为三相的全桥式双向变换器。图 5B 中，示出了除电力变换器 10、断路

器 9 以及阻断器 8 之外还包括电容器 17、电抗器 19、交流滤波器及过电压吸收器 (surge arrester)20-1 以及直流滤波器及直流平滑电抗器 20-2 的结构例。虽未示出但可根据需要来设置能进行电压调整的变压器。

[0152] 图 6 更详细地示出了用于多个电力系统相互非同步互连以分别进行电力控制的多端子型电力变换装置 1 的结构。此多端子型电力变换装置 1 起着在不同电力系统间分配电力的作用。由此，促使现有的同步电力系统所不能进行的特定电力系统间的电力融通能够进行并且减少电力变换器 10 的数量，能够提高控制自由度和信赖度，还减少电力变换的次数，减少电力损失。

[0153] 多端子型电力变换装置 1 中有由阻断器 8、断路器 9 及自激式电力变换器 10 所构成的 A 连接端子 201 和由阻断器 8 及断路器 9 所构成的 B 连接端子 202。首先，图 6 中示出了使用电力线载波通信终端局 13 的例子，但当使用外部数据网络时是不需要的。电压、电流及电力测量器 16 有利用电压及电流来计算电力的类型和设置专用的电力测量器的类型。另外，该测量器 16 有设置于直流公共母线 203 的和设置于交流侧的，类型各不同。此测量值也可以用于电力交易。此外，也可以为了交易另外准备专用的电力计 16。电压、电流及电力测量器 16 有以设置于 A 连接端子 201 的顺变换侧为特征的和以设置于逆变换侧为特征的。另外，在本说明书中，将 A 连接端子 201 与电压电流电力测量器 16 的组合称为电力变换单元。

[0154] 此电力的记录保存在专用的记录装置 103 中，用于电力交易。即，在两个电力系统间发生电力融通交易时将其电力变换关联信息和交易关联信息相关联而记录，通过这样能够使一个电力融通行为清楚地区别于其他电力融通行为。另外，记录装置 103 中储存着进行电力融通所产生的电力费用结算相关的基础数据。期望将这些数据定期地备份并且复制。对于关于电力交易所需的数据可分别进行规定，但设置记录计必须依照交易用的法规。

[0155] 图 6 中示出了公共母线 203 为直流的例子，但也有使公共母线 203 为交流的情况。还有使用矩阵整流器或三端双向可控硅开关元件等的电力变换回路的形态。直流电压稳定化用电容器 17 用于公共母线 203 为直流的情况。

[0156] 图 6 的 A 连接端子 201 的结构由可切断回路的机械式断路器 9、具有所需阻断容量的阻断器 8 以及自激式双向电力变换器 10 组成，B 连接端子 202 的结构只由可切断回路的机械式断路器 9 和具有所需阻断容量的阻断器 8 组成。多端子型电力变换装置 1 有以下三种 :既有 A 连接端子 201 又有 B 连接端子 202 的、只有 A 连接端子 201 的以及只有 B 连接端子 202 的。另外，本专利申请的说明书中，有时将连接端子仅由 B 连接端子 202 组成的多端子电力变换装置 1 称作多端子型电力受给装置以区别于包含 A 连接端子 201 的多端子型电力变换装置 1。

[0157] A 连接端子 201 的一侧的端子连接至公共母线 203，另一侧的端子连结至其多端子型电力变换装置 1 所被设置的电力系统，或者经由互连电线路以及别的多端子型电力变换装置 1 来连接至别的电力系统。将各电力系统的电力顺变换为预定直流电力，或者使来自公共母线 203 的电力与连接目标的电力系统的电压、相位及频率同步，将其逆变换并送出。

[0158] 公共母线 203 并列连接多个 A 连接端子 201，进行控制使得在 A 连接端子 201 间流入的电力与送出的电力的总和为零。可以在公共母线 203 上连接电力储存装置或蓄电池。此时，只要向公共母线 203 的输入输出电力总和零控制中组入电力储存装置或蓄电池的充

放电控制即可。也可以将电力储存装置或蓄电池置于 A 连接端子 201 的连接目标侧以通过 A 连接端子 201 的变换器控制来进行充放电。

[0159] 图 7 中示出了在多端子型电力变换装置 1 中当公共母线 203 为直流时将电力储存装置 702 直接连结至公共母线 203 的图 7 的 (1) 和经由 DC/DC 整流器 701 连接电力储存装置 702 的图 7 的 (2)。通过它们可以向公共母线 203 供给所需电力，或者从公共母线 203 吸收过剩的电力。

[0160] 多端子型电力变换装置 1 可以使用以下控制方式。当不具有电力储存装置 702 时，一般采用以下方法 :输入输出端子中的任一个进行公共直流母线 203 的直流电压维持，另一个端子进行有效电力控制，对于总和产生过多过少的部分由在进行直流电压维持的输入输出端子来补偿。

[0161] 将电力储存装置 702 连接至公共母线 203 的情况下，由于直流电压维持由电力储存装置 702 进行，所以所有的输入输出端子可以进行有效电力控制。过多过少产生的部分由电力储存装置 702 补偿。

[0162] 在此情况下，由于若不预先正确把握电力储存装置 702 的充电量则可能引起过充电及过放电，所以充电量测量系统变得重要。

[0163] 当电力储存装置 702 为蓄电池时，往往直流电压随着电池的充电量 (SOC) 的变化而变化。在此情况下，对于连接至直流公共母线 203，作为图 7 的 (2) 的情况需要维持直流母线的电压。

[0164] 当电力储存装置 702 为蓄电池时，也有直流电压并不随电池的充电量 (SOC) 的变化而变化的。在此情况下，对于连接至直流公共母线 203，作为图 7 的 (1) 的情况可以使其直接连结至直流母线。

[0165] B 连接端子 202 是与在经由互连电线路连接的别的电力系统中设置的别的多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201 成对的输入输出端子。虽然可以使用 A 连接端子 201 来代替 B 连接端子 202，但由于在所连接的电力系统间有两个自激式电力变换器 10 即可，所以期望在与别的多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201 连接的互连电线路中为了降低变换损失而连接无自激式电力变换器 10 的 B 连接端子 202。

[0166] 另外，若将一个多端子型电力变换装置 1 的多个 A 连接端子 201 连接至其自身系统，则可以增大自身系统受给的电力容量。此外，若将多个多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201 逐一连接至其自身系统，则可以增大自身系统受给的电力容量并且增加可连接的电力系统数。

[0167] 在公共母线 203 为直流的情况下，A 连接端子 201 的自激式电力变换器 10 的顺变换侧通过公共母线 203 并列连接，在公共母线 203 上设置有用于电压维持的电容器。另外，根据需要还可以进一步追加设置直流滤波器及过电压吸收器。自激式电力变换器 10 的逆变换侧，当连接目标为交流电力系统时具有交流电抗器和交流变压器的至少一方，以及根据需要而具有交流滤波器和过电压吸收器，当连接目标为直流电力系统时具有平滑用电感器，以及根据需要而具有平滑用电抗器。

[0168] 此多端子型电力变换装置 1 由端子控制装置 102 和公共控制装置 101 所组成的电力控制系统进行控制，所述端子控制装置 102 进行各 A 连接端子 201 的直流电压、交流电压、有效电力、无效电力、电流、相位同步及 PWM 门控制，以及进行 A 连接端子 201 及 B 连接

端子 202 的阻断器 8、断路器 9 的控制，所述公共控制装置通过控制端子控制装置 102 来进行启动、停止及各输入输出端子受送电电力设定以及全电力协调控制。另外，公共控制装置 101 能够经由通信控制装置 104 与其他多端子型电力变换装置 1 通信，可以在多端子型电力变换装置间进行电力交易。另外，本说明书中，将公共控制装置 101 与端子控制装置 102 的组合称为控制单元。

[0169] 不限制多端子型电力变换装置 1 的各端子的容量的异同。若容量相同则控制常数能够统一，也没有电力分配的限制，所以高效。关于电力的送受，还可以向所有端子分配相等的电力或分配不同的电力，视互连电线路的使用状况而分时地间歇地输送。

[0170] 作为电力交易系统，可以具备记录各 A 连接端子 201 的电压、电流及电力测量器 16 的值和电力融通概况数据以便能够用于电力交易的记录装置 103。电压、电流及电力测量器 16 通过软件（将在后文中进行说明）使电力变换器 10 动作，成为可以进行随时自动校正的结构。对于电力量的计测，还可以挪用控制用的电压及电流测量器件或者用其数据来计算。

[0171] 这样，将组合了电力变换器 10 的维持直流电压的单元与控制电力的单元进行组合，通过设置于系统内的中央计算处理装置对所有的电力的出入进行总括控制，由此能够构建对多个电力系统融通分配电力的多端子型电力变换系统。

[0172] 通过这些，能够构建连接任意两个电力系统的每个互连电线路途中都没有分歧且互连电线路的某一端有多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201 而另一端有 B 连接端子 202 的电力系统间非同步互连网络系统。通过使用此多端子型电力变换装置 1，与现有的 BTB 型互连装置相比所需的电力变换器 10 的数量减少，电力融通时的变换次数也可以减半（将在后文中进行说明）。

[0173] 另外，多个 BTB 型互连装置间的协调控制是设置时期或制造商不同时的协调控制，较为复杂，但本发明的多端子型电力变换装置 1 由于是一体型的所以能够进行综合地控制，不仅包括 A 连接端子 201 间的协调控制还包括 B 连接端子 202 的操作控制。

[0174] 由此，连接端子与多个交流或直流电力系统连接，能够相互地融通电力。BTB 或环路控制器是 1 对 1 的电力融通，而本发明能够进行 1 对 N 或 N 对 N 的电力融通。

[0175] 通过采用自激式电力变换器 10，在系统互连模式的情况下，由于可以独立地控制电力和相位，所以可以将任意的有效电力向任意的方向输送并且可以独立地产生任意大小的任意的无效电力，因此促使电压控制也可进行。另外，由于是自激式，所以在连接目标电力系统无电压时，可以以自立模式供给电力。

[0176] 另外，通过采用一体型结构，直流母线部被密封于封闭配电盘，因此能够最小化接地或短路的事故概率。

[0177] 另外，通过使 B 连接端子 202 也一体化，阻断器及断路器的开关控制也能够自动化，能够获得所需的电力信息。由此能够进行电力网络系统的一体控制。

[0178] （非同步互连网络）

[0179] 图 8 是本发明的在 N 个电力系统间生成 1/2・N・(N-1) 的电力融通链路的电力网络的连接例。示出了将非同步的电力系统 3-1 至 3-5 互连的多端子型非同步系统互连装置 1 的形态。设置于电力系统 3-1 的多端子型电力变换装置 1-1 的 A 连接端子 201 经由互连电线路 7 与设置于电力系统 3-2 至 3-5 的多端子型电力变换装置 1-2 至 1-5 的 B 连接端子

202 连接，构成了与电力系统 3-1 的网络。设置于电力系统 3-2 的多端子型电力变换装置 1-2 的 A 连接端子 201 群经由互连电线路 7 与设置于电力系统 3-3 至 3-5 的多端子型电力变换装置 1-3 至 1-5 的 B 连接端子 202 连接，构成了与电力系统 3-2 的网络。设置于电力系统 3-3 的多端子型电力变换装置 1-3 的 A 连接端子 201 群，经由互连电线路与设置于系统 3-4、3-5 的多端子型电力变换装置 1-4、1-5 的 B 连接端子 202 连接，构成了与电力系统 3-3 的网络。设置于电力系统 3-4 的多端子型电力变换装置 1-4 的 A 连接端子 201 经由互连电线路与设置于电力系统 3-5 的多端子型电力变换装置 1-5 的 B 连接端子 202 连接，构成了与电力系统 3-4 的网络。图 8 所示的五个电力系统间的网络中生成了十个非同步电力融通链路。

[0180] 这样一来，在 N 个电力系统间生成了 1/2 • N • (N-1) 个电力融通链路。在现有的梳型电源系统中，对于 N 个电力系统生成 N+1 个电力融通链路，而在本方式中，变为与 N 的平方成比例的链路数，电力融通的灵活性随着 N 变大而变大。以互连电线路的容量或多端子型电力变换装置 1-1 至 1-5 的连接端子的容量也与 N 的平方成比例而变小为特征。

[0181] 由此，例如当 N ＝ 10 时，理论上生成 45 个非同步电力融通链路。当 N ＝ 20 时 190 个链路，当 N ＝ 30 时 435 个链路。由于可以在一个电力系统中放置多个多端子型电力变换装置，所以理论链路数可以进一步增多。

[0182] 图 9A、9B 为示意性地表示连接的电力系统增加后的互连装置数的图。现有的图 9A 中 BTB 型互连装置数需要 1/2 • N • (N-1) 台，而在本发明的图 9B 中 N 台即可。这样，使用了本发明的多端子型电力变换装置的电力融通与 BTB 型互连装置或环路控制器相比具有促使所需机器数减少、控制变容易、设备投资降低的特征。

[0183] 例如当 N ＝ 5 时，理论上生成 10 个非同步电力融通链路。这样一来，当 N ＝ 6 时增加至 15 个，当 N ＝ 7 时增加至 21 个，当 N ＝ 20 时可以 190 个。由于可以在一个电力系统中放置多个多端子型电力变换装置，所以理论链路数可以进一步增加。

[0184] 使规定电力从一个节点向别的节点流动时，若将多个链路连结，则产生更多的可以选择的路线。有从中只选择一条最适路经的方法，但通过同时使用多条路经以使电力分散流动，流过各个路线的电力变得较少。

[0185] 另外，当多个节点要求多个电力融通时，能够通过组合适当的路线和定时来抵消电力的潮流。因此，使得电力变换器 10 或互连电线路中的电力损失的总和为最小的路由选定算法变得重要。

[0186] 图 10A、10B 示出了，将多个电力系统用本发明的多端子型电力变换装置进行连接时与用现有型的 BTB 型互连装置进行连接时相比，需要较少电力变换次数，电力损失较小。

[0187] 图 10A、10B 中比较了在四个节点 a、b、c、d 之间从节点 d 向节点 c 输送电力时经由节点 a 的两种情况。现有的图 10A 中，示出了将 BTB 型变换器设置于各链路的情况。在此情况下，由于在节点 da 之间进行交流直流变换、直流交流变换，在节点 ac 之间也进行交流直流变换、直流交流变换，所以共计四次电力变换。损失也与此成比例。

[0188] 另一方面，本发明的图 10B 中示出了设置了本发明的多端子型电力变换装置的情况。此情况下，在节点 da 之间进行一次、在节点 ac 之间进行一次、共计两次电力变换。电力损失也变为一半。变换器数在现有的图 10A 中为 12 个，与此相对在本发明的图 10B 中为 9 个。装置数在图 10A 中为 6 台，而在图 10B 中为 4 台。

[0189] 这样，本发明的多端子型电力变换装置与BTB型互连装置相比，从电力损失方面以及从设备台数方面而言都具有优势。

[0190] 另外，还可以在一个电力系统中设置多个多端子型电力变换装置1，可以在一个电力融通路线中设置多个互连电线路。其中，利用基尔霍夫定律时，介于连接任意两个电力系统的A连接端子201与B连接端子202之间的互连电线路中途没有分歧很重要。

[0191] 在使电力网络系统工作的基础上，还期望互连电线路的某一端有A连接端子201而另一端有B连接端子202，但代替B连接端子202，即使是单纯的阻断器或A连接端子201也不防碍电力融通。

[0192] 图8中五个电力系统经由所有的组合路线进行连接，但并不是这些所有的路线都是必须的，也不是必须相对于一条路线有一组电力变换基本元件。

[0193] 由于电力变换器10既能进行系统互连运转又能进行自立运转，所以在这样的电力系统中任意的电力系统陷入全停电时能够提供此电力变换器10来作为恢复用的电压源。通过以使电力系统内的电源与此电压源系统互连的形式进行恢复，促使事故恢复变得容易。这种情况下的电源路线在本电力系统中有多个，所以有利于事故时的恢复操作。

[0194] 由于某种原因电力系统从其他电力系统分离时，若该电力系统的发电和消费几乎相等，则可能引起该电力系统单独继续运转的所谓单独运转现象。若假设即使变为单独运转时，也一直在检测时刻同步用电气波形（将在后文中进行说明），则可能在其不能检测出时判断为变为了单独运转。

[0195] 这就是在使电力从上流向下流流动的同步系统的情况下尽管上流停电但下流有电压从而存在操作人员无意识地发生触电的事故而引发问题的现象。

[0196] 本发明所提案的电力系统中由于有多个电力供给路线，所以不易变为单独运转，形成即使各电力系统不同步也可以融通电力的非同步互连，因此上流和下流都有电压。操作安全只要按照无电压确认的原则实施即可。

[0197] （同步互连网络）

[0198] 基于图4A、4B，对设置了附加本发明的电力机器端末控制装置12的电力机器的电力网络系统内同步系统网络系统进行说明。

[0199] 在电力系统3-1至3-4、3-6中，6为电力母线，阻断器8、断路器9连接至此母线，通过电缆向发电装置61或电力储存装置62等电力机器供给电力。

[0200] 电力机器中附加有电力机器控制终端装置12，可以通过其进行电力控制。电力机器控制终端装置12中内置着可以与外部通信的通信终端局，可以向各个装置提供各自的IP地址以进行电力融通控制或电力信息收集（将在后文中说明）。图4A、4B中示出了内置了电力线载波通信终端局13的例子。若使用电力机器控制终端装置12，即使在同一电力系统内也可以进行电力机器间的电力融通控制。

[0201] 在电力系统3-1中经由变压器的下级电压等级的电力母线6也被示出。图4A、4B中，由于能够进行电力线载波通信（将在后文中说明），所以示出了具有电力线载波通信旁路的变压器11。电力母线6通常分为特别高压、高压及低压三种，这里没有示出，但其每个电压等级都连接着一般需求者的负荷。这些负荷或发电设备及电力储存设备等构成多个电力系统3－1至3－4、3－6。

[0202] 日本的电力系统将高于7000V的电压作为特别高压、将高于600V且不高于7000V

的电压作为高压、将600V以下的电压作为低压而制定了各种电力机器的规格。本发明沿袭现有型配电网的构造，由此可以顺利地向自立型电力系统进行过渡。

[0203] 另外，若通过向电力系统内的电力机器附加可以获取其电力情报或者提供电力控制信号的电力机器控制终端装置12，促使电力机器间能够进行电力调整，则能够取得电力系统内的总发电量和总消费量的供需平衡并将频率和电压保持为规定，即可获得电力系统的自立。由于若可再生能源资源的量增加，则变动增大，所以虽然需要与电力储存装置之间的电力调整，但这也可以通过使用电力机器控制终端装置12的控制来进行。

[0204] （通信系统1）

[0205] 首先基于图11说明本发明的通信系统的结构。设置于多端子型电力变换装置1-1的A连接端子201、多端子型电力变换装置1-2的B连接端子202的通信终端局25-1、25-2（数据终端即DTE）获取电力相关的信息，通知给CPU并且将外部数据通信路或电力线载波通信路作为数据通信路而与外部进行信号的受给。作为外部数据通信路，能够使用光缆、LAN电缆、金属电缆、无线及同轴电缆。

[0206] 本发明中，电力系统间的电力融通的信息控制系统为与因特网中的LAN和WAN类似的通信系统，可以构建灵活的通信控制形态。在现有的同步电力系统中，由于系统内的电力任何瞬间都同步，所以要求电力控制所需的通信系统高速且信赖度高。然而，电力控制依赖于通信的风险较大，实际上基于电力系统的频率或电压来控制各个发电机器的构造是主流。

[0207] 本发明中，由于是以电力储存装置担保各个电力系统的自立的电力网络为前提，所以比起通信系统的高速性，准确性更加重要。

[0208] 图11示出了向多端子型电力变换装置1-1及1-2本体及其各个输入输出端子提供通信用地址以构成WAN并向为了控制电力系统内的电力机器1102-1及1102-2的输出而附加的电力机器控制终端装置12-1及12-2也提供通信用地址以构成LAN再连接两者并合并通信的系统例。通过这样，可以构建能够在不同电力系统电力机器间或多个电力系统间进行通信且能够向多端子型电力变换装置1-1及1-2的输入输出端子提供电力融通相关的控制指示的电力系统。

[0209] 若在WAN中放置保存有记述了输入输出端子专有的MAC地址、所分配到的IP地址、子网掩码、默认网关的地址表以及对多端子型电力变换装置1-1、1-2间进行路由时的网关的路由表的服务器，在LAN中放置保存有记述了电力机器控制终端装置12-1、12-2专有的MAC地址、所分配到的IP地址、子网掩码、默认网关的地址表以及对电力机器控制终端装置12-1、12-2间进行路由时的网关的路由表的服务器，则可以构建能使用TCP/IP通信协议在多端子型电力变换装置1-1、1-2的输入输出端子以及电力机器控制终端装置12-1、12-2之间通信的电力网络系统。此外，作为服务器的替代，也可以在各多端子型电力变换装置1-1、1-2的内部放置地址表及路由表，相互交换信息来一直维持在最新的状态。

[0210] 若有IP地址，则可以通过将具有记述了对多端子型电力变换装置1-1、1-2间进行路由时的网关的路由表的服务器放置于WAN内来进行信息的交互。此外，作为服务器的替代，也可以在各多端子型电力变换装置1-1、1-2的内部放置路由表，相互交换信息来维持在最新的状态。

[0211] 另外，若有IP地址，则由于可以确定各个电力机器控制终端装置12-1、12-2，所以

能够在它们之间交互用于融通电力的信息。能够通过设置于其电力系统内的地址服务器来对 LAN 中的电力机器的信息进行一元管理。对于电力机器控制终端装置 12-1、12-2 可以对所需地址进行管理但不知道地址的对方，能够通过向地址服务器询问来获知。可以将地址服务器放置在设置于其电力系统的多端子型电力变换装置 1-1、1-2 中。

[0212] （通信系统 2）

[0213] 首先基于图 12 说明本发明的使用了电力线载波通信的通信系统的结构。设置于为了控制多端子型电力变换装置 1-1、1-2 的 A 连接端子 201、B 连接端子 202、电力系统内的电器 1102-1、1102-2 的输出而附加的电力机器控制终端装置 12-1、12-2 等的数据终端 25-1、25-2(DTE) 获取电力相关的信息，通知给 CPU，并且经由电力线载波通信终端局 13 将信息在电力系统内传输至由电力电缆构成的电力线载波通信 LAN，在电力系统间传输至由互连电线路 7 构成的电力线载波通信 WAN。

[0214] 此例中，由于为了使用电力线载波通信而构建了将互连电线路 7 或电力电缆作为通信信号的传输路的 WAN 及 LAN，由此，可通信的路线与能够输送电力的路线在物理上一致。若互连电线路 7 或电力电缆断线或者使关联设备停止，则由于通信回路也释放或停止，该回路中通信信号不流动。由此，可以无需复杂的状态确认而把握电力系统的最新状态。66kV 系的送电线中，192kbps 的数字式电力线载波已被实用化。由于电力融通信号（将在后文中说明）的信息量用于所有的信息交换只需要几千比特，所以可以说上述频率为足够的速度。

[0215] 6.6KV 或 440V 以及 220V 系的配电系统中，现在只有 600bps 左右的相当慢的模拟式电力线载波装置被实用化。这是由于管理规定仍然严格，一般认为随着某些技术的进步，此管理规定会缓和。即使按此较慢的载波速度，对于进行电力融通预约（将在后文中说明）也是足够的。相对于电力机器 1102-1、1102-2 的启动、停止、更新、新增设及废止等的变化，若采用电力线载波通信，则由于在电力线使用开始的同时就被自动附加新的 IP 地址，从而网络技术者的负担得到减轻。

[0216] 如下所示，通过使用电力线载波而使通信路与电线路在物理上为同一物，从而有无需根据电线路建立新的通信路设施并且能够自动进行线路健全性的确认等多个优点。

[0217] 另外，当经由不同的多端子型电力变换装置 1-1、1-2 的两个以上的 A 连接端子对来融通电力时，在 A 连接端子对之间需要更精密的时刻同步，该情况下，可以通过除上述的通信信号之外还结合使用加载于电力波形的信号来实现。关于使用了加载于电力波形的信号的时刻同步的具体内容，将在后文中进行说明。

[0218] （通信控制系统 1）

[0219] 图 13 示出了多端子型电力变换装置 1 内的通信系统。

[0220] 在图 13 中，连接至具有连接端子 1308 的互连电线路结合装置 1307 的电力线载波通信终端局 1306 为外部数据通信的端口，但当然光缆或同轴电缆的通信终端局也为相同的构造。从电力线载波通信终端局 1306 得到的信息被通知给数据终端 (DTE)1305，通过 CPU1301 进行处理。由此多端子型电力变换装置 1 及其连接端子 1308 各具有一个独一无二的 IP 地址来与外部通信，可以具有用于起地址服务器的作用的存储装置或者进行路由算法的 CPU1301 或内存 1302、1303 等基本器件。电源 1304 向这些基本器件供给电力。

[0221] 电力线载波通信终端局 1306 之一与电力系统内的通信系统连接着，向 LAN 内的电

力机器控制终端装置 12 分配 IP 地址。当该 LAN 内有多个多端子型电力变换装置 1 时，在其中进行排序，以某一台作为母机来进行 IP 地址分配。母机的多端子型电力变换装置 1 将把握电力机器控制终端装置 12 的 MAC 地址、IP 地址的地址表保存至内存 1303，与子机的多端子型电力变换装置 1 共有该地址表。设置于多端子型电力变换装置 1 的其他连接端子 1308 的电力线载波通信终端局 1306 与 WAN 内的其他多端子型电力变换装置 1 通信以生成路由表，并将其保存至内存 1303。

[0222] 另外，由于通过使用电力线载波通信终端局 1306 促使使电力流动的互连线路本身成为通信线路，所以可通信的路线与能够输送电力的路线在物理上一致，可以根据是否可以通信来确认是否为能够电力融通的路线。即，若电线路断线或者使关联设备停止，则由于通信回路被释放或停止所以该回路中通信信号不流动，因此可以无需复杂的状态确认而电力系统的最新状态。由于不能通信的路线被自动地从路由算法中排除，所以不需要多余的确认步骤。

[0223] （通信控制系统 2）

[0224] 图 14 示出了多端子型电力变换装置 12 内的通信系统。

[0225] 电力机器控制终端装置 12 包括进行电力融通请求及接受承诺关联的演算的 CPU1401、内存 1402、存储了地址表及路由表的存储装置 1403、电源 1404、具有与电力机器之间的输入输出端子 1409 的电力机器控制装置 1408。电力系统内的电力机器控制终端装置 1 持有自身的 MAC 地址和 IP 地址，以及持有从 LAN 出来时的通信端口所对应的默认网关的 IP 地址的信息。这通常对应于多端子型电力变换装置 1 的连接至自身的电力系统的 A 连接端子 201 的 IP 地址。

[0226] 在图 14 中，具有连接至配电线路 1410 的连接端子的互连电线路结合装置 1407 以及连接至电力机器控制装置 1408 的电力线载波通信终端局 1406 为外部数据通信的端口，但当然光缆或同轴电缆的通信终端局也为相同的构造。从电力线载波通信终端局 1406 得到的信息被通知给数据终端 (DTE)1405，通过 CPU 进行处理。

[0227] 另外，持有用于对 LAN 内的其他电力机器进行通信的地址表，并与其他电力线载波通信终端局 1406 共有该地址表，将其一直保持为最新的状态。通过这样，LAN 内的电力机器与其他电力机器进行通信时，知道向什么地址送出信号。

