



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102055256 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 201010541305. 5

(22) 申请日 2010. 11. 05

(30) 优先权数据

09013958. 5 2009. 11. 06 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 H·斯蒂斯达尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 薛峰 梁冰

(51) Int. Cl.

H02K 1/20(2006. 01)

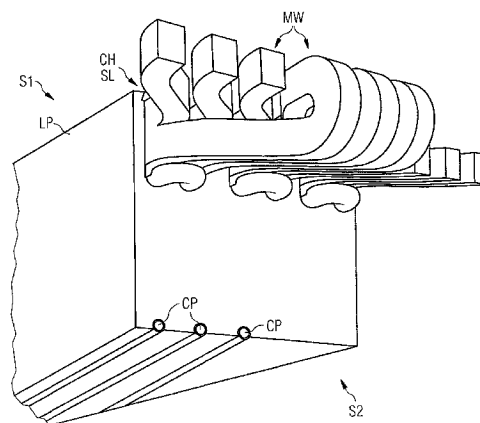
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于冷却发电机的布局结构

(57) 摘要

本发明涉及用于冷却发电机的布局结构。该布局结构涉及包含转子和定子的发电机。定子包含至少两个定子区段。定子区段中的至少一个包含多个堆叠叠层板(LP)。堆叠叠层板(LP)在第一侧(S1)包含多个缝槽(SL),而堆叠叠层板的第一侧(S1)与转子对齐。缝槽(SL)支持定子线圈的金属绕组(MW)。至少一个中空冷却管(CP)被部分地集成到所述定子区段的所述堆叠叠层板(LP)中,以通过冷却介质冷却其叠层板(LP),冷却介质被置于所述冷却管中。



1. 用于冷却发电机的布局结构,其用在风力涡轮机内,
其中,所述发电机包括定子和转子,所述定子包含至少两个定子区段,
其中,所述定子区段中的至少一个包含多个堆叠叠层板 (LP),
其中,所述堆叠叠层板 (LP) 在第一侧包含多个缝槽 (SL),而所述堆叠叠层板的第一侧 (S1) 与所述转子对齐。

其中,所述缝槽 (SL) 支持定子线圈的金属绕组 (MW),
其特征在于,

至少一个中空冷却管 (CP) 被部分地集成到定子区段的堆叠叠层板 (LP) 中,以通过冷却介质冷却其叠层板 (LP),冷却介质被置于冷却管中。

2. 根据权利要求 1 所述的布局结构,其特征在于所述部分集成的冷却管 (CP) 以如下方式设计,即使得定子区段和冷却管 (CP) 的交换被允许。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的布局结构,其特征在于所述部分集成的冷却管 (CP) 位于所述堆叠叠层板 (LP) 的第二侧上,而第二侧 (S2) 是与第一侧 (S1) 相对的。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的布局结构,其特征在于所述冷却管 (CP) 包含用于所述冷却介质的入口连接和出口连接,

而且,所述冷却介质经由所述入口连接以第一温度进入所述冷却管 (CP),以及

而且,所述冷却介质经由所述出口连接以第二温度离开所述冷却管 (CP),所述第二温度比第一温度热。

5. 根据权利要求 4 所述的布局结构,其特征在于每个定子区段包含至少一个冷却管 (CP),其专用于该定子区段。

6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的布局结构,其特征在于所述发电机包含常规换热器,其通过各自的入口连接和出口连接连接到用于所述定子区段中的每一冷却管。

7. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的布局结构,其特征在于所述发电机包含多个换热器,同时每一换热器通过各自的冷却管入口连接和出口连接被连接到专用定子区段的冷却管。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的布局结构,其特征在于热传递化合物被布置在所述冷却管 (CP) 和所述堆叠叠层板 (LP) 之间。

9. 根据权利要求 1-8 中任一项所述的布局结构,其特征在于所述冷却管包含多个 U 形弯,其在所述定子区段中被成形和布置成使得所述冷却管 (CP) 中感应的电压被减少。

10. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的布局结构,其特征在于所述冷却管是支持结构的一部分,所述支持结构被构造成支持所述定子区段的所述叠层板。

11. 根据权利要求 10 所述的布局结构,其特征在于所述冷却管包含螺纹,其被构造成至少拧紧所述堆叠叠层板。

12. 根据权利要求 11 所述的布局结构,其特征在于所述冷却管包含一个或更多个支持凸缘,它们优选被焊接到所述冷却管。

13. 根据权利要求 1 所述的布局结构,其特征在于所述发电机包含外部转子和内部定子,或者

所述发电机被用作风力涡轮机的直接传动发电机。

14. 根据权利要求 1 所述的布局结构,其特征在于所述冷却介质是液体。

15. 根据权利要求 14 所述的布局结构,其特征在于所述冷却介质是液体,和/或液体冷却介质包括防冻剂或油。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的布局结构,其特征在于所述冷却管(CP)由非磁性材料制成,优选地,由不锈钢制成。

