



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101548348 B

(45) 授权公告日 2011.09.28

(21) 申请号 200680056291.X

(22) 申请日 2006.11.06

(85) PCT申请进入国家阶段日
2009.05.04

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2006/068132 2006.11.06

(87) PCT申请的公布数据
W02008/055538 EN 2008.05.15

(73) 专利权人 ABB 研究有限公司
地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 斯特凡·伊斯拉埃尔松坦佩
彼得·勒夫格伦 彼得·洛金
比约恩·雅各布松

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227
代理人 潘士霖 孝春晖

(51) Int. Cl.

H01F 27/02(2006.01)

H01F 27/08(2006.01)

H01F 27/28(2006.01)

(56) 对比文件

US 1955313A, 1934.04.17, 全文.

FR 932212A, 1948.03.16, 全文.

US 4032873A, 1977.06.28, 全文.

JP 平4-142717A, 1992.05.15, 全文.

审查员 韩伟

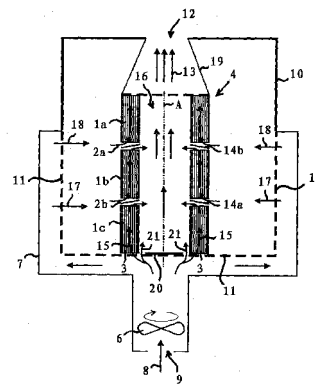
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于干式空芯电抗器的冷却系统

(57) 摘要

提供一种用于干式空芯电抗器的冷却系统。具有绕组 (1a-1c) 的自然空气冷却的空芯电抗器 (4) 包括至少第一开放空间 (3), 以使空气与电抗器 (4) 的对称轴 (A) 平行地流过绕组 (1a-1c); 以及与第一开放空间 (3) 交叉的至少第二开放空间 (2a, 2b), 以使空气与对称轴 (A) 成角度地流过绕组 (1a-1c)。以使强制空气流的第一部分 (15) 进入第一 (3) 或第二 (2a, 2b) 开放空间中的一个的方式, 将产生强制空气流 (15, 17, 18, 21) 的通风单元 (6, 7) 布置到空芯电抗器 (4); 以及相对于第一 (3) 和第二开放空间 (2a, 2b) 的交叉处来布置至少一个引导元件 (14a), 以使强制空气流的第一部分 (15) 离开且使强制空气流的第二部分 (17) 进入第一 (3) 或第二 (2a, 2b) 开放空间中的一个。



1. 一种用于干式空芯电抗器 (4) 的冷却系统, 其中, 所述电抗器 (4) 包括围绕空芯 (16) 的绕组 (1a-1c ; 24a-24d), 所述电抗器 (4) 包括:

- 第一开放空间 (3), 使空气与所述电抗器的对称轴 (A) 平行地流过所述绕组 (1a-1c ; 24a-24d), 以及

- 与所述第一开放空间 (3) 交叉的第二开放空间 (2a, 2b), 使空气与所述对称轴 (A) 成角度地流过所述绕组 (1a-1c ; 24a-24d), 以及

- 其中, 所述冷却系统包括:

- 通风单元 (6, 7 ; 25, 26), 用于产生强制空气流 (15, 17, 18, 21 ; 30), 其中, 所述强制空气流的第一部分 (15 ; 40) 进入所述第一开放空间 (3) 或所述第二开放空间 (2a, 2b) 中的一个,

- 至少一个引导元件 (14a ; 36b), 所述至少一个引导元件相对于第一开放空间 (3) 和所述第二开放空间 (2a, 2b) 的交叉处被布置, 以使所述强制空气流的所述第一部分 (15 ; 40) 离开且使所述强制空气流的第二部分 (17) 进入所述第一开放空间 (3) 或所述第二开放空间 (2a, 2b) 中的一个,

其特征在于,

- 遮挡元件 (23) 布置在所述第一开放空间 (3) 和所述第二开放空间 (2a, 2b) 的另一交叉处, 使得基本没有空气能够离开或进入所述第一开放空间或第二开放空间中的一个。