[0228] 通过包括电力机器控制终端装置 12 内的这样的通信系统，能够测量太阳能发电及风力发电等的变动比较剧烈的电源的发电量并通过外部通信回路将信息送出，向柴油发电机或内燃机发电机等输出调整较容易的发电机通知增减指令来进行控制，送出电力储存装置的充电量（充电状态即 SOC）的信息，控制充放电量，或者将进行电力消费的电力机器的信息向外部送出。

[0229] 根据电力机器的算法能够预测关于电力融通的信息以提前进行融通预约。另外，用该时刻的信息来预先进行规定时间后的电力融通预约也成为对电力系统自立而言有效的手段。虽然针对电力系统的每个特征有各种算法被考虑，但一般将电力储存装置的 SOC 维持至 50％左右并当估计出太阳能发电或风力发电的输出增加时为了吸收此输出而预先维持至低于 50％而当估计出输出减少时为了从电池输出而预先维持至高于 50％的预测控制为优选。

[0230] 图 4A、4B 中示出了基于电力线载波通信的通信系统的例子。在电力机器控制终端

装置 12 中设置有电力线载波通信终端局 13，各个 IP 地址 14 被示出。另外，在多端子型电力变换装置 1 的各连接端子中也设置有电力线载波通信终端局 13，各个 IP 地址 14 被示出。

[0231] 作为地址管理的方法有向各多端子型电力变换装置 1 手动提供地址的方法和自动提供地址的方法。手动的情况下，随着多端子型电力变换装置 1 的变更而产生地址变更操作。自动的情况下，若被新设置或者接入电源，则从装置侧向自身的 MAC 地址发信以要求新的 IP 地址的分配。自动的情况下，由于地址变更操作等都是自动进行，所以系统管理者的负担较小。

[0232] 将电力线载波通信用作通信路时，由于将互连电线路或电力电缆作为通信信号的传送路而构建 WAN 及 LAN，由此，可通信的路线与能够输送电力的路线在物理上一致。若电线路断线或者使关联设备停止，则由于通信回路也释放或停止，该回路中通信信号不流动。由此可以无需复杂的状态确认而把握电力系统的最新状态。如前面所述，66kV 系的送电线中，192kbps 的数字式电力线载波已被实用化。由于电力融通信号（将在后文中说明）的信息量用于所有的信息交换只需要几千比特，所以可以说上述频率为足够的速度。另外，由于在电力系统内存在不适合电力线载波通信的变压器或阻断器、断路器、电容器及电感器等，而且因连接着的其他机器的阻抗而造成通信信号的衰减较大，所以存在部分地设置旁路或需要增幅器的可能性。

[0233] 多端子型电力变换装置 1 可以如因特网的路由器那样与多端子型电力变换装置 1 相互交换信息，来一直把握相邻的多端子型电力变换装置 1 或它们的各输入输出端子的地址，可以将所需电力如斗链那样交换电力并同时向远方的电力系统输送，可以预先一直把握为此所需的路由信息。

[0234] 这与现有的电力融通的原理将所有的信息集中至如中央给电指令所那样的公共中心并且所有的指令从该公共中心给出的方式相比，为分散控制方式，是差异非常大的概念，本发明提案了实现此的具体手段。

[0235] 另外，本发明的多端子型电力变换系统的特征在于，与变电所区域内的一分区相邻而配置，其控制所需的信息由 CPU1401 进行电力用半导体基本元件的门控制，由存储装置将电力变换关联信息与交易关联信息相关联而数字记录。

[0236] （路由表）

[0237] 图 15 是使用图 4 的电力网络系统的例子中所分配的 IP 地址而生成的路由表的例子。表 1501 至 1504、1506 是设置与电力系统 3-1 至 3-4、3-6 的多端子型电力变换装置 1 所保持的路由表，表 1505 是与电力机器系统 4 连接的多端子型电力变换装置 1 所保持的路由表。

[0238] 最开始的表 1501 中记载着从设置于电力系统 3-1 的多端子型电力变换装置 1 连接至其他电力系统时的网关。这里，子网掩码为 255.255.255.0 时，网络 192.168.2.0 意味着最初的 24 比特为公共的群。这意味着电力系统 3-2。示出为了到达电力系统 3-2 而最初经过网关 192.168.0.7，即，设置于电力系统 3-2 的多端子型电力变换装置 1 中与电力系统 3-2 连接的 B 连接端子 202。

[0239] 同样为了从电力系统 3-1 到达电力系统 3-3，查看路由表的网络 192.168.3.0 即可，此时网关为 192.168.0.9。同样为了从电力系统 3-1 到达电力系统 3-4，查看路由表的网络 192.168.4.0 即可，此时网关为 192.168.0.11。作为别的例子，例如为了也从电力机器

系统 4 连接至电力系统 3-1 至 3-4 的任意一个，在电力系统 3-1 的电力母线上连接的多端子型电力变换装置 1 的 A 连接端子 201 的 192.168.1.1 为网关。

[0240] 这样一来，至连接目标的路由表由所有的多端子型电力变换装置 1 来保有，可以在多端子型电力变换装置间交换其内容以共有 WAN 及 LAN 内的最新的路由映射。由此，在本发明的电力网络系统中，可以使用 TCP/IP 通信协议来在多端子型电力变换装置 1 以及电力机器控制终端装置 12 之间通信，物理地址、差错控制、顺序控制、流程控制及冲突回避等的标准化变得可行。

[0241] 本发明的电力网络系统通过使用这样的 TCP/IP 通信协议而可以以电力系统内的自立为优先并且根据需要构建通过 WAN 及 LAN 向其他电力系统请求电力融通的构造。可以静态或动态地提供 IP 地址，静态的情况下，将 IP 地址作为物理机器专有的地址而提供，动态的情况下，对应于来自物理机器的请求而提供，是地址也随系统的变化而变化的灵活的系统。

[0242] （送电方法 1-1）

[0243] 图 16 是利用 MatLab-Simulink-SimPowerSystems 来实施多端子型电力变换的仿真的图。为了简化，省略了顺变换器侧，用 DC 电源来代替。使逆变换器侧为单相 PWM 逆变器的并联回路，生成了三回路的逆变换器侧。

[0244] DC 母线侧用 DC±400V 的电池来代替。两电池间接地，各个逆变器的腿的中间用 1 欧姆的电阻和 5mH 的电抗器串联连接，观测电阻部分产生的电压。PWM 逆变器的内部电阻为 1 毫欧，缓冲电阻为 0.01 毫欧。

[0245] 使三个单相 PWM 逆变器的回路并联，分别提供频率为 50Hz 相位为 0 度、频率为 51Hz 相位为 60 度、以及频率为 49Hz 相位为 -30 度的控制信号。其结果为：工作正常，得到了分别在振幅 AC350V 频率为 50Hz 相位为 0 度、频率为 51Hz 相位为 60 度、以及频率为 49Hz 相位为 -30 度的交流输出。

[0246] 使三个单相 PWM 逆变器的回路并联，分别提供频率为 50Hz 相位为 0 度、频率为 30Hz 相位为 50 度以及频率为 0Hz（即直流）的控制信号（未示出）。结果仿真出：工作正常、能够分别生成自由的频率和相位以及直流。

[0247] （送电方法 1-2）

[0248] 图 37A 示出了三端子的多端子型电力变换装置 1 连接至频率各不相同的电力系统的状态，而图 37B 示出了在图 37A 所示状态下使电力的融通方向连续地无缝变化时的仿真结果。此仿真是利用电力仿真软件 PSIM 来进行的。

[0249] 此例中，多端子型电力变换装置 1 的电力变换器 10-1 与具有 60Hz 频率的电力系统 3-1 连接，电力变换器 10-2 与具有 50Hz 频率的电力系统 3-2 连接，电力变换器 10-3 与具有 40Hz 频率的电力系统 3-3 连接。

[0250] 通过在时刻 0.05 秒至 0.06 秒期间使电力变换器 10-1 的控制信号和电力变换器 10-2 的控制信号在反方向上增加，使得电力变换器 10-1 和电力变换器 10-2 的电流值开始增大，发现从时刻 0.06 秒至时刻 0.08 秒期间电力变换器 10-1 与电力变换器 10-2 的电流为相同的值。这意味着从电力系统 3-1(60Hz) 向电力系统 3-2(50Hz) 输送电力。

[0251] 在时刻 0.08 秒至时刻 0.09 秒期间，电力变换器 10-1 的控制信号回到 0，而另一方面电力变换器 10-3 的控制信号增大，一直增加至与电力变换器 10-2 反方向而值相同为止。

这意味着电力系统 3-3(40Hz) 取代电力系统 3-1 向电力系统 3-2 输送电力。时刻 0.09 秒至时刻 0.12 秒期间维持此状态。

[0252] 在时刻 0.12 秒至时刻 0.13 秒期间，电力变换器 10-1 的控制信号增大，电力信号变换器 10-2 与电力变换器 10-3 的控制信号在相反方向上增加，其和被控制得等于电力变换器 10-1 的值，在时刻 0.13 秒至时刻 0.19 秒期间维持此状态。

[0253] 这意味着从电力系统 3-1 向电力系统 3-2 和电力系统 3-3 的双方输送电力。

[0254] 其后，在时刻 0.19 秒至时刻 0.20 秒期间，所有的控制信号向 0 减少，通过各电力变换器的电流值变为 0。

[0255] 如此仿真所示，本发明的多端子型电力变换装置 1 不仅可以在同步系统间而且也可以在不同步的三个以上的电力系统间使电力融通方向连续地变化。这意味着能够进行基于控制信号的电力路由。

[0256] 本发明使上述复杂的电力融通步骤存储至计算机中，从而能够自动地进行电力融通。另外，本电力融通步骤，为了使任一多端子型电力变换装置 1 都能实施，而使程序共有并分散处理。

[0257] ( 送电方法 2)

[0258] 图 17A、17B 示出了对于具有偶数根线路且并列运用的送电线 22 的各线路、多端子型电力变换装置 1 的连接端子独立连接而每个线路进行独立的电力融通运用的例子。

[0259] 通常的同步系统中的送电线一般在超过 6000 伏特的特别高压系中为了使得一根线路被阻断时也能够送电 100％的电力而用两根线路作为一组来送电。在送电铁塔的两侧分别各设置一根线路且一直铺设至相同的目的地。因此，两根线路运用时分别 50％运用，设备利用率最大为 50％。并且，同步系统中通过电线的阻抗分布使得电力潮流被明确地规定。这里将此称为被动电力潮流。送电线的额定容量由于基于按长期预期的电力潮流分布来假定的被动的最大潮流而设计，所以达到额定的潮流流动的情况也不罕见，设备的年平均工作率远低于 50％。

[0260] 另一方面，多端子型电力变换装置 1 可以能动地使所需大小和方向的电力潮流流动。即，本发明的电力系统为能动电力潮流。因此，将本发明的多端子型电力变换装置 1 的连接端子独立连接至双线路送电线的每根的情况下，也可以不像以往那样为了一根线路被阻断之时而运用两根线路时的各 50％，而能够在一根线路被阻断时从别的路经送电来应对。

[0261] 图 17A 示出了向 A、B、C 三个电力系统送电力的例子。为了简化，此例为从 A 向 C 送 100％的电力、有两根线路的送电线共同按 50％并列运用的例子。

[0262] 图 17B 是本发明的电力系统中的送电线各线路的独立运用的事例。送电线两根线路中上部示出的路线可从电力系统 A 向电力系统 C 以 100％容量送电力。送电线两根线路中下部示出的路线可首先可从电力系统 A 向电力系统 B 以 100％容量送电力。从电力系统 B 向电力系统 C 也可以以 100％容量送电力。各电力变换器 10 变为符合其送电容量的额定。

[0263] 假设正在从电力系统 A 向各个送电路线各 100％送电时上部路线停止的情况下，电力系统 C 变得电力不足，但电力系统 B 能够使输出增加而在至电力系统 C 的路线中支持 100％。

[0264] 同样，假设下部路线停止的情况下，电力系统 B 变得电力不足，但电力系统 C 能够

使输出增加而在至电力系统 B 的路线中支持 100％。

[0265] 任何一种情况下，虽然支持的电力系统的负担较大，但由于二次电池等的普及而使得短时间的支持用现行技术就完全可以。此方法与送电线的加强相比可行性较高。

[0266] 因此，由于多端子型电力变换装置 1 的连接端子能够独立且能动地将目标大小的电力送入送电线，所以能够将各个设备利用率分别提高至最大 100％。

[0267] 另外，由于每个独立连接处能够有两根线路的输入，可从别的路线各分别获取 100％、共计获取 200％的电力。

[0268] 此外，由于通过电力变换器 10 能动地送入电力，所以可将双线路送电设备的年平均工作率提高至最大 200％。

[0269] 图 18 示出了四根线路的送电线的情况。此例为在送电线的两侧各六根电线经过的情况。通常每两根目的地不同的情况较多，但图 18 是示出其中经过公共路线的部分的图。

[0270] 图 18 示出了从电力系统 A 开始的四线路的送电路线经由电力系统 B、C、D、E、F 而行的例子。此例中，线路从各送电铁塔被引入至各电力系统时，切断直接连接的地方或者设置阻断器 9 以开放运用，将送电线的两端引入至多端子型电力变换装置。多端子型电力变换装置 1 中，每个连接端子各在非同步地独立运用。

[0271] 通过线路 1，如图 18 所示那样形成了电力系统 A-B 间、电力系统 B-C 间、电力系统 C-D 间、电力系统 D-E 间、电力系统 E-F 间以及电力系统 F- 线路 1 的连接目标电力系统间的电力融通路线。

[0272] 通过线路 2，如图 18 所示那样形成了电力系统 A-C 间、电力系统 C-E 间以及电力系统 E- 线路 2 的连接目标电力系统间的电力融通路线。

[0273] 通过线路 3，如图 18 所示那样形成了电力系统 A-D 间以及电力系统 D- 线路 3 的连接目标电力系统间的电力融通路线。

[0274] 通过线路 4，如图 18 所示那样形成了电力系统 A-F 间以及电力系统 F- 线路 4 的连接目标电力系统间的电力融通路线。

[0275] 电力融通路线的形成方法不限于上例，应该逐案讨论。

[0276] 通过这样形成的电力统统路线由于是非同步互连系，所以是能够输送接受任意大小的有效电力及无效电力，若电力系统有余力则能够使用送电线的整个额定容量。

[0277] 能够通过电力变换器 10 的高速的门阻断，来减少事故时的变动对电力系统产生的影响。对于电力过多过少，虽然有时也需要电力储存装置等后备，但设备投资比送电线的增强容易。

[0278] 这样推敲得到的电力融通路线构成与图 8 的电力融通路线类似的电力网络。

[0279] （送电方法 3）

[0280] 其中，考察了使重叠型电力送电、分时送电、多路线送电、电力压缩融通、虚拟交易融通等五种电力融通方法能够进行的电力系统。

[0281] 图 19 对重叠型电力送电进行了说明，该重叠型电力送电将多端子型电力变换装置 1 设置于各个送电线的变电所引入部分，装置间相互进行信息通信，使用相同的送电线路向多个变电所同时送不同的电力。有电力系统 3-1 至 3-3，其间分别有电力变换器对 23-1 和电力变换器对 23-2。若电力变换器对 23-1 在单位时间内将 W1 和 W2 的电力向电力系统

3-2 送出，按照相同的定时，电力变换器对 23-2 在单位时间内将 W2 的电力从电力系统 3-2 朝电力系统 3-3 送入，则向电力系统 3-2 送入了差值 W1 的电力。通过向电力变换器对 23-1 和电力变换器对 23-2、作为信号而发送指示分别送入 W1+W2 与 W2 的电力的目的地信息头 1901，使这样的电力融通可进行。

[0282] 图 20 对向不同变电所分时输送不同电力的分时送电进行了说明。具有与图 10 一样的电力系统 3-1 至 3-3 和电力变换器对 23-1、23-2，但首先指示在单位时间内送出 W1 的电力的目的地信息头 1901 到达电力变换器对 23-1，向电力系统 3-2 送出 W1。此时由于电力变换器对 23-2 不工作，所以电力不融通至电力系统 3-3。接着，在单位时间内向电力系统 3-3 输送 W2 的电力的目的地信息头 1901 提供指示给电力变换器对 23-1 和电力变换器对 23-2 的双方，使双方的电力变换器同时以 W2 的大小工作。通过这样，从电力系统 3-1 向电力系统 3-3 输送 W2。此时，电力系统 3-2 只是电力通过。这样一来，能够区分时间来为了不同目的而融通电力。

[0283] 此方式的优点在于，以电力变换器的最大输出将电力向不同的目的地区分时间而输送。这与通信中所说的分组的概念类似，可称为分组电力。能够以变换器的最大输出将规定时间的电力量作为一个单位进行处理。也可以将此称为数字电力。

[0284] 图 21 对使用多个不同送电回路来向一个变电所同时输送不同电力的多路线送电进行了说明。与图 19、20 一样，电力系统 3-1 至 3-3 之间有电力变换器对 23-1 和电力变换器对 23-2，除此之外在电力系统 3-1 与 3-3 之间还有送电路线，其间有电力变换器对 23-3。此例中，为了向电力变换器对 23-1 和 23-2 的双方提供信息使得输送 W1 的电力，同时向电力变换器对 23-3 提供信息使得输送 W2 的电力。通过这样，将 W1+W2 的电力从电力系统 3-1 经由不同路线输送至电力系统 3-3。另外，这里示出了将电力变换器对 23-1、23-3 连接至电力系统 3-1 的构成例，但即使将这些电力变换器对 23-1、23-3 置换为三个电力变换器在公共母线上并列连接的本发明的多端子型电力变换装置，此讨论也同样成立。

[0285] 图 22 对通过组合反方向的电力送电要求来压缩或抵消送电量以使得电力变换及送电损失减少的电力压缩融通进行了说明。图例中，从电力系统 3-1 经由电力系统 3-5 向电力系统 3-4 输送 W1 千瓦，从电力系统 3-1 经由电力系统 3-5 向电力系统 3-1 输送 W1 千瓦。这种情况下，由图可知在电力系统 3-1、3-5 之间有 W1 和 -W1 的电力流动，由于它们相抵消所以设置于电力系统 3-1、3-5 的多端子型电力变换装置 1 可以不工作，通过这样，电力损失和送电损失得以减轻。

[0286] 能够通过积极地组合这样的电力融通计划来最小化损失。若在各电力系统中有电力储存装置，则能够使时间错开或者组合输出的大小而进行调整。通过向电力能源附加如发电源这样的信息，从而有时会发生这样的反方向的电力交易。有时发生某电力系统中需要风力发电的电力而具有风力发电的电力系统反而需要廉价的来自矿物燃料的电力的例子等、但不限于此的反方向交易。

[0287] 图 23 对在未通过送电线相互连接的电力系统间使用与电力储存装置交易的电力信息来使电力融通可进行的电力的虚拟交易融通进行了说明。

[0288] 图 23 中有电力系统 2310 和电力系统 2320，互连线没有连接。电力系统 2310 仅具有太阳能发电 PV，电力系统 2320 仅具有柴油发电 DG。对在各电力系统中分别设置的电力储存装置 2311 和电力储存装置 2321 中的电力储存量能够通过以 t0 至 t2 的顺序进行的虚

拟电力交易来向电力系统 2310 的顾客出售 DG 电力而向电力系统 2320 的顾客出售 PV 电力的例子进行了说明。

[0289] 在时刻 t0，电力存储装置 2311 和 2321 分别用来自 PV 的电力和来自 DG 的电力来充电。

[0290] 在时刻 t1，在电力储存装置间同量虚拟交换交换 DG 和 PV。期望此交易伴随着如债券那样的形式、或者帐单、契据或现金决算等手段。

[0291] 在时刻 t2，能够在系统 2310 内出售 DC 电力，在电力系统 2320 内出售 PV 电力。通过这样即使实际上不送电力，也能够进行虚拟交易融通。

[0292] 在时刻 t1，当同量交易 DG 和 PV 时，既有使电力量为同量的考虑方法，也有使金额为同额的考虑方法。另外，也可以不同量而将差值以其他形式进行交易。也可以期货交易债权或者生成交付商品。

[0293] 图 24 对两电力系统 2410、2412 都具有 PV、DG 和电力储存的情况下的虚拟交易融通进行了说明。

[0294] 到时刻 t2 为止，与上述相同。在时刻 t3，由于分别具有 DG 和 PV，所以发电产生 DG 电力和 PV 电力来对各个电力储存装置 2411、2412 充电。在时刻 t4，若再度虚拟交换电力系统 2410 的 DG 和电力系统 2420 的 PV，则返回到与时刻 t0 的状态相同的状态，并且能够向各个顾客出售不同系统的电气。

[0295] 在本发明中，第一，重叠型电力送电的发明效果为：除了向其他电力系统输送的电力之外还经由其他电力系统向目标变电所输送电力，通过这样即使不存在至目标电力系统的直通的送电路线也能够输送所需的电力。

[0296] 第二，分时送电的发明的效果为：向各个电力系统输送的总和与多端子型电力变换装置 1 的容量大小所限制的重叠型电力送电相比在分时送电的情况下能够使各个电力增大至多端子型电力变换装置 1 的最大额定容量。

[0297] 第三，多路线送电的发明的效果为：同步系统的情况下环路电流或溢流从而会变为由送电网络的阻抗决定的被动电力分配，与此相对，若使用本发明的多端子型电力变换装置 1，则由于从多个系统向一个电力系统输送的电力分别非同步，所以能够相互不干涉而获取所有电力，可能动地将电力送入。

[0298] 第四，电力压缩融通的发明通过调整多个电力系统间的多个电力融通请求的时间限制或大小限制从而能够压缩实际的电力变换量。通过这样能够减小伴随着电力系统全体的电力变换以及电力融通的电力损失。

[0299] 第五，虚拟电力交易的发明通过使用多端子型电力变换装置 1 而能够在送电线未连接的电力系统间或者用即使送电线连接着但不进行实际的送电的方法来融通电力。通过这样，能够产生出债券交易、期货交易或组合它们的衍生金融商品。

[0300] （时刻同步方法）

[0301] 这些发明是以在配置于多个电力系统间的多个电力变换器中将电力变换器所生成的在电力线路上传播的时刻同步用电气波形与传送该波形所具有的意义的时刻同步电力信息两者相组合而获得多个电力变换器间的时刻同步为特征的时刻同步信息传达网络系统

[0302] 根据本发明，将电力线上出现的电气波形所具有的较少的信息与说明其意义的较

多的电子信息相组合，从而能够使多个电力变换器同时以同样的大小动作或使其停止或中途变更大小。

[0303] 图 25 示出了通过在电力系统 3-1 至 3-3 之间使电力变换器对 23-1 和电力变换器对 23-2 以相同的定时、相同大小驱动而能够不向电力系统 3-2 输送电力或不从电力系统 3-2 获取电力而从电力系统 3-1 向电力系统 3-3 输送电力。将此称为时刻同步化。

[0304] 这样，由于加载于电压波形的信息量有限，所以考虑通过将较少的信息所具有的意义经由别的外部数据通信路预先送信来进行电力变换器的动作准备的方法。这就是本发明所说的通过时刻同步用电气波形和时刻同步用电子信息的组合来获得时刻同步的方法。

[0305] 图 25 中，虽然将在电压波形上加载信号，但电压波形 2500 的峰值有较多噪音，所以也可以使加载信号的定时为电压变为零的零交叉。另外，也可以在电压波形上加载电力线载波通信信号。作为在电压波形上加载信号的替代，也可以在电流波形上加载信号。也可以使电力变换器对 23-1 本身生成信号。

[0306] 时刻同步用电气波形不限于一个，也可以作为若干个电气波形的组合而使其具有意义。若使用组合，则也可以仅用时刻同步用电气波形取得时刻同步。例如可以使用两个以上的电气波形来在驱动开始的规定周期前生成预告信号以进行准备，或者通过使有间隔的周期数变化以作为倒计时信号来组合驱动开始的定时。

[0307] 另外，作为时刻同步用电子信息，还有使用 GPS 时刻信息或者使用电波时钟信号来使电力变换器对 23-1、23-2 的时钟同步以力图时刻同步的方法。这种情况下不需要同步用电气波形。

[0308] 本发明的特征在于，通过将电力变换器对 23-1 所生成的在电力线路上传播的时刻同步用电气波形 2500 和传输该电气波形 2500 所具有的意义的时刻同步用电子信息两者相组合来取得多个电力变换器间的时刻同步，可以按以下的步骤来取得时刻同步。

[0309] 例如，将在送电源头的电力变换器对 23-1 中生成独特的电压波形、电流波形、有效电力波形、无效电力波形以及它们的大小的变化、相位的变化、相位矢量的变化、空间矢量轨迹的变化以及将组合它们的开始及结束预告信号或开始及停止信号（将这些总称为电气波形概况 2500a 至 2500d）并送入电力回路，作为信息预先通过外部通信路 2501 等别的信息路线来通知给要同步的电力变换器对 23-2。

[0310] 获取了信息的电力变换器对 23-2 进行检测回路构成或软件设定使得能够将这些电气波形概况作为时刻同步用电气波形而检测出，由此进行使电力变换同步的准备。

[0311] 若在预定的时刻附近检测出预先通知给电力线路的预告信号的电气波形概况，则电力变换器对 23-2 能够用开始电力变换所需的准备并在预告信号开始预定次数的电压零交叉周期后开始电力变换等方法来取得电力变换器对 23-1、23-2 的时刻同步。

[0312] 另外，可以具有当为了确认而检测出预先用时刻同步用电子信息规定的事先信号时在确认该检测后立即开始电力变换等的算法。

[0313] 可以在电力变换中送出预先用时刻同步用电子信息规定的电气波形概况，根据预先规定的输出变换率来增减电力变换的大小。

[0314] 即使碰到电力变换停止，也可以当在电力变换中检测出预先用时刻同步用电子信息规定的电气波形概况时在规定零交叉周期后以规定变化率减小电力变换的大小，检测出停止信号时停止。

[0315] 通过预先将使用怎样的程序和电气波形概况作为时刻同步用电子信息而传输，从而能够使电气波形概况单纯，减小噪声的影响。

[0316] 这样，通过组合能够以光速传达但信息量较少的电气波形概况与用别的路线输送的信息量丰富的时刻同步用电子信息，从而能够取得不在一个地方的多个多端子型电力变换装置 1 的时刻同步。使用电力线载波通信 (PLC) 的情况下，由于电气波形和信息通过同一路线，所以具有能够连同路线的物理健全性的确认也一起进行的优点。

[0317] 本发明中进一步通过预先将协调的时刻同步用电子信息通知给多个多端子型电力变换装置 1，从而能够使多个多端子型电力变换装置 1 的电力变换动作同步进行，因此能够经由多个多端子型电力变换装置 1 将电力向远方融通。

[0318] 另外，通过电气波形与电子信息的组合，电气波形为简单的波形即可，可使用的电气波形及其实现方法的自由度变高。其次，通过电气波形与电子信息的组合，电子信息的时间限制变小，可使用的数据线路或通信手段的自由度变高。

[0319] 另外，由于电子波形与电子信息的双方的手法的自由度都变高，所以通信运营商或电力变换器制造商的运营参与机会扩大，产生健全的竞争。

[0320] 本发明的别的实施例以电力系统中的时刻同步用电气波形基于电流波形为特征。

[0321] BTB 型电力变换器用一侧的电力变换器对交流进行整流而产生直流，然后用另一侧的电力变换器通过将直流部分电压一秒间开关数千至数万次并改变其时间间隔来进行平均从而产生正弦波电压。

[0322] 通过在此电压与跨串联电抗器而连接电力系统之间使频率同步，并加入若干相位差，从而能够送入或引入目标电流 .

