[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
H01F 27/34

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96102118.7

[45]授权公告日 2000 年 1 月 5 日

[11]授权公告号 CN 1048111C

[22]申请日 1996.2.5 [24]颁证日 1999.10.16
[21]申请号 96102118.7
[30]优先权
[32]1995.2.6 [33]JP [31]17662/1995
[73]专利权人 株式会社日立制作所
地址 日本东京都
[72]发明人 内山伦行 稻垣惠造
[56]参考文献
JP 昭 62－046315A 1987. 2.28 H01F29/04
审查员 张 鹏

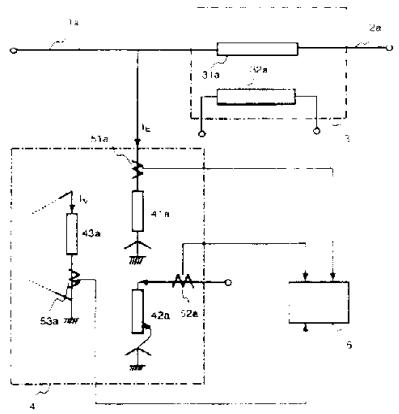
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 王茂华

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 移相变压器和移相变压器的保护方法

[57]摘要

在一移相变压器中，一稳定绕组按三角形与一调节变压器连接，一调节绕组与 输电线并联相连，而一抽头绕组向一串联变压器的励磁绕组提供预定电压。当 稳定绕组和调节绕组间的差动电流与所述抽头绕组电流的比和相位大于预定值 时，它判断为调节变压器内部故障工况。除抽头绕组和调节绕组外移相变压器 还包括第三只绕组。在移相变压器中，调节变压器内部故障可被确定地判断从 而使移相变压器得到保护。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于电力系统的移相变压器，包括:

接入所述电力系统用来使所述电力系统的电压相位偏移或使所述电力系统的电压相位和电压值偏移的第一变压器;

用来对所述第一变压器提供电压以进行相位调节的调节变压器，所述调节变压器具有与所述电力系统并联的调节绕组、带有抽头元件且用来提供预定相位调节电压的抽头绕组、以及三角形连接的稳定绕组;其特征在于，所述移相变压器还包括:

用来根据所述调节变压器的所述稳定绕组的电流和所述调节变压器的所述调节绕组的电流来判断所述调节变压器的内部故障，从而保护所述移相变压器的保护装置，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比或相位超过预定值时，所述保护装置判断为内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

2.根据权利要求 1 的移相变压器，其特征在于，所述第一变压器是一个并联接入的串联变压器，所述串联变压器具有一串联绕组、和用来给所述串联绕组提供电压的励磁绕组。

3.根据权利要求 2 的移相变压器，其特征在于，

所述调节变压器的所述调节绕组的一端接在所述串联变压器的所述串联绕组的中间部位。

4.根据权利要求 1 的移相变压器，其特征在于，所述第一变压器是一个并联接入的主变压器。

5.根据权利要求1的移相变压器，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比或相位超过大于伴随有铁芯磁饱和的系统故障工况的比值和相位的预定值时，所述保护装置判断为内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

6.根据权利要求1至5中任何一项的移相变压器，其特征在于，

所述调节变压器具有用于所述抽头绕组的抽头转换装置的转换开关装置，且所述抽头转换装置的转换开关装置是半导体开关装置。

7.一种用于电力系统的移相变压器的保护方法，所述移相变压器包括：

接入所述电力系统用来使所述电力系统的电压相位偏移或使所述电力系统的电压相位和电压值偏移的第一变压器；

用来对所述第一变压器提供电压以进行相位调节的调节变压器，所述调节变压器具有与所述电力系统并联的调节绕组、带有抽头元件且用来提供预定相位调节电压的抽头绕组、以及三角形连接的稳定绕组，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比超过预定值时，则判断为所述调节变压器存在内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

8.根据权利要求7的移相变压器的保护方法，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比超过大于伴随有铁芯磁饱和的系统故障工况的比值的预

定值时，所述保护装置判断为所述调节变压器内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

9.根据权利要求 7 的移相变压器的保护方法，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比小于用来判别内部故障或外部故障的阈值时，它判断为所述调节变压器的正常工况或外部故障工况，而

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比大于用来判别内部故障或外部故障的阈值时，它判断为所述调节变压器的内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

10.根据权利要求 7 的移相变压器的保护方法，其特征在于，所述第一变压器是一个并联接入的串联变压器；所述串联变压器具有一串联绕组、和用来给所述串联绕组提供电压的励磁绕组。

11.根据权利要求 10 的移相变压器的保护方法，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比超过大于伴随有铁芯磁饱和的系统故障工况的比值的预定值时，它判断为内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

12.根据权利要求 10 的移相变压器的保护方法，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比小于用来判别所述调节变压器内部故障或外部故障的阈值时，它判断为所述调节变压器的正常工况或外部故障工况，而

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比大于用来判别所述调节变压器内部故障或外部故障的阈值时，它判断为所述调节变压器的内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

13.根据权利要求 7 的移相变压器的保护方法，其特征在于，所述第一变压器是一个并联接入的主变压器。

14.根据权利要求 13 的移相变压器的保护方法，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比超过大于伴随有铁芯磁饱和的系统故障工况的电流比值的预定值时，它判断为所述调节变压器内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

15.根据权利要求 13 的移相变压器的保护方法，其特征在于，

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比小于用来判别所述调节变压器内部故障或外部故障的阈值时，它判断为所述调节变压器的正常工况或外部故障工况，而

