(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 101477887 B
(45)授权公告日 2011.03.30

(21)申请号 200810197118.2
(22)申请日 2008.09.26
(73)专利权人 华中科技大学
地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路1037号
专利权人 国网武汉高压研究院
(72)发明人 潘垣 何俊佳 袁召 赵纯 陈乔夫 陈轩恕
(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心 42201
代理人 方放
(51)Int.Cl.
H01F 37/00(2006.01)
H01F 27/28(2006.01)
H01F 27/29(2006.01)
H01F 27/32(2006.01)
审查员 胡晓英

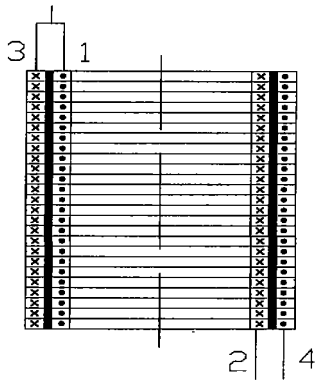
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54)发明名称

空心耦合电抗器

(57)摘要

空心耦合电抗器，属于电抗器装置，解决现有空心耦合电抗器耦合系数小的问题。本发明一种形式由相互独立的三相电抗器构成，每一相电抗器包括耦合线圈、接线板、支柱绝缘子，耦合线圈由内线圈和外线圈组成，内、外线圈的导线绕向相反，绕成空心同轴圆柱形，外线圈绕于内线圈之外，内、外线圈的匝间和层间均绝缘。本发明第二种形式由相互独立的三相电抗器构成，每一相电抗器包括耦合线圈、接线板、支柱绝缘子，每一相电抗器中，内径不同的2个或2个以上所述耦合线圈，由内向外依次嵌套构成嵌套线圈，各层耦合线圈之间均绝缘并具有散热气隙。本发明噪音低，线性度好，机械强度高，有较大的稳定裕度，耦合电抗器各臂之间的耦合度高，漏电抗小。



CN 101477887 B

1. 一种空心耦合电抗器，由相互独立的三相电抗器构成，每一相电抗器包括耦合线圈、接线板、支柱绝缘子；所述耦合线圈由内线圈和外线圈组成，内、外线圈的导线绕向相反，绕成空心同轴圆柱形，外线圈绕于内线圈之外，内、外线圈的匝间和层间均绝缘；内、外线圈输入端、输出端分别与接线板相焊接，输出端接线板用支柱绝缘子支撑，固定在预制的平台上；其特征在于：

每一相电抗器中，具有 3 个所述耦合线圈，第一耦合线圈的内线圈与第二耦合线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第一个臂；第二耦合线圈的内线圈与第三耦合线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第二个臂；第三耦合线圈的内线圈与第一耦合线圈的外线圈串联构成耦合电抗器的第三个臂；三个耦合线圈内线圈的输入端短接，作为公用进线端，三个耦合线圈外线圈的输出端作为三个出线端。

2. 一种空心耦合电抗器，由相互独立的三相电抗器构成，每一相电抗器包括耦合线圈、接线板、支柱绝缘子；所述耦合线圈由内线圈和外线圈组成，内、外线圈的导线绕向相反，绕成空心同轴圆柱形，外线圈绕于内线圈之外，内、外线圈的匝间和层间均绝缘；每一相电抗器中，内径不同的 2 个或 2 个以上所述耦合线圈，由内向外依次嵌套构成嵌套线圈，各层耦合线圈的内线圈输入端、输出端分别短接，构成嵌套线圈内线圈输入端、输出端；各层耦合线圈的外线圈输入端、输出端分别短接，构成嵌套线圈外线圈输入端、输出端；各层耦合线圈之间均绝缘并具有散热气隙；所述嵌套线圈内、外线圈输入端、输出端分别与接线板相焊接，输出端接线板用支柱绝缘子支撑，固定在预制的平台上；其特征在于：

每一相电抗器中，具有 3 个所述嵌套线圈，第一嵌套线圈的内线圈与第二嵌套线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第一个臂；第二嵌套线圈的内线圈与第三嵌套线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第二个臂；第三嵌套线圈的内线圈与第一嵌套线圈的外线圈串联构成耦合电抗器的第三个臂，三个嵌套线圈内线圈的输入端短接，作为公用进线端，三个嵌套线圈外线圈的输出端作为三个出线端。

