(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110474485 A
(43)申请公布日 2019.11.19

(21)申请号 201910645988.X

(22)申请日 2019.07.17

(71)申请人 南京师范大学
地址 210097 江苏省南京市宁海路122号

(72)发明人 丁树业 李政辉 王影

(74)专利代理机构 北京中索知识产权代理有限公司 11640
代理人 周国勇

(51)Int.Cl.
H02K 9/10(2006.01)
H02K 9/04(2006.01)
H02K 1/20(2006.01)
H02K 1/32(2006.01)
H02K 7/00(2006.01)
H02K 1/27(2006.01)

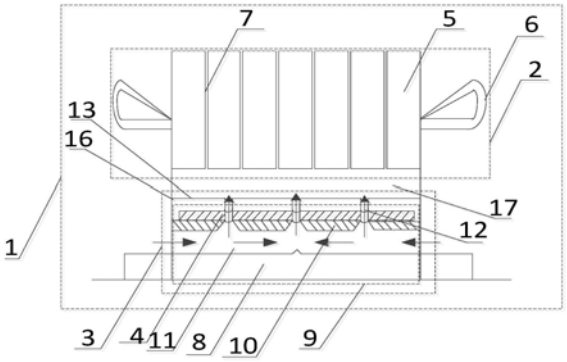
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种高速电机冷却系统

(57)摘要

本发明公开了一种高速电机冷却系统，其特征在于，所述系统包括电机；所述电机包括定子、转子及永磁体；所述定子包括定子铁芯、定子绕组和定子铁芯径向通风道；所述定子绕组缠绕在所述定子铁芯上；所述定子铁芯径向通风道位于所述定子铁芯之间；所述转子包括转轴和转子铁芯，所述转轴固定于所述转子铁芯中部，所述转子铁芯表面有凹形槽且内部设有相互连通的转子铁芯轴向通风孔和转子铁芯径向通风孔；所述永磁体贴于所述转子铁芯的所述凹形槽内，所述永磁体外部套有护套。本发明通过定子和转子之间相通的通风道对电机降温；以及有单独的冷风供应装置和离心式风扇对电机降温，且两者可以同时使用对电机降温，使电机降温效果更加的明显。



CN 110474485 A

1.一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述系统包括电机(1);所述电机(1)包括定子(2)、转子(3)及永磁体(4);所述定子(2)包括定子铁芯(5)、定子绕组(6)和定子铁芯径向通风道(7);所述定子绕组(6)缠绕在所述定子铁芯(5)上;所述定子铁芯径向通风道(7)位于所述定子铁芯(5)之间;所述转子(3)包括转轴(8)和转子铁芯(9),所述转轴(8)固定于所述转子铁芯(9)中部,所述转子铁芯(9)表面有凹形槽(10)且内部设有相互连通的转子铁芯轴向通风孔(11)和转子铁芯径向通风孔(12);所述永磁体(4)贴于所述转子铁芯(9)的所述凹形槽(10)内,且所述永磁体(4)外部套有护套(13),所述护套(13)表面开有与所述转子铁芯径向通风孔(12)位置相对应且大小相等的圆孔(14)。

2.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述系统还包括离心式风扇(15),所述离心式风扇(15)正对于所述转子铁芯轴向通风孔(11)。

3.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述护套(13)为非导磁材料,且围绕所述护套(13)端部设置有卷边(16),所述卷边(16)与所述护套(13)成90度夹角。

4.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述转子铁芯(9)为铜铸结构,所述转子铁芯轴向通风孔(11)均匀分布于所述转子铁芯(9)上,所述转子铁芯径向通风孔(12)位于所述永磁体(4)之间。

5.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述定子铁芯(9)与所述护套(13)之间留有气隙(17)。

6.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述定子铁芯径向通风道(7)与所述转子铁芯径向通风孔(12)在竖直方向上错开一定距离。