用于冷却发电机的布局结构

技术领域

[0001] 本发明涉及用于冷却发电机的布局结构（或称装置），其优选用在风力涡轮机中。

背景技术

[0002] 在风力涡轮机中的发电机操作期间，磁场从转子被感应。该转子包含永磁铁或线绕磁极，将磁场感应到定子核心和定子线圈内。这导致感应电流产生，其在定子核心和定子线圈中产生显著的热。

[0003] 额外的涡流有助于产生热。当导体暴露于因导体和磁场力的相对运动而产生的变化磁场中时，涡流被产生。涡流也会因磁场随时间的变化而产生。

[0004] 这些涡流形成磁场，其相对置于定子组件和转子组件之间的期望磁场。这导致涡流损耗。

[0005] 该涡流损耗可以达到显著水平，尤其是对于大型电机（如风力涡轮机中的直接传动发电机）而言。因此转子效率被减少。

[0006] 进一步地，由涡流产生的热会导致定子组件中温度上升。

[0007] 典型的定子包含堆叠叠层板，其由金属制成。例如，这些叠层板是从一张铁板中冲出的。

[0008] 图 9 示出了已知叠层板的形状，其是发电机中的定子的一部分。

[0009] 叠层板 LP 的第一侧被对准到空气间隙，该空气间隙处于发电机的定子和转子之间。在第一侧 S1 处，有多个缝槽 SL。这些缝槽优选是从叠层板 LP 中冲出的。

[0010] 多个叠层板 LP 将被堆叠成使得这些缝槽 SL 在这堆叠层板 LP 内形成通道 CH。这些通道 CH 支持定子线圈的金属绕组 MW。

[0011] 每一金属绕组 MW 由导体 CON 形成，其被导体隔离物 CONI 围绕。每一缝槽 SL 示出了缝槽隔离衬 SIL，以隔离金属绕组 MW。

[0012] 在缝槽 SL 的每一顶端上有凹进部 RC。该凹进部 RC 被构造成支持楔形件 WDG。通过该楔形件，插入的金属绕组 MW 被保持就位。

[0013] 如果该电机正在工作，那么热被产生。热主要由定子的金属绕组 MW 产生。由于存在热，因此金属绕组 MW 的隔离可能被损坏，所以绕组的温度需要被冷却下来，以便实现电机的预定寿命。

[0014] 已知有各种布局结构和方法被用来冷却大型电机。非常常见的一种就是在电机内部循环像空气一样的气态介质。例如，这种气态介质由换热器保持冷却。

[0015] 这种方法的缺点在于需要大型的气体到空气或气体到水的换热器。进一步地，还需要额外的功率来循环冷却介质。

[0016] 另一种常见的方法是用液体冷却剂在定子侧面上循环，其中该定子侧面并不邻近或面对空气间隙。因此热从金属绕组通过传导传递到叠层板以及从叠层板通过传导传递到冷却介质。

[0017] 这一方法的缺点在于：由于叠层铁具有中等的导热率，因此在定子绕组和冷却介

质之间将存在可观的温度梯度。因此它很难维持绕组的温度低于所要求的最大值。

[0018] 另一种常见的方法是在中空铜棒中引入液态或气态介质。这些棒被安装在定子线圈的绕组之下,或者通过焊接将它们连接到堆叠叠层板的后侧。这些铜棒超过叠层板的通道。

[0019] 这一方法的缺点在于需要许多接缝用于电连接以及用于中空铜棒的连接。所以这一方法仅仅被用于非常大的发电机。

[0020] 另一个缺点在于:冷却管被暴露于与线圈绕组相同的电磁场,因此将在由金属制成的冷却管中感应出电压。

[0021] 文献 US 20050067904A 中公开了另一种方法。这里,由铁制成的定子叠层包括处于定子侧面上的 C 形缝槽,其指向远离转子的方向。冷却管被插入所述缝槽中,而且这些管被变形成配合到 C 形通道中。

[0022] 这一方法的缺点在于:冷却管的变形可能会导致这些管中出现小的裂缝。这些裂缝可随时间扩大,例如由于腐蚀,环境影响或材料特性。因此这些裂缝随后将会导致泄漏。

[0023] 这种方法的另一缺点在于,如果在大型电机中使用该方法,那么将增加冷却管的长度。在该例中,冷却管被成形为像长的“蛇形线”。冷却液在其流过长蛇形线期间被加热。因此定子的包含蛇形线主体部分的节段不会被充分地冷却。进一步地,例如,在由铁制成的定子叠层内将出现温度梯度。

发明内容

[0024] 因此,本发明的目的是要提供一种改善的用于发电机的冷却布局结构,尤其是用于大型发电机(例如风力涡轮机中的直接传动发电机)的冷却布局结构。

[0025] 这一目的是通过权利要求 1 的特征实现的。进一步地,本发明的构型是从属权利要求的主题。

[0026] 所发明的布局结构涉及发电机,其包含转子和定子。定子包含至少两个定子区段。这些定子区段中的至少一个包含多个堆叠叠层板。这些堆叠叠层板在第一侧包含多个缝槽绝,而这些堆叠叠层板的第一侧被对齐到转子。这些缝槽支持定子线圈的金属绕组。至少一个中空冷却管被部分地集成到定子区段的堆叠叠层板中,以便通过冷却介质冷却它的叠层板,其中冷却介质被设置成处于冷却管中。