2. 根据权利要求 1 所述的冷却系统, 其中, 所述通风单元 (6, 7) 在所述绕组 (1a-1c) 外生成所述强制空气流 (15, 17, 18, 21), 且所述至少一个引导元件 (14a) 将所述强制空气流的所述第一部分 (15) 引导到所述空芯 (16)。

3. 根据权利要求 1 所述的冷却系统, 其中, 所述通风单元 (25, 26) 在所述空芯 (16) 内生成所述强制空气流 (30), 且所述至少一个引导元件 (36b) 将所述强制空气流的所述第一部分 (40) 引导到所述绕组 (1a-1c) 的外部。

4. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的冷却系统, 其中, 所述强制空气流被基本上封闭的空间 (10 ; 27) 包围, 所述空间 (10 ; 27) 主要留下一个用于新鲜空气 (15, 17, 18, 21 ; 30) 进入所述封闭的空间 (10 ; 27) 的入口 (11 ; 28), 以及另一个用于用过的空气 (13 ; 31) 离开所述封闭的空间 (10 ; 27) 的出口 (12 ; 29)。

5. 根据权利要求 4 所述的冷却系统, 进一步包括至少一个出口遮挡单元 (19 ; 34), 以防止强制空气直接流到所述出口 (12 ; 29) 而不进入所述第一开放空间 (3) 或第二开放空间 (2a ; 2b)。

6. 根据权利要求 4 所述的冷却系统, 进一步包括至少一个入口遮挡单元 (20 ; 35), 以防止用过的空气流回所述入口 (11 ; 28)。

7. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的冷却系统, 其中, 所述第二开放空间 (2a, 2b) 垂直于所述对称轴 (A) 布置。

8. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的冷却系统, 其中, 所述通风单元包括管单元 (7 ; 26) 和布置在所述管单元 (7 ; 26) 内的风扇 (6 ; 25)。

9. 一种用于将具有自然空气冷却的空芯电抗器 (4) 转变成具有强制空气冷却的空芯电抗器 (4) 的方法, 其中, 所述空芯电抗器 (4) 包括

- 围绕空芯 (16) 的绕组 (1a-1c ; 24a-24d),

• 第一开放空间 (3), 使空气与所述电抗器 (4) 的对称轴 (A) 平行地流过所述绕组 (1a-1c ;24a-24d), 以及

• 与所述第一开放空间 (3) 交叉的第二开放空间 (2a, 2b), 使空气与所述对称轴 (A) 成角度地流过所述绕组 (1a-1c ;24a-24d),

其中, 所述方法包括以下步骤:

• 布置通风单元 (6, 7 ;25, 26), 以产生朝向所述空芯电抗器 (4) 的强制空气流 (15, 17, 18, 21 ;30), 使得所述强制空气流的第一部分 (15 ;40) 进入所述第一开放空间 (3) 或第二开放空间 (2a, 2b) 中的一个,

• 相对于所述第一开放空间 (3) 和所述第二开放空间 (2a, 2b) 的交叉处来布置至少一个引导元件 (14a ;36b), 以使所述强制空气流的所述第一部分 (15 ;40) 离开且使所述强制空气流的第二部分 (17) 进入所述第一开放空间 (3) 或所述第二开放空间 (2a, 2b) 中的一个,

其特征在于, 包括以下步骤:

• 将遮挡元件 (23) 布置到在所述第一开放空间 (3) 和所述第二开放空间 (2a, 2b) 的另一交叉处, 使得基本没有空气能够离开或进入所述第一开放空间或第二开放空间中的一个。

用于干式空芯电抗器的冷却系统

[0001] 本发明涉及用于干式空芯电抗器的冷却系统以及用于将具有自然空气冷却的空芯电抗器转换成具有强制空气冷却的空芯电抗器的方法。

[0002] 在今天的电力传输和分配系统中,电抗器用来将感抗引入到相对应的电路中。电抗器还可称为感应器。其主要组件是绝缘线的线圈,其可以围绕磁性材料的芯即铁芯缠绕或者可以以内部没有磁性材料的空芯体即空芯圆柱或空芯立方体的形式构造。后一组电抗器被称为空芯电抗器。