[0323] 由于电力变换器的输出电路中一般使用电抗器或平滑用的电容器，所以在将前述的电压波形、电流波形、有效电力波形、无效电力波形、以及它们的大小的变化、相位的变化、相位矢量的变化、空间矢量轨迹的变化以及将组合它们的开始及结束预告信号或开始及停止信号等电气波形概况送入电器回路时，往往需要对电器回路自身进行推敲。然而，电流波形虽然由于电抗器的平滑作用而变化速度较慢，但能够只靠推敲输入到电力变换器的数字信号处理器的信号就能够实现，由于不需要特别推敲电路，所以可以称为比较经济的手法。

[0324] 用基于电流波形测出电流相位并检测其相移的方法或通过组合三相电流的空间矢量的相对相位变化等，能够更高速地产生信息量较多的电气波形概况。

[0325] 当时刻同步用电气波形为电流时，能够通过多端子型电力变换装置的电力变换器自身来产生，能够组合大小、相位、定时来生成多种电气波形。

[0326] 另外，在电气波形信号受给阶段，由于变为进行电力变换器及其控制系统的动作确认，所以能够迅速检测出异常，将事故防范于未然。

[0327] 此外，包含控制系统的电力变换器的电力变换用设备由于直接兼具电气波形生成设备，所以不需要追加设备，经济性较高。

[0328] 发明的另一实施例的特征在于，在电力系统中时刻同步用电子信息为在电力线路上传播的电力线载波通信信号。

[0329] 若采用将时刻同步用电子信息在与传播时刻同步用电气波形的电力线路相同的线路上发送的电力线载波方式，则当电力线路的断线或接地等物理性故障造成不能输送电

子信息时，没有回信，所以能够较容易发现电力线路的不正常。

[0330] 不限于时刻同步用电子信息，可以将电力线载波信号作为时刻同步用电气波形来使用，插入至电压零交叉的定时来替代时刻同步用电气波形概况。

[0331] 当时刻同步用电气波形为电压时，第一，若追加旁路电流电抗器或 AC 滤波器等的回路，则能够用多端子型电力变换装置的电力变换器自身来生成。

[0332] 第二，电力变换器所生成的电压信息具有数千赫兹至数万赫兹的频率，与基于电流的电气波形相比，能够增多信息量。

[0333] 第三，当用电力变换器以外的设备来生成时刻同步用电气波形时，若追加向送电线附加电压波形的装置，则能够生成信息量较多的电气波形。

[0334] 第四，当用电力变换器以外的设备来生成时刻同步用电气波形时，时刻同步用电子信息也能够用相同的送电线，不需要新设置电子信息用通信路。

[0335] 第五，由于送电线为高电压，所以电子信息的安全性变高。

[0336] 当电力变换器以外的设备为电力线载波通信设备时，具有在向送电线加载并生成高频率电压波形时能够标准化设备和控制的优点。当为电力线载波方式时，还具有能够使通信路和电线路为同一物从而即使新的电线路建成也不需要建立新的通信路的设施并且能够自动进行线路的健全性的确认的优点。

[0337] （电力交易方法 1）

[0338] 图 26A、26B 示出了电力网络系统中的第一电力融通请求阶段。图 26A 示出了电力系统 2601 中的任一多端子型电力变换装置 1 或电力机器向其他电力系统的装置及机器将希望交易条件 2600a 附加而发送总询问的状态，图 26B 示出了面对该询问可电力融通的电力系统 2602 附加交易可能条件 2600b 而回信的状态。

[0339] 第一电力融通请求阶段中的电力系统 2601 内的电力融通请求方发送的 IP 分组至少包括发信方 IP 地址、多播 IP 地址以及希望交易条件 2600a 信息，电力系统 2602 内的电力融通应答侧应答回信的 IP 分组至少包括应答回信方 IP 地址、回信目标 IP 地址以及交易可能条件 2600b 的信息。

[0340] 图 27A、27B 示出了电力网络系统中的第二电力融通请求阶段。图 27A 示出了对回信了可电力融通的电力系统 2602 中设置的多端子型电力变换装置发送预约交易条件 2600c 的状态，图 27B 示出了电力系统 2602 附加预约确定条件 2600d 而回信的状态。

[0341] 第二电力融通请求阶段中的电力系统 2601 内的电力融通请求方发送的 IP 分组至少包括发信方 IP 地址、获取侧 IP 地址以及预约交易条件的信息，电力系统 2602 内的电力融通应答侧应答回信的 IP 分组至少包括应答回信方 IP 地址、回信目标 IP 地址以及预约确定条件的信息。

[0342] 决定电力融通对方和电力融通概况后，经过 (1) 路由路径的多选定阶段、(2) 路由概况收集阶段、(3) 电力融通路线选定阶段、(4) 路由预约阶段、(5) 路由确定阶段、(6) 电力融通实施的监视阶段、(7) 异常情况中的紧急路由方法的确定阶段，路由得以决定。

[0343] 图 28A、28B 是示出了预约的时间到来时电力最终被融通的状况的示意图。通过经由多条路线，每一条路线的负担减轻，即使发生故障等也影响较小，可立即找到替代路线等灵活的网络运用变得可行。关于图 28A 将在后文中说明。

[0344] 电力融通开始的时候，通过在预约时间到来时以交易条件所规定的小的电力变化

率开始融通，从而能够防止电力融通的不匹配。另外，在预约时间到来时，能够输送再度融通开始信号。

[0345] 本发明中，向非特定的多个机器询问，使得电力融通的选项变广，可以将请求电力融通的电力机器或多端子型电力变换装置 1 特定为规定算法进行预约。通过预约的电力机器或多端子型电力变换装置 1 回信承诺而使得电力融通确定。融通开始前的变更或融通中的事故等的对应也可以包含在本权利要求的电力融通算法中。关于路由，期望通过组合多个电力融通请求使得电力损失变少的路由选定。期望这些电力融通请求步骤相关的一系列动作处于至在数日前、数小时前、数分钟前、数秒前都一直可变更的状况中。

[0346] 另外，接收到电力请求的电力机器或多端子型电力变换装置 1 可以是将能够对于电力交易条件研究是否能够对应并当能够对应时通知自身的交易可能条件这样的灵活的交易形态包括在内的电力网络系统。

[0347] 此外，接受到电力融通预约的电力机器或多端子型电力变换装置 1 可以是将设计了对于预约交易条件再度确认的步骤且能够在确认后通知自身的确定交易条件这样的高信赖度的交易形态包含在内的电力网络系统。

[0348] 在任一程序中发生问题时，返回前一步骤。

[0349] 另外，本发明可以构建可进行最佳电力融通路由的电力网络系统。当电力融通请求有多个时，若将使用包含从干线电力系统开始的融通在内的哪条路线全体会使电力损失较少，有无物理限制以及交易价格信息包含在内，则产生了庞大的选项，但能够通过将电力损失包含在价格信息中来重视经济性并且解决物理限制条件下的最佳化问题来解决路由问题。

[0350] （电力交易方法 2）

[0351] 这里，基于图 4A、4B 的结构对本发明的电力交易的具体步骤进行说明。电力系统 3-1 的电力储存装置 B1 的电池剩余量 SOC 变少，预测到对于电力系统的自立会有障碍时，

[0352] (1) 电力储存装置 B1 的电力机器控制终端装置 12 通过自己的通信端口 192.168.1.3 首先为了向电力系统 3-1 内的其他电力机器探寻融通而用后述的步骤来发送总询问（广播）。

[0353] (2) 当没能从电力系统内得到能够对应的发电装置的回信时，接着对作为默认网关的电力系统 3-1 中所设置的多端子型电力变换装置 1 的 192.168.1.1 的端口，附加电力融通概况而发送其他电力系统 3-2 至 3-4、3-6 以及电力机器系统 4 中是否有能够对应的电力机器的询问。

[0354] (3) 设置于电力系统 3-1 的多端子型电力变换装置 1 对在其他电力系统 3-2 至 3-4、3-6 及电力机器系统 4 中设置的多端子型电力变换装置 1 的网关，总询问其内容（广播）。

[0355] (4) 例如，当设置于电力系统 3-4 的多端子型电力变换装置 1 视系统的状态能够对应时，192.168.0.11 的 B 连接端子 202 将自己的 IP 地址和融通电力概况回信给电力系统 3-1 的电力储存装置 B1 的电力机器控制终端装置通信端口 192.168.1.3。

[0356] (5) 或者电力系统 3-4 的发电装置 G4 判断为可电力融通时，从 G4 的电力机器控制终端装置 12 的端口 192.168.4.2 向电力系统 3-1 的电力储存装置 B1 的电力机器控制终端装置通信端口 192.168.1.3，附加可对应的电力融通概况而回信。

[0357] 通过以上那样的步骤中，进至电力系统 3-4 的发电装置 G4 向电力系统 3-1 的电力储存装置 B1 提供电气的程序。通过这样，某电力系统的自立所需的电力量由其他的电力系统选择性地提供这样的以往不可能的电力融通可进行。另外，同样地，某电力系统的来自自然能源的电源产生了过量的电力时，可以向其他诸多电力系统内的电力储存装置分散使其吸收。通过这些，促进电力机器的共有化，比分别准备用较少的资源就能达成目的。

[0358] （电力交易方法 3）

[0359] 图 29 是多端子型电力变换装置 1 所连接的电力系统为直流时的例子。图 29 中电力系统表现为太阳能发电装置 2900 和电力储存装置 29011 各一台，但此构成是最低限的构成要素，也可以连接其他未图示的电力机器。

[0360] (1) 的部分是 A 连接端子 201 与电力储存装置 2901 和太阳能发电装置 2900 的直流连接部直接连接的例子，这里生成的 DC 电压在进行电力储存装置的充放电控制。在此情况下，太阳能发电的 V-I 最佳控制很可能未高效作用，但由于减少了电力变换器数，所以在小规模的电力融通中可以用这样的连接。

[0361] (2) 的部分是一个 A 连接端子 201 上连接太阳能发电装置 2900、另一 A 连接端子 201 上连接电力储存装置 2901、其他 A 连接端子 201 连接至风力发电装置 2905 或其他交流或直流电力系统 2906 的例子。太阳能发电装置 2900 的 V-1 最佳控制或电力储存装置 2901 的充放电控制可以由 A 连接端子 201 替代。当连接至交流系统时，虽然未示出但 A 连接端子 201 出口需要交流电抗器或变压器。

[0362] (3) 的部分是 A 连接端子 201 中的一个直接向 AC 家电机器 2902 提供电力的例子。虽然未图示，但此时需要电抗器或变压器。

[0363] 通过这样，当得到作为太阳能电池和蓄电池的电力的小的直流电力系统或直流需求者数量多时，能够通过将它们用多端子型电力变换装置 1 直流连接来生成较大的电力网络系统。较小的需求者单独由于电池的枯竭或太阳能电池的故障等发生故障，但能够通过网络化而共用电力机器时，能够降低全体的设备预备率，能够提高网络系统的信赖性。在发展中国家等，村镇等单独具有直流电力系统，在没有互联的地方也可以使用。

[0364] 直流的网络化通常由于事故时的阻断电流变得很大所以不推荐。但本发明由于所有的互连线与多端子型电力变换装置 1 的连接端子相连接，所以事故时能够进行门阻断。由于门阻断高速、能阻断直流，所以以往没有直流阻断器而不能构建的直流的网络变得可构建。

[0365] （电力交易方法 4）

[0366] 本发明的电力融通方法在电力网络系统中，第一电力融通请求阶段中的电力融通请求方发送的 IP 分组的特征在于至少包括发信方 IP 地址、多播 IP 地址以及希望交易条件的信息，电力融通应答侧应答回信的 IP 分组的特征在于至少包括应答回信方 IP 地址、回信目标 IP 地址以及交易可能条件的信息。

[0367] 这里所谓希望交易条件，其特征在于，由希望融通有效电力方向及大小、希望融通无效电力方向及大小、希望融通开始时间、希望融通结束时间、希望融通价格上限、希望融通价格下限、以及融通电力发生源的希望属性组成，所谓交易可能条件，其特征在于，由融通可能有效电力方向及大小、融通可能无效电力方向及大小、融通可能开始时间、融通可能结束时间、融通可能价格以及融通可能电力发生源的希望属性组成。同一电力系统内回答

的电力机器不存在时或最初向其他电力系统请求融通时，在第一电力融通请求阶段对其他所有多端子型电力变换装置实施同样的步骤。

[0368] 第二电力融通请求阶段中的电力融通请求方发送的 IP 分组的特征在于，至少包括发信方 IP 地址、获取侧 IP 地址以及预约交易条件的信息，电力融通应答侧应答回信的 IP 分组的特征在于，至少包括应答回信方 IP 地址、回信目标 IP 地址以及预约确定条件的信息。

[0369] 这里所谓预约交易条件，其特征在于，由预约号码、预约融通有效电力方向及大小、预约融通无效电力方向及大小、预约融通开始时间、预约融通结束时间、预约融通价格、以及预约融通电力发生源的属性组成，所谓预约确定条件，其特征在于，由预约确定号码、预约确定融通有效电力方向及大小、预约确定融通无效电力方向及大小、预约确定融通开始时间、预约确定融通结束时间、预约确定融通价格以及预约确定融通电力发生源的属性组成。

[0370] 路由算法的特征在于，在决定电力融通对方和电力融通概况后，具有 (1) 路由路径的多选定阶段、(2) 路由概况收集阶段、(3) 电力融通路线选定阶段、(4) 路由预约阶段、(5) 路由确定阶段、(6) 电力融通实施的监视阶段、以及 (7) 异常情况中的紧急路由方法。

[0371] 通过这样能够构建实施高信赖性的电力融通方法的步骤。接受应答回信的电力机器或多端子型电力变换装置考量交易条件等以决定是否进行预约。存在需要交涉时该步骤被重复几次的情况。从候补者里折衷条件而选，对于电力融通的预约，将有效无效电力的大小、方向、时间、价格、电力发生源包含在内而申请预约，在获取预约侧若包含状况的变化等在内没有问题则预约确定的回信带有上述条件而送出，通过这样，融通的预约得以确定。

[0372] 确定了时发送包含预约交易条件的 IP 分组，对方响应与此而将表明预约确定的意思的包含条件的 IP 分组回信。通过这样，一系列的电力融通预约步骤结束，在预约时间到来时实行。

[0373] 通过图 11 和 12 示意性地说明以上流程。

[0374] 在此图中，设置于电力系统 3-2 内的电力机器 1102-2 向设置于电力系统 3-1 内的电力机器 1102-1 请求电力融通时按照以下步骤实施。

[0375] (1) 当假设电力机器 1102-2 的控制终端装置 1101-2 的 IP 地址为 IP001 时，在 LAN 内向 LAN 询问是否有能来融通电力的电力机器。

[0376] (2) 当 LAN 内没有能够对应的电力机器时，经由设置于电力系统 3-2 的多端子型电力变换装置 1-2 的 B 连接端子 202(IP002) 将询问传递给 WAN。

[0377] (3) 在 WAN 内进行总询问，连接至 WAN 的多端子型电力变换装置 1-1 的连接端子向各个 LAN 进行讯问。

[0378] (4) 其结果，当电力系统 3-1 的电力机器 1102-1 对应时，进行从 IP001 对 IP005 的电力融通预约。

[0379] (5) 接着，按照路由协议选定多个路线。虽然图中仅示出了一条路线，但通常使用多条路线。

[0380] (6) 由图可知，从 IP001 通过 IP002、IP003、IP004、IP005 的路线到达电力机器 1，该路由被记录。

[0381] (7) 预约时间到来时，IP002、IP003、IP004 的阻断器关闭，对应的电力变换器使电

力移动。

[0382] (8) 同时，IP001 和 IP005 的电力机器控制终端及其 12-2、12-1 也开始电力控制，其结果，从 IP001 向 IP005 融通电力。

[0383] 实用中，在顺利进行电力融通的基础上，期望包含预约号码、电力融通时的输出上升速率、融通停止时的输出减少速率、时间等信息。

[0384] 可以在电力融通概况中，电力大小的变化复杂时将此电力分组化而进行单纯的处理。例如，能够通过每整点将一小时份 1kWH 作为一个电力分组并仅将其个数和开始时间信息化或者将一电力分组的单价每月预先规定等方法，来简化信息，简化预约过程。

[0385] 通过这样能够进行最佳路线选定。首先按照融通路线上存在的电力变换器数由少至多的顺序选定预定数的路线，针对这些路线收集预约了电力融通的时间带中多端子型电力变换装置连接端子的通过可能容量、互连电线路的通过可能容量、多端子型电力变换装置的通过损失、互连电线路的通过损失等路由概况。

[0386] 接着，按照路以将由路径引起的综合电力损失最小化的组合为优先的算法来选定路线。基于此，预约对于适当的多端子型电力变换装置连接端子所需的电力变换概况的实施。其后，以来自该多端子型电力变换装置连接端子的承诺来确定。

[0387] 监视确定了的电力融通实际上没有实施时，通过与该多端子型电力变换装置及电力机器控制终端装置的 IP 通信来进行。当异常情况时，顺次向最初选定的路由中优先顺序低的路线路由。通过用这样的步骤进行电力融通的路由，能够将综合电力损失抑制得较小。

[0388] ( 电力交易方法 5)

[0389] 图 30 是说明各种各样的电力融通的形态的图。

[0390] (1) 的例子是在相同电力系统中电力融通请求发信方电力机器 3001a 与电力融通请求接受侧电力机器 3001b 之间进行电力融通的例子。这可以通过在 LAN 内的通信达成目的。在电力系统内风力发电机产生的电力由电力储存装置用来充电，达不到需要的部分由电力储存装置补充等诸多情况存在。在此情况下也用预约程序来对应。此程序所需的时间虽然取决于通信速度但在数十毫秒以内，因此可得到接近实时应答的响应。

[0391] (2) 的例子是电力融通请求发信方多端子型电力变换装置 3002 向电力系统内的电力融通请求接受侧电力机器 3001b 进行电力融通的询问的情况。在此情况下，也包含从 WAN 侧请求的情况以及从 LAN 侧请求的情况，不特定请求来的机器而作为多端子型电力变换装置来收集需要。

[0392] (3) 的例子是通过电力融通请求发信方多端子型电力变换装置 3002 和电力融通请求接受侧多端子型电力变换装置 3004 以及所经由的多端子型电力变换装置 3003 也包括在内进行电力融通的例子。是预测自身的电力系统的供求由多端子型电力变换装置自己判断进行供求预约的情况。

[0393] (4) 的例子是特定了电力融通请求发信方电力机器 3001a 但对应的对方为电力系统不是特定的电力机器的情况。是需求平衡中有余力的多个电力系统对发信方的电力机器进行电力融通的实例。例如，存在通过周边电力系统来吸收风力发电电力的急剧增加的情况或者剩余量变少的电力储存装置由周边的电力系统协助充电的情况等。

[0394] (5) 的例子是电力融通请求发信方电力机器 3001a 特定其他电力系统的电力融通请求接受侧电力机器 3005 来使电力相融通的实例。通过这样需求者购入任意的发电源的

电力等的概念得以具体化。

[0395] （电力交易方法 6）

[0396] 图 28A 是示出图 28B 的 XXVIIIA 所示互连电线路上的电力波形的图。融通电力 2801 在其前后或者前后中的一方具有包括发信方 IP 地址、获取侧 IP 地址以及交易条件的信息的 IP 分组。这虽然图中表现为头信息 2800a 和脚信息 2800b，但是是相同的。若为电力线载波通信的情况，则可以将数字信号添加在数字送电电力的前或后或者前后以作为附加了电力的发信方和收信侧以及送电条件的加标记的数字电力来送电。

[0397] 此头信息 2800a 和脚信息 2800b 可以将多端子型电力变换装置 1 的自激式电力变换器的 PWM 信号作为信号源。此时，若使用适当的交流滤波器旁路，则还能够通过自激式电力变换器自身来生成通信信号。另外也可以将数字信号处理器或者中央处理器的信号作为直接电力线载波信号生成装置的输入。

[0398] 若使用此信息则能够识别并管理电力，电力融通变得容易。电力储存装置而使得电力融通的同时性不再严格，从而将融通电力分割为分组通过别的路线来送电等运用也变得可行。互连电线路 7 的容量不足的实例发生时，将融通电力 2801 分割为若干个使其迂回于别的互连电线路路线等变得可行。

[0399] 本发明促使互连电线路路线的分时运用等多样的电力运用可以进行，能够正确记录电力融通。用电力线载波通信向送电电力的前后或者前或后的一处添加的 IP 信息能够用于与预约信息的核对、电力受给的记录、路线变更的记录以及紧急融通等电力交易的记录。

[0400] 作为电力线载波通信时的头信息 2800a 和脚信息 2800b 信号送出定时，可以通过使自激式电力变换器停止数周期在期间送出来降低来自电力变换器的噪声以提高信息的信赖性。

[0401] 通过这样，能够向融通的电力添加基于 IP 的标记。在电力网络系统中，DSP 或 CPU 通过 PWM 信号或 IP 信号不仅使电力、也使信息生成。可以 IP 标记在生成的电力之前被发送，来使获取侧的多端子型电力变换装置 1 或电力机器控制终端装置 12 的电力控制开始。同样地，可以在生成的电力的最后被发送，来使获取侧的多端子型电力变换装置 1 或电力机器控制终端装置 12 的电力控制结束。

[0402] 另外，可以消除在仅用预先交换的预约交易条件中包含的预约融通开始时间及预约融通结束时间来控制的情况下可能产生的送出方与接受方的不匹配，防止电压上升或频率上升等非正常情况。虽然也可以使用外部数据通信网，但用电力线载波来输送信息和电力由于使用同一路线而没有时间差，为优选。通过这样，能够识别电力。

[0403] （电力交易簿）

[0404] 图 31 是记述了电力交易的电力交易簿的例子。其特征在于，其中对于实际的交易由于伴随着电力交换或送电而产生电力损失所以设计了记录电力损失的一栏。另外，此电力交易簿能够将虚拟交易也进行记述。虚拟交易的情况以在输入侧和输出侧双方进行成对记载为特征，以取代现金收入或支出而进行债权或帐单、契据这样的记录为特征。

[0405] 通过采用这样的记录方法，任何用户或运营商关于电力的买卖可以通过银行存折那样的电力交易簿或复式簿记那样的分录来记录电力的交易以区别于其他电力交易。

[0406] 此记录可以将交易日期时间、交易量、发电能源来源、发电运营商、储存运营商、价

格、电力损失、CO2 价值、RPS 价值、绿色电力价值等也记录进交易簿，所以将其作为具有多样的信息的电力来管理。通过这样信息与电力融合，能够识别电力。

[0407] 此记录由第三方公共机构来认定、交易及决算。此第三方机构的作用像对于金融而言的银行那样。然后，任何用户或运营商关于电力的买卖可以通过银行存折那样的电力交易簿或复式簿记那样的分录来区别于其他电力交易地记录电力的交易。

[0408] 另外，由于此记录可能性而能够识别电力，因此除电力本身的价值之外还具有由风力发电或太阳能发电、石油火力、原子能等发电源的不同、发电运营商的不同以及储存运营商的不同产生的附加价值。此外，还具有 CO2 价值、RPS 价值以及绿色电力价值等政策上的价值。

[0409] 以及除了这些电力价值、附加价值、政策性价值之外，由这些价值衍生出的交付商品、与气候或风况组合的保险商品也产生出价值，存在产生出它们的交易市场的可能性。

[0410] 图 32 是将电力量的变化分解为最小单位的电力融通部的例子。此部至少有三种，即仅输出的部，仅输入的部以及具有输入输出且有损失的部（融通部）。

[0411] 图 32 将从电力系统 3-1 输出出来的地方用输出部表示，将变换器中的损失用融通部表示，将送电线中的损失用融通部表示，将至电力系统 3-2 的输入用输入部表示。

[0412] 通过这些部表记，由于某条电力融通路线的电力融通过单纯的部的和来表示，所以将多个电力融通相重叠的实例中的损失的分担也分离为部，由此可较容易地表记。

[0413] 通过这样，产生了用于正确测量电力量的硬件市场，产生了收集电力量以考虑并一元管理认定电力损失的软件市场。

[0414] 另外，产生了决算多种电力交易提供将电力损失最小化而获得利益这样的服务的组织及商业。这会成为金融中银行作用那样的形态。

[0415] 此外，除了电力交易市场之外，产生分离其附加价值而交易的市场。这会成为金融中的证券作用那样的形态。

[0416] （控制程序）

[0417] 首先，控制多端子型电力变换装置全体系统的程序可以识别输入输出端子、电力变换回路、控制回路、通信回路、测量回路、保护回路、记录回路以及更具体的回路的驱动软件，即使是不同的硬件也可以使其起到多端子型电力变换装置 1 的回路的作用。

[0418] 另外，由于多个多端子型电力变换装置彼此之间也需要互连协调而控制，所以本发明的程序包括处理从防止连锁停电事故那样的硬件方面直至电力交易那样的软件方面的范围广泛的内容的基本操作系统。

[0419] 此外，通过具有共有的基本操作系统，不仅能够用同样的想法来控制全体系统，而且能够通过外部通信线路来远程分散型地进行对全体装置进行软件版本的升级或纠正漏洞这样的处理。

[0420] 通过这些，形成可一元管理最低限的操作协议的基础。

[0421] 多端子型电力变换装置 1 用的基本操作系统作为所有的装置可共有搭载的操作系统而开发。这将成为多个多端子型电力变换装置 1 互连并协调动作的“电力系统”的共有的软件。

[0422] 另外，是提供通过适当的远程版本升级来解决经济性和便利性的问题的程序。

[0423] 此外，作为电力交易的基础的电压、电流及电力测量器的校正和异常检测程序为

基本操作系统的主干算法。另外，电力损失最小化算法也是基本操作系统的主干算法。

[0424] 首先，控制多端子型电力变换装置全体系统的程序取代以往那样的单件生产基准，进行标准化，获取学习效果，成长为更优良的产品，通过这样来产生大的经济效果。

[0425] 另外，通过开发多端子型电力变换装置 1 的连接端子、电力变换回路、控制回路、通信回路、测量回路、保护回路的驱动软件，即使是不同的产品也能够组入多端子型电力变换装置 1，扩大了多个运营商的运营参与机会。

[0426] 此外，将多个多端子型电力变换装置互连协调控制的程序处理从防止连锁停电事故这样的硬件方面直至电力交易这样的软件方面范围广泛的内容，产生范围广泛的产业。

[0427] 另外，与控制现有电力系统的软件由诸多运营商开发造成往往变为容易成为各不相同的软件不同，通过使基本操作系统通用而能够用相同的想法来控制全体系统。

[0428] 另外，通过组合基本操作系统和驱动，能够一元管理从电力用机器至家电产品范围广泛的产业中通用的最低限的操作协议。

[0429] 此外，通过通信系统尝试基本操作系统和驱动的版本升级，以便构建总能将最新技术组入的构造。

[0430] （保护回路 1）

[0431] （事故时保护系统）

[0432] 图 33 示出了事故时保护系统的例子。可以具备通过具有以下结构而最低限度地进行必不可少的回路阻断来最大限度地确保电力融通路线的电力融通路线保护回路。由此，在仅用门阻断来进行异常恢复时可以不进行不必要的阻断。另外，可以仅切断过电流的连接端子而用其他连接端子继续电力融通。成为一旦异常恢复则立即使过电流的连接端子也再开始运转的系统。

[0433] 图 33(A-1) 是输入输出端子过电流保护回路，是在各输入输出端子中流过各个设定电流以上的电流时在 A 连接端子 201 中进行门阻断和阻断器开操作、在 B 连接端子 202 中进行阻断器开操作的输入输出端子保护回路。