空心耦合电抗器

技术领域

[0001] 本发明属于电抗器装置，特别涉及紧密耦合的空心耦合电抗器。

背景技术

[0002] 随着电力系统联网的不断加强，系统的短路容量越来越大，超过断路器的开断能力。故障电流限流开断是一种选择。传统的限流电抗器串联在电力系统中，即使在电力系统正常工作时，电抗器也表现为很大的阻抗，大大降低系统的输送能力和稳定性。分裂电抗器是一种中间抽头的水泥电抗器，使用时中间端子接电源，首末端子接负载。正常工作时，分裂电抗器两臂电流方向相反，而两臂线圈绕向相同，由于互感的影响，电抗器每臂的有效电感较小，产生的压降也不大。当一臂所串联的阻抗发生短路故障，另一臂通过正常工作电流或者断开时，小电流臂对短路臂的互感影响可以忽略，从而短路臂呈现较大的电感，表现出明显的限流作用。

[0003] 目前分裂电抗器普遍采用同轴结构，由三相构成，每一相包括上下放置、相互耦合的两个线圈，彼此间只有轴向的部分磁通相互耦合；而由于轴向为空气磁路磁导率小，导致两线圈间的耦合系数小。如市售大多分裂电抗器的耦合系数为0.3，少数厂家采用国外先进技术，使耦合系数增大到0.5左右。若采用市售分裂电抗器，则在系统正常运行时，耦合电抗器仍会引入相当大的阻抗。同时，传统的分裂电抗器受到设计结构的限制，每一相中无法实现两臂以上线圈的耦合，也进一步限制了其应用范围。

发明内容

[0004] 本发明提供的空心耦合电抗器，解决现有空心耦合电抗器耦合系数小的问题，实现电抗器每一相各臂间的耦合度高，漏电抗小。

[0005] 本发明的一种空心耦合电抗器，由相互独立的三相电抗器构成，每一相电抗器包括耦合线圈、接线板、支柱绝缘子，其特征在于：

[0006] 所述耦合线圈由内线圈和外线圈组成，内、外线圈的导线绕向相反，绕成空心同轴圆柱形，外线圈绕于内线圈之外，内、外线圈的匝间和层间均绝缘；

[0007] 内、外线圈输入端、输出端分别与接线板相焊接，输出端接线板用支柱绝缘子支撑，固定在预制的平台上。

[0008] 所述的空心耦合电抗器，其特征在于：

[0009] 每一相电抗器中，具有3个所述耦合线圈，第一耦合线圈的内线圈与第二耦合线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第一个臂；第二耦合线圈的内线圈与第三耦合线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第二个臂；第三耦合线圈的内线圈与第一耦合线圈的外线圈串联构成耦合电抗器的第三个臂；三个耦合线圈内线圈的输入端短接，作为公用进线端，三个耦合线圈外线圈的输出端作为三个出线端。

[0010] 本发明的另一种空心耦合电抗器，由相互独立的三相电抗器构成，每一相电抗器包括耦合线圈、接线板、支柱绝缘子，其特征在于：

[0011] 所述耦合线圈由内线圈和外线圈组成，内、外线圈的导线绕向相反，绕成空心同轴圆柱形，外线圈绕于内线圈之外，内、外线圈的匝间和层间均绝缘；

[0012] 每一相电抗器中，内径不同的 2 个或 2 个以上所述耦合线圈，由内向外依次嵌套构成嵌套线圈，各层耦合线圈的内线圈输入端、输出端分别短接，构成嵌套线圈内线圈输入端、输出端；各层耦合线圈的外线圈输入端、输出端分别短接，构成嵌套线圈外线圈输入端、输出端；各层耦合线圈之间均绝缘并具有散热气隙；

[0013] 所述嵌套线圈内、外线圈输入端、输出端分别与接线板相焊接，输出端接线板用支柱绝缘子支撑，固定在预制的平台上。

[0014] 所述的空心耦合电抗器，其进一步特征在于：

[0015] 每一相电抗器中，具有 3 个所述嵌套线圈，第一嵌套线圈的内线圈与第二嵌套线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第一个臂；第二嵌套线圈的内线圈与第三嵌套线圈的外线圈串联构成耦合电抗器第二个臂；第三嵌套线圈的内线圈与第一嵌套线圈的外线圈串联构成耦合电抗器的第三个臂，三个嵌套线圈内线圈的输入端短接，作为公用进线端，三个嵌套线圈外线圈的输出端作为三个出线端。