[0027] 该定子被划分成区段。优选地,该部分集成的冷却管以如下方式设计,即:允许至少一个定子区段和专用的冷却管的交换。

[0028] 由于冷却管表面的主要部分被集成到定子中,因此冷却管表面与定子区段呈紧密接触。因此该热传递被增加。这确保了专用区段的最佳冷却。

[0029] 由于冷却管的位置以及由于用于冷却管的材料,使得定子区段中的涡流在冷却管周围被消除。

[0030] 由于减少或消除了涡流,因此只有很少的热被产生。

[0031] 优选地,部分集成的冷却管在相对于第一侧的第二侧上穿透这些堆叠叠层板。因此冷却管与定子区段呈紧密接触,以改善冷却。

[0032] 优选地,冷却管被充注有冷却介质,同时冷却管是冷却系统的一部分。因此,冷却介质被用于定子区段的主动冷却。

[0033] 优选地,这些冷却管被充注有液体冷却,例如,如水。优选是使用水,而防冻剂或油可被加到水中。防冻剂例如为乙二醇,二甘醇或丙二醇。例如,矿物油、硅油或氟代烃油可被用作油剂。因此,可用适当的液体冷却介质来确保期望的冷却范围。

[0034] 优选地,冷却介质在冷却管的分离的“冷”入口进入冷却管中,并在分离的“热”出口离开冷却管。因此定子的冷却可以被冷却介质的固定流动控制。

[0035] 优选地,每一定子区段包括至少一个冷却管,而每一冷却管包含分离的冷入口和分离的热出口。

[0036] 优选地,发电机包括一个常规冷却装置,例如,如换热器。所有必须的冷却管的每一冷入口和每一热出口被连接到这一常规换热器。由于在冷却管和换热器之间形成了这一短的连接管线,因此确保改善了发电机的冷却。各个定子区段的冷却并不会受到其他定子区段的冷却的影响。因此实现了每个单一区段的更均匀有效的冷却。

[0037] 优选地,发电机包含两个或更多个冷却装置,例如,如换热器。每一分离的冷却装置经由冷却管的入口/出口连接到专用定子区段。} 因此,改善专用区段的冷却被实现。

[0038] 进一步地,该冷却被分成多个较小的冷却单元,因此减少了机械复杂性。

[0039] 优选地,冷却管由非磁性材料制成。由于(一个或多个)冷却管并不形成叠层板内磁路的一部分,因此也减少了热的产生。

[0040] 优选地,冷却管由金属制成。因此它能被用来有效地将热从叠层板传递到冷却介质。

[0041] 优选地,冷却管由不锈钢制成。因此,冷却管是非常强健耐用的,而且避免了腐蚀。因此,保证了整个发电机具有长寿命。

[0042] 优选地,热传递化合物被布置在所述冷却管和所述堆叠叠层板之间。因此确保了叠层板和冷却系统之间最大的热传递。

[0043] 优选地,冷却管示出了多个 U 形弯(hairpin bend),其处于堆叠叠层板的缝槽或通道中。它们被设计和构造成使得由旋转的转子感应到冷却管中的电压被减少。

[0044] 因此仅有最少的过热会出现在冷却管中。

[0045] 优选地,冷却管是被用来支持定子区段元件的结构的一部分。因此减少了用于机械构造和支承的装置。尤其地,叠层板是通过冷却管的帮助而被固定的。

[0046] 进一步地,要保证这些结构之间紧密的物理和/或热连接,以最优化热传递。

[0047] 优选地,冷却管包含管上的螺纹部分。它们被用来施加螺栓,以拧紧定子各侧。这是一种将定子叠层板拧紧在一起的有效方法,而且还保证必须的这些螺栓可被重拧紧。

[0048] 优选地,冷却管包含一个或更多个支持凸缘,其例如通过焊接而被连接在所述管上。因此,能在机器制造期间构建支持结构。

附图说明

[0049] 现在将在附图的帮助下更详细地描述本发明。这些附图示出了一些示例,但并不因此限制本发明布局结构的范围。

[0050] 图 1 示出了本发明冷却布局结构的一部分,

[0051] 图 2 以侧视图示出了根据本发明的叠层板,

[0052] 图 3 参考图 1 和图 2 示出了本发明布局结构的一部分的 3D 视图,

- [0053] 图 4 示意性地图解说明了根据本发明的第一优选构型，
- [0054] 图 5 示意性地图解说明了根据本发明的第二优选构型，
- [0055] 图 6 和图 7 示出了堆叠叠层板，它们在冷却管的帮助下被固定，以被用在本发明的布局结构中，
- [0056] 图 8 图解说明了冷却管 CP 相对于叠层板的位置，和
- [0057] 图 9 示出了在介绍中描述的已知的叠层板。

具体实施方式

[0058] 图 1 示出了本发明冷却布局结构的一部分，多个叠层板 LP 被堆叠。每一叠层板 LP 示出了多个缝槽 SL。由于堆叠，这些缝槽 SL 形成了多个通道 CH，它们被用来支持定子线圈的金属绕组 MW。