[0434] 图 33(A-2) 是直流母线保护回路，是在各 A 连接端子 201 的直流部设置直流电流计并以全端子电流总合变为零时为时限进行全电力变换器的门阻断的电力变换器直流母线保护回路。

[0435] 图 33(A-3) 是多端子型电力变换装置保护回路，是在连接电力系统的各个输入输出端子受电部设置电力记并以全端子的电力总和为零时为时限对输入输出端子所有阻断器进行开操作的多端子型电力变换装置保护回路。假设多端子型电力变换装置 1 的内部发生事故的情况，可以通过比阻断器动作快的门阻断来将事故的扩大收缩到最小限度。

[0436] 通过规定使这些保护回路动作的顺序，从而能够使事故切割回路为最小限度，能够使停止回路部分最小而使剩余的部分的多端子型电力变换装置 1 起作用以确保电力融通路线。

[0437] 图 33(B-1)、图 33(B-2) 示出了事故时的输入输出端子切换的例子。在如图 33(B-1) 那样从最上面的端子开始向第二个端子进行电力融通时，能够如图 33(B-2) 那样，最上面的端子发生了包括过电流等的事故时迅速进行此回路的电力变换器的门阻断以使电力停止，并且切换为从第四个端子向第二个端子提供电力。此外，可以仅将发生了事故的输入输出端子用阻断器 8 或断路器 9 来切断，通过其他输入输出端子继续电力融通。是一

旦异常恢复则立即可以使发生事故的输入输出端子也再开始运转的系统。可以仅通过门阻断来进行异常恢复时而不进行不必要的阻断就回到初始状态。

[0438] 另外，多端子型电力变换装置 1 控制各 A 连接端子 201 使得图 33 的电力 P1 至 P4 的和为零，即从输入输出端子流入的电力与流出的电力的总和为零。对于此，除直流电压维持单元之外的单元输入输出受到请求的电力而电力的过剩或不足的部分由直流电压维持单元来补充的方式是最一般的。

[0439] 另外，当电力储存装置连接至直流公共母线 203（将在后文中说明）时，可以为所有的单元输入输出受到请求的电力而电力过剩或不足的部分由电力储存装置来不断补充并且也维持直流电压的控制方式。

[0440] （保护回路 2）

[0441] 机器操作系统在还未向各连接端子的连接目标进行连接时进行关闭连接端子的断路器和阻断器 8 的操作，使电力供给开始。同样在停止时根据需要打开阻断器 8 接着打开断路器 9 以切断连接。

[0442] 如图 34 所示，作为机器操作系统，在各 A 连接端子同步接入时，对关闭断路器 9 进行关闭操作，测量连接目标的电压、频率、相位，当连接目标 3402 为有电压系统（自立系统）时，使频率、相位与连接目标 3402 的电压、频率以及相位同步，再进行关闭阻断器 8 的并行同步接入操作（系统互连运转模式）。在系统互连运转模式下，不只是功率因数为 1 的电力，也可以通过移动相位以改变功率因数来提供无效电力，从而控制电压。通过这样，多端子型电力变换装置 1 能够在系统间进行电力的送受电。

[0443] 当连接目标 3403 是无电压系统时，可以具备以下机器操作系统：依照连接目标额定值的电压、频率通过电力变换器 10 来生成，再关闭切断器 8，进行向连接目标提供电源的自立运转接入操作回路（自力运转模式）。通过这样，多端子型电力变换装置 1 能够起电源的作用，能够进行向连接目标电力系统的非常用电源回路等提供电力以帮助再启动。

[0444] 本发明的多端子型电力变换装置 1 由于在变电所内作为一体型的系统而被设置，所以多个变换器的直流电压、电流、控制角等运转状况的把握或者集中控制或保护变得容易。具有使将所有变换器一齐启动停止、分别启动停止、使得变换器间不产生电力的过多过少的协调控制方式、电力流动反转时协调控制的潮流反转方式、以及故障或事故发生时集中保护全体的系统等能够在一处进行集中管理的优点。

[0445] 另外，不设置新的送电线或直流互连线而通过在既存的交流送电线上直接连接多端子型电力变换装置 1 的外部端子，对于相邻的多个电力系统即使电压、频率、相位不同时也能够将任意大小的有效电力能动地从一个系统向多个系统同时接受或向其输送，或者从多个系统向多个系统输送接受。

[0446] 此外，通过使用电力用半导体基本元件，与现有的阻断器相比电力的阻断速度飞跃性地提高。由此，即使成为太阳能发电或风力发电供应电力需要的大部分那样的状况时，也能够通过切分电力系统，将本发明的多端子型电力变换装置 1 用于电力系统间，来减小引起连锁大停电的可能性。

[0447] （网络安全性）

[0448] 使用图 8 进行说明。考虑将既存的电气系统如图所示切分为电力系统 3-1 至电力系统 3-5 的例子时，其互连部分的多端子型电力变换装置 1-1 至 1-5 为如图 8 所示那样的

连接。

[0449] 假设电力系统 3-2 发生事故，停电的情况下，设置于电力系统 3-1、3-3 至 3-5 的多端子型电力变换装置 1-1、1-3 至 1-5 从设置于电力系统 3-2 的多端子型电力变换装置 1-2 高速地检测出停电并使多端子型电力变换装置 1-1、1-3 至 1-5 的电力系统 3-2 侧的 A 连接端子 201 和 B 连接端子 202 停止。由此多端子型电力变换装置 1-1 的电力系统 3-1 侧的 A 连接端子 201 和与电力系统 3-3 至 3-5 连接着的 A 连接端子 201 继续能够使用，所以电力系统 3-1、3-3 至 3-5 之间的电力融通能够继续。

[0450] 另外，也可以不使得多端子型电力变换装置 1-1、1-3 至 1-5 的电力系统 3-2 侧的 A 连接端子 201 和 B 连接端子 202 停止，而高速地使设置于电力系统 3-2 的多端子型电力变换装置 1-2 全体或者多端子型电力变换装置 1-2 的电力系统 3-2 侧的 A 连接端子 201 停止。由此，电力系统 3-1、3-3 至 3-5 几乎不受事故的影响。经由电力系统 3-2 向其他系统融通的电力，迅速变更为使用其他路线的融通。仅使多端子型电力变换装置 1-2 的电力系统 3-2 侧的 A 连接端子 201 时，由于多端子型电力变换装置 1-2 的其他 A 连接端子 201 依旧能够使用，所以多端子型电力变换装置 1-2 的与电力系统 3-3 至 3-5 连接的 A 连接端子 201 继续可以使用，通过多端子型电力变换装置 1-2 的电力系统 3-3 至 3-5 之间的电力融通也继续可以进行。

[0451] 另外，从操作安全性方面来看，期望使上述多端子型电力变换装置 1-1、1-3 至 1-5 的电力系统 3-2 侧的 A 连接端子 201 及 B 连接端子 202 停止，并且也使多端子型电力变换装置 1-2 全体或多端子型电力变换装置 1-2 的电力系统 3-2 侧 A 连接端子 201 停止。

[0452] 本发明将巨大的同步系统通过多端子型电力变换装置 1 非同步地分离，所以能够抑制始于小送电事故的连锁性大规模停电。

[0453] 另外，能够抑制始于由变动较多的自然能源电源的电压变动、频率变动引起的部分系统停止的连锁性大规模停电。

[0454] 此外，由于能够抑制连锁型大规模停电，所以能够扩大自然能源导入量，从而能够降低矿物燃料依存度，促进温室效应气体的减少。

[0455] （连接端子间旁路）

[0456] 图 35 示出了 4 端子的多端子型电力变换装置 1，但端子数不限于此。图 35 种示出了在连接 4 端子中的任意两端子的所有的地方都设置了阻断器 8 和断路器 9 的旁路回路的例子，但旁路回路的形态不限于此。

[0457] 通过该结构，在多端子型电力变换装置的任意两个 A 连接端子 201 分别连接的两个电力系统同步时，通过旁路各 A 连接端子的自激式电力变换器 10 而减少电力变换损失。

[0458] 另外，由于能够将停止了的自激式电力变换器 10 进行无电压化，所以能较容易地进行修理或更新。

[0459] 此外，能够简单地切换同步系统和非同步系统，能够灵活地变更多个电力系统的电力路由网络结构以形成更加适当的结构。

[0460] （连接端子的维护性）

[0461] 图 36 示出了具有多端子型电力变换装置 1 中各 A 连接端子 201 内置于可抽出的匣子中而多个匣子内置于一个配电盘中的结构、从而能够通过抽出匣子使 A 连接端子 201 和公共母线端子从配电盘内的 A 连接端子 201 侧连接部和公共母线连接部切断的例子。将

这样的结构标准化，使得能够进行即插即用那样的插拔识别，由此，可进行电力机器的特设扩展，能够提供使维护活动容易进行的电力系统。图 36 中，将从上面数第四个 A 连接端子 201 从多端子型电力变换装置 1 抽出的状态 3602。

[0462] 各连接端子 201 或电力储存装置单元 3603 通过插销端子 3601 连接至公共母线 203。此结构与电力系统的铠装开关装置等所通常使用的结构相同。

[0463] 组入了抽出时能够将电力变换基本元件门阻断、对阻断器 8 进行关闭操作并打开断路器 9、在变为不发生电气冲击的状态后再抽出的联锁结构。也可以使断路器 9 为兼用来通过抽出来断路的结构。阻断器 8 也可以用门阻断器来代替，此时，可以不需要图中的断路器 9 和阻断器 8。

[0464] 电力储存装置单元 3603 的回路也同样可抽出。此时，由于存在电容器等的附属组件在充电的情况，所以组入了可确认无电压再抽出的联锁机关。

[0465] 这样，当多端子型电力变换装置 1 全体为多个可抽出匣子群所构成的一体型配电盘结构时，首先使连接端子停止，再抽出匣子，由此能够使抽出的回路无电压，来力图确保电气操作安全。

[0466] 另外，通过抽出匣子，能够确保检查、上锁、交换等所需要的操作空间，能够力图确保无力操作安全。

[0467] 此外，在设计为通过抽出使信息网络也被切断时，能够向其他多端子型电力变换装置 1 自动通知该回路变得不能使用的情况。

[0468] （网络的单位）

[0469] 在日本的电力系统中到 2000kW 为止被划分成高压电力系统。因此，由最大使用电力 2000kW 以下构成的作为家庭、高级公寓、公寓、大楼、店铺、超市、工厂中的任意个需求者的电力系统可以将电压等级设为高压。都市中常见的高压进线配电盘的网络或电线杆上设置的杆上变压器为高压 6.6kV，由此降压至低压 220V/110V 来供给业务用设备或家庭。

[0470] 实际用作自激型电力变换器的是绝缘栅极双极性晶体管 (IGBT)，大容量、高耐压的可用于高压电压系统。

[0471] 高压电压等级中，配电线非常多地遍布着，可以用作本发明的互连电线路。因此，若将地域单位的配电网整合成一个电力系统并使其大小大约在 2000kW 以内，则能够通过使用 IGBT 的多端子型电力变换装置来构建非同步互连网络，重新设置互连电线路的需要变少。由于能够挪用既存的电缆，所以向本发明的电力网络系统过渡的费用很小。此外，通过使用高容量的 IGBT，用变压器提高电压，从而也能够在特别高压电力系统中使用。

[0472] 产业上利用的可能性

[0473] 由于将可再生能源电源导入系统时构成了自立的电力系统，所以造成电力系统侧的变动变小，可再生能源导入促进动机起作用。另外，连接发展中国家等中的小规模电力系统来大规模网络化时，也成为有效的选择。

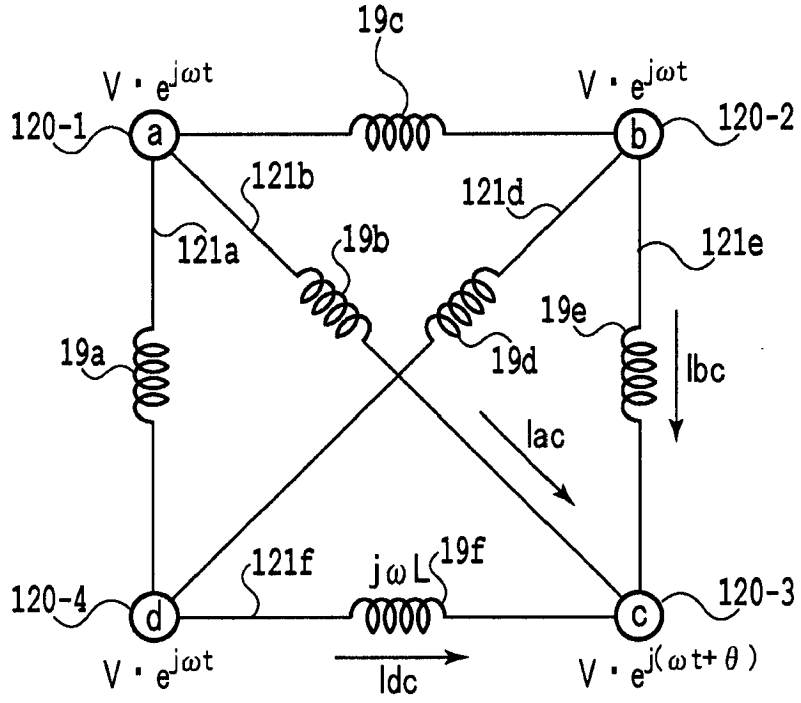

19c
V · e^jωt
V · e^jωt
120-1
a
b
120-2
121b
121d
121a
19b
121e
19e
19a
19d
Ibc
Iac
121f
jωL
19f
120-4
d
c
120-3
V · e^jωt
Idc
V · e^j(ωt+θ)

图 1

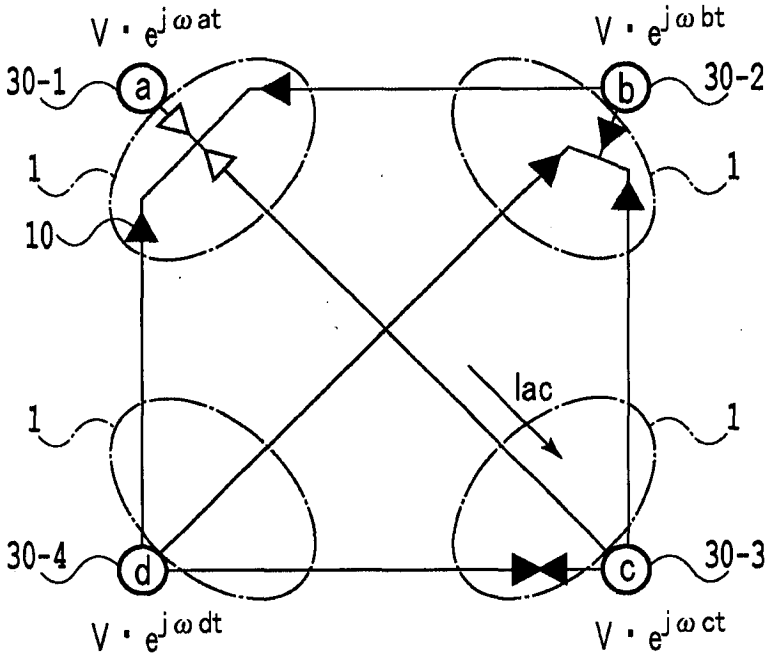

V · e^jωat
V · e^jωbt
30-1
a
b
30-2
1
1
10
Iac
1
1
30-4
d
c
30-3
V · e^jωdt
V · e^jωct

图 2A

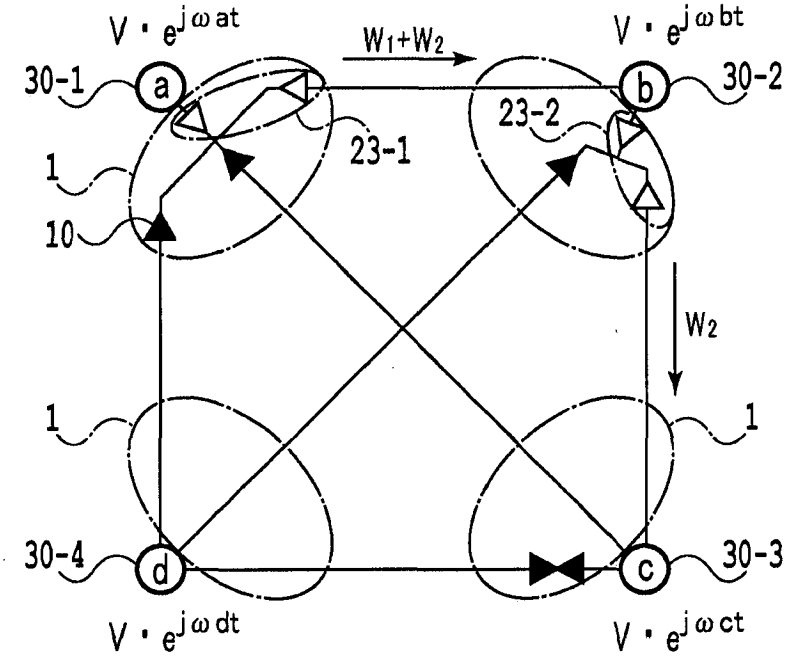

V · e^jωat
W1+W2
V · e^jωbt
30-1
a
b
30-2
23-1
23-2
1
10
W2
1
1
30-4
d
c
30-3
V · e^jωdt
V · e^jωct

图 2B

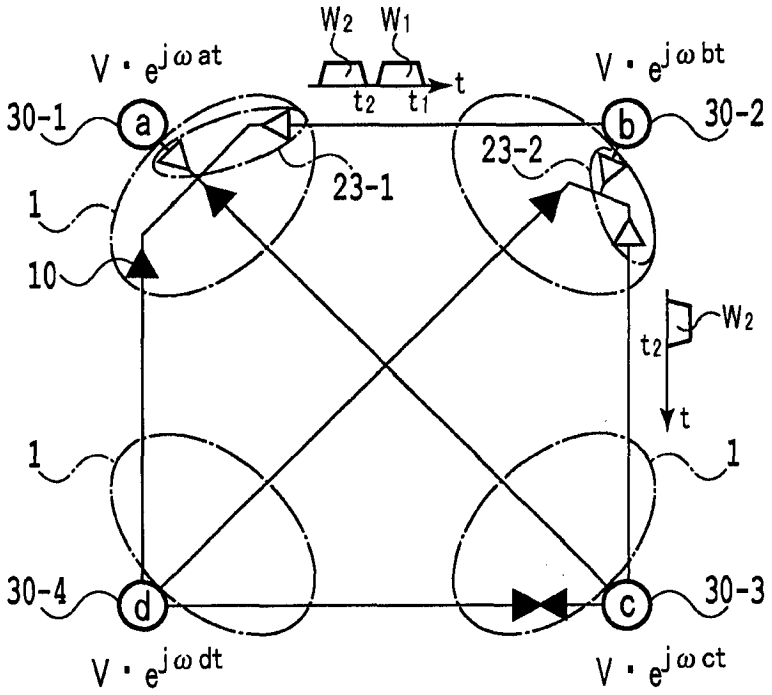

W2 W1
t
t2 t1
V · e^jωat
V · e^jωbt
30-1
a
b
30-2
23-1
23-2
1
10
W2
t2
t
1
1
30-4
d
c
30-3
V · e^jωdt
V · e^jωct

图 2C

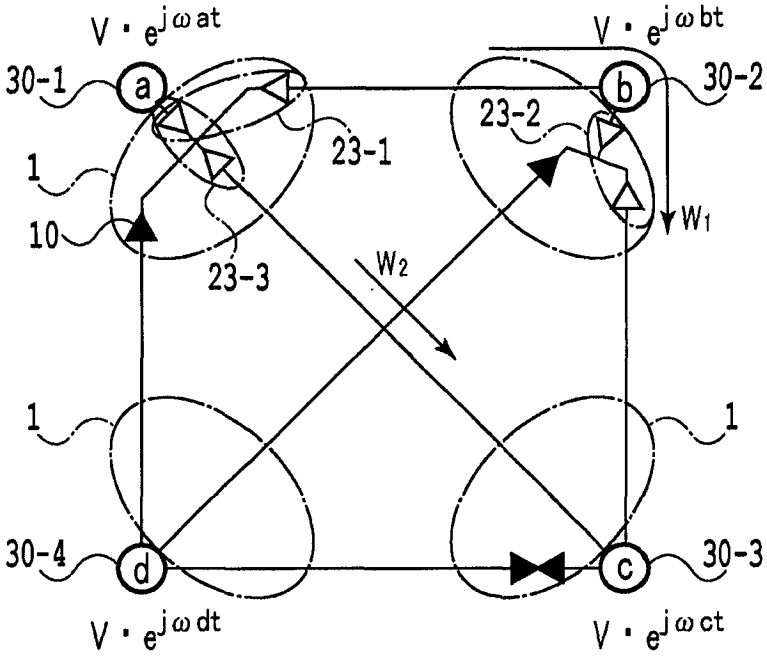

V · e^jωat
V · e^jωbt
30-1
a
b
30-2
23-2
23-1
1
W1
10
23-3
W2
1
1
30-4
d
c
30-3
V · e^jωdt
V · e^jωct

图 2D

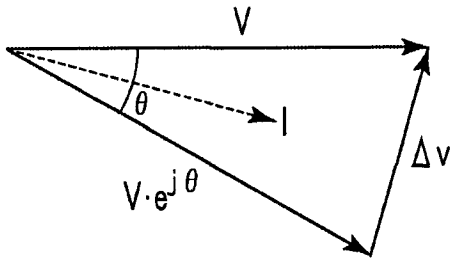

V
θ
I
Δv
V·e^jθ

图 3A

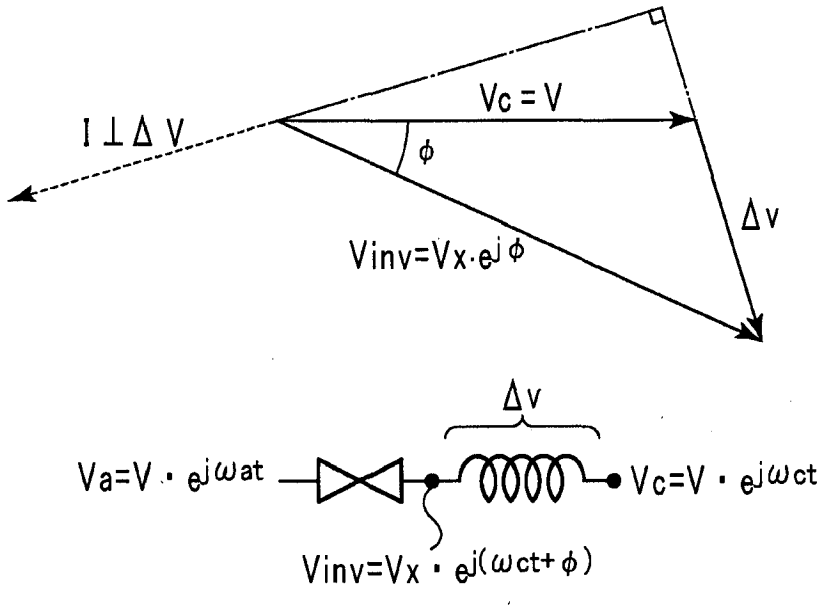






图 3B

图 4

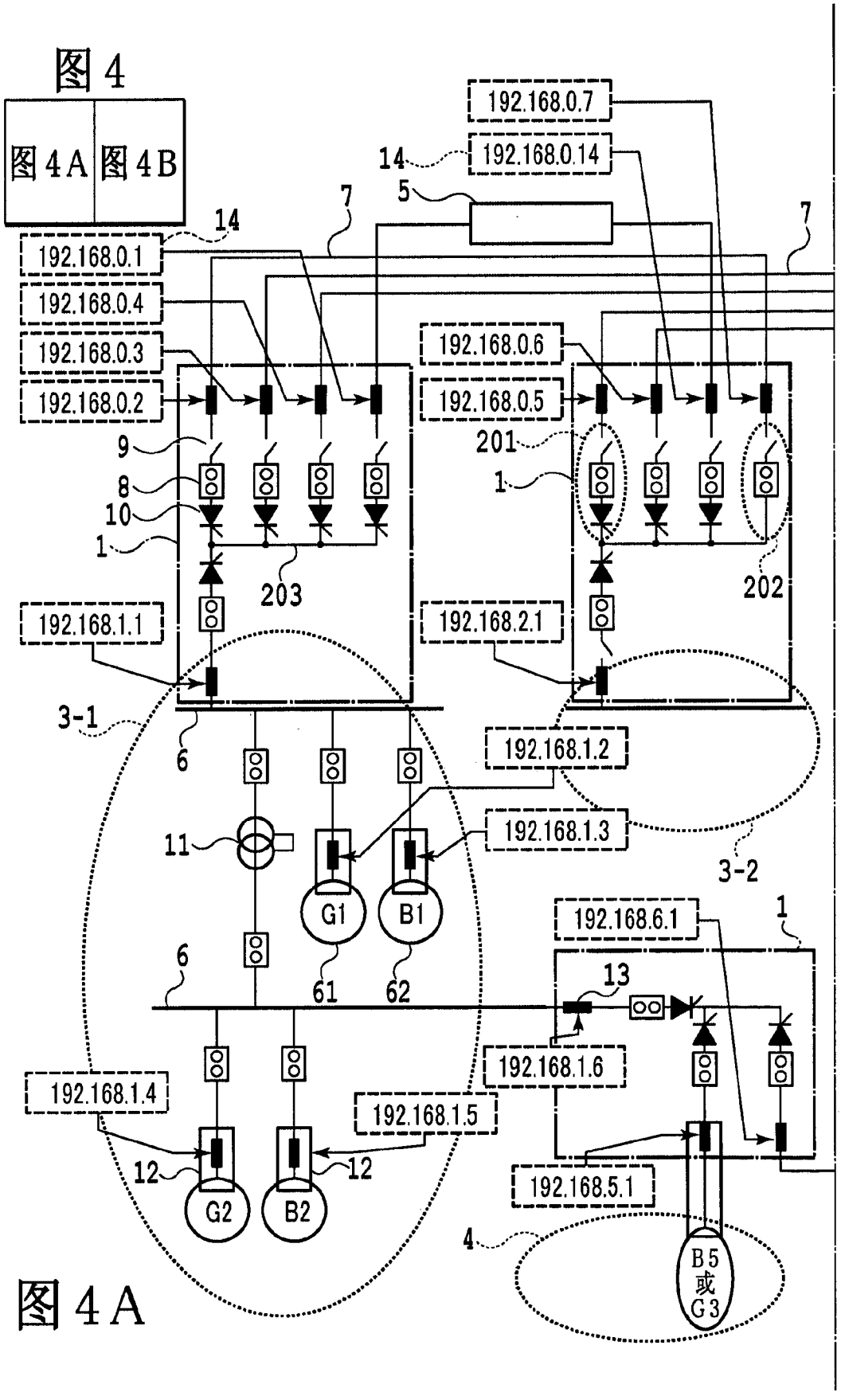


图4A
图4B
192.168.0.7
14
192.168.0.14
5
7
14
192.168.0.1
192.168.0.4
192.168.0.3
192.168.0.2
192.168.0.6
192.168.0.5
9
8
10
1
201
1
203
202
192.168.1.1
192.168.2.1
3-1
6
192.168.1.2
11
192.168.1.3
3-2
G1
B1
192.168.6.1
1
6
61
62
13
192.168.1.6
192.168.1.4
192.168.1.5
12
12
G2
B2
192.168.5.1
4
B5
或
G3