[0016] 本发明采用三相独立结构，每相电抗器可以包括一个耦合线圈或者嵌套线圈，耦合线圈或者嵌套线圈的内、外线圈输入端短接，构成公用的进线端，耦合线圈或者嵌套线圈的内、外线圈输出端为两个出线端。耦合线圈或者嵌套线圈无金属紧固连接；耦合线圈或者嵌套线圈内线圈输入端、输出端与外线圈输入端、输出端各自组成单独支路，即为一个耦合电抗器的臂，内、外两组线圈组成耦合电抗器的双臂，当耦合电抗器流过电流时，双臂电流产生方向相反的磁通。

[0017] 嵌套线圈由多个同轴心耦合线圈组成，所以耦合度极高。嵌套线圈将所需导线截面分成许多绝缘的小截面导线多股平行绕制，可以进一步降低匝间电压，并能满足电抗器线圈分数匝的要求；线圈涡流和漏磁损耗明显减少，还具有节能特点。

[0018] 空心耦合电抗器每一相电抗器具有 3 个所述耦合线圈时，每一相公用进线端与每个出线端各自组成单独支路，即为耦合电抗器的一个臂，三组内、外串联线圈组成耦合电抗器的三个臂，即每个臂分为两个线圈串联，分别与另外两个臂的两个串联线圈中的一个紧密耦合。当三个臂中电流完全相等时，三个臂中电流产生的磁通，在三个耦合线圈或者嵌套线圈内相互抵消。当一个臂中电流为零时，另外两个臂呈现出 50％的自电感，限制通过该线圈的电流；当两个臂电流为零时，剩余的一个臂呈现出 100％的自电感，限制通过该线圈的电流。

[0019] 本发明采用三相独立结构，噪音低，机械强度高，有较大的稳定裕度，可以耐受高短路电流的冲击。正常工作时能够促使各线圈中电流均分，从而相互耦合的线圈间磁通相互抵消，电抗器仅表现为很小的漏电感；当流过耦合电抗器各臂电流严重不对称（如部分支路通过短路电流，而其它支路通过正常工作电流或无电流时）时，耦合电抗器表现为很大的感抗，限制故障短路电流。该耦合电抗器，由于没有铁心，不存在铁磁饱和，故线性度好；耦合电抗器各臂之间的耦合度高，漏电抗小。

附图说明

[0020] 图 1(A) 为本发明的耦合线圈内线圈和外线圈示意图；

[0021] 图 1(B) 为本发明的耦合线圈内线圈和外线圈位置关系俯视图；

[0022] 图 1(C) 为本发明的耦合线圈剖视图；

[0023] 图 2(A) 为本发明两个耦合线圈由内向外依次嵌套构成嵌套线圈的结构示意图；

[0024] 图 2(B) 为图 2(A) 的剖视图；

[0025] 图 3(A) 为本发明三相电抗器垂直排列方式；

[0026] 图 3(B) 为本发明三相电抗器垂直“L”形排列方式；

[0027] 图 3(C) 为本发明三相电抗器水平直线排列方式；

[0028] 图 3(D) 为本发明三相电抗器水平正三角形排列方式；

[0029] 图 4 为本发明每一相电抗器包括 3 个耦合线圈或者嵌套线圈的连接方式示意图。

具体实施方式

[0030] 如图 1(A) 所示，本发明的耦合线圈由内线圈和外线圈组成，内、外线圈的导线绕向相反，绕成空心同轴圆柱形。内线圈输入端 1、内线圈输出端 2，外线圈输入端 3、外线圈输出端 4，每个线圈只有单层绕组，未采用分裂绕组绕法。

[0031] 如图 1(B) 所示，1-2、3-4 为相互耦合的两个线圈，内、外两线圈采取径向套绕的绕线方式，两线圈绕线方向相反，如图 1(A) 中，内线圈 1-2 为顺时针绕，外线圈 3-4 为逆时针绕。根据线圈所在系统的电压等级确定线圈的匝间绝缘以及层间绝缘的绝缘耐压等级；为降低对层间绝缘的要求，规定两线圈电流流向都为从输入端流向输出端，即从 1 流向 2，从 3 流向 4，或都为从输出端流向输入端；这样保证在轴向处于同一位置或位置接近的线匝间，电压尽量小。由于两线圈绕向相反，在两线圈通过大小相等的电流时，两线圈产生的磁通相互抵消。