当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比大于用来判别所述调节变压器内部故障或外部故障的阈值时，它判断为所述调节变压器的内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

说　　明　　书

移相变压器和移相变压器的保护方法

本发明涉及移相变压器和移相变压器的保护方法，上述移相变压器包括一接入电力系统中使电力系统的电压相位或使电力系统的电压相位和电压值二者偏移的变压器，和一用来向上述前一变压器提供电压以对相位偏移进行调节的调节变压器。

在常规电力变压器中，通常内部故障是根据变压器每一绕组的差动电流来检测的且根据上述电流检测的结果对电力变压器进行保护。

此外，在电力变压器接入时当变压器铁芯达到磁饱和时产生涌流。由于上述涌流也被作为差动电流检测出来，结果就需要用某种方法或其他措施来区别内部故障和铁芯磁饱和。

铁芯磁饱和等的差动电流通常由简单极性特点的半波波形构成。而且由于铁芯磁饱和等的差动电流包括许多二次谐波分量，因而可根据二次谐波分量来判断内部故障和铁芯磁饱和。

此外，在诸如负荷率控制变压器中，在通过改变变压器抽头绕组的抽头来调节输出侧的电压值的情况下，由于抽头绕组的匝数随着操作抽头而改变，因而难以利用电流值实现匝数执行（***turn number execution***），因而不可能采用上述利用差动电流的方法。

一般地，在具有抽头绕组的变压器中，它采用电流相位比较系统，例如在《日立评论》***Hitachi Review*** 第 56 卷第 3 期第 13—18 页

发表的论文“500kV 系统继电保护设备”中所介绍的。

在上述电流相位比较系统中使用电流继电器，且利用该电流继电器对内部故障根据电流比值 I_E/I_T（I_E：调节绕组电流；I_T：抽头绕组电流）和相位进行检测。此电流继电器的特性如图 2 所示。

即，图 2 表示利用电流比 I_E/I_T 的继电器电流特性。在图 2 中，标志 ○表示正常工况或外部故障，标志◎表示另一正常工况或另一外部故障，标志□表示一内部故障（第一）而标志 Δ 表示另一内部故障（第二），而 η 表示用来判别正常工况、外部故障和内部故障的判别比（阈值）.

一般地，由于抽头绕组为低压侧因而抽头绕组电流 I_T 大于调节绕组电流 I_E，在正常工况下电流比 I_E/I_T 小于 1 且基本相当于匝数比。但是，在内部故障工况下，由于故障电流的影响电流比 I_E/I_T 与正常工况相比变为可比较的较大值。

利用上述特性，当电流比 I_E/I_T 超过预定值时，就判别为变压器内部故障。在图 2 所示举例中，没有利用相位信息，不过除了电流比 I_E/I_T 外还可利用相位信息。

在上述利用电流继电器的常规技术中，可通过利用调节绕组电流 I_E 和抽头绕组电流 I_T 间的电流比 I_E/I_T 来检测内部故障。

在此，如图 3 所示，移相变压器具有与电力系统并联的调节绕组和带有抽头部件的抽头绕组并用来向串联变压器的励磁绕组提供预定电压，且此移相变压器还有三角形连接的稳定绕组以限制三次谐波分量。

在图 3 中，表示了一移相变压器系统，该变压器包括与电力系统 1 和 2 串联的串联变压器 3，与电力系统 1 和 2 并联的调节变压

器4，以及串联变压器3和调节变压器4与之相连的电力系统1的输电线1*a*，1*b*和1*c*和电力系统2的输电线2*a*，2*b*和2*c*。

串联变压器3包括与电力系统1的输电线1*a*，1*b*和1*c*和电力系统2的输电线2*a*，2*b*和2*c*相串连的串联绕组31*a*，31*b*和31*c*，用来向串联绕组31*a*，31*b*和31*c*提供电压的励磁绕组32*a*，32*b*和32*c*，以及串联绕组31*a*，31*b*和31*c*和励磁绕组32*a*，32*b*和32*c*绕在其上的铁芯(图中未示出)。

调节变压器4包括与电力系统1和2并联的调节绕组41*a*，41*b*和41*c*，用来向串联变压器3的励磁绕组32*a*，32*b*和32*c*提供预定电压的抽头绕组42*a*，42*b*和42*c*，接成三角形的稳定绕组43*a*，43*b*和43*c*，以及调节绕组41*a*，41*b*和41*c*和抽头绕组42*a*，42*b*和42*c*绕在其上的铁芯(图中未示出)。在此，每个后缀字母*a*，*b*，*c*分别表示*a*相、*b*相和*c*相。

在上述绕组结构情形下，在根据上述常规技术的电流比较方法中，由于该方法仅利用调节绕组41*a*，41*b*和41*c*和抽头绕组42*a*，42*b*和42*c*两绕组的电流信息，就会出现无法明确判断出变压器出现了内部故障或出现了外部故障的状态。

考虑到上述问题而产生了本发明，本发明的一个目的是提供其中通过克服上述常规技术中的不利之处而即使在除了抽头绕组和调节绕组外还有第三个绕组的移相变压器中也能够确切地检测出内部故障的移相变压器和移相变压器的保护系统。

为解决上述常规技术中的问题，在根据本发明的移相变压器中，采用了关于包括构成调节变压器的调节绕组、抽头绕组和稳定绕组的所有绕组的电流信息。

换言之，在根据本发明的移相变压器中，至少采用电流比（$I_E + I_V$）/I_T（I_E：调节绕组电流，I_V：稳定绕组电流，$I_E + I_V$：差动绕组电流，I_T：抽头绕组电流），或者在上述电流比大于伴随有铁芯磁饱和的系统故障的电流比时采用，因而无论抽头元件安装在何处只有内部故障能够确定地检测出。