[0059] 这些堆叠叠层板 LP 是定子区段的一部分。这些堆叠叠层板 LP 示出了第一侧 S1，其与发电机的转子对齐。这些缝槽 SL 位于这个第一侧 S1 上。

[0060] 至少一个冷却管 CP 被部分集成到堆叠叠层板 LP 中。部分集成的冷却管 CP 在堆叠叠层板 LP 的第二侧 S2 上穿透叠层板 LP。第二侧 S2 与第一侧 S1 相对。

[0061] 热传递化合物（这里未示出）被布置在冷却管 CP 和堆叠叠层板 LP 之间。因此，增强了堆叠叠层板的不规则表面和冷却管之间热界面的热传导率。这些组件之间的空气间隙被减少甚至被消除，因此改善了冷却。该化合物可以是陶瓷、金属、碳或液体。

[0062] 图 2 以侧视图示出了根据本发明的叠层板 LP。

[0063] 叠层板 LP 而第一侧 S1 被对齐或对准到空气间隙，该空气间隙处于发电机的定子和转子之间。第一侧 S1 包含多个缝槽 S1。缝槽 S1 可从一金属片中冲制出。叠层板 LP 可通过同样方式制造。

[0064] 参见图 1，由于存在缝槽 SL，因而多个堆叠叠层板 LP 将形成通道 CH。这些通道 CH 被用来支持定子线圈的金属绕组 MW。

[0065] 每一金属绕组 MW 由导体 CON 形成，其被导体隔离物 CONI 围绕。每一缝槽 S1 示出了缝槽隔离衬 SIL，以隔离该捆金属绕组 MW。

[0066] 在每一缝槽 SL 的顶上有一凹进部 RC。该凹进部 RC 被构建成支持楔形件 WDG。当电线圈的金绕组 MW 被插入时，它们通过 WDG 的帮助保持就位。

[0067] 多个冷却管 CP 被部分地集成到（堆叠的）叠层板 LP 中和第二侧 S2 上，其中所述第二侧 S2 与第一侧 S1 相对。

[0068] 优选地，冷却管 CP 的横截面超过 50% 被集成到（堆叠的）叠层板 LP 中。

[0069] 图 2 仅仅示出了该定子区段的一部分，其包括堆叠叠层板。堆叠叠层板被成形为圆形。

[0070] 图 3 参考图 1 和图 2 示出了本发明布局结构的一部分的 3D 视图。

[0071] 图 4 示意性地图解说明了根据本发明的第一优选构型。

[0072] 发电机（这里未示出）包含一个常规冷却装置，例如，如换热器 HX。

[0073] 该常规换热器 HX 被连接到发电机的区段化定子的四个区段 seg1, seg2, seg3 和 seg4。

[0074] 区段 seg1 至 seg4 中的每一个示出了专用冷却管的“冷”入口和“热”出口，如

图中所示,它们被适当地连接。因此,避免了定子区段 seg1 至 seg4 与换热器 HX 之间长的连接线。

[0075] 冷却介质被分入四个冷却路径引入,每个冷却路径专用于区段 seg1 至 seg4 中的一个。

[0076] 分开的冷却介质在其离开专用冷却路径后合并在一起。

[0077] 从换热器 HX 来看,冷却管被注意到是并联的。

[0078] 图 5 示意性地图解说明了根据本发明的第二优选构型。

[0079] 发电机(这里未示出)包含多个四冷却装置,例如,如换热器 HXX。

[0080] 每一换热器 HXX 被连接到发电机的区段化定子的专用区段 seg1, seg2, seg3 和 seg4。

[0081] 因此,多个四独立冷却回路被构建,同时每一回路包含区段 seg1 至 seg4 之一的冷却管。

[0082] 优选地,根据图 1 和根据图 5 的冷却系统可被结合。

[0083] 举例而言,如果定子被划分成 8 个区段,那么冷却系统可包含两个冷却装置。每一冷却装置可向 4 定子区段的冷却管供应冷却介质以及从 4 定子区段的冷却管接收冷却介质。

[0084] 图 6 和图 7 示出了堆叠叠层板 LP,它们在冷却管的帮助下被固定,以被用在本发明的布局结构中。

[0085] 图 8A 示意性地图解说明了冷却管 CP,其被布置在根据本发明的叠层板 LP 的缝槽 SL 中。

[0086] 图 8B 示意性地图解说明了冷却管 CP,其被安装在叠层板 LP 的表面上。这一构型以前是已知的。

[0087] 根据图 8A,冷却管 CP 被集成作为叠层板 LP 的一部分。该冷却管 CP 包含内部周长与一长度 L1。

[0088] 长度 L2 表示两个相邻冷却管 CP 之间的距离。如图中所示,周长长度 L1 基本上等于长度 L2。

[0089] 根据图 8B,冷却管 CP 并没有被集成作为叠层板 LP 的一部分,它们位于基本上处于定子内表面上的传热板 HT 上。板 HT 的最大宽度等于距离 L2。