7.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述转子铁芯(9)在其表面开设的所述凹形槽(10)与所述永磁体(4)的宽度相同,且所述凹型槽(10)深度小于所述永磁体(9)的厚度。

8.根据权利要求1所述的一种高速电机冷却系统,其特征在于,所述转轴(8)上部中间部位呈锥形斜坡。

一种高速电机冷却系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电机冷却领域，具体涉一种高速电机冷却系统。

背景技术

[0002] 随着世界的快速发展，重工业也向着高速度、高效率、低能耗及高自动化的方向不断发展，其中高速电机的技术提升和结构创新显得越来越迫切。由于高速永磁电机发热功率大，容易导致定子和转子温度过高，从而影响电机效率，甚至还可能会造成电机报废，所以电机转子的冷却方向成为了电机技术发展中的重要研究目标。

[0003] 在现有技术中，电机散热通常是在机壳上开若干小孔，在电机工作时，外界空气通过小孔进入电机内部与电机内部空气进行热传递，从而实现对电机进行降温。

[0004] 在实现本发明的过程中，发明人发现现有技术至少存在以下问题：首先，电机上的小孔始终将电机内部与外界连通，会使灰尘从小孔进入电机内部，导致电机内部堆满灰尘，从而影响电机的正常使用；其次，只通过机壳上的小孔进行电机的散热，存在散热速度慢、效率低、耗时长及效果不明显等问题；再者有时会因电机内部温度过高导致被迫停机，因此影响实际的工作效率；从而因被迫停机带来不必要的麻烦。

发明内容

[0005] 为解决上述现有技术存在的问题，本发明的目的在于提供一种高速电机冷却系统，解决了现有技术中存在的问题。

[0006] 为达到上述目的，本发明的技术方案如下：一种高速电机冷却系统，所述系统包括电机；所述电机包括定子、转子及永磁体；所述定子包括定子铁芯、定子绕组和定子铁芯径向通风道；所述定子绕组缠绕在所述定子铁芯上；所述定子铁芯径向通风道位于所述定子铁芯之间；所述转子包括转轴和转子铁芯，所述转轴固定于所述转子铁芯中部，所述转子铁芯表面有凹形槽且内部设有相互连通的转子铁芯轴向通风孔和转子铁芯径向通风孔；所述永磁体贴于所述转子铁芯的所述凹形槽内，且所述永磁体外部套有护套，所述护套表面开有与所述转子铁芯径向通风孔位置相对应且大小相等的圆孔。

[0007] 优选的，所述系统还包括冷风离心式风扇，所述离心式风扇正对于所述转子铁芯轴向通风孔处。

[0008] 优选的，所述护套为非导磁材料，且围绕所述护套端部设置有卷边，所述卷边与所述护套成90度夹角。

[0009] 优选的，所述转子铁芯为铜铸结构，所述转子铁芯轴向通风孔均匀分布于所述转子铁芯上，所述转子铁芯径向通风孔位于所述永磁体之间。

[0010] 优选的，所述定子铁芯与所述护套之间留有气隙。

[0011] 优选的，所述定子铁芯径向通风道与所述转子铁芯径向通风孔在竖直方向上错开一定距离。

[0012] 优选的，所述转子铁芯在其表面开设的所述凹形槽与所述永磁体的宽度相同，且

所述凹型槽深度小于所述永磁体的厚度。

[0013] 优选的，所述转轴上部中间部位呈锥形斜坡。

[0014] 相对于现有技术，本发明提供的技术方案的有益效果是：

[0015] 1、本发明在电机内部设置了相互连通的转子铁芯径向通风孔和转子铁芯轴向通风孔，还设置了定子铁芯径向通风道，使得风可以经过转子铁芯轴向通风孔、转子铁芯径向通风孔和定子铁芯径向通风道，在电机内部流动，从而更加快速有效地对电机内部的各发热元件进行降温。

[0016] 2、转子铁芯使用铜铸材料，铜的导电性比铝高40％左右，因而铸铜转子铁芯可以使电机的总损耗下降，使电机转子温升减小，具有损耗低、效率高的优点，从而延长了电机的使用寿命。