根据本发明，提供一种用于电力系统的移相变压器，包括：

接入所述电力系统用来使所述电力系统的电压相位偏移或使所述电力系统的电压相位和电压值偏移的第一变压器；用来对所述第一变压器提供电压以进行相位调节的调节变压器，所述调节变压器具有与所述电力系统并联的调节绕组、带有抽头元件且用来提供预定相位调节电压的抽头绕组、以及三角形连接的稳定绕组；所述移相变压器还包括：用来根据所述调节变压器的所述稳定绕组的电流和所述调节变压器的所述调节绕组的电流来判断所述调节变压器的内部故障，从而保护所述移相变压器的保护装置，当所述调节绕组和所述稳定绕组的差动电流与所述抽头绕组电流的比或相位超过预定值时，所述保护装置判断为内部故障工况，从而保护所述移相变压器。

根据本发明，还提供一种用于电动系统的移相变压器的保护方法，所述移相变压器包括：接入所述电力系统用来使所述电力系统的电压相位偏移或使所述电力系统的电压相位和电压值偏移的第一变压器；用来对所述第一变压器提供电压以进行相位调节的调节变压器，所述调节变压器具有与所述电力系统并联的调节绕组、带有抽头元件且用来提供预定相位调节电压的抽头绕组、以及三角形连接的稳定绕组，其中当所述调节绕组和所述稳定绕

组的差动电流与所述抽头绕组电流的比超过预定值时，则判断为所述调节变压器存在内部故障工况，从而保护所述移相变压器。下面将具体地解释根据本发明的移相变压器的运行。

图 4 是正常工况下流入调节变压器 a 相每一绕组的电流分布示意图。

该图中虚线箭头表示负荷电流分量的流动。在该图中， 41a 表示调节绕组， 42a 表示抽头绕组， 43a 表示稳定绕组。

I_E， I_T和 I_V分别表示调节绕组 41a，抽头绕组 42a 和稳定绕组 43a 的电流。I_E， I_T和 I_V分别表示调节绕组 41a，抽头绕组 42a 和稳定绕组 43a 的负荷电流分量。 51a， 52a 和 53a 分别表示用来检测电流 I_E， I_T和 I_V的电流互感器。

正如已知的，在正常工况期间由调节绕组电流 I_E 产生的磁势被抽头绕组电流 I_T和稳定绕组电流 I_V抵消。

但是由于稳定绕组连接成三角形并不形成负载，作为稳定绕组电流 I_V 它仅能检测出在三角形连接内环流的极小电流分量（≈ 0）。

相应地，每一常规技术使用的电流比 I_E/I_T和根据本发明得到的电流比（$I_E + I_V$）/I_T具有基本相等的值，为调节绕组和抽头绕组间的匝数比。

图 5 是内部故障工况期间流入调节变压器每一绕组的电流分布示意图。

在该图中，实线箭头标志表示包括在每一绕组电流中的故障电流分量 I_{EF}， I_{TF}和 I_{VF}虚线箭头标志表示负荷电流分量 I_{E1}， I_{T1}和 I_{V1}。 I_F表示故障电流。在该图中，与图 4 中表示的部分相同者的参

考号也相同。

在诸如短路等内部故障工况下，可认为除了负荷电流分量 I_{E1}，I_{T1} 和 I_{V1} 外故障电流分量 I_{EF}，I_{TF} 和 I_{VF} 流入调节绕组 41a，抽头绕组 42a 和稳定绕组 43a 用来抵消由故障电流 I_F 产生的磁势。

一般地说如图所示故障电流分量大于负荷电流分量，每一调节绕组电流 I_E，抽头绕组电流 I_T 和稳定绕组电流 I_V 具有相同的基本相位且相对于故障电流 I_F 为负相位。

此外，无论匝数比多少每一调节绕组电流 I_E，抽头绕组电流 I_T 与正常工况时的值相比都较大且与正常工况相比非常大的环流电流 I_V 流入稳定绕组。

相应地，每一常规技术使用的电流比 I_E/I_T 和由本发明得到的电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 与正常工况相比增大，此外由于调节绕组电流 I_E 和稳定绕组电流 I_V 基本相位为正，所以进而电流比 $(I_E+I_T)/I_T$ 的值增大。

图 6 为表示在外部故障期间流入调节变压器每一绕组的电流分布的示意图。

在该图中，实线箭头标志表示包括在每一绕组电流中的故障电流分量 I_{TF} 和 I_{VF}，虚线箭头标志表示负荷电流分量 I_{E1}，I_{T1} 和 I_{V1}。在该图中，与图 4 和图 5 中表示的部件相同者的参考号也相同。

在外部故障工况下，可认为除了负荷电流分量 I_{E1}，I_{T1} 和 I_{V1} 外故障电流分量 I_{TF} 和 I_{VF} 流入调节绕组 41a，抽头绕组 42a 和稳定绕组 43a 用来抵消由故障电流 I_F 产生的磁势。

在此情况下，与正常工况类似，电流分布变为抽头绕组电流 I_T 和稳定绕组电流 I_V 抵消由调节绕组电流 I_E 产生的磁势。与正常工

况相比其不同处是流入稳定绕组环流电流 I_V 具有不可忽略的值。

相应地，常规技术中利用的电流比 I_E/I_T 的值大于匝数比，且存在电流比的值变为基本与内部故障时相同的可能。

但是，在由本发明得到的电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 的情况下，利用的调节绕组电流 I_E 的相位和稳定绕组电流 I_V 的相位基本为负相位，因而匝数比与正常工况相比大但与内部故障工况匝数比相比肯定要小。