[0003] 例如,在电力系统中将空芯电抗器用作用来滤除传输到电网的电流中的不期望谐波的滤波电抗器,用来补偿由长的轻负载传输线产生的容性无功功率的分流电抗器,用于限制直接接地网络的线对地电流的中性接地电抗器,或者用于限制短路电流的限流电抗器。

[0004] 在电力系统的高压和高电流情况下使用的空芯电抗器的绕组产生相当高的热量。因此,需要适当的冷却以降低电抗器线圈中的温度,从而最小化损耗并避免绝缘材料的热老化。

[0005] 可以通过使冷却液中的电抗器线圈绝缘,或者使空气沿线圈绕组流过来提供空芯电抗器的冷却。空气冷却电抗器也称为干式电抗器。在已知的干式空芯电抗器中,使用自然对流以提供所需的热传递。

[0006] 在市场上可用的空芯电抗器的一般设计中,线圈的绕组被隔离件分成多个封装。隔离件可与电抗器的对称轴平行放置或者在与电抗器的对称轴成角度的方向上放置,如在日本 JP4142717 的专利摘要中公开的实例以及如在图 1 的截面图中所示的那样。图 1 的空芯电抗器是空芯圆柱形且具有垂直对称轴 A。平行于对称轴 A,隔离件 3 被插入三个绕组封装 1a、1b 和 1c 的每个中,从而创建多条路径以使空气在平行于轴 A 的方向上穿过。以下这些路径被称为第一开放空间 3 或平行空间。通过插入垂直于对称轴 A 的两个隔离件来实现三个绕组封装 1a、1b 和 1c。这些隔离件产生第二开放空间 2a 和 2b 或者所谓的成角度空间 (angular space)。此处,空气可在垂直于轴 A 的方向上在绕组封装 1a-1c 之间穿过。

[0007] 在诸如 HVDC 电力传输系统的电力系统技术的最新发展中,空芯电抗器适用于与 AC/DC 转换器连接,在某些情况下这意味着所需绕组封装数量的增加。这再次增加了充分冷却绕组的要求。

[0008] 因此,本发明的一个目的在于提供一种用于分别具有增加的绕组圈数或者增加的电抗器芯长度的干式空芯电抗器的冷却系统。

[0009] 本发明基于以下事实的认识:自然对流导致在远离地的垂直方向上流动的气流。在空芯电抗器以垂直于地的对称轴放置的情况下空气流动的方向可以主要为平行于对称轴,或者在空芯电抗器以平行于地的对称轴放置的情况下空气流动的方向可以主要为垂直方向。因此,空气主要流过成角度空间或平行空间。在这两种情况下,电抗器绕组的热被流动的空气吸收,因此气流的温度随着与地的距离的增加而升高。

[0010] 仿真已经显示出在诸如开关站的户外环境下自然空气冷却特别充分地工作,但是仅在不大于电抗器芯的特定长度或者电抗器绕组的特定宽度的情况下,这与对称轴对地的

定向相对应。特别地,最高部分处于超过过热点的危险之中以及通常过热。

[0011] 进一步的分析显示出如果电抗器放置在室内环境中,由于电抗器附近新鲜空气量有限,因此情况会恶化。

[0012] 可根据 US1, 955, 313 通过在绕组之间使用偏转隔板来将加热的空气从较低的线圈引导到公共中央开口,从而其可在向上方排放而不接触较高处线圈来解决在包括彼此安装于其上的三个绕组的电抗器中较高匝处温度较高的问题。因此,较高匝可以像位于绕组底部附近的匝一样通过从外部进入并流入中央开口的冷空气来通风。另外还建议了强制通风。