图 4A

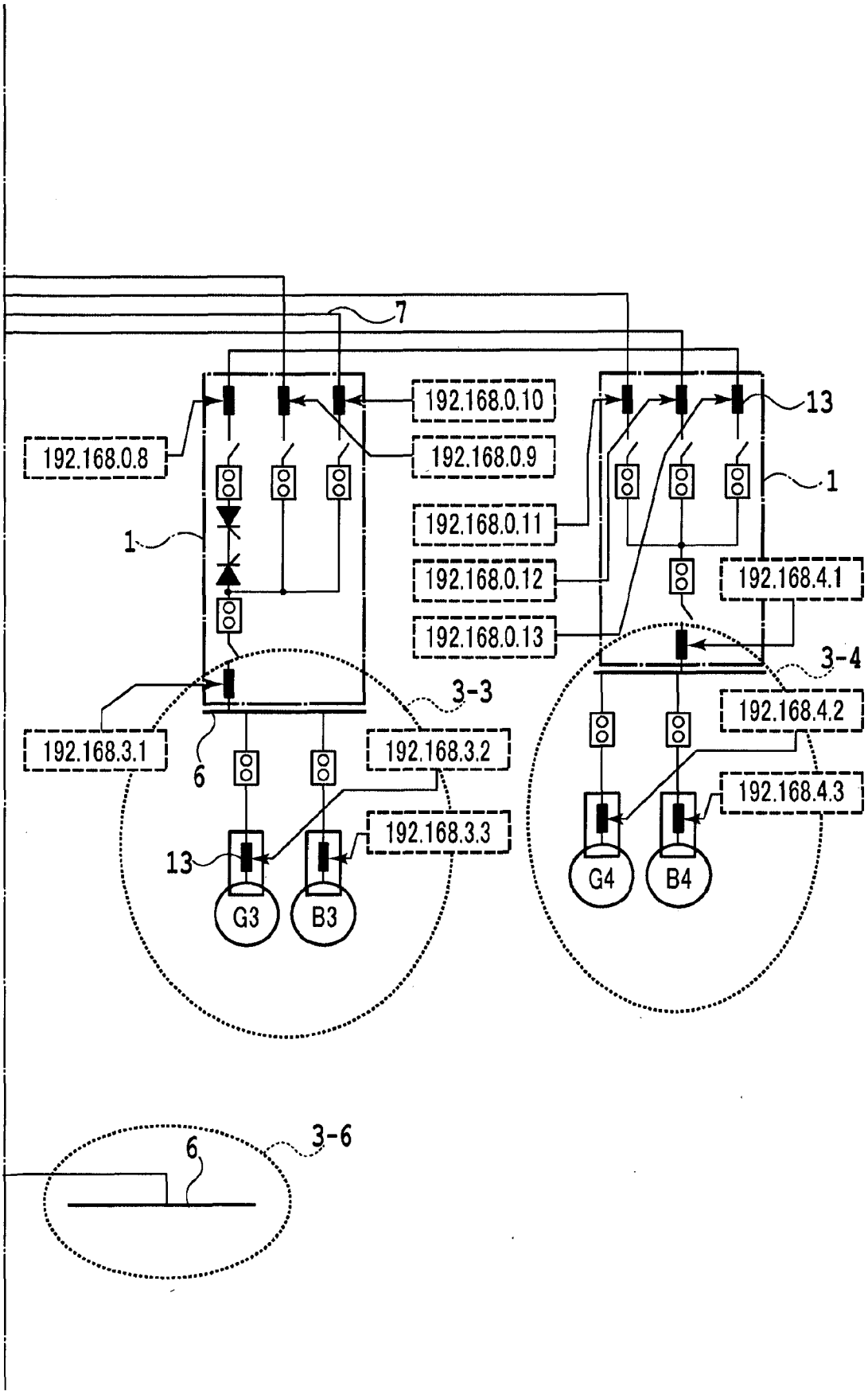

7
192.168.0.10
192.168.0.9
192.168.0.8
13
1
192.168.0.11
192.168.0.12
192.168.0.13
192.168.4.1
3-4
3-3
192.168.4.2
192.168.3.1
192.168.3.2
192.168.4.3
192.168.3.3
G4
B4
G3
B3
3-6

图 4B

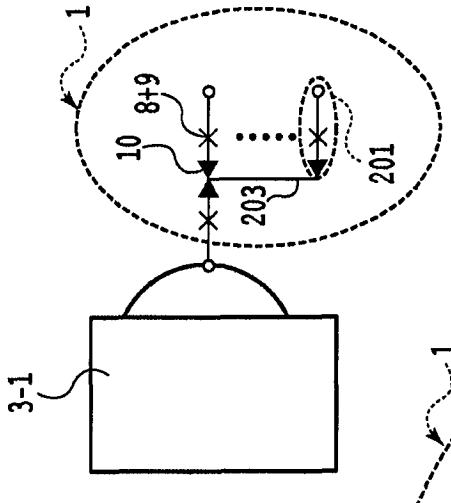



图 5A

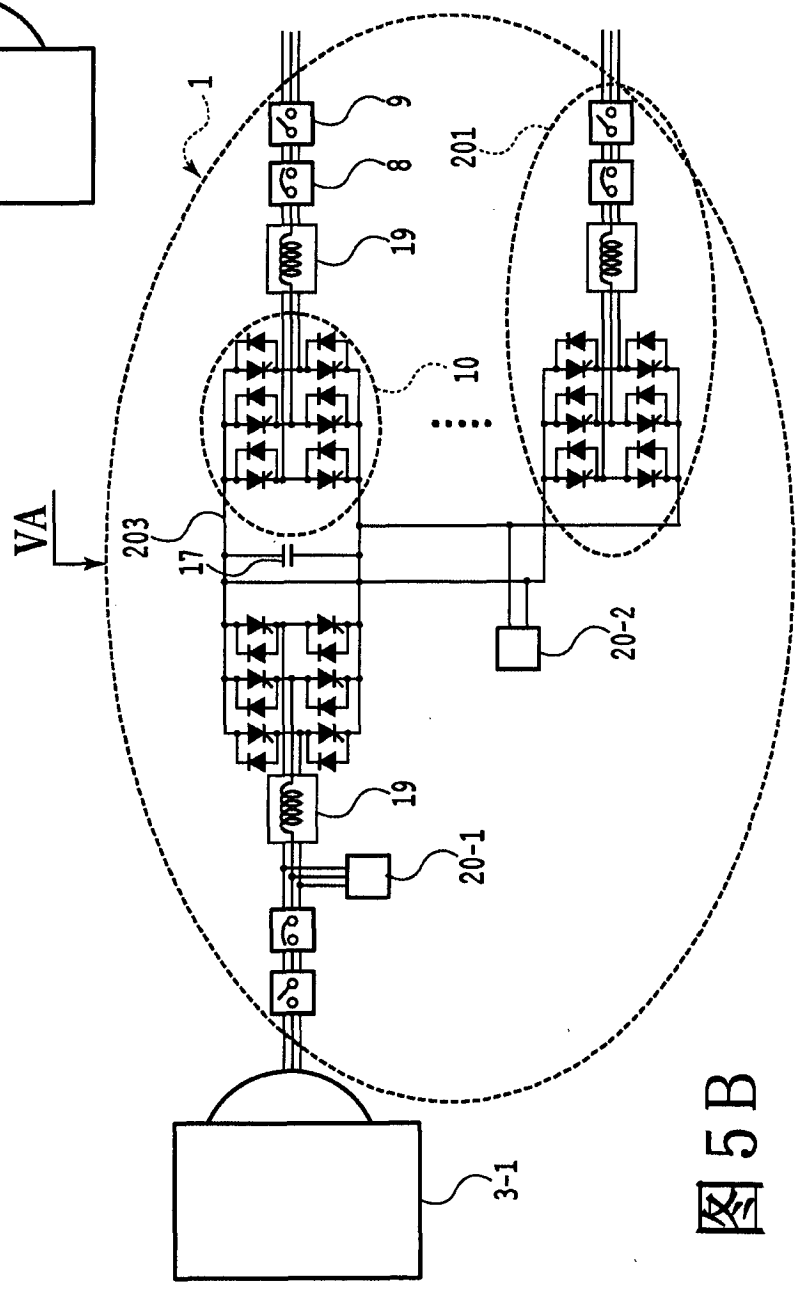



图 5B

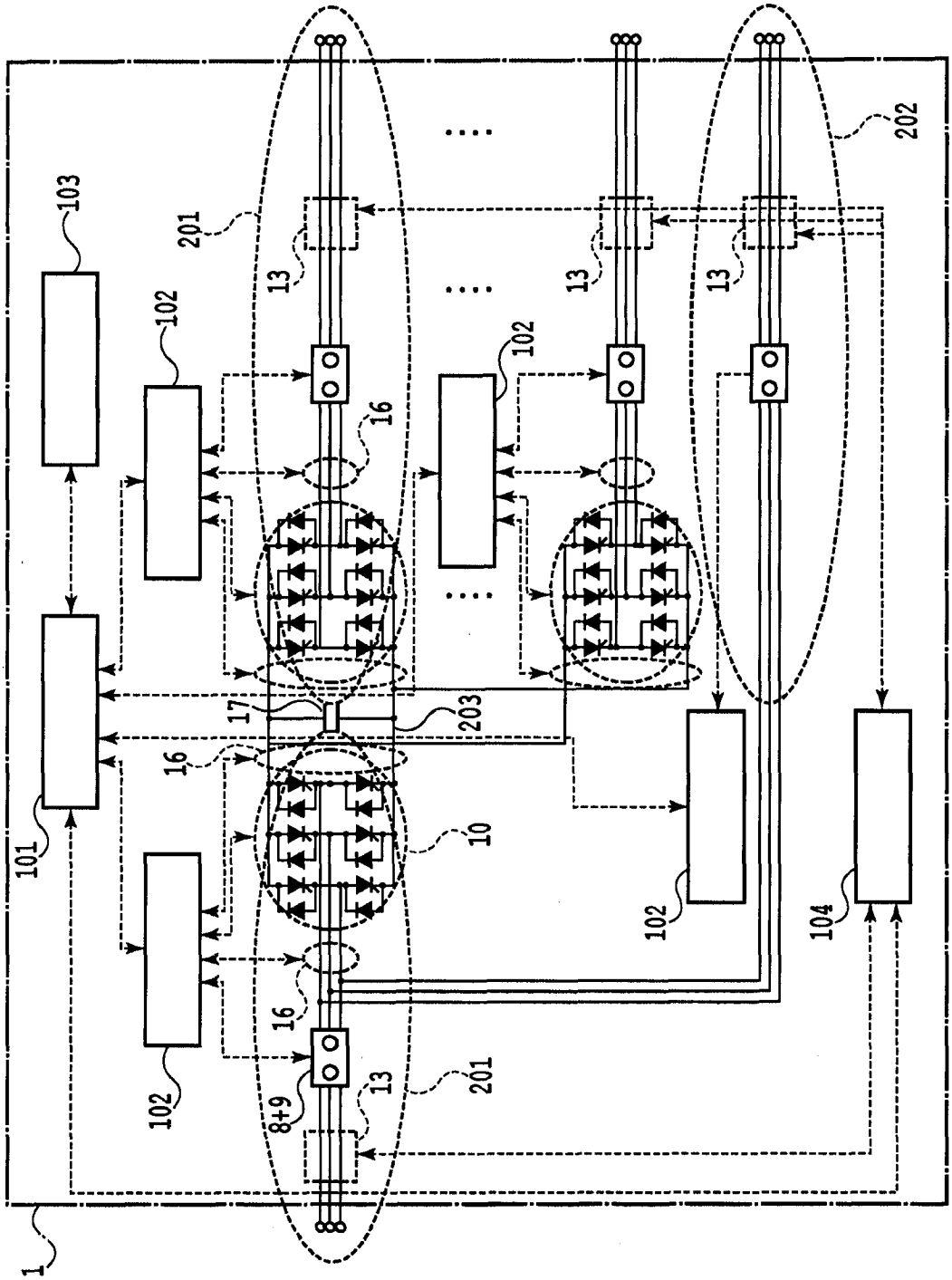



图 6

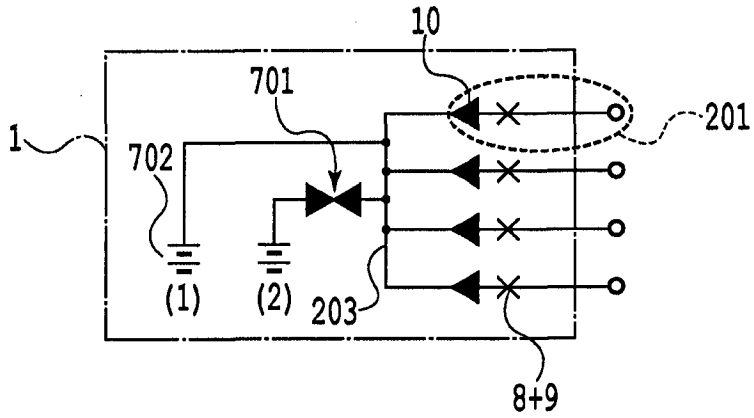



图 7

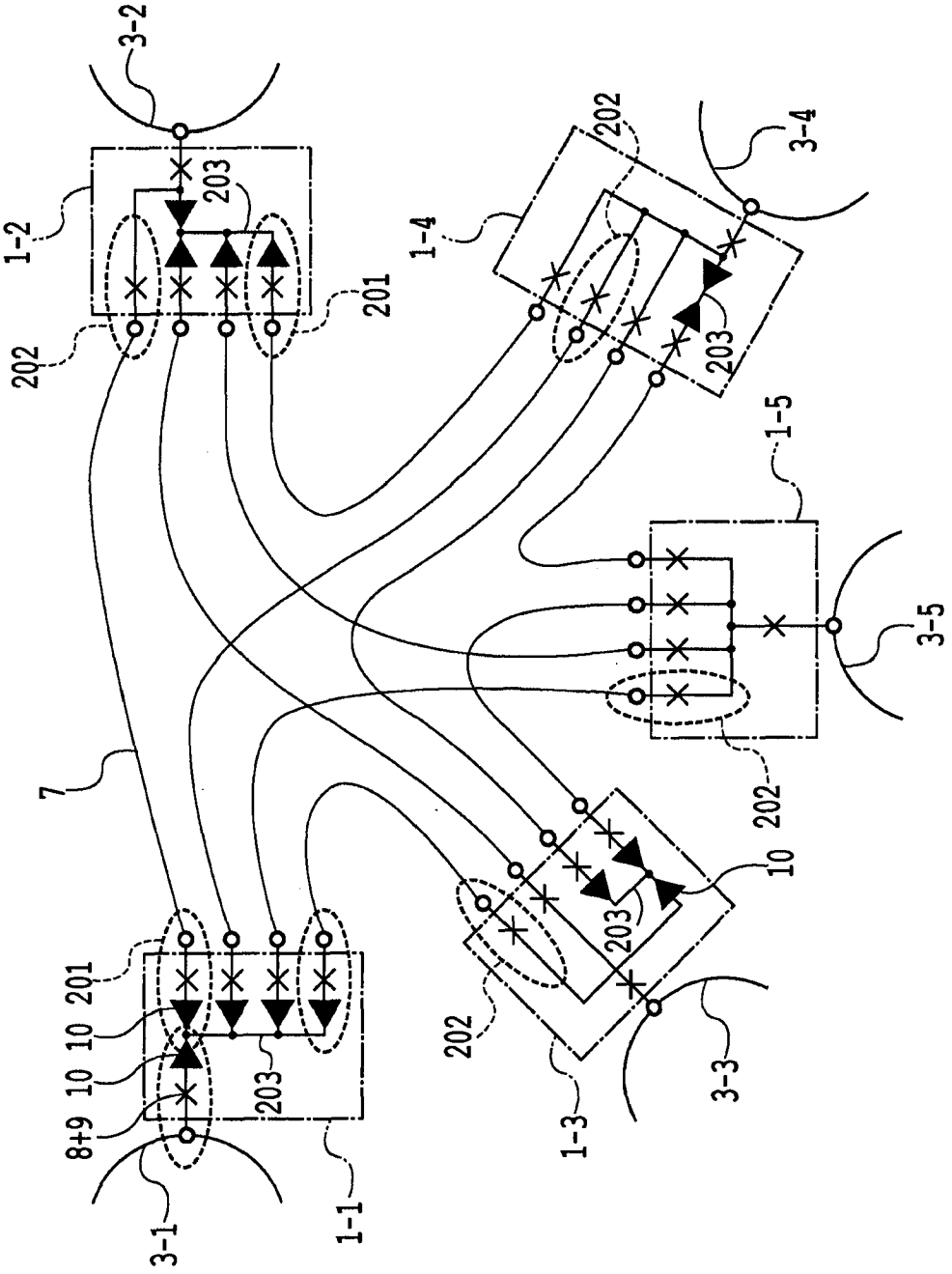

3-2
1-2
203
202
201
1-4
202
3-4
203
1-5
3-5
7
202
10
203
201
10
10
8+9
203
202
1-3
3-3
3-1
1-1

图 8

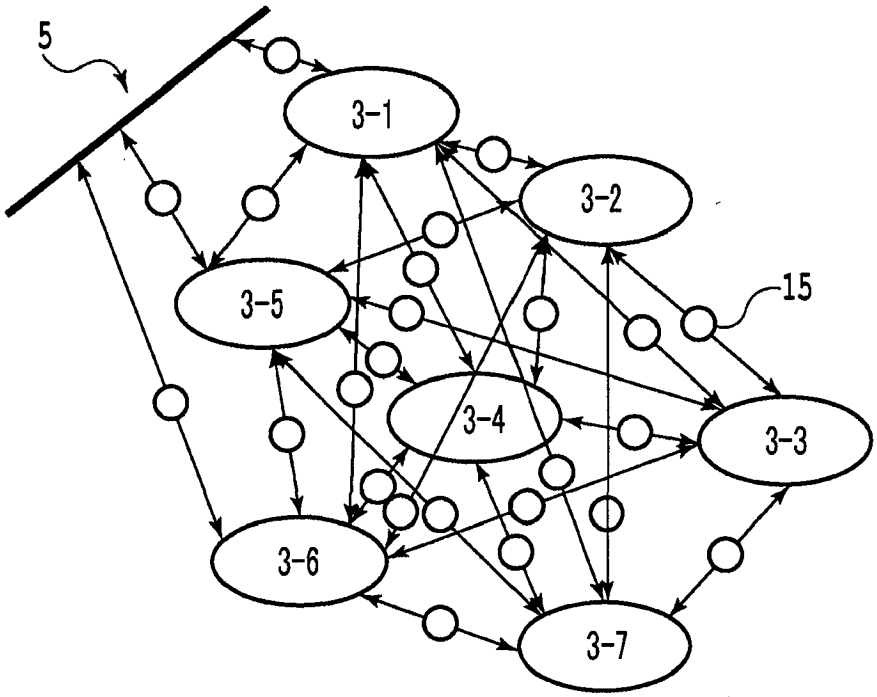



图 9A

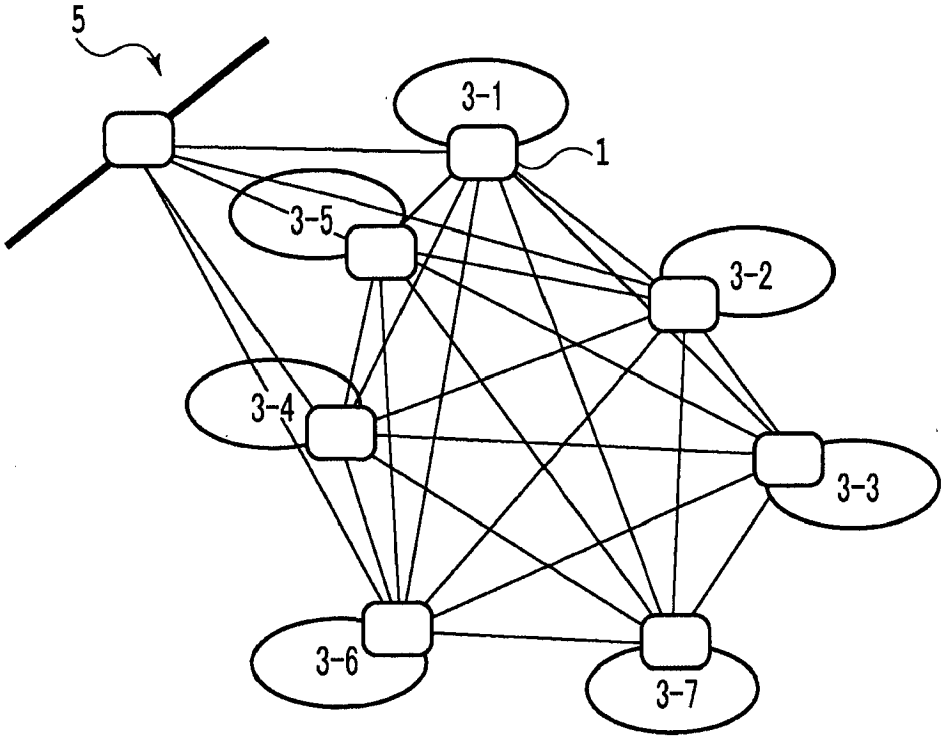



图 9B

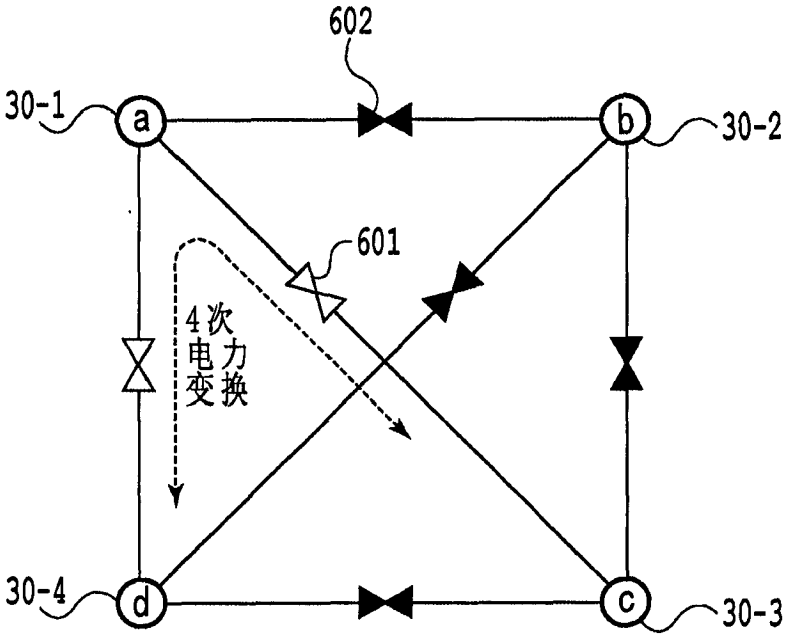

602
30-1
a
b
30-2
601
4次
电力
变换
30-4
d
c
30-3

图 10A

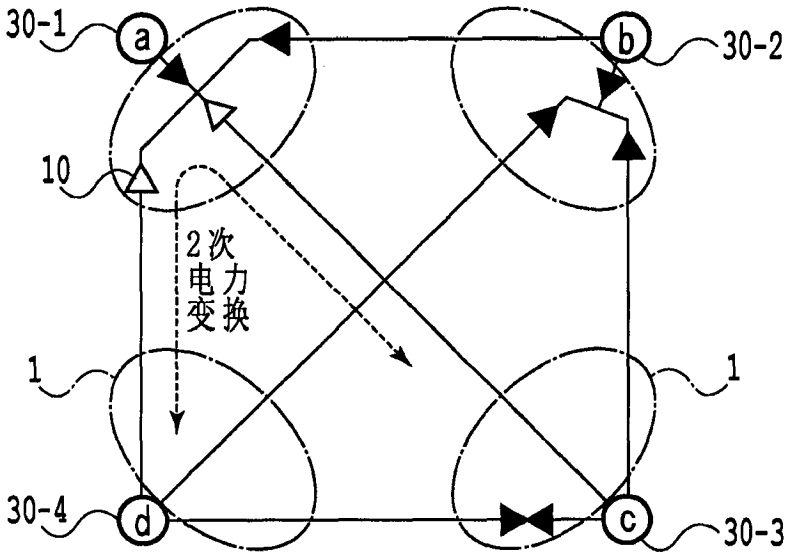

30-1
a
b
30-2
10
2次
电力
变换
1
1
30-4
d
c
30-3

图 10B

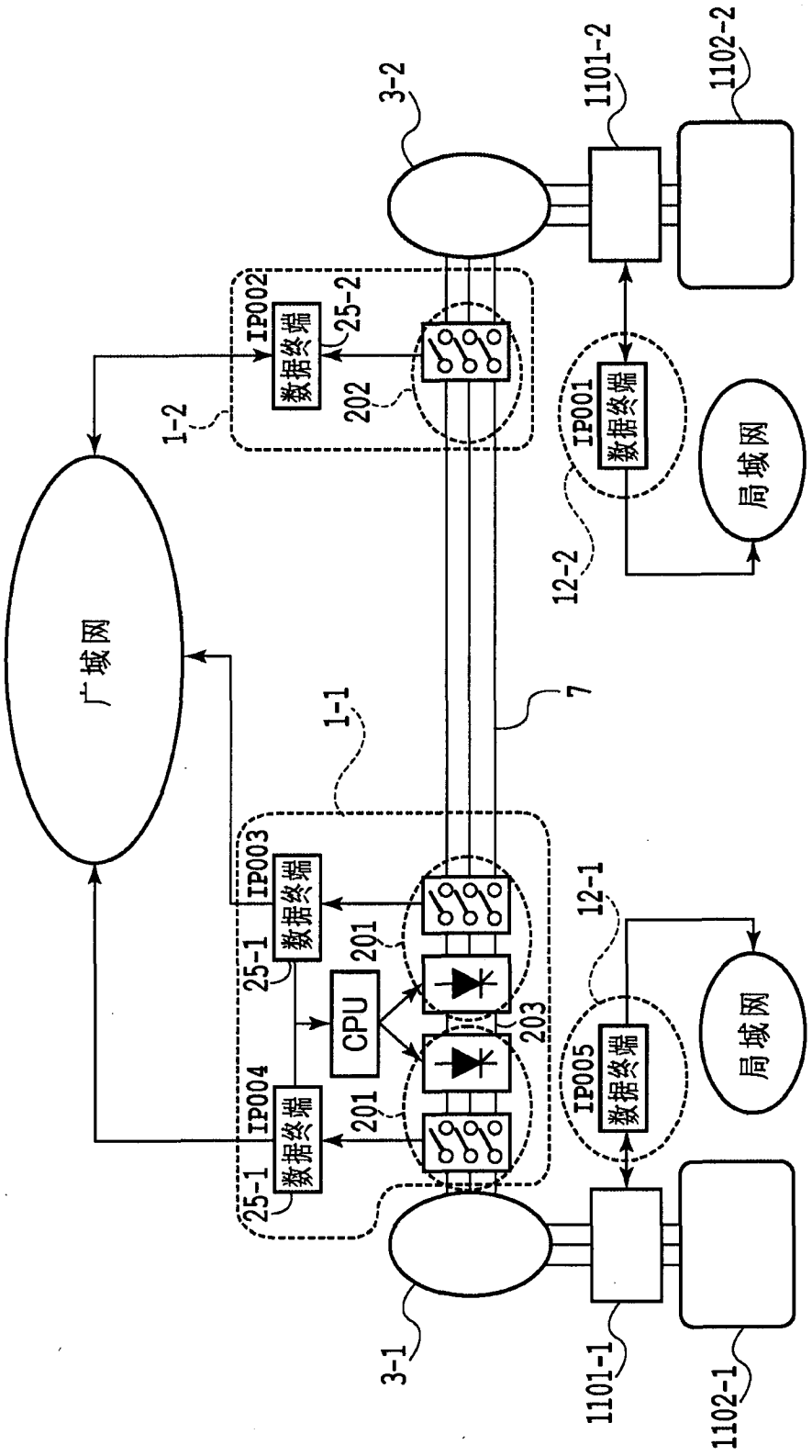

广域网
局域网
局域网
数据终端
IP001
IP002
IP003
IP004
IP005
CPU
1-1
1-2
3-1
3-2
7
12-1
12-2
25-1
25-2
201
202
203
1101-1
1101-2
1102-1
1102-2