结果，根据本发明，在适当地根据电流比设定判断值后，可肯定地检测出内部故障。此外，当在上述应用中加入相位信息后，可肯定地检测出内部故障工况。

图 1 是表示根据本发明的移相变压器一实施例的系统图。

图 2 是表示在常规电流相位比较系统中使用的电流比较继电器的特性图。

图 3 是一般移相变压器的系统图。

图 4 是表示在正常工况下的电流分布从而来解释根据本发明的运行的图。

图 5 是表示在内部故障工况下的电流分布从而来解释根据本发明的运行的图。

图 6 是表示在外部故障工况下的电流分布从而来解释根据本发明的运行的图。

图 7 是表示根据本发明的移相变压器的另一实施例的系统图。

图 8 是表示根据本发明的移相变压器的另一实施例的系统图。

下面，参照图示实施例对根据本发明的移相变压器和移相变压器的保护方法的一实施例进行解释。图 1 是以 a 相作为 3 相之一表

示的，与电力系统串联的串联变压器和与电力系统并联的调节变压器的系统图。与图 3 中部件相同者的参考号也相同。

在图 1 中，1*a* 和 2*a* 表示串联变压器 3 和调节变压器 4 与之相连的电力系统 1 和 2 的输电线，3 表示与电力系统 1 和 2 串联的串联变压器，4 表示与电力系统 1 和 2 并联的调节变压器，6 表示根据本发明的移相变压器的保护设备的一部分。

串联变压器 3 由与输电线 1*a* 和 2*a* 串连的串联绕组 31*a*，用来向串联绕组 31*a* 提供电压的励磁绕组 32*a*，以及串联绕组 31*a* 和励磁绕组 32*a* 绕在其上的铁芯(图中未示出)构成。

调节变压器 4 由与输电线 1 和 2 并连的调节绕组 41*a*，用来向串联变压器 3 的串联绕组 31*a* 提供预定电压的抽头绕组 42*a*，接成三角形的稳定绕组 43*a* 以及调节绕组 41*a* 和抽头绕组 42*a* 绕在其上的铁芯(图中未示出)构成。

51*a*，52*a* 和 53*a* 表示电流互感器，这些电流互感器 51*a*，52*a* 和 53*a* 中每个分别检测调节绕组 41*a*，抽头绕组 42*a*，和稳定绕组 43*a* 中的电流。

根据本发明的保护设备 6 根据电流比$(I_E+I_V)/I_T$检测内部故障，该比值是调节绕组电流I_E和稳定绕组电流I_V间的差动电流(I_E+I_V)与由电流互感器 53*a* 和相位检测出的抽头绕组电流I_T之间的比值。

当如上面解释的，用来判断内部故障和外部故障的阈值用η表示时，有：

$$(I_E+I_V)/I_T<\eta \quad \text{.....方程 1}$$

当上述方程 1 满足时，判断为正常工况或外部故障工况。

$(I_E+I_V)/I_T \geqslant \eta$ ..... 方程 2

当上述方程 2 满足时，判断为内部故障工况。

此处阈值 η 可根据相位进行改变。

此外，当 $(I_E+I_V+I_T)/I_T$ 被用作电流比时，也可确定地检测出内部故障工况。下面对以上结论的原因进行解释。

图 5 是表示在内部故障期间流入调节变压器 4 每一绕组的电流分布的示意图。

如上面解释的，在诸如短路等内部故障工况下，可认为调节绕组电流 I_E，抽头绕组电流 I_T 和稳定绕组电流 I_V 具有用来抵消由故障电流 I_F 产生的磁势的分布。

结果，如图所示，调节绕组电流 I_E，抽头绕组电流 I_T 和稳定绕组电流 I_V 的每一相位互相基本相同且相对故障电流 I_F 具有负相位。

此外，无论匝数比大小调节绕组电流 I_E，抽头绕组电流 I_T 的值与正常工况相比增大且与正常工况流入稳定绕组的值相比环流电流 I_V 也具有比较大的值。

相应地，每一常规技术中使用的电流比 I_E/I_T 和本发明使用的电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 与正常工况相比具有较大值且电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 变为大数值。

此外，调节绕组电流 I_E 和抽头绕组电流 I_T 具有同样的相位关系。相应地，电流比 $(I_E+I_V+I_T)/I_T$ 比电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 的值更大。

图 6 是表示在外部故障期间流入调节变压器 4 每一绕组的电流分布的示意图。

在此情况下，与正常工况类似，电流分布为由抽头绕组电流 I_T 和稳定绕组电流 I_V 抵消由调节绕组电流 I_E 产生的磁势。

与正常工况的不同点是大小不能忽略的稳定绕组电流 I_V 流入稳定绕组。

相应地，常规技术中利用的电流比 I_E/I_T 的值大于匝数比，因而存在该值与内部故障工况下的值大小程度基本相同的可能性。

但是，当根据本发明利用电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 时，由于调节绕组电流 I_E 的相位对于稳定绕组电流 I_V 基本为负相位，因而匝数比要大一些但与内部故障工况匝数比相比肯定要小。

此外，调节绕组电流 I_E 的相位与抽头绕组电流 I_T 的相位间的关系变为负相位。结果，电流比 $(I_E+I_V+I_T)/I_T$ 与电流比 $(I_E+I_V)/I_T$ 相比接近于正常工况。