[0090] 与图 8B 中图解说明的相比,图 8A 中图解说明的示出了一种改善的冷却效率。

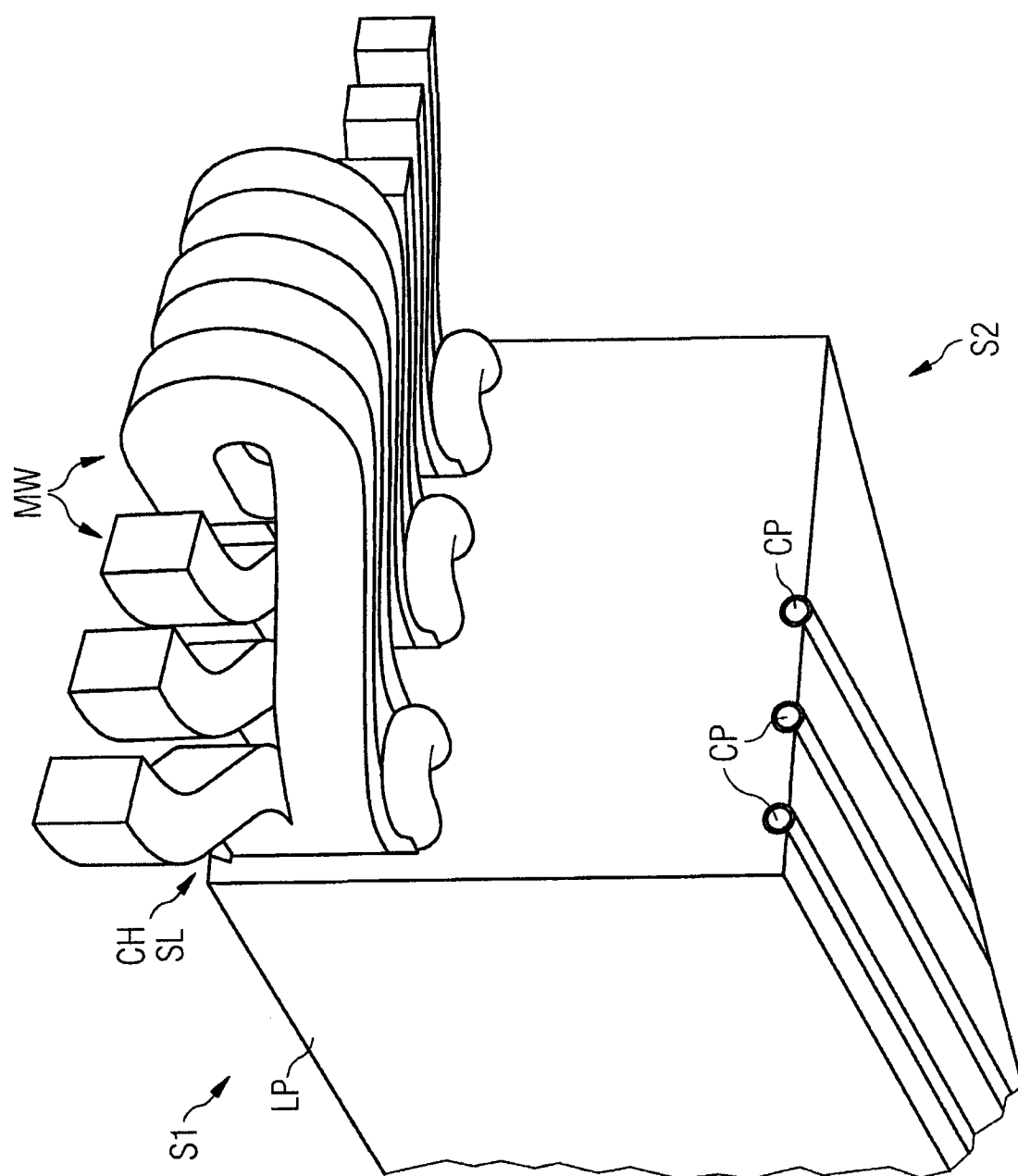


图 1

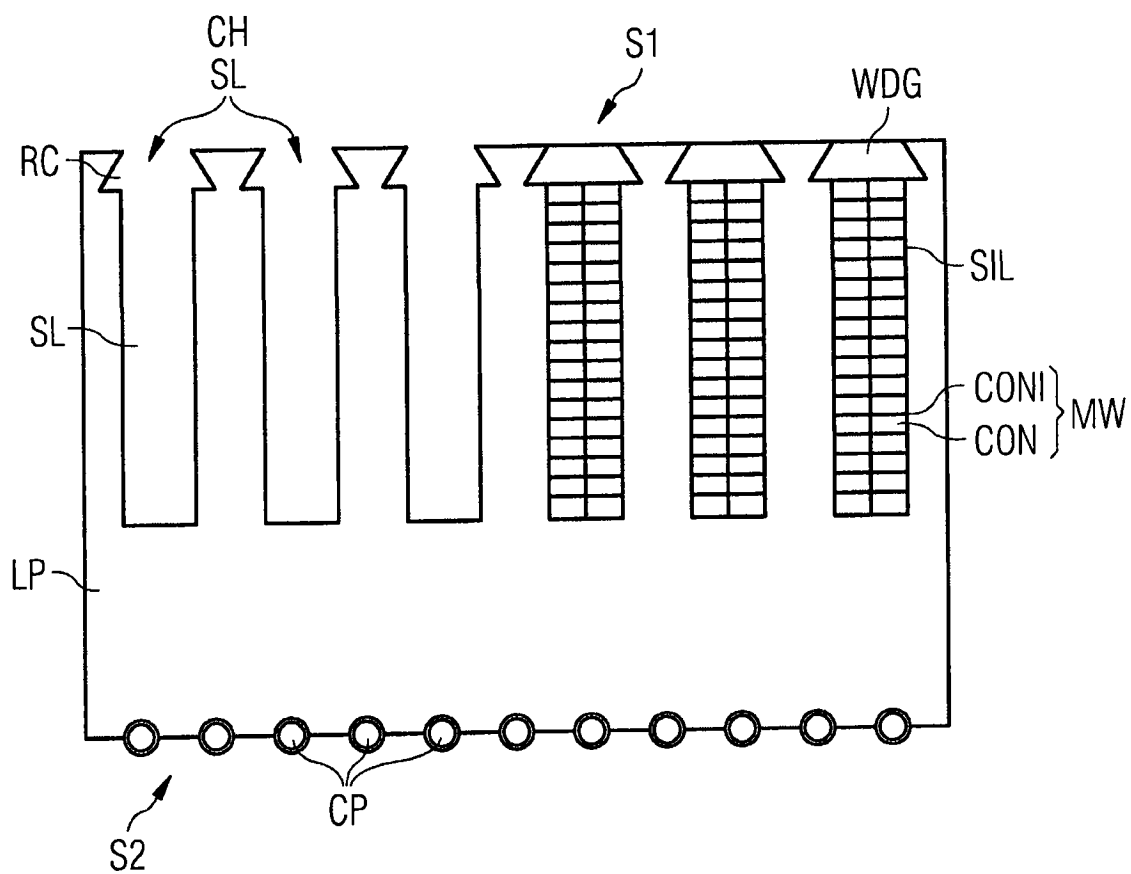