[0017] 3、由于永磁体的价格昂贵，本发明将永磁体采用分段式的结构，相比现有技术中永磁体采用整体式减少了永磁体的用量，从而具有节约成本的效果。

[0018] 4、本发明中转轴上部中间部位呈锥形斜坡结构，从而便于风从转子铁芯轴向通风孔两侧流入后，经转子铁芯轴向通风孔及时吹向转子铁芯径向通风孔，以及时对电机进行冷却，也即可以及时改变风向，使电机降温效率更高。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是根据一示例性实施例示出的一种高速电机冷却系统的结构示意图；

[0021] 图2是根据一示例性实施例示出的一种高速电机转子侧面的结构示意图；

[0022] 图3是根据一示例性实施例示出的一种高速电机护套的结构示意图；

[0023] 图4是根据一示例性实施例示出的另一种高速电机冷却系统的结构示意图。

[0024] 附图标记：电机-1，定子-2，转子-3，永磁体-4，定子铁芯-5，定子绕组-6，定子铁芯径向通风道-7，转轴-8，转子铁芯-9，凹形槽-10、转子铁芯轴向通风孔-11，转子铁芯径向通风孔-12，护套-13，圆孔-14，离心式风扇-15，卷边-16，气隙-17，冷风供应装置-18。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0026] 需要说明的是，当组件被称为“固定于”另一个组件，它可以直接在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“连接”另一个组件，它可以是直接连接到另一个组件或者可能同时存在居中组件。当一个组件被认为是“设置于”另一个组件，它可以是直接设置在另一个组件上，或者可能同时存在居中组件。本发明所使用的的术语“设置有”、“连接”、以及类似的表述只是为了说明目的。

[0027] 除非另有定义，本发明所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体地实

施例目的，不是旨在于限定本发明。本文所使用的术语“及”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0028] 参见图1-3，本发明提供了一种高速电机冷却系统，该系统电机1，电机1包括定子2、转子3及永磁体4；定子2包括定子铁芯5、定子绕组6和定子铁芯径向通风道7；定子绕组6缠绕在定子铁芯5上；定子铁芯径向通风道7位于定子铁芯5之间；转子3包括转轴8和转子铁芯9，转轴8固定于转子铁芯9中部，转子铁芯9表面有凹形槽10且内部设有相互连通的转子铁芯轴向通风孔11和转子铁芯径向通风孔12；永磁体4贴于转子铁芯9的凹形槽10内，且永磁体4外部套有护套13，护套13表面开有与转子铁芯径向通风孔12位置相对应且大小相等的圆孔14。

[0029] 需要说明的是，电机中固定的部分叫做定子，在其上面装设了成对的直流励磁的静止的主磁极；而旋转部分叫做转子。定子和转子是电动机上必须的部件，定子固定安装在机壳上，一般定子上面会绕有线圈，即定子绕组；转子通过轴承或轴套安装固定在机座上，转子上有硅钢片、有线圈，电流在线圈的作用下会在定子、转子的硅钢片上产生磁场，磁场从而驱动转子转动。定子绕组就是绕在定子上面的铜线，绕组是由多个线圈或线圈组构成一相或整个电磁电路的统称；定子铁芯是用硅钢片冲成扇形片叠装于定位筋上，定位筋通过托板焊于机座环板上，并通过上、下齿压板用拉紧螺栓将铁芯压紧成整体而成。另外，铁芯也是安放定子绕组的部分，电机运行时，铁芯将受到机械力、热应力及电磁力的综合作用；定子铁芯径向通风道是定子铁芯之间的缝隙，使得从风从该缝隙中流出。转子是由很薄的硅钢片经过冲压成型的单片，单片周边冲出可以下线的槽，再将单片组合成一定长度的电枢然后将缠绕好的线圈放入槽内，抽出线头连接成组，也叫转子铁芯。