[0032] 耦合线圈采用铝（铜）质导线绕制，缠绕玻璃纤维后再由环氧树脂浸透，经过固化形成整体。

[0033] 如图 2(A)、图 2(B) 所示，电抗器的一相由内层耦合线圈、外层耦合线圈组成，每个耦合线圈均由内线圈和外线圈构成。

[0034] 内层耦合线圈内线圈输入端 5，内层耦合线圈内线圈输出端 6，内层耦合线圈外线圈输入端 7，内层耦合线圈外线圈输出端 8，外层耦合线圈内线圈输入端 9，外层耦合线圈内线圈输出端 10，外层耦合线圈外线圈输入端 11，外层耦合线圈外线圈输出端 12。

[0035] 内、外层耦合线圈的内线圈为逆时针绕制，内、外层耦合线圈的外线圈为顺时针绕制；

[0036] 其中内、外层耦合线圈的内线圈输入端 5、9，输出端 6、10 分别短接，内、外层耦合线圈的外线圈输入端 7、11，输出端 8、12 分别短接，

[0037] 顺时针绕向的内线圈 5-6、9-10 与逆时针绕向的外线圈 7-8、11-12，径向嵌套间隔排列，即从圆心向外的绕组依次为内层耦合线圈的内线圈 5-6、外线圈 7-8，外层耦合线圈的内线圈 9-10、外线圈 11-12。

[0038] A、B、C 三相电抗器可根据具体场地要求，采取如图 3(A) ～ 3(D) 所示的各种排列方式。

[0039] 图 3(A) 为 A、B、C 三相电抗器垂直排列方式；

[0040] 图 3(B) 为 A、B、C 三相电抗器垂直“L”形排列方式；

[0041] 图 3(C) 为 A、B、C 三相电抗器水平直线排列方式；

[0042] 图 3(D) 为 A、B、C 三相电抗器水平正三角形排列方式。

[0043] 如图 4 所示，每一相电抗器包括 3 个图 1(A)、(B)、(C) 所示的耦合线圈，其中，第一耦合线圈的内线圈输入端 13、输出端 16，第二耦合线圈的内线圈输入端 14、输出端 17，第三耦合线圈的内线圈输入端 15、输出端 18；第一耦合线圈的外线圈输入端 19、输出端 20，第二耦合线圈的外线圈输入端 21、输出端 22，第三耦合线圈的外线圈输入端 23、输出端 24。

[0044] 第一耦合线圈的内线圈 13-16 与第二耦合线圈的外线圈 21-22 串联构成耦合电抗器一个臂；第二耦合线圈的内线圈 14-17 与第三耦合线圈的外线圈 23-24 串联构成耦合电抗器一个臂；第三耦合线圈的内线圈 15-18 与第一耦合线圈的外线圈 19-20 串联构成耦合电抗器的一个臂。每个臂由两个线圈串联组成。每个臂的两个线圈分别与其它两个臂的一个线圈紧密耦合，例如，内线圈 13-16 和外线圈 19-20 耦合；内线圈 14-17 和外线圈 21-22 耦合；内线圈 15-18 和外线圈 23-24 耦合。

[0045] 每一相电抗器也可以包括 3 个图 2(A)、(B) 所示的嵌套线圈，各嵌套线圈之间的连接方式亦如图 4 所示。

[0046] 每一相电抗器的三个耦合线圈或嵌套线圈可根据具体场地要求，采取如图 3(A) ～ 3(D) 所示的各种排列方式。

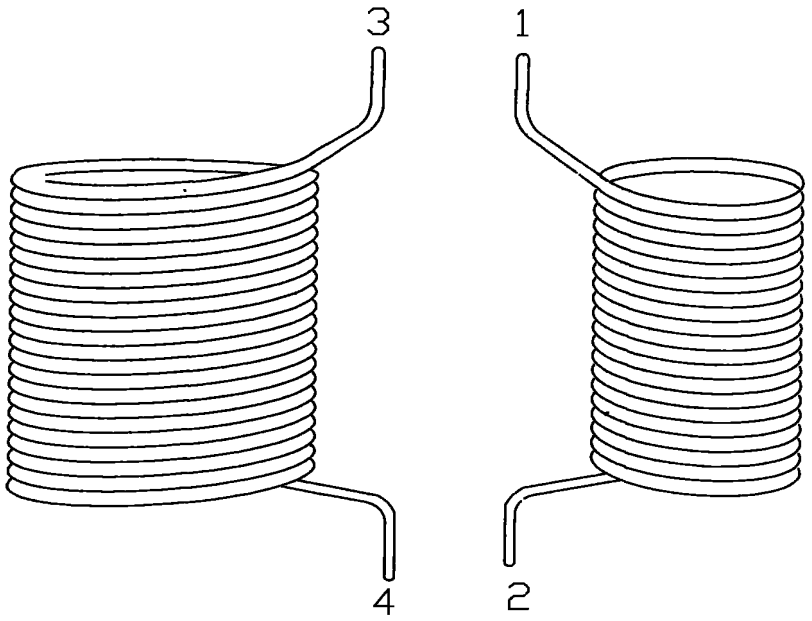


图 1(A)