相应地，电流比 $(I_E+I_V+I_T)/I_T$ 在外部故障工况和内部故障工况间(的差别)变得更加明显因而可靠性进一步提高。不过，当抽头绕组电流 I_T 转换为匝数时，抽头绕组的匝数根据运行抽头而变化，例如在利用一半值的匝数时。

接着，将参照图 7 对根据本发明的移相变压器的另一实施例进行解释。在图 7 中，与图 1 所示相同的部件的参考号亦相同。

在图 7 所示的结构中，与图 1 所示相比不同的部分是与电力系统 1 和 2 并联的调节变压器 4 的电压不是取自电力系统 1 的输电线 1a 而是取自串联变压器 3 的串联绕组 31a 的中间处。在此情况下，可根据上述方法检测内部故障。

下面将参照图 8 对根据本发明的移相变压器的另一实施例进行解释。在图 8 中，与图 1 所示相同的部件的参考号亦相同。

在图 8 所示的结构中，与图 1 所示相比不同的部分是与电力系统 1 和 2 并联的调节变压器 4 的抽头绕组的电压供应给与电力系统 1 和 2 并联的主变压器 7 的一次绕组 71*a* 和二次绕组 72*a*。

在此情况下，可根据上述方法检测内部故障。不过，主变压器 7 的电气连接并非特别限定。

在上述实施例中一抽头改变装置与调节变压器 4 的抽头绕组 42*a* 相连。就此抽头转换开关而言，可采用机械开关、半导体开关（晶闸管，光弧晶闸管）。在上述保护方法中，并不限于上述抽头转换开关结构。

当采用机械开关作为抽头转换装置时，与其他开关相比可得到大的电流容量，但是因而也会在转换时在触点产生电弧，因而需要进行定期维护，否则由于移动部分退出（*EXIT*）会造成机械方面的问题增多。

而当采用半导体开关作为抽头转换装置时，可以实现高速控制且由于是无触点执行因而可降低维护频率。

此外，在移相变压器的保护设备中，很难仅仅根据继电器元件检测出变压器内部故障这一判断结果就输出跳闸指令。

但是，基于防止误动或防止误不动的观点，一般要对多个继电器元件的判断结果再进行总体判断，从而向断路器输出跳闸指令。

在本发明中，它涉及上述移相变压器保护设备中的一个继电器部件，对变压器的整个保护设备的结构没有特别限定。

利用根据本发明的移相变压器和移相变压器的保护系统，利用关于构成调节变压器的调节绕组、抽头绕组和稳定绕组的所有绕组的电流信息，换言之，由于至少采用调节绕组电流 I_E 和稳定绕组电

流 I_V 间的差动电流(I_E+I_V)与抽头绕组电流 I_T 的比值的电流比 $(I_E+I_V)/I_T$，或者由于它利用的该电流比大于伴随有铁芯磁饱和的系统故障工况的电流比，因而即使在移相变压器除抽头绕组和调节绕组外还有第三只绕组，也可以确定地检测出内部故障，因而可改善整个保护设备的可靠性。