图 2

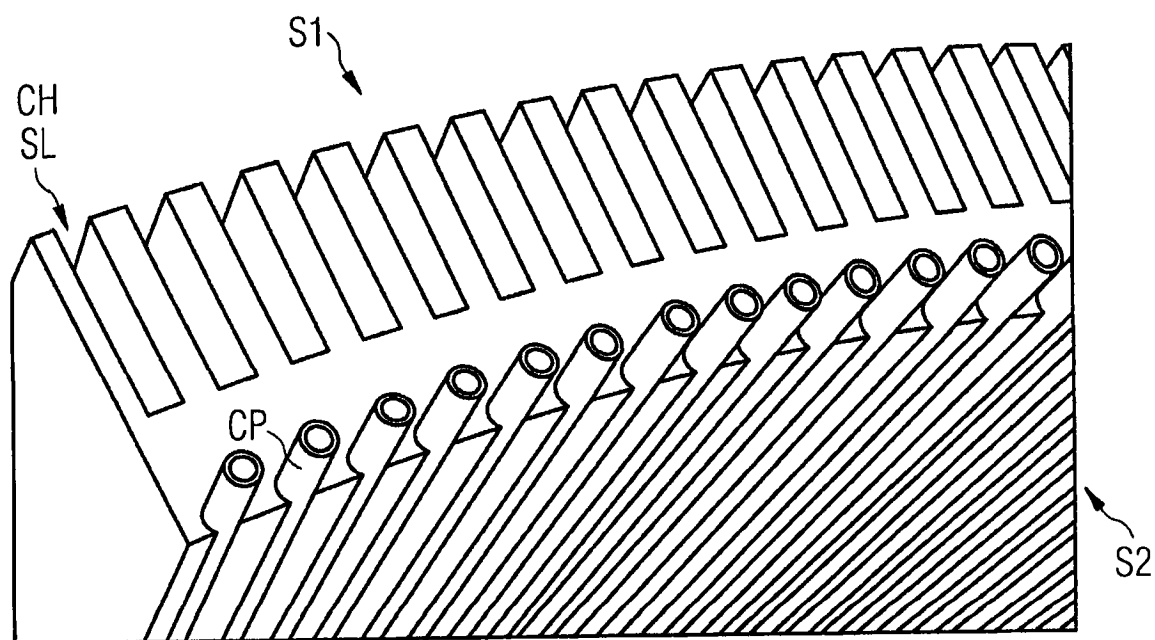


图 3

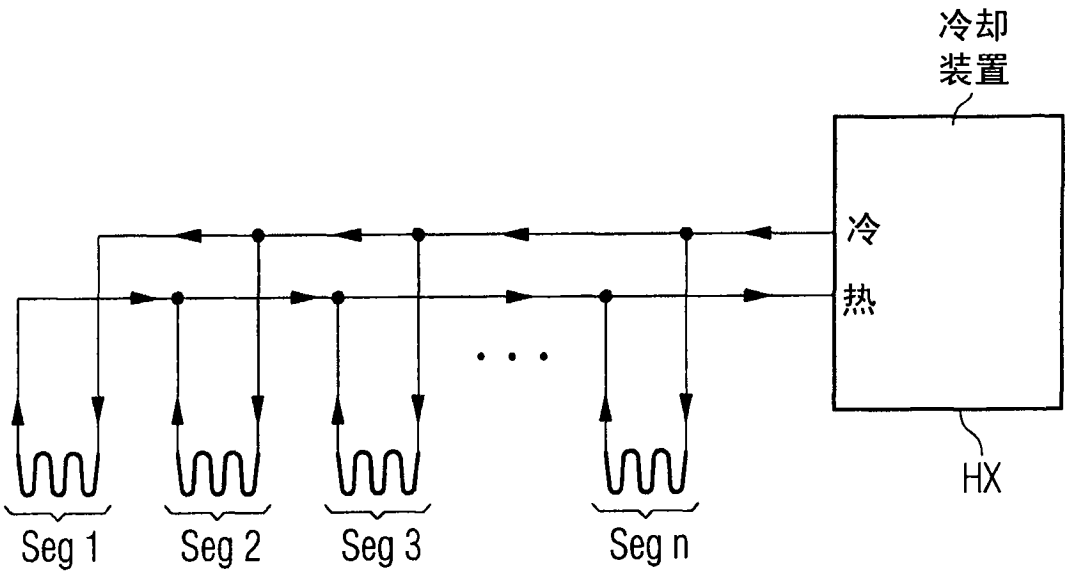


图 4