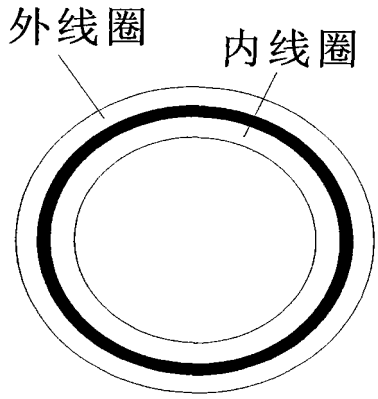


图 1(B)

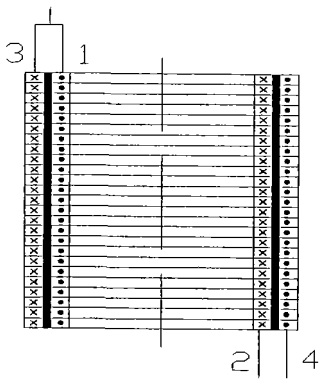


图 1(C)

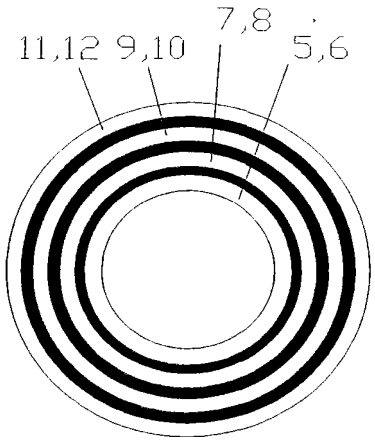


图 2(A)

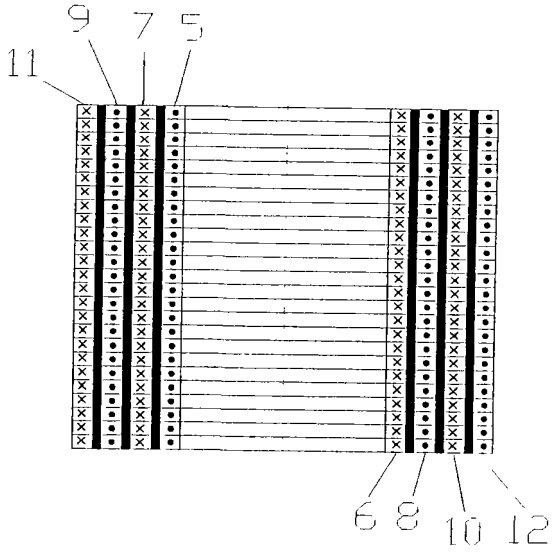


图 2(B)

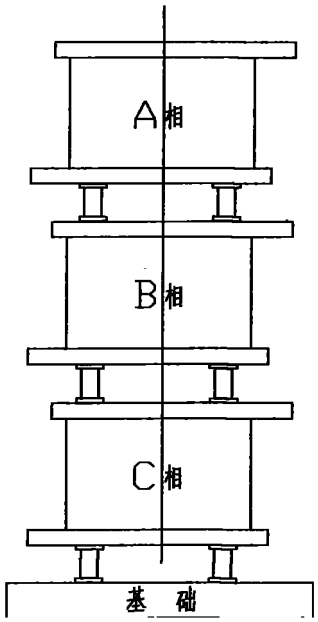


图 3(A)

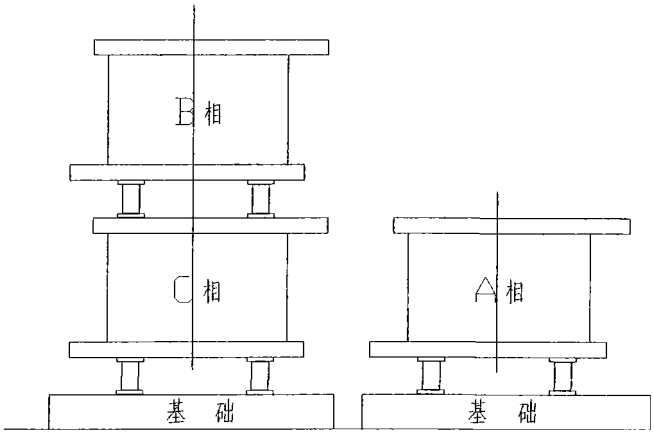


图 3(B)