[0013] 本发明的主要构思在于确保空芯电抗器附近的所有可用的新鲜空气都能用于冷却目的。

[0014] 本发明的目的通过提供一种用于干式空芯电抗器的冷却系统和一种用于将具有自然空气冷却的空芯电抗器转变成具有强制空气冷却的空芯电抗器 (4) 的方法来实现。在所述冷却系统中,电抗器包括围绕空芯的绕组,电抗器包括:第一开放空间,使空气与电抗器的对称轴平行地流过绕组,以及与第一开放空间交叉的第二开放空间,使空气与对称轴成角度地流过绕组,以及,该冷却系统包括:通风单元,用于产生强制空气流,其中,强制空气流的第一部分进入第一开放空间或第二开放空间中的一个,至少一个引导元件,至少一个引导元件相对于第一开放空间和第二开放空间的交叉处被布置,以使强制空气流的第一部分离开且使强制空气流的第二部分进入第一开放空间或第二开放空间中的一个,遮挡元件布置第一开放空间和第二开放空间的另一交叉处,使得基本没有空气能够离开或进入第一开放空间或第二开放空间中的一个。在所述方法中,空芯电抗器包括围绕空芯的绕组,第一开放空间,使空气与电抗器的对称轴平行地流过绕组,以及与第一开放空间交叉的第二开放空间,使空气与对称轴成角度地流过绕组,其中,该方法包括以下步骤:布置通风单元,以产生朝向空芯电抗器的强制空气流,使得强制空气流的第一部分进入第一开放空间或第二开放空间中的一个,相对于第一开放空间和第二开放空间的交叉处来布置至少一个引导元件,以使强制空气流的第一部分离开且使强制空气流的第二部分进入第一开放空间或第二开放空间中的一个,包括以下步骤:将遮挡元件布置到在第一开放空间和第二开放空间的另一交叉处,使得基本没有空气能够离开或进入第一开放空间或第二开放空间中的一个。

[0015] 为了确保尽可能多的新鲜空气用于冷却目的,提供强制空气冷却系统。该冷却系统包括产生强制空气流的通风单元。以使强制空气流的第一部分进入第一或第二开放空间中的一个的方式,将冷却系统布置到电抗器。相对于第一和第二开放空间之间的多个交叉处之一布置至少一个引导元件,以使强制空气流的第一部分离开且使强制空气流的第二部分进入第一或第二开放空间中的一个。根据本发明,提供遮挡元件并将其布置在第一和第二开放空间的另一交叉处,使得基本上没有空气可以离开或进入第一或第二开放空间中的一个。该遮挡元件支持绕组内部空气流的一般方向。通过引导和遮挡元件的适当组合,可以实现绕组内的最优化空气流。

[0016] 该至少一个引导元件引导空气交换,被使用过的较热的空气被迫离开绕组,新鲜且较冷的空气被允许进入。空芯越长或者绕组越宽,则可在绕组内部布置的第一和第二开放空间以及相应的引导元件就越多,从而确保直到绕组最高部分的充分冷却。

[0017] 在本发明的实施例中,通风单元在绕组外生成强制空气流,使得在空芯外存在较高的空气压力。压力差使得新鲜空气将通过相对于对称轴的定向平行或成角度的开放空间进入空芯。因此,至少一个引导元件被用来在平行或成角度开放空间的交叉处改变新鲜空气的方向,使得新鲜空气不到达空芯,而是折向交叉的开放空间中。同时引导元件阻止用过的较热的空气通过并引导其折向空芯中。

[0018] 在本发明的另一实施例中,通风单元在空芯内部生成强制空气流,从而在芯的内部生成较高的空气压力。因此,引导元件被布置成实现反方向的空气流,并将强制空气流的第一和较热的部分引导到绕组的外部。

[0019] 强制空气冷却特别适合于室内目的以及自然对流被损坏的其它情况。根据本发明的另一实施例,冷却空气被基本上封闭的空间包围,该封闭空间主要留下一个用于新鲜空气进入封闭空间的入口和另一个用于使用过的空气离开封闭空间的出口。入口和出口中的每一个都可以是外壳壁中的一个孔或者是多个小孔,或者网格。通过使用若干引导元件,对反复交换的用过的空气和新鲜空气进行引导,并最优化了外壳中可用的冷却空气的使用,这在有限空间和有限的冷却空气量的情况下特别有利。