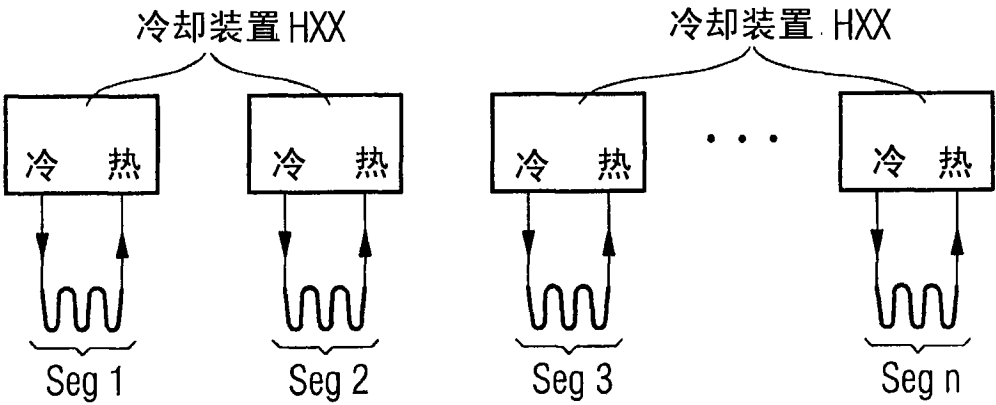


图 5

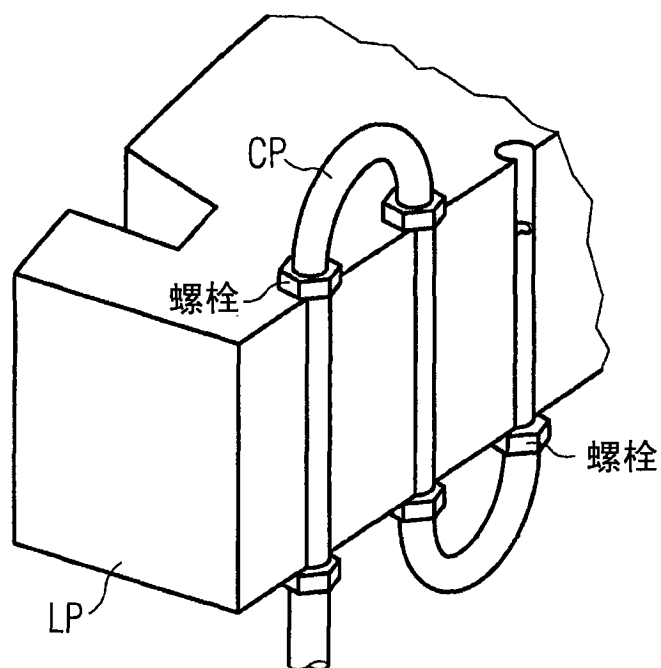


图 6

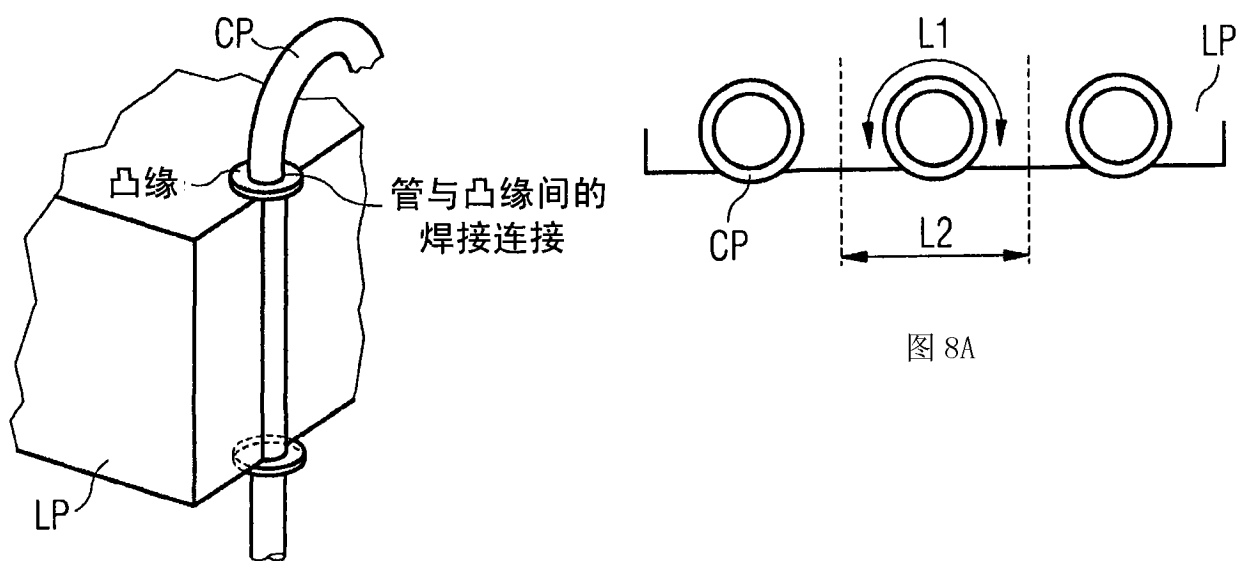