说　明　书　附　图

图 1

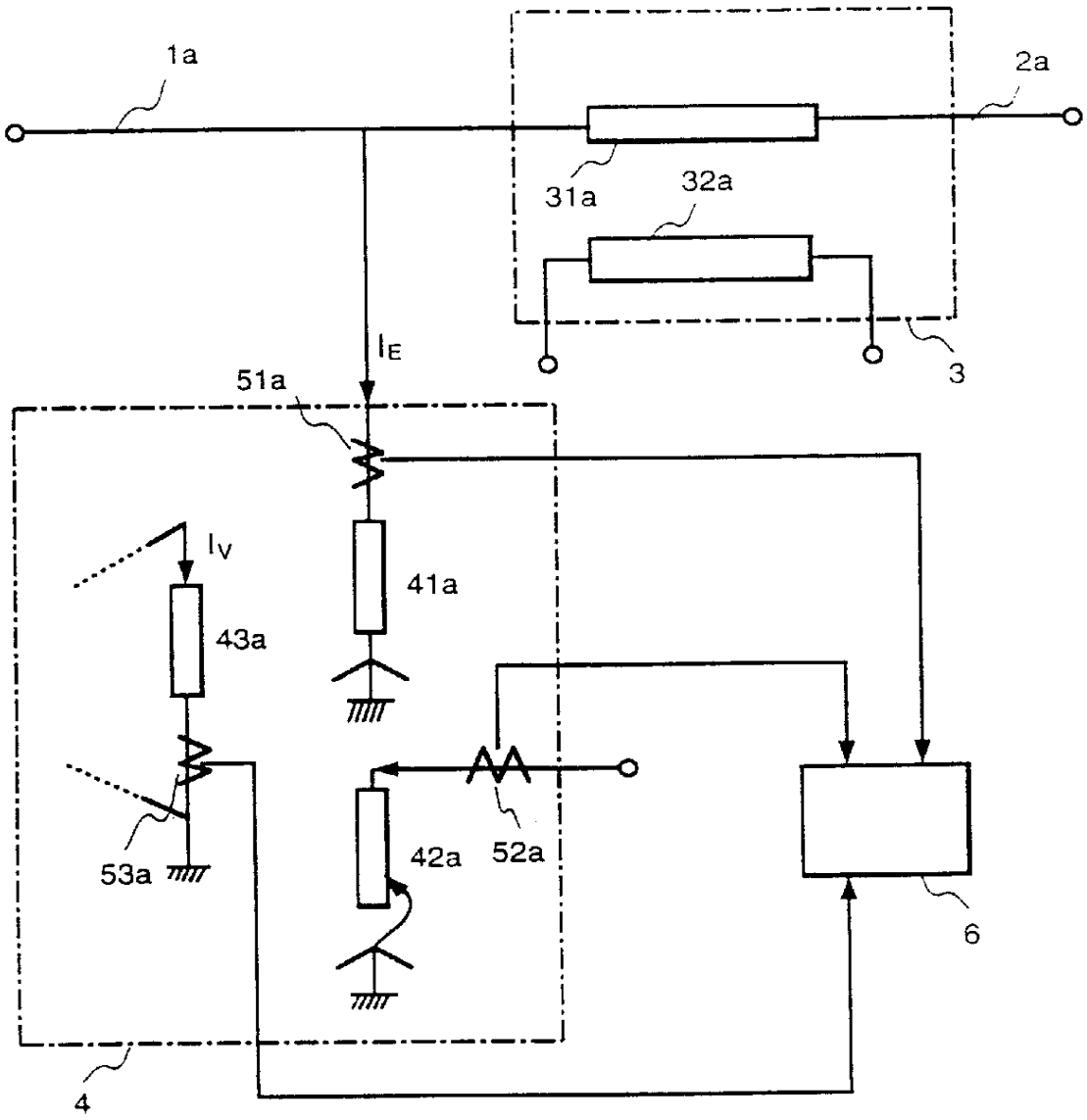


图 2

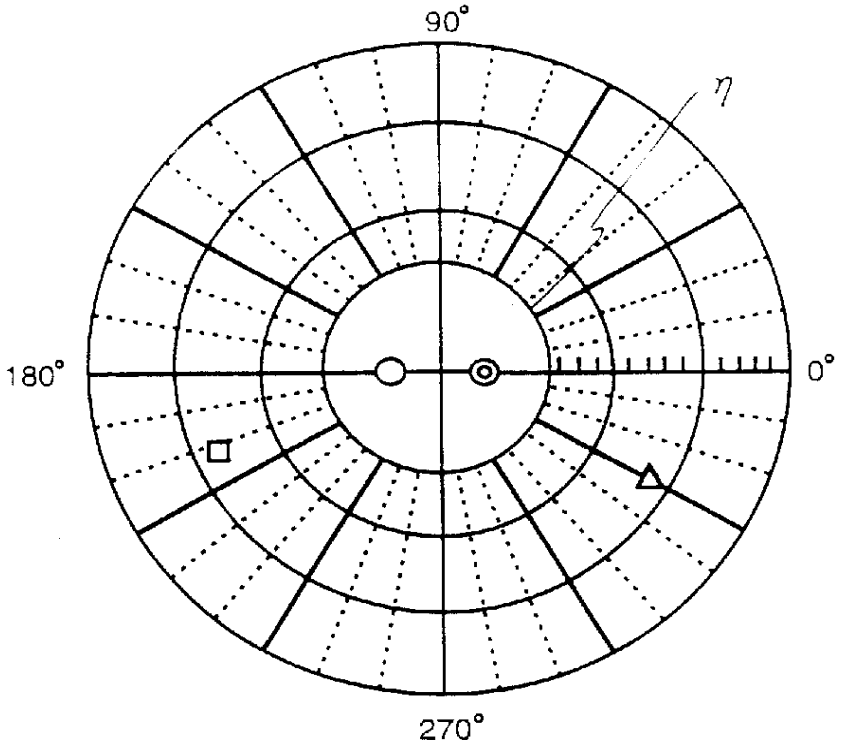


图 3

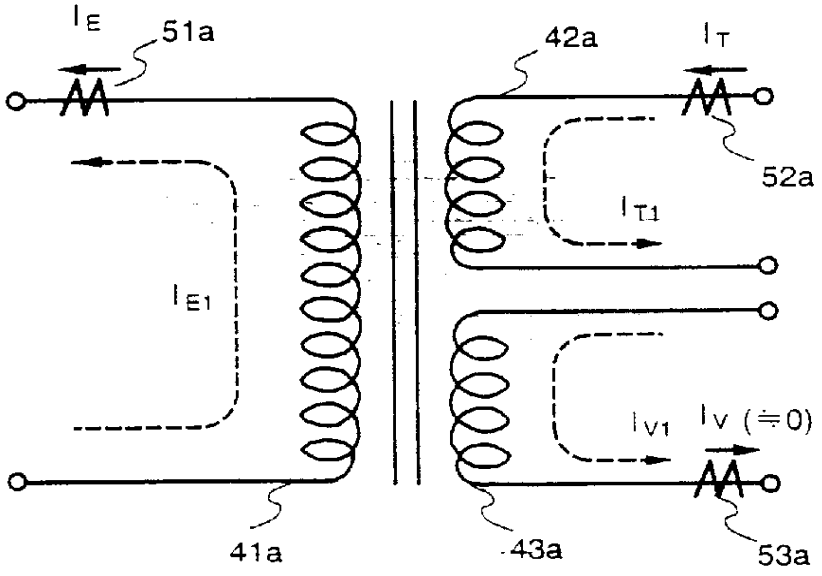


图 4

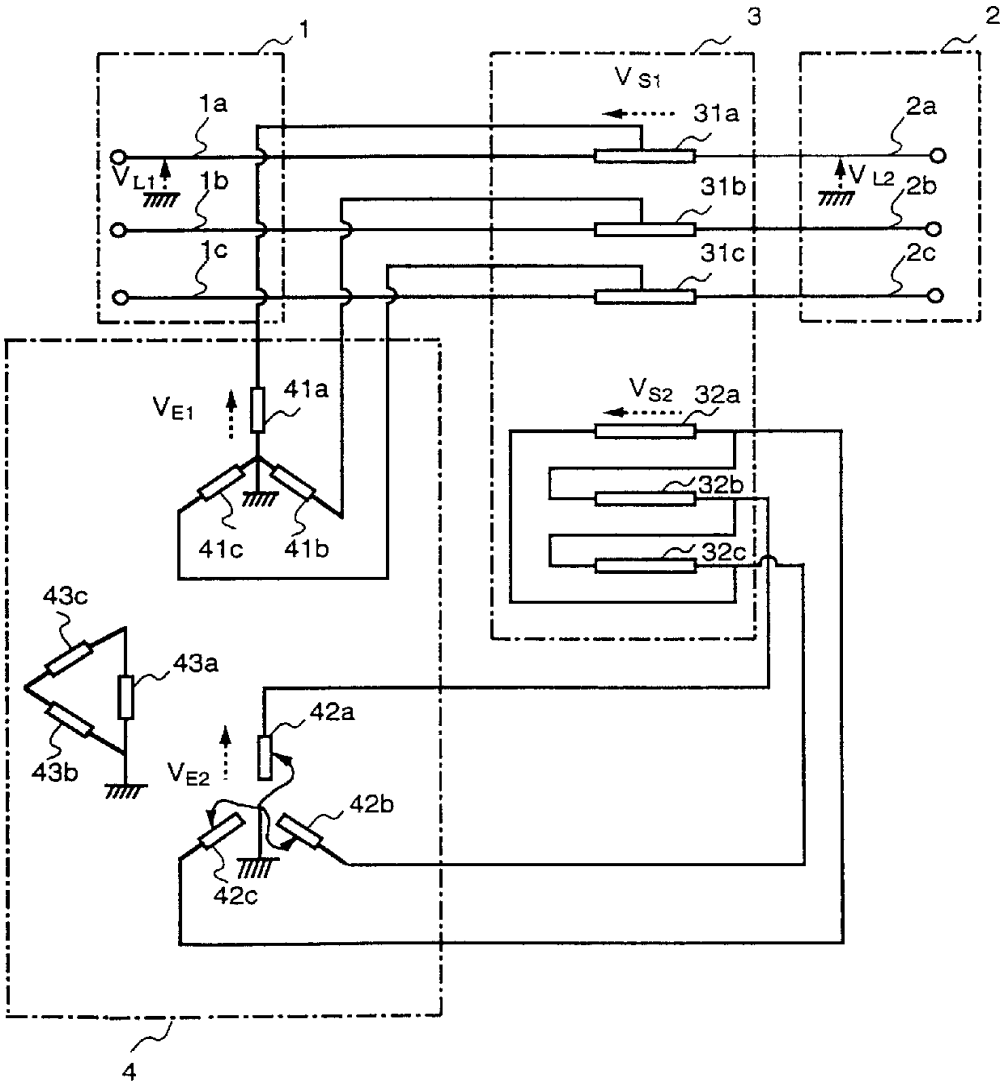

1
3
2
V_{S1}
31a
1a
2a
V_{L1}