[0020] 在电抗器周围的封闭空间的情况下,有利地提供至少一个出口遮挡单元以防止强制空气直接流到出口而不进入第一或第二开放空间中的一个,从而进一步最优化用于冷却目的的封闭空间内空气的使用。

[0021] 封闭空间解决方案的另一有利实施例是提供至少一个入口遮挡单元以防止用过的空气流回入口。相反,仅允许用过的空气流到出口,以没有不必要的延迟地离开封闭空间。

[0022] 通风单元优选地包括管单元和布置在管单元内部的扇,该管单元将强制空气流引导到电抗器附近。

[0023] 现在参照附图通过实例来说明本发明:

[0024] 图 1 示出已知干式空芯电抗器的截面;

[0025] 图 2 示出图 1 的已知电抗器被转换成具有外部强制空气冷却和相对应的冷却系统的空芯电抗器;

[0026] 图 3 示出电抗器和包括附加遮挡元件的冷却系统;以及

[0027] 图 4 示出图 1 的已知电抗器被转换成具有内部强制空气冷却和相对应的冷却系统的空芯电抗器。

[0028] 图 1 所示的圆柱形空芯电抗器 4 已被描述为利用自然空气冷却的干式空芯电抗器的现有技术。其对称轴 A 垂直于地布置,使得自然空气对流发生在方向 5 上,即与对称轴 A 平行。自然空气流通过空芯以及通过第一开放空间 3 在方向 5 上流动。

[0029] 在图 2 中可看到电抗器 4 如何装配有冷却系统,其中冷却系统包括风扇 6 和管单元 7 以及两个引导元件 14a 和 14b。电抗器 4 位于基本上封闭的室 10 内,其在侧部和底部具有入口 11。入口 11 作为多个小孔来实现。除此之外,室 10 包括在室 10 的顶部呈一个孔的形式的出口 12,使得用过的空气 13 可以以与自然对流将引起的方向相同的方向离开室 10。因此,在空芯 16 内部和第一开放空间 3 内部产生从电抗器 4 的一侧(即底部)向电抗器 4 的相对侧(即顶部)流动的基本统一的空气流。风扇 6 被布置在管单元 7 的内部,且二者一起形成位于室 10 外部的通风单元。新鲜空气 8 可通过入口 9 进入管单元 7。

[0030] 冷却系统如下工作。风扇 6 产生的强制空气 15、17、18 和 21 通过其入口 11 进入室 10。因此,在绕组 1a-1c 外部的空气压力高于空芯 16 内部的空气压力。强制空气的第一部分 15 进入电抗器绕组封装 1c 中的第一开放空间 3。然后,强制空气的第一部分 15 通过第一开放空间 3 在与对称轴 A 平行的方向上向第二开放空间 2b 流动。当第一部分 15 到达第一和第二开放空间 3 和 2b 的交叉处时,引导元件 14a 强制当时已被加热且用过的空气改变其方向,并使其离开进入空芯 16。引导元件 14a 和 14b 每个基本上均具有圆锥台的外表面的形状。在图 2 的情况下,外部压力高于电抗器 4 的内部压力,引导元件 14a 和 14b 以圆锥台的较短边远离地面呈现的方式布置。

[0031] 作为空芯 16 和绕组外部之间压力差的结果,进入室 10 的强制空气的其它部分 17 和 18 倾向于在第二空间 2a 和 2b 的方向上流动,这将允许强制空气进入空芯 16 内的较低压力区。但当强制空气的第二部分 17 进入第二开放空间 2b 时,引导元件 14a 强迫改变其方向并使其进入绕组封装 1b 内的第一开放空间 3。用过的空气离开和新鲜空气 18 进入第一开放空间 3 的顺序在绕组封装 1b 和 1a 之间的引导元件 14b 处重复。