图 8A

图 7

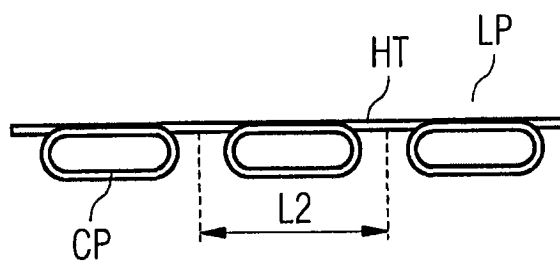


图 8B

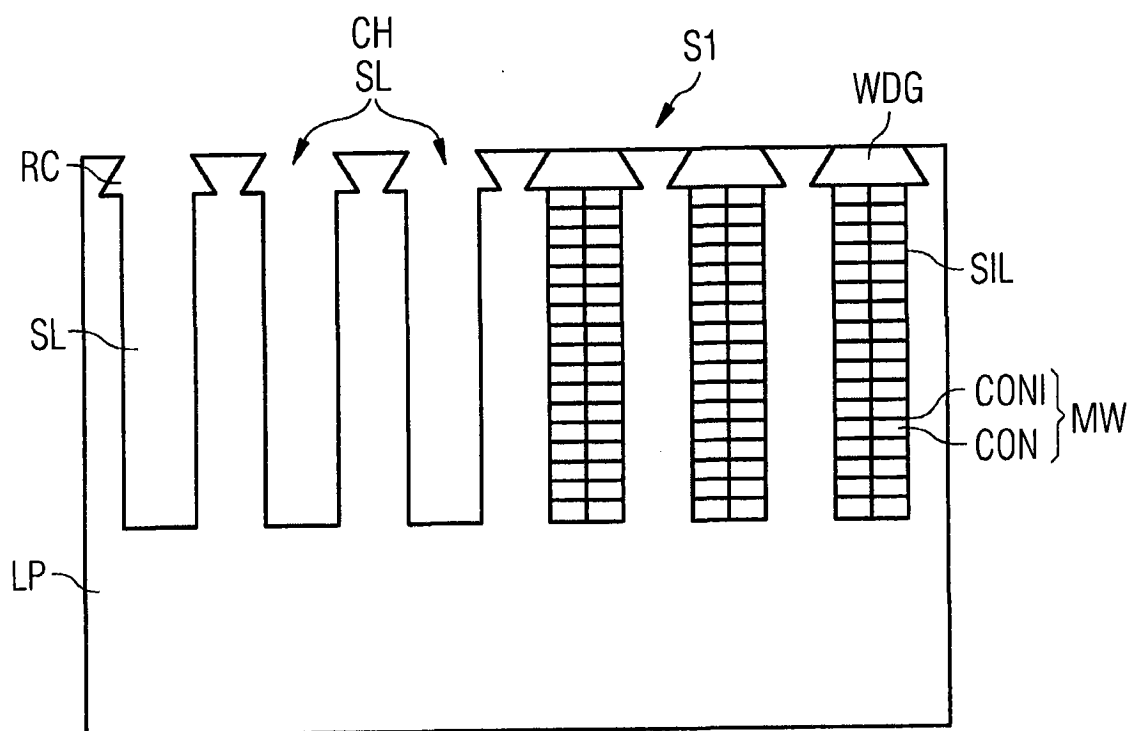


图 9