1b
V_{L2}
31b
2b
1c
31c
2c
V_{E1}
41a
V_{S2}
32a
32b
41c
41b
32c
43c
43a
42a
43b
V_{E2}
42b
42c
4

图 5

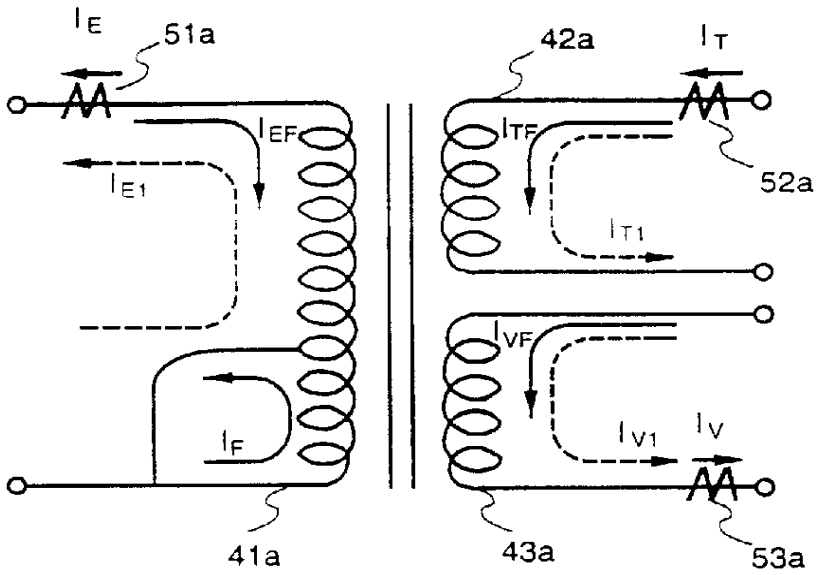

I_E
51a
42a
I_T
I_{EF}
I_{TF}
52a
I_{E1}
I_{T1}
I_{VF}
I_F
I_{V1}
I_V
41a
43a
53a