[0032] 为了防止新鲜空气在进入第一开放空间 3 或空芯 16 之前离开室 10,在电抗器 4 的顶部布置帽 19,帽 19 封闭最高电抗器绕组的外边缘与出口 12 之间的开放空间。在电抗器 4 底部,盖 20 被用来防止空芯 16 中用过的空气流回室 10 的入口 11。盖 20 仅留下较小开口用于使新鲜空气 21 在其底部进入空芯 16。新鲜空气的该部分 21 用来冷却邻近于空芯 16 的内部绕组。

[0033] 图 3 中电抗器 22 的冷却系统包括与图 2 中所示相同的部件。另外,使用了遮挡元件 23,该遮挡元件 23 基本上具有以对称轴 A 作为公共内轴的两个嵌套环的形式。电抗器 22 包括四个而不是三个绕组封装,其中引导元件 14b 和 14a 分别位于最外部绕组封装 24a 与 24b 以及 24d 与 24c 之间。遮挡元件 23 布置在内部绕组封装 24b 与 24c 之间,以保持内部绕组封装 24b 和 24c 的第一开放空间内的主要空气流。不同电抗器类型中引导元件和遮挡元件的最适当布置可以通过例如仿真和 / 或测试来得到。

[0034] 图 4 中也示出了图 1 的电抗器,但其装配有冷却系统的另一实施例。在图 4 中,风扇 25 布置在管单元 26 内部,管单元 26 延伸到空芯 16 的内部。室 27 基本上封闭电抗器 4,该室 27 包括用于使强制空气和新鲜空气 30 进入室 27 的一个入口 28;以及用于使用过的空气 31 离开室的在室 27 顶部处呈多个孔形式的一个出口 29。管单元 26 主要包括两个部件,室 27 外部的一个外部部件 38 和空芯 16 内部的一个内部部件 39。外部部件 38 具有使新鲜空气 33 进入的入口 32,其中入口 32 位于室 27 外部。在空芯 16 内部,管单元 26 拥有使强制空气进入室 27 的多个孔,从而在空芯 16 内部产生比电抗器绕组 1a-1c 的外部更高的空气压力。位于顶部的盖 34 和位于空芯 16 底部的盖 35 防止强制空气和新鲜空气在进入第一开放空间 3 之前离开空芯。底盖 35 仅留下两个区域打开:用于强制空气 30 的第一部分 40 进入到第一开放空间 3 的入口和用于强制空气 30 的其余部分流入管单元 26 的内部部件 39 的入口 32。强制空气可以离开空芯 16 以遵循压力差的仅有的开口是第二开放空间 2a 和 2b。在第二开放空间 2a 和 2b 中,分别布置引导元件 36a 和 36b,其引导进入第二开放空间 2a 和 2b 的用过的空气以及强制空气改变方向。因此,用过的空气离开第一开放空间 3,且强制空气进入第一开放空间 3。引导元件 36a 和 36b 也基本具有圆锥台的外表面的形状。但是在图 4 的情况中,外部压力小于电抗器 4 的内部压力,引导元件 36a 和 36b 以

使圆锥台的较短边朝向地面呈现的方式布置。

[0035] 图 1 至图 4 的所有实施例均示出电抗器 4 或 22 的对称轴 A 垂直于地布置。根据本发明还有可能以 90 度以外的其它角度来布置电抗器 4 或 22。