图 11

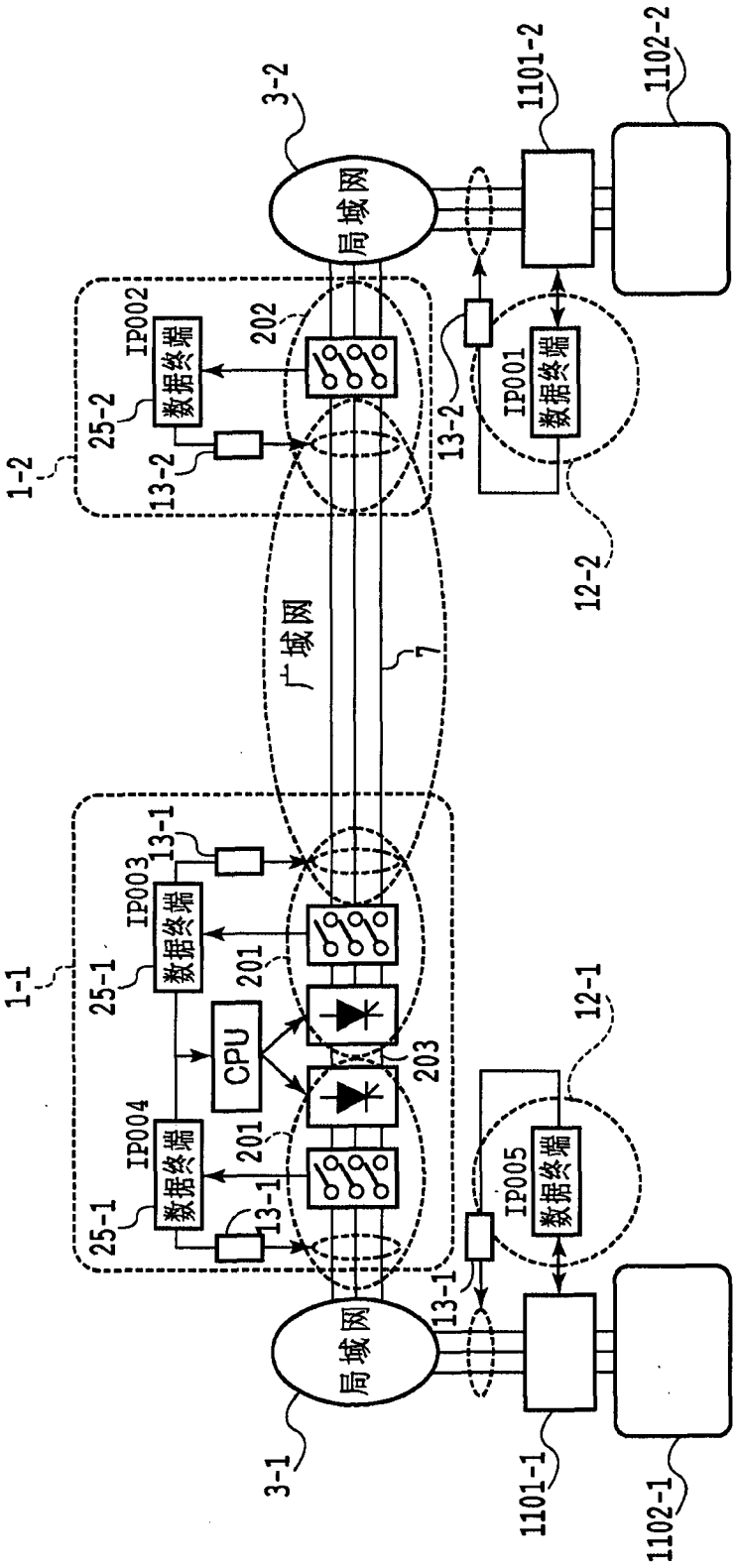

局域网
3-2
1101-2
1102-2
IP002
数据终端
202
25-2
13-2
1-2
IP001
数据终端
13-2
12-2
广域网
7
1-1
13-1
IP003
数据终端
25-1
201
CPU
203
IP004
数据终端
201
25-1
13-1
12-1
IP005
数据终端
13-1
局域网
3-1
1101-1
1102-1

图 12

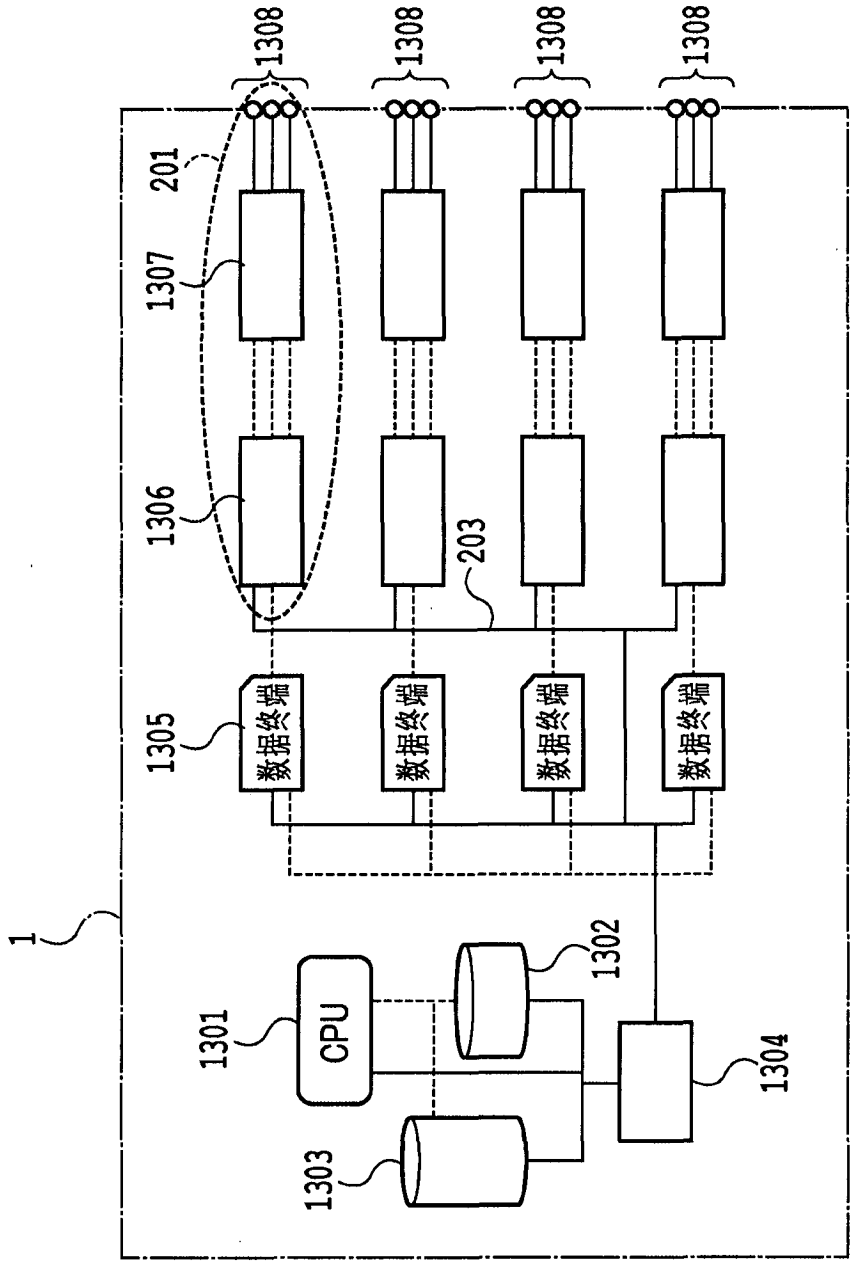

1308
1308
1308
1308
201
1307
1306
203
1305
数据终端
数据终端
数据终端
数据终端
1
1302
1301
CPU
1304
1303

图 13

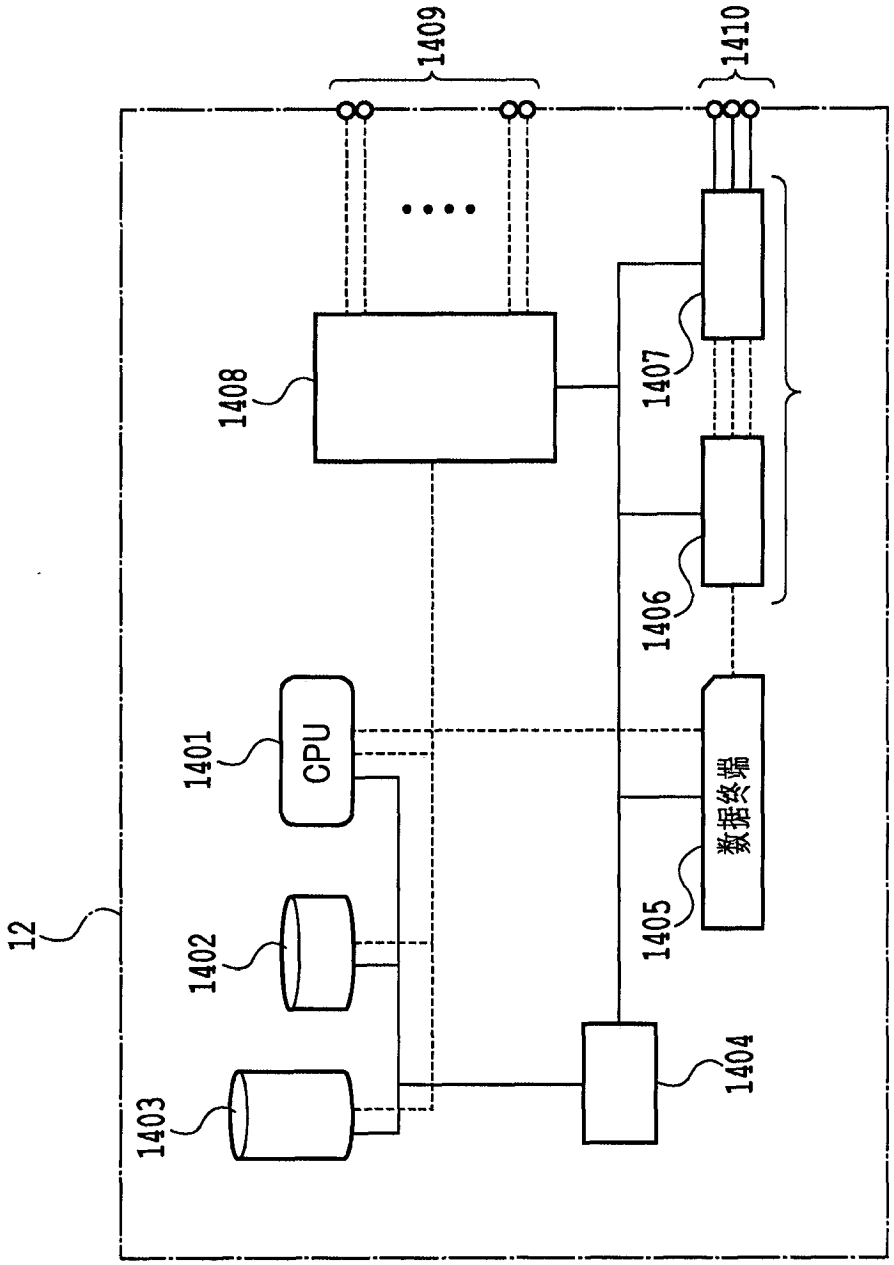



图 14

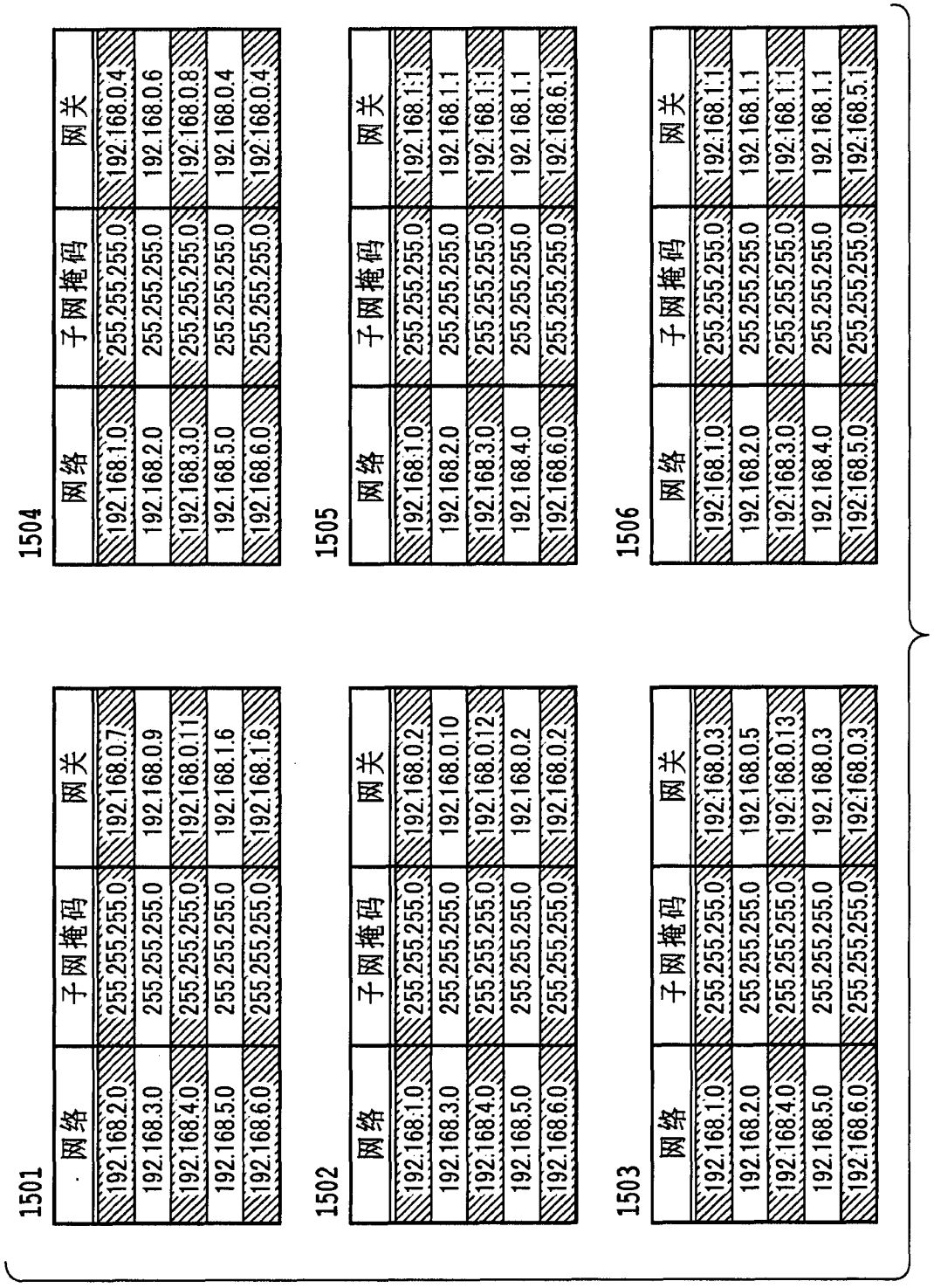

1501
网络 子网掩码 网关
192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.0.7
192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.0.9
192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.0.11
192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.1.6
192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.1.6
1502
网络 子网掩码 网关
192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.0.2
192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.0.10
192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.0.12
192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.0.2
192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.0.2
1503
网络 子网掩码 网关
192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.0.3
192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.0.5
192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.0.13
192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.0.3
192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.0.3
1504
网络 子网掩码 网关
192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.0.4
192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.0.6
192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.0.8
192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.0.4
192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.0.4
1505
网络 子网掩码 网关
192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.6.1
1506
网络 子网掩码 网关
192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.1.1
192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.5.1

图 15

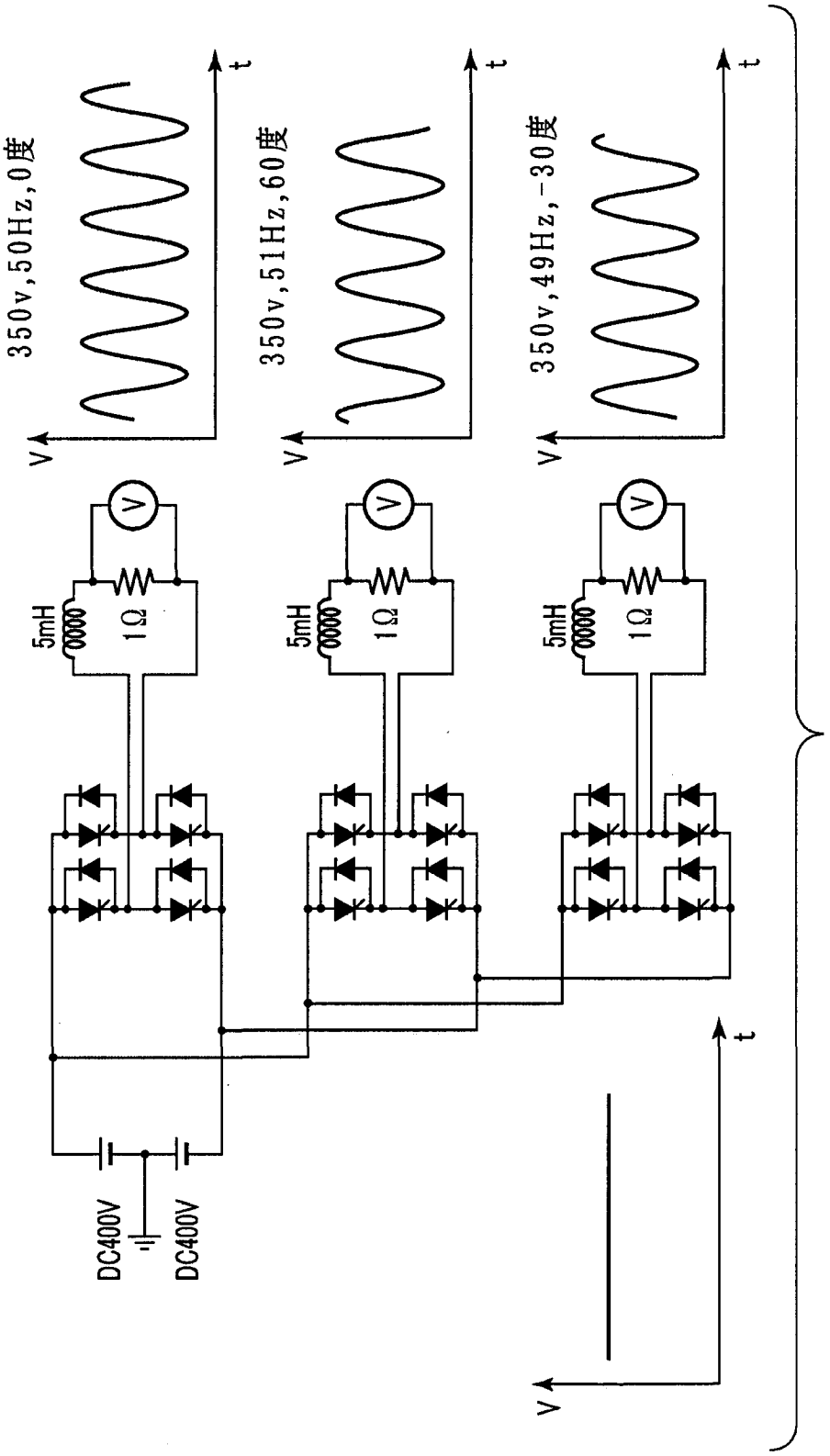

350v,50Hz,0度
350v,51Hz,60度
350v,49Hz,-30度
V
t
5mH
1Ω
DC400V
DC400V

图 16

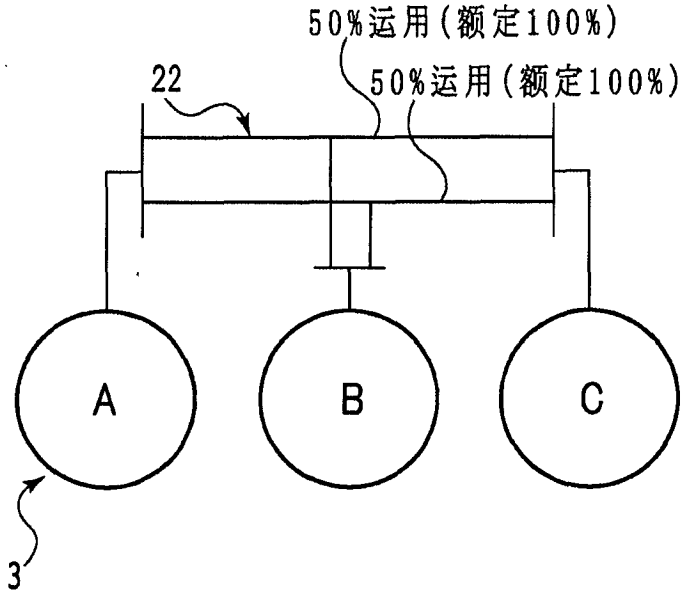

50%运用(额定100%)
22
50%运用(额定100%)
A
B
C
3

图 17A

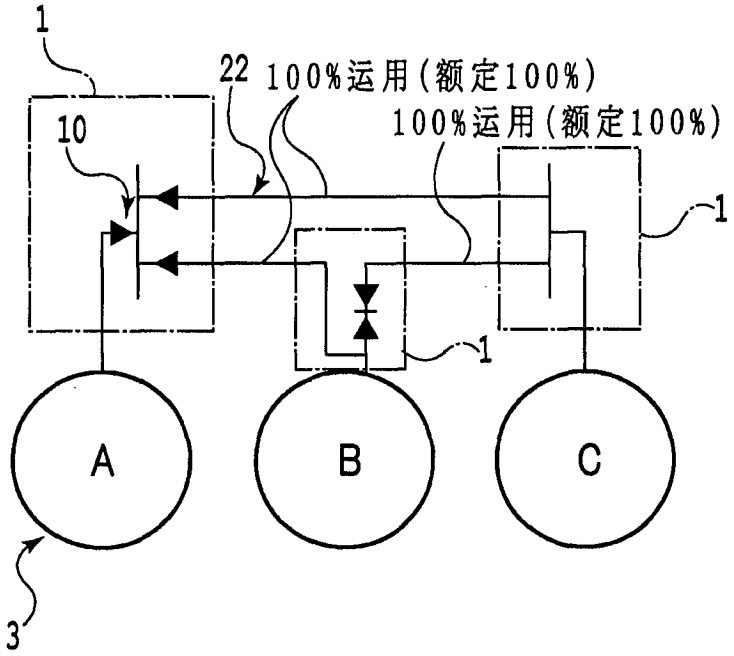

1
22
100%运用(额定100%)
10
100%运用(额定100%)
1
1
A
B
C
3

图 17B

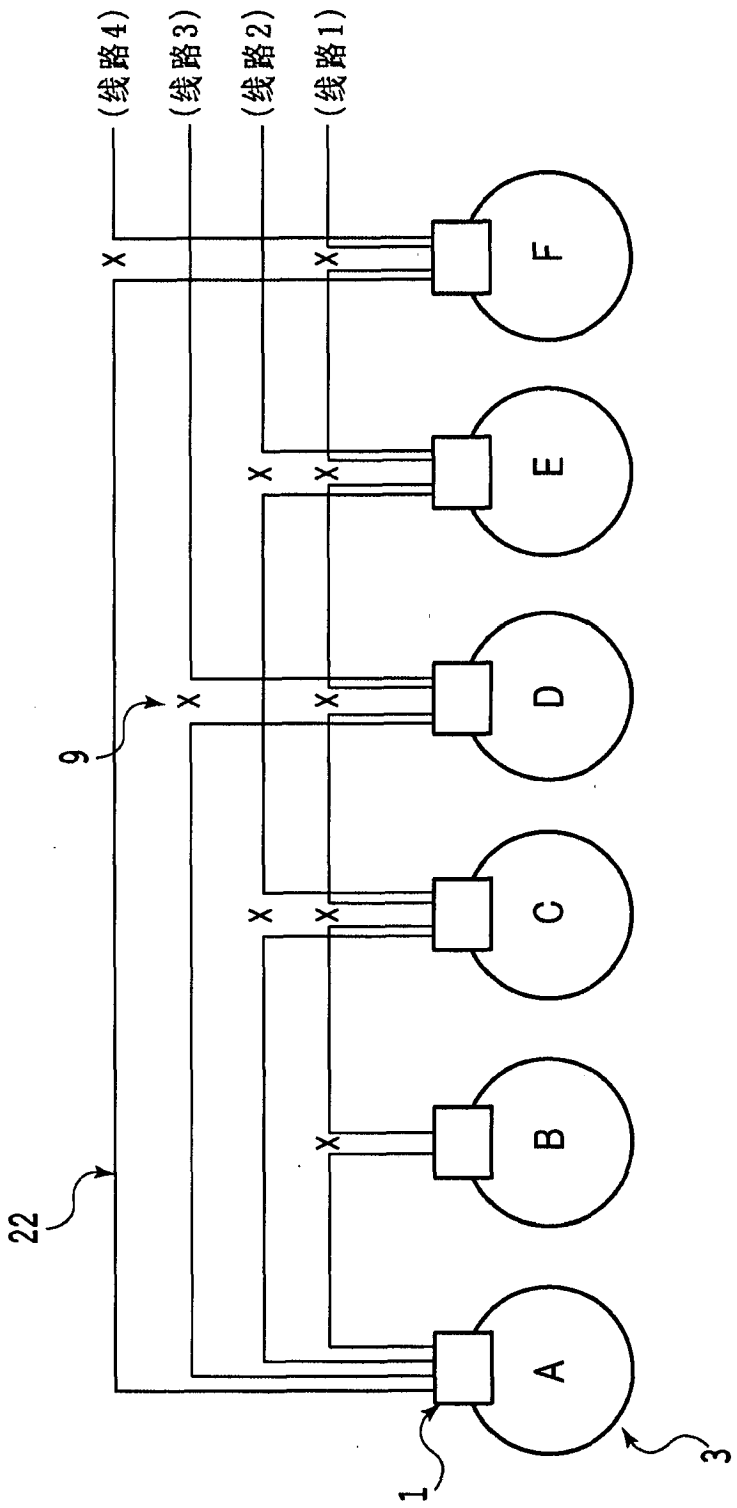



图 18

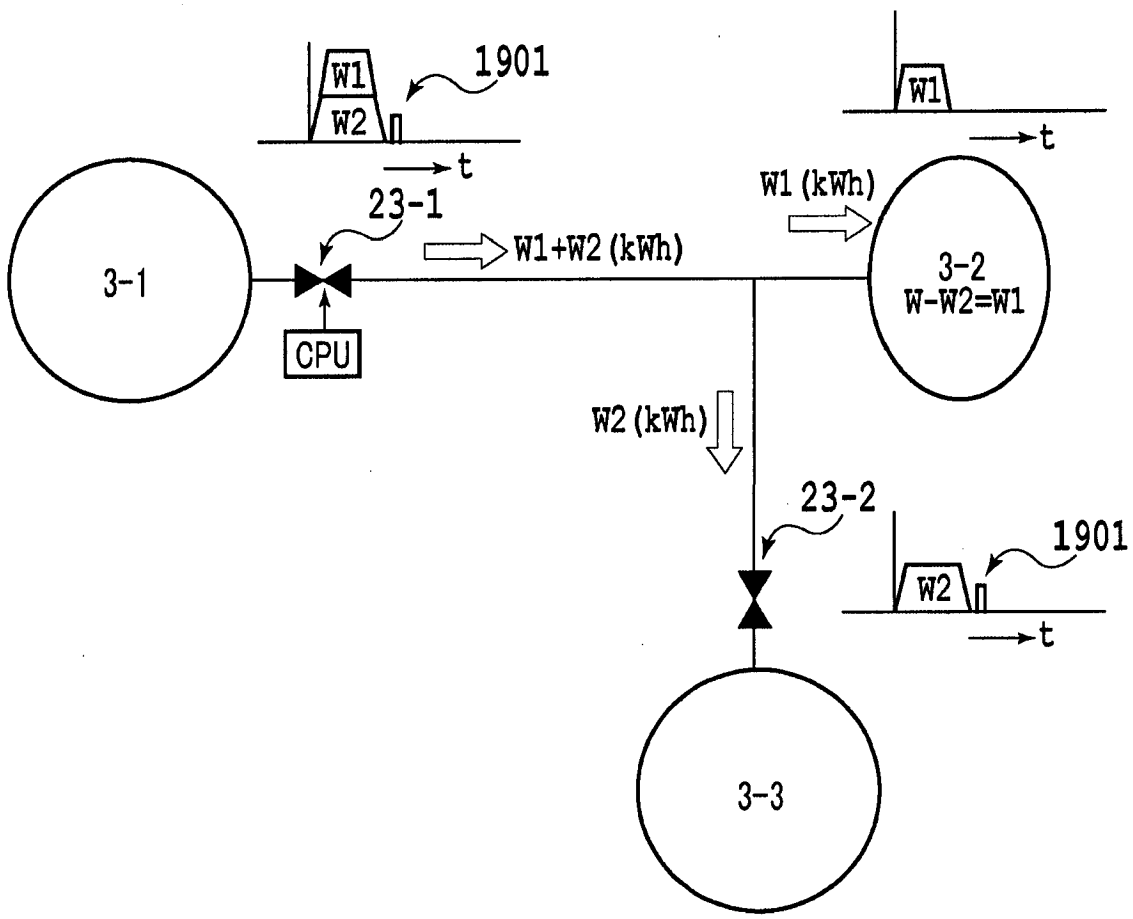

W1
W2
1901
t
W1
t
23-1
W1 (kWh)
W1+W2 (kWh)
3-1
3-2
W-W2=W1
CPU
W2 (kWh)
23-2
1901
W2
t
3-3