图 6

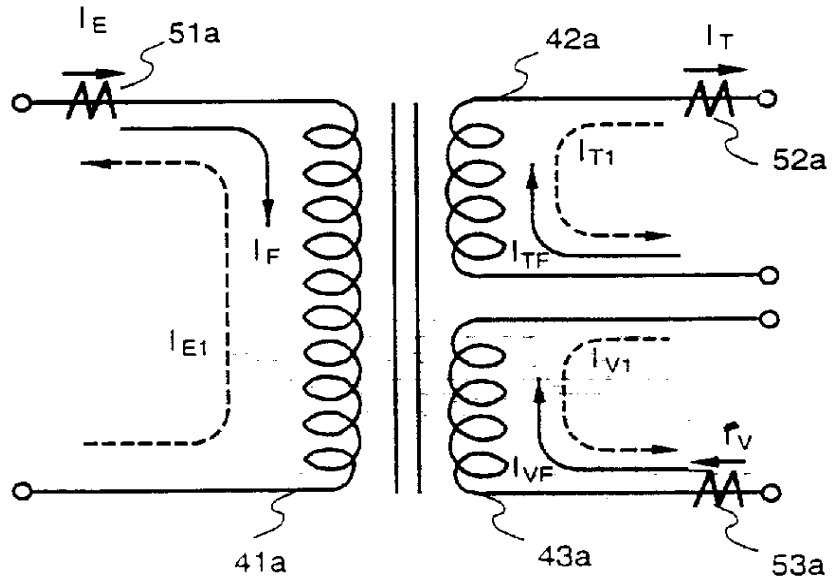

I_E
51a
42a
I_T
I_{T1}
52a
I_F
I_{TF}
I_{E1}
I_{V1}
I_V
I_{VF}
41a
43a
53a

图 7

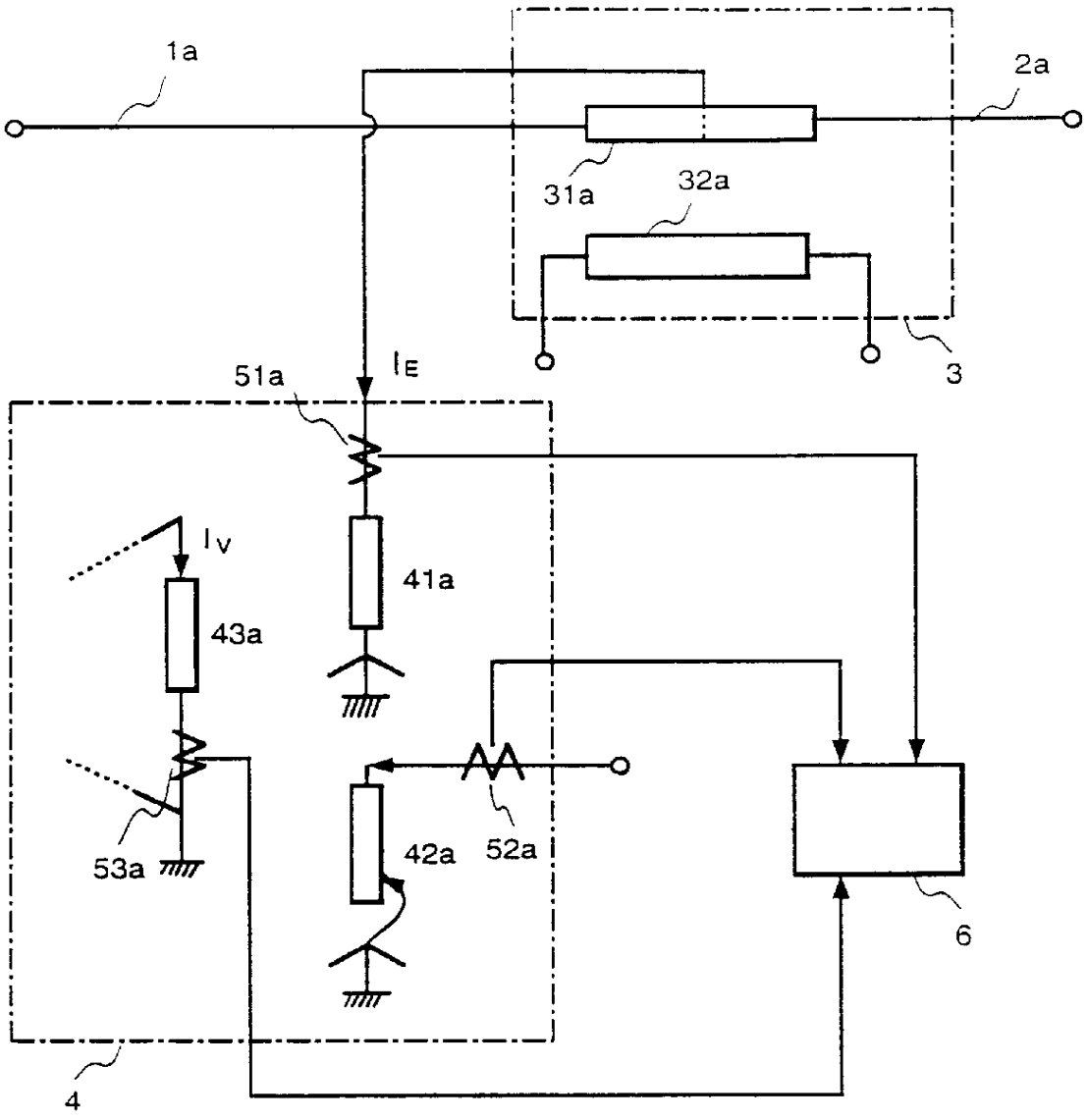


图 8