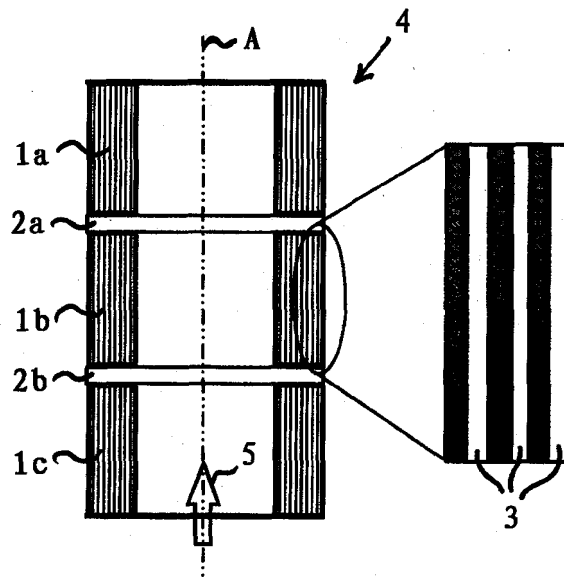


图 1

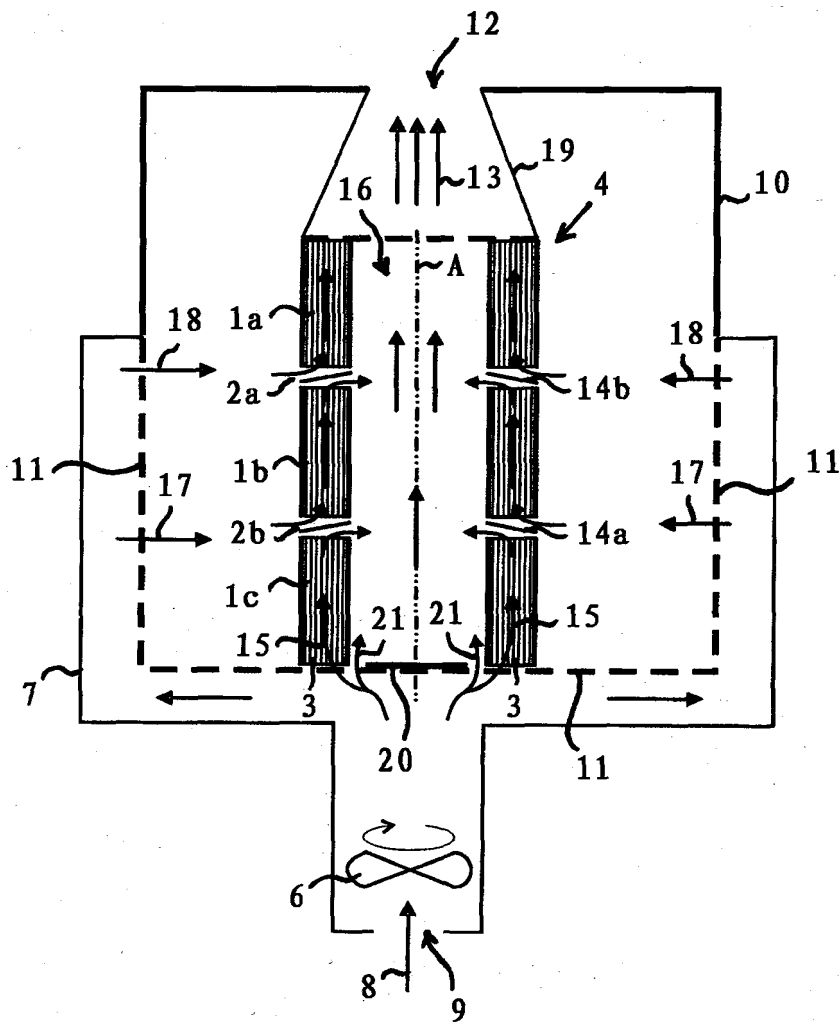


图 2