图 19

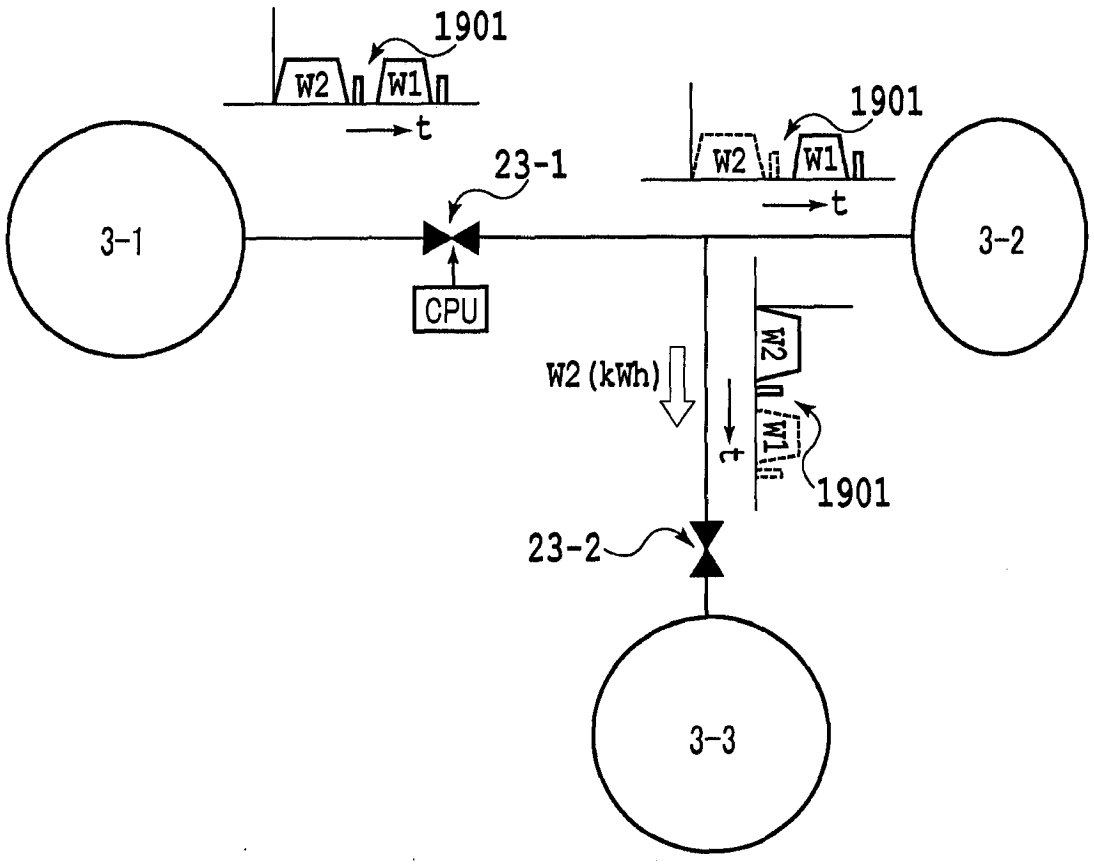



图 20

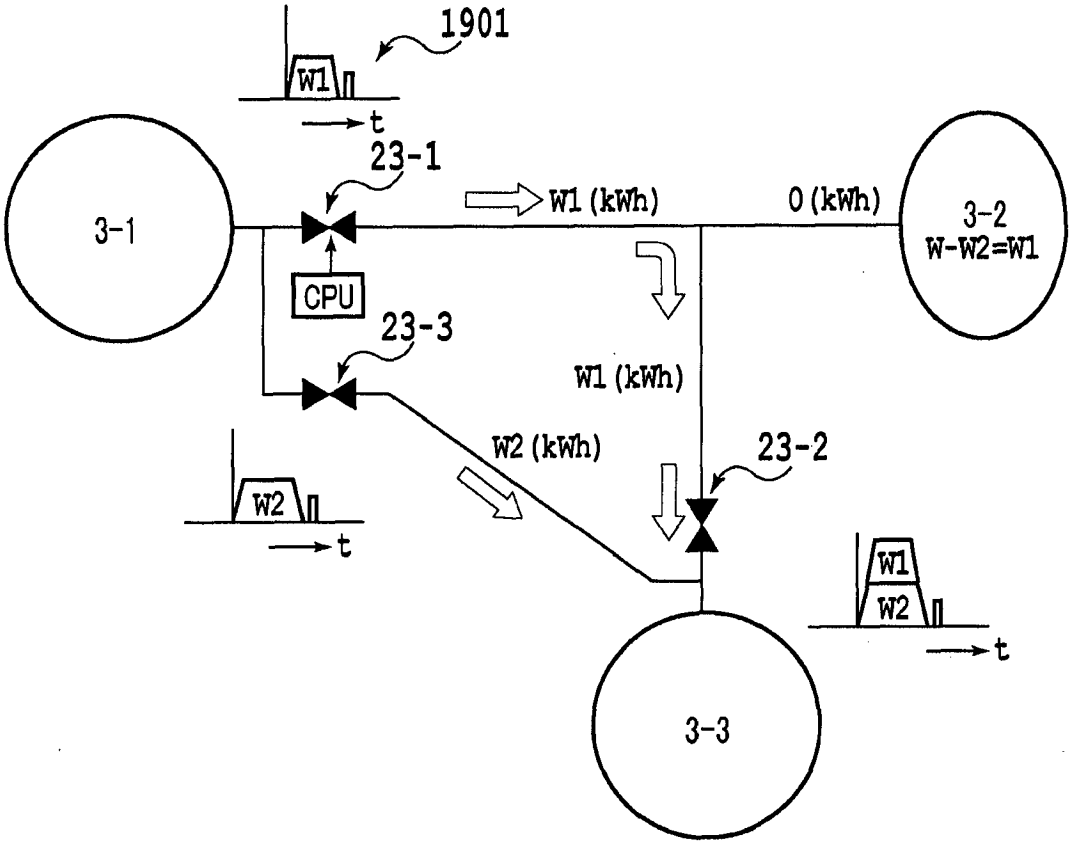

1901
W1
t
23-1
3-1
W1 (kWh)
0 (kWh)
3-2
W-W2=W1
CPU
23-3
W1 (kWh)
W2 (kWh)
23-2
W2
t
W1
W2
t
3-3

图 21

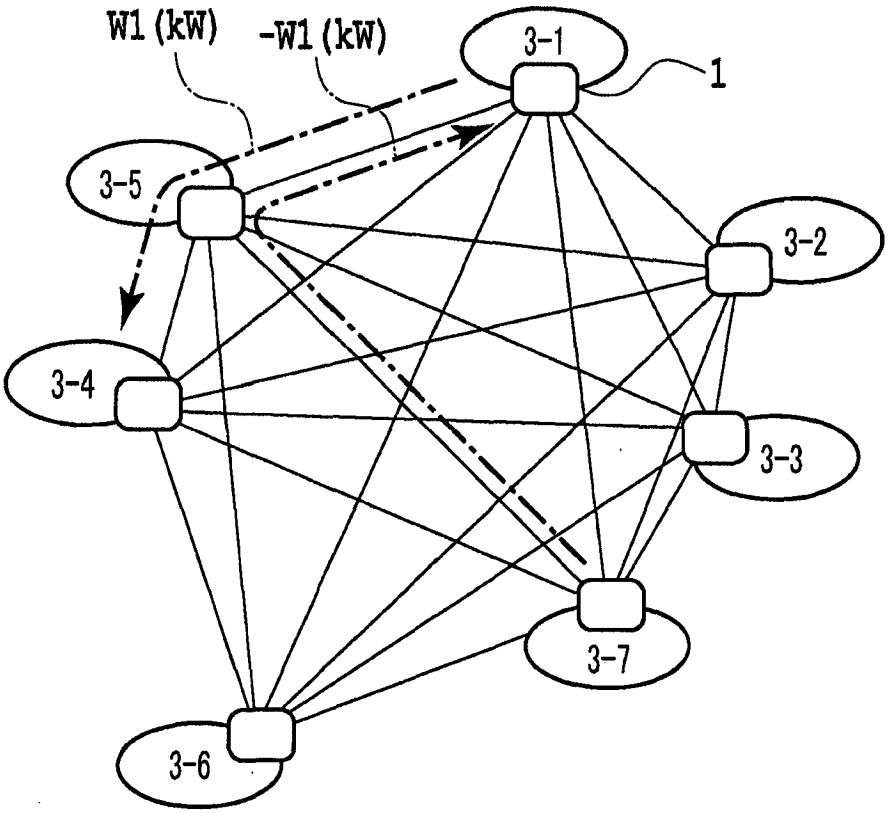



图 22

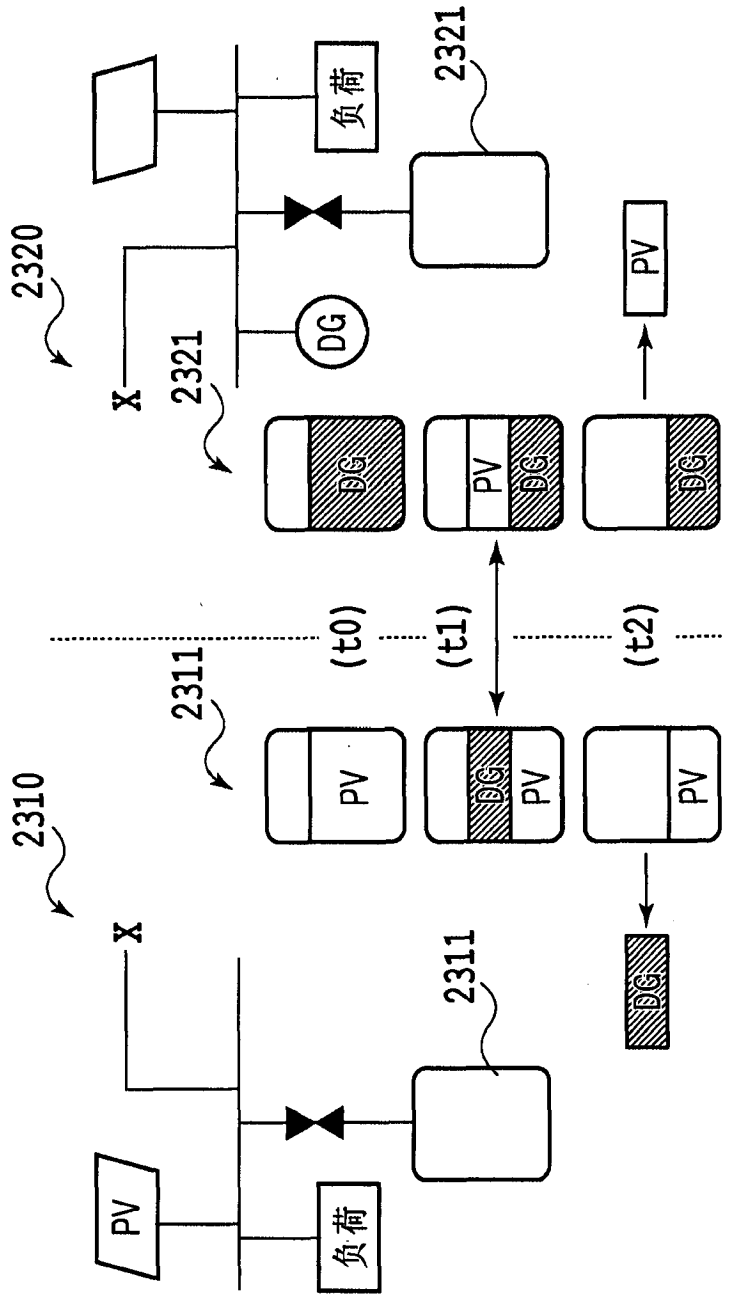

2320
2321
负荷
DG
X
2321
DG
PV
DG
PV
DG
(t0)
(t1)
(t2)
2311
PV
DG
PV
PV
2310
X
2311
DG
PV
负荷

图 23

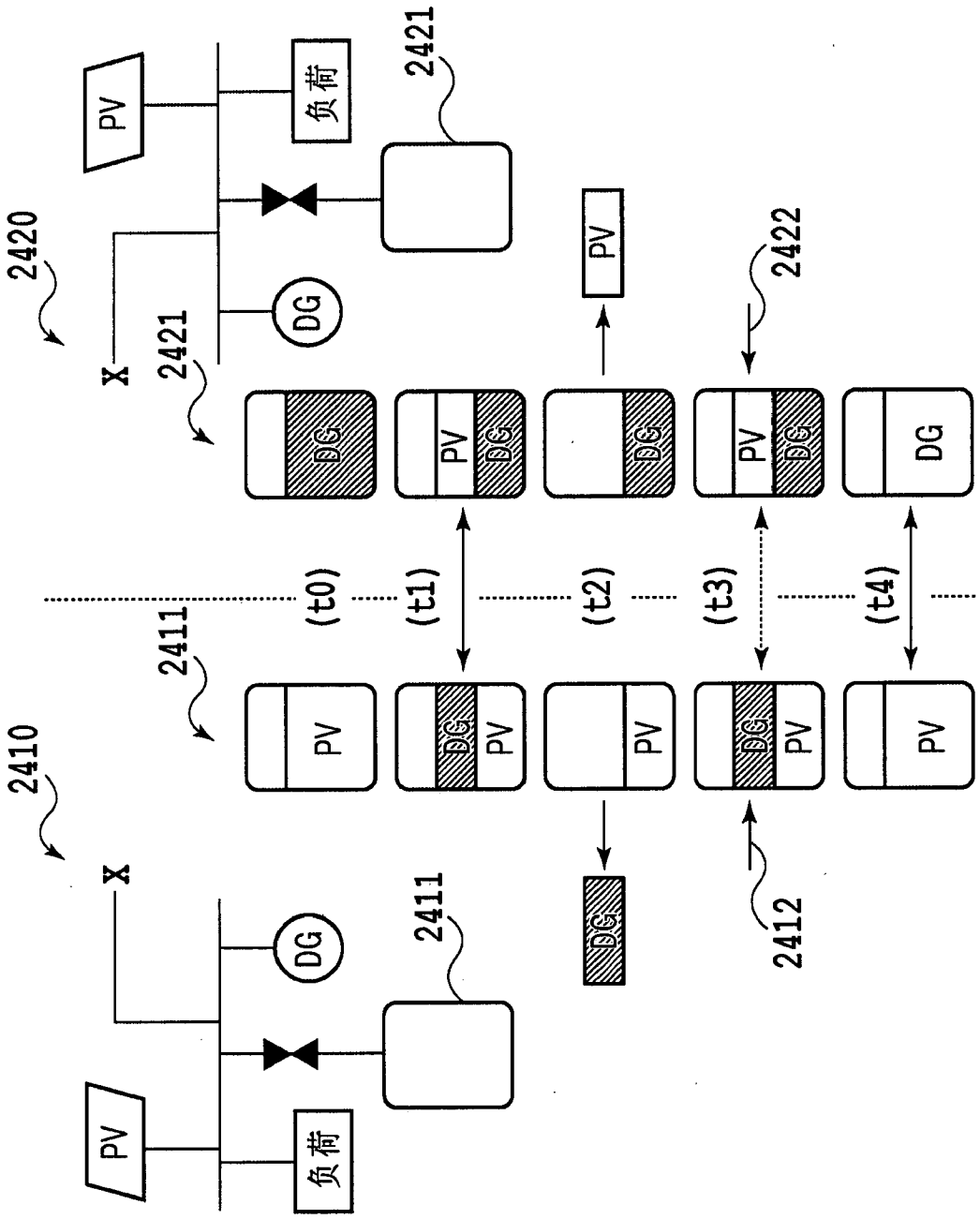



图 24

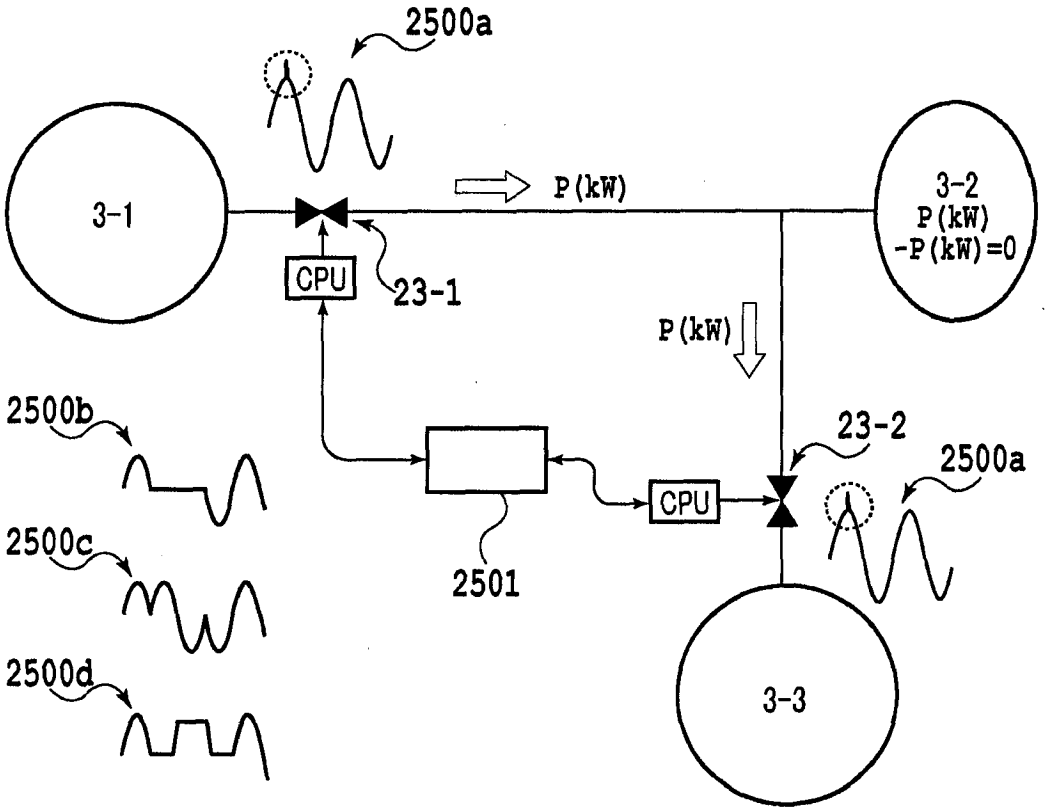

2500a
3-1
P(kW)
3-2
P(kW)
-P(kW)=0
CPU
23-1
P(kW)
2500b
2500c
2500d
23-2
2500a
CPU
2501
3-3