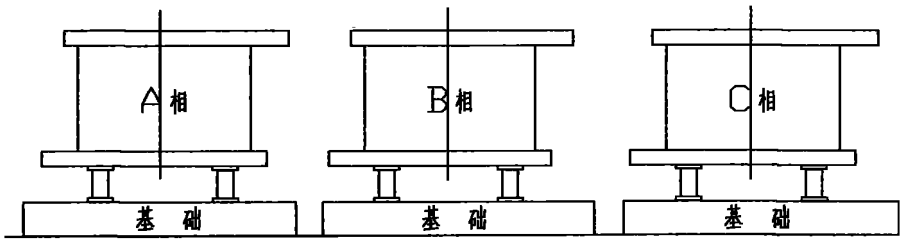


图 3(C)

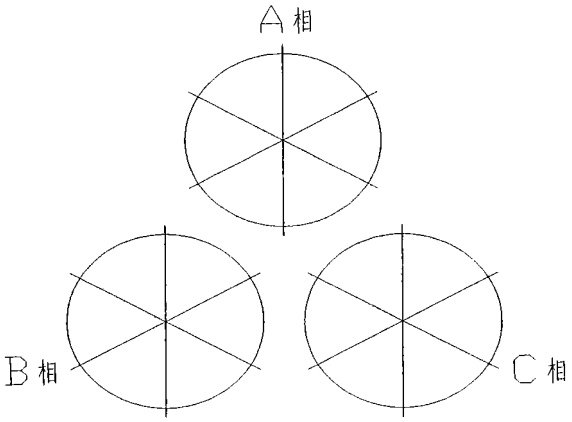


图 3(D)

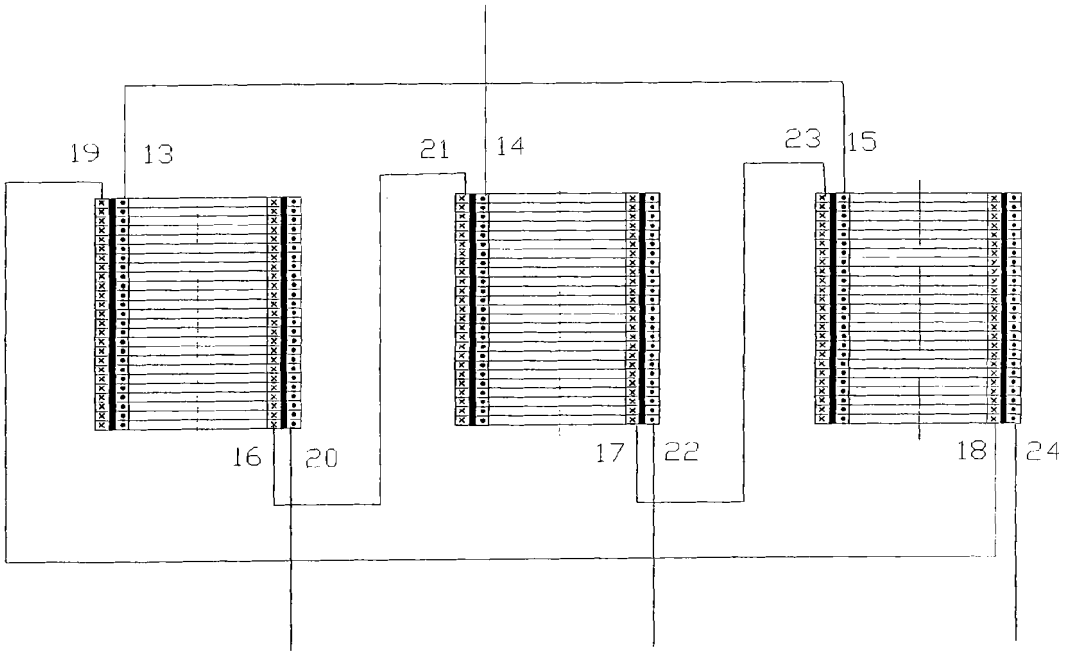


图 4