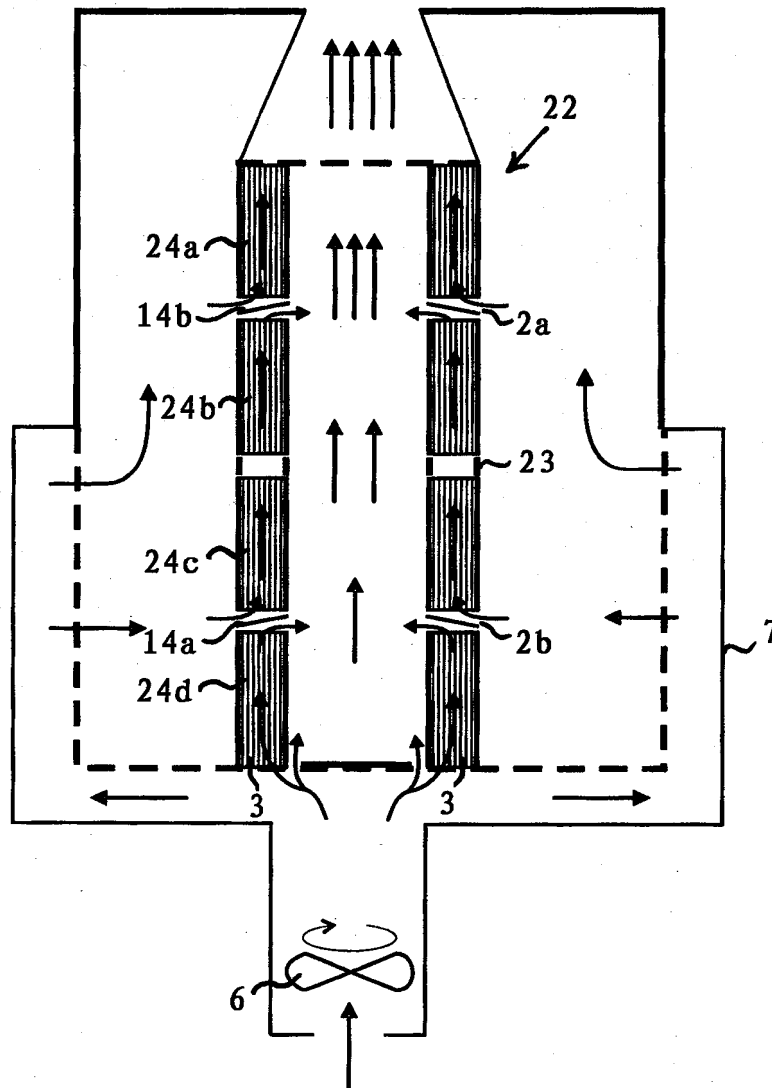


图 3

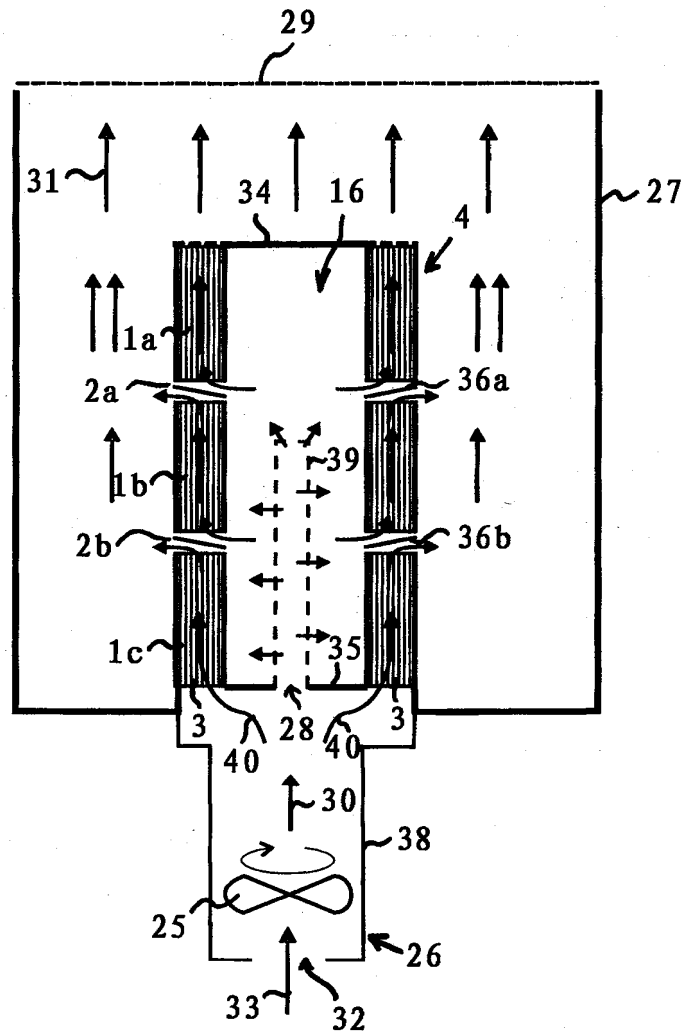


图 4