图 25

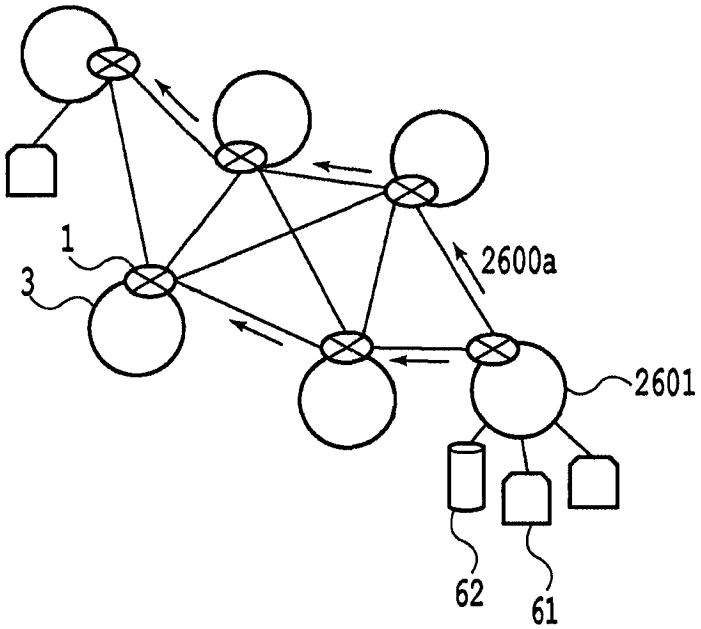

1
3
2600a
2601
62
61

图 26A

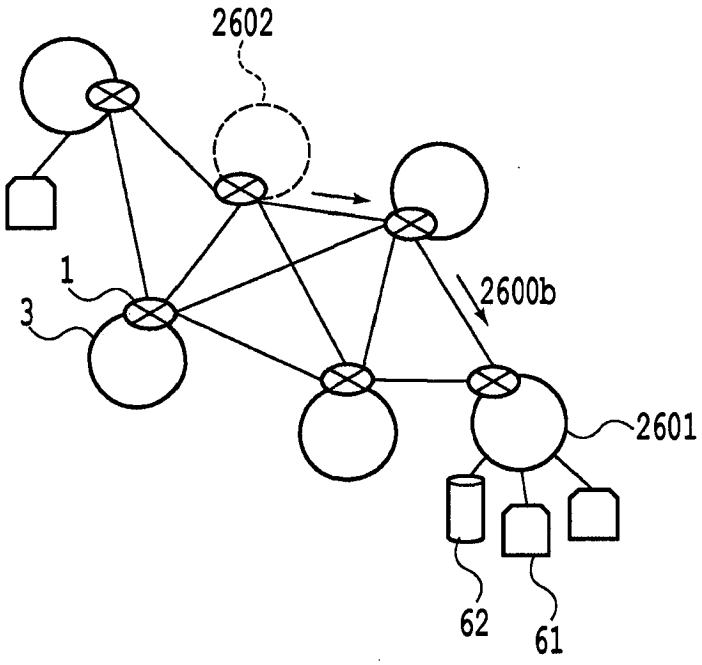



图 26B

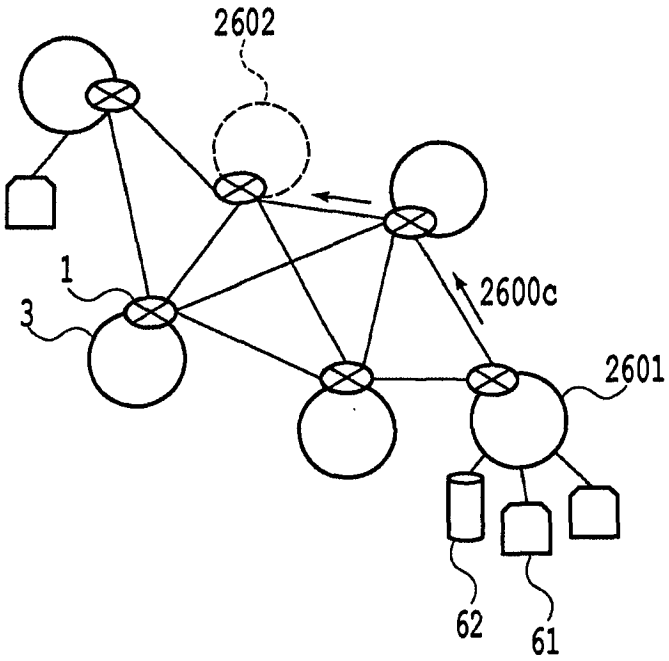



图 27A

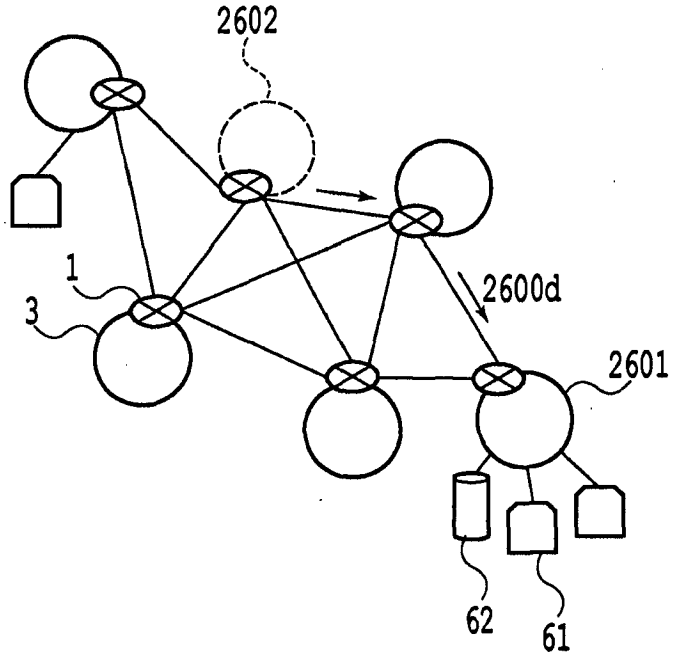



图 27B

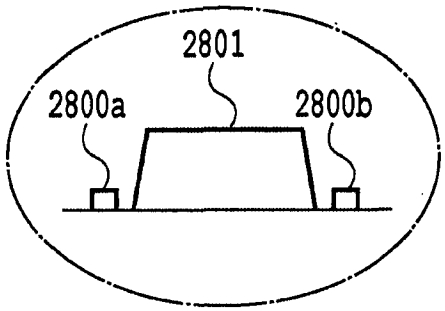



图 28A

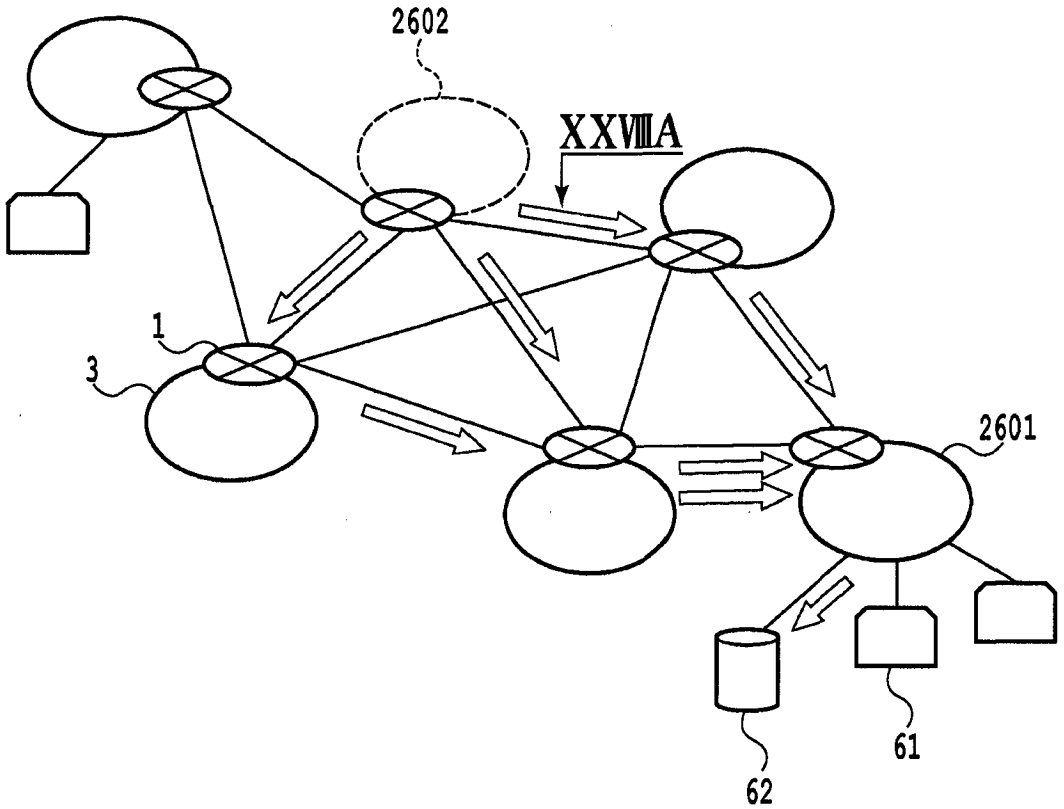



图 28B

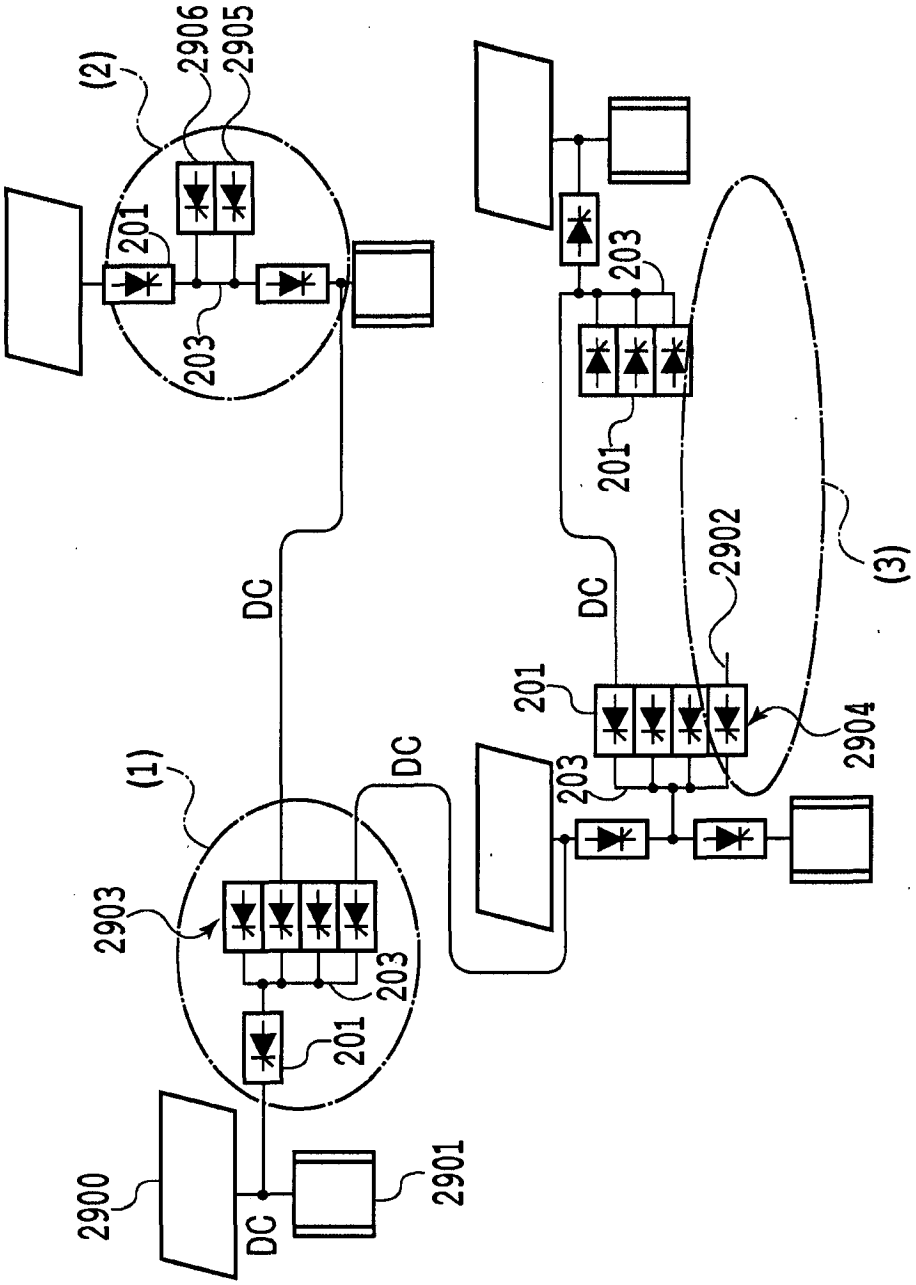



图 29

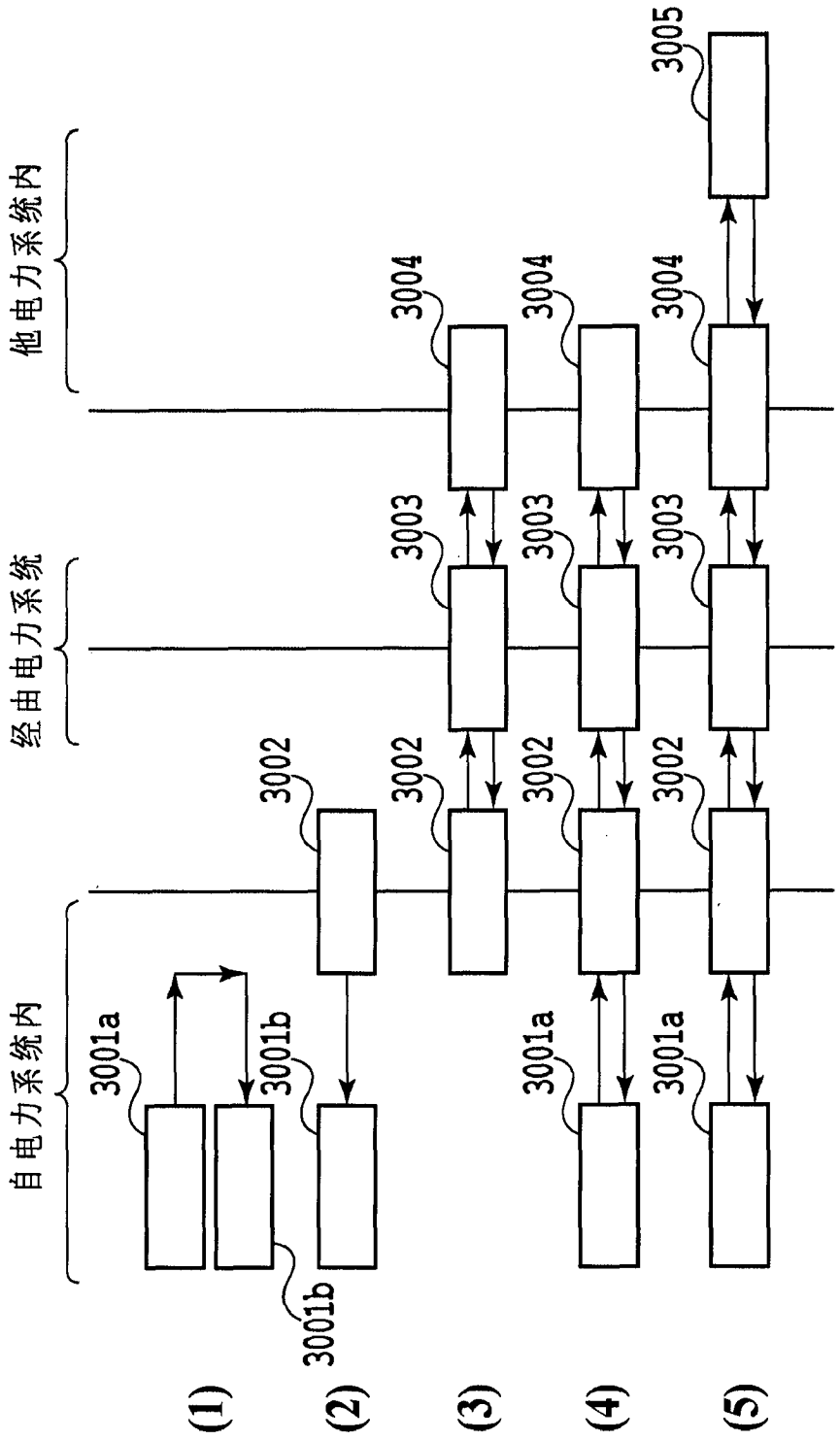



图 30

| 年月日 | 开始 | 结束 | 目的地 | 输入 | 输出 | 损失 | 剩余 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2010.6.25 | 10:50 | 电网A | | 200kWh | | 10kWh | 190kWh |
| 2010.6.26 | 15:40 | | 电网C | | 120kWh | 7kWh | 63kWh |
| 2010.6.27 | 18:30 | 电网B | | 420kWh | | 20kWh | 463kWh |

图 31

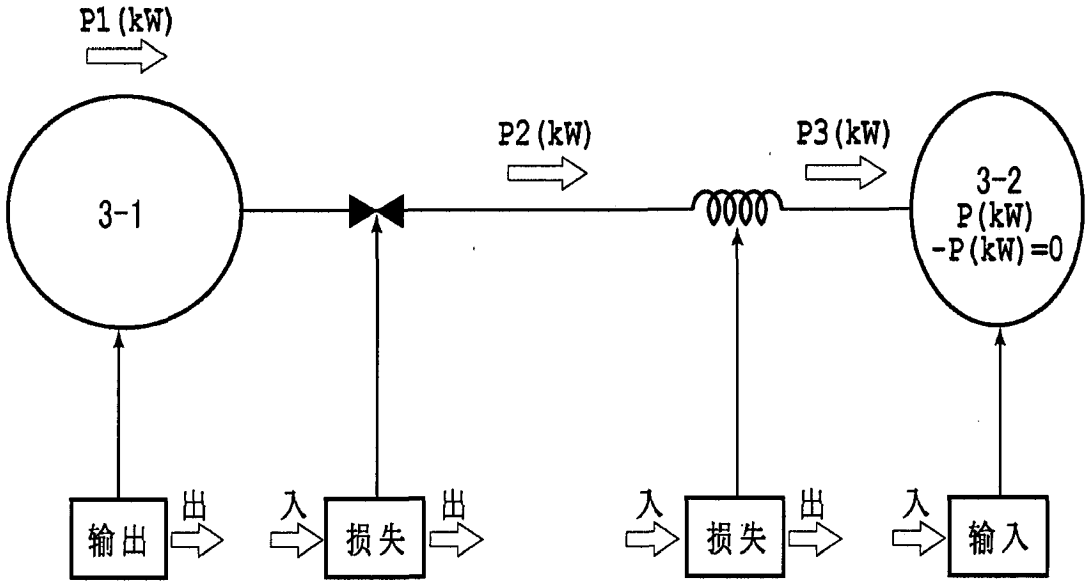



图 32

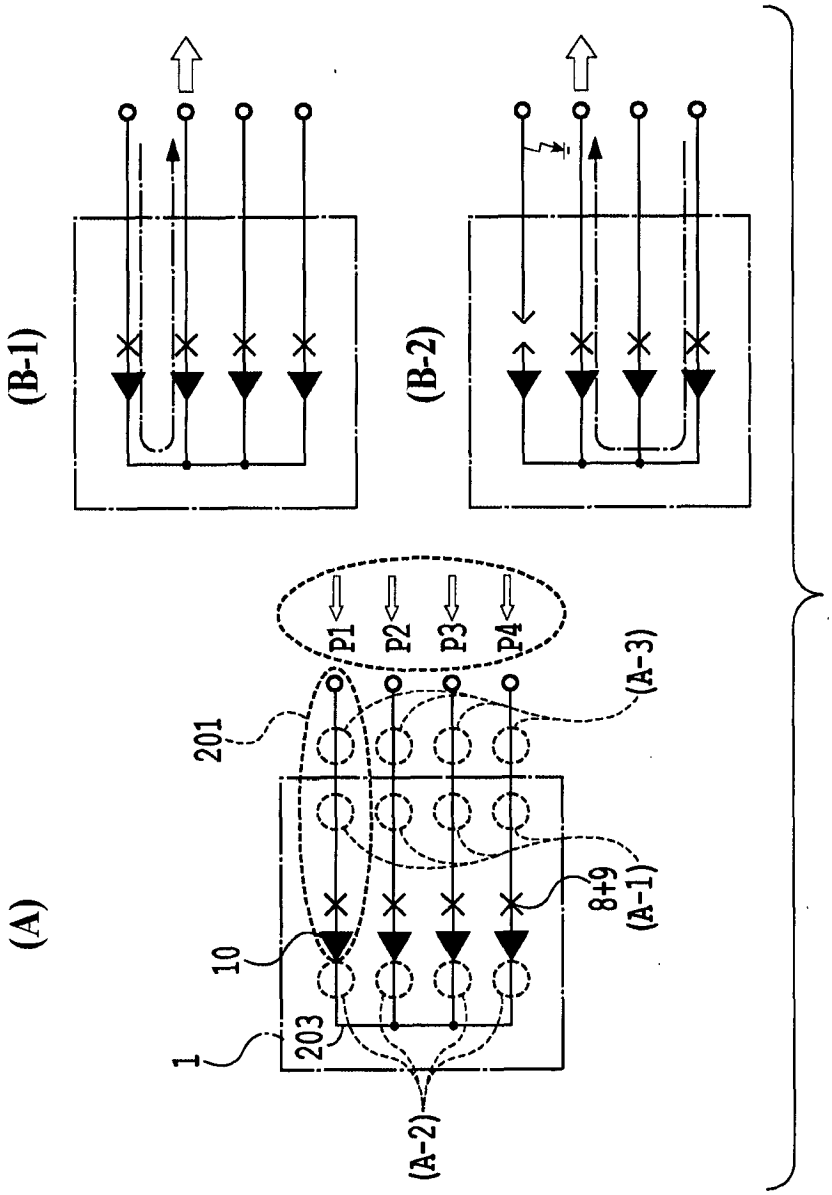



图 33

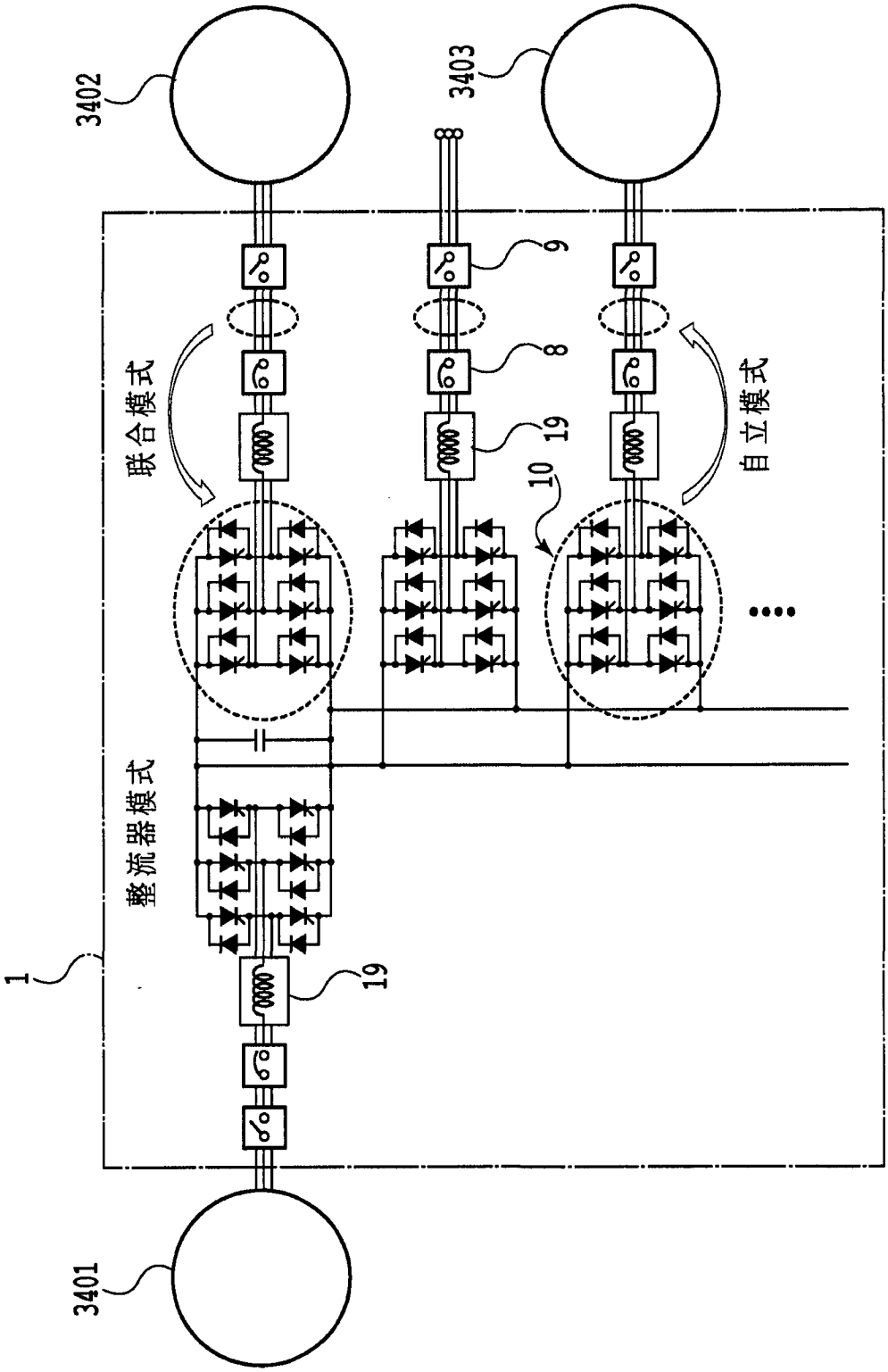



图 34

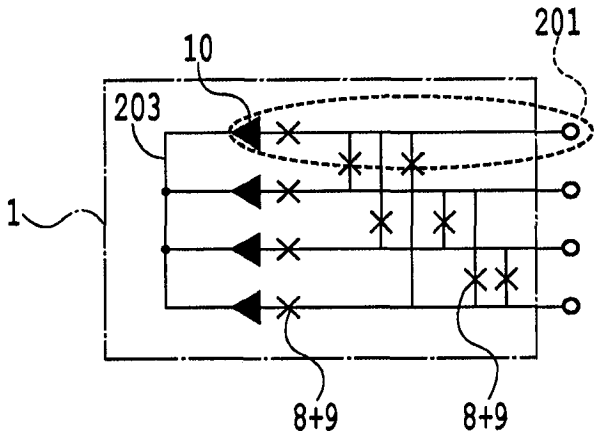

201
10
203
1
8+9
8+9

图 35

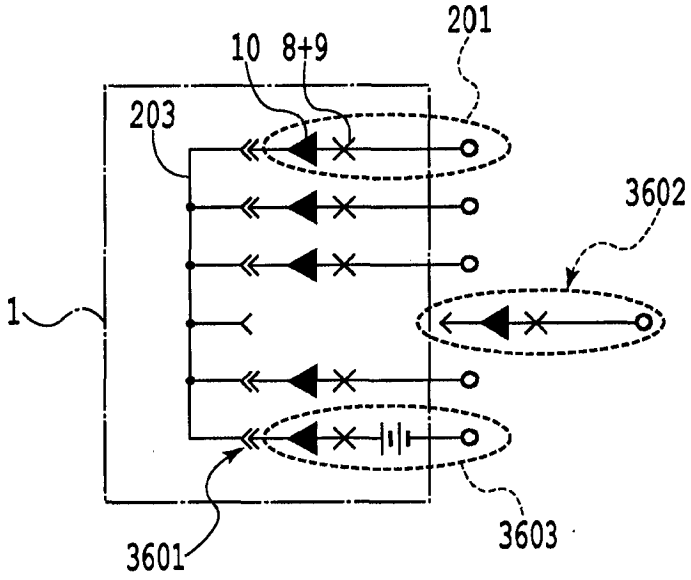

201
10
8+9
203
3602
1
3601
3603

图 36

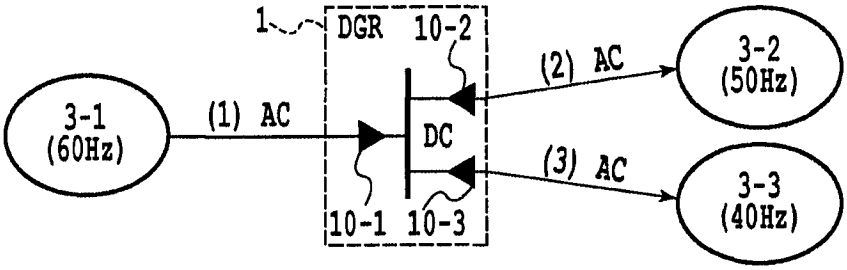

1
DGR
10-2
3-1
(60Hz)
(1) AC
DC
(2) AC
3-2
(50Hz)
(3) AC
3-3
(40Hz)
10-1
10-3

图 37A

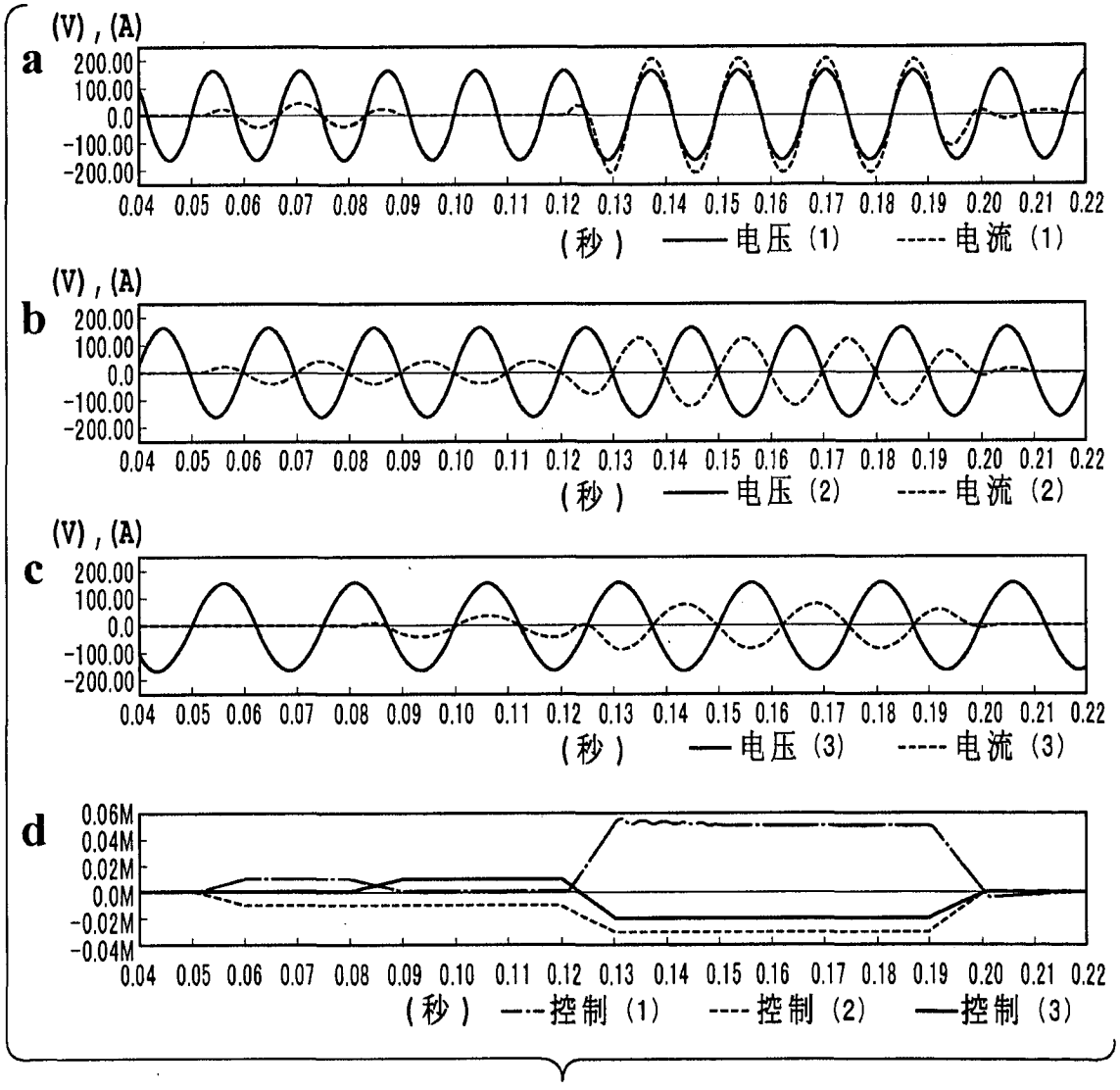

a
(V) , (A)
200.00
100.00
0.0
-100.00
-200.00
0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20 0.21 0.22
(秒) 电压 (1) 电流 (1)
b
(V) , (A)
200.00
100.00
0.0
-100.00
-200.00
0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20 0.21 0.22
(秒) 电压 (2) 电流 (2)
c
(V) , (A)
200.00
100.00
0.0
-100.00
-200.00
0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20 0.21 0.22
(秒) 电压 (3) 电流 (3)
d
0.06M
0.04M
0.02M
0.0M
-0.02M
-0.04M
0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20 0.21 0.22
(秒) 控制 (1) 控制 (2) 控制 (3)

图 37B