[0030] 其次，永磁体4采用分段式结构，即将永磁体4切割成多个小段，当永磁体4被切割成奇数段时，由于转子铁芯9中间的一段永磁体4内无轴向通风道，会造成此磁极段温度相对较高，导致温度梯度较大，所以应将永磁体4切割成偶数段，可在每一段永磁体4之间都开设径向通风孔，与轴向通风孔相连，并且左右对称。如此，相比现有技术中永磁体采用整体式减少了永磁体的用量，从而具有节约成本的效果。

[0031] 另外，本发明中可以根据转子铁芯9截面的大小，合理的设置转子铁芯轴向通风孔11和转子铁芯径向通风孔12的大小，如果转子铁芯轴向通风孔11较大，会影响转子铁芯9的机械强度，且会影响气隙17中的风速，从而影响定子2和转子3的冷却效果；如果转子铁芯轴向通风孔11较小，则会增加转子铁芯轴向通风孔11风路的风阻，增加风磨损耗，造成转子3发热，降低电机1效率。如果转子铁芯径向通风孔12孔径较大，则会导致进入气隙17和定子铁芯径向通风道7的风速较小，降低定子2和转子3的冷却效果；如果转子铁芯径向通风孔12孔径较小，则会和转子铁芯轴向通风孔11的情况一样，造成风阻的增加。

[0032] 再者，由于电机1转子3高速旋转时转子3温度的分布情况为中间高两边低，为解决此问题，一种方案，可以将转子铁芯径向通风孔12设计为中间密集，两边稀疏，具体措施为：将位于转子铁芯9中部的永磁体4的宽度设置为相对于转子铁芯9端部的永磁体4小，由于转子铁芯径向通风孔12位于永磁体4与永磁体4之间，则转子铁心9中部的转子铁芯径向通风孔11之间距离相对于相邻端部转子铁芯径向通风孔12之间的距离小，从而可加强对转子中部的冷却。另一种方案，可将位于转子铁芯9中部的转子铁芯径向通风孔12的孔径设置为，相对于位于转子铁芯9端部的转子铁芯径向通风孔12孔大，使位于转子3中部的转子铁芯径

向通风孔12的出风量相对于端部转子铁芯径向通风孔12的出风量大，从而使转子3中间段的温度降低，减小电机1转子3轴向温度梯度差。

[0033] 还需要说明的是，本发明中转子铁芯使用铜铸材料，铜的导电性比铝高40％左右，因而铸铜转子铁芯可以使电机的总损耗下降，使电机转子温升减小，具有损耗低、效率高的优点，从而延长了电机的使用寿命。

[0034] 进一步地，高速电机冷却系统还包括离心式风扇15，离心式风扇15正对于转子铁芯轴向通风孔11。

[0035] 需要说明的是，离心式风扇包括：一壳体，至少具有一环设于该壳体周缘的底盘；多个扇叶，围设于该底盘上；一环墙，延伸突出于该底盘底面，且该壳体、该些扇叶及该环墙系构成一转子；以及一座体，用以承载该转子，其中该座体侧壁系与该环墙对应围绕成一容置空间。另外，离心式风扇结构紧凑、在运转时噪音低以及压力大，从而可以将流体从风扇的轴向吸入后利用离心力更加快速有力地将流体从圆周方向甩出去。

[0036] 需要说明的是，离心式风扇15不连接在电机1上，在需要对电机1内部的各发热元件进行降温时，可以将离心式风扇15放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，使得其产生的风可以吹入转子铁芯轴向通风孔11内，从而对电机1内部的各发热元件进行降温。

[0037] 进一步地，高速电机冷却系统还包括冷风供应装置18，冷风供应装置18也正对于转子铁芯轴向通风孔11。其中，冷风供应装置18用于产生温度较低的冷风，以对电机1内部的各发热元件进行降温，冷风供应装置18的结构与空调结构类似，其具体结构和工作原理均可以参考现有技术中空调的具体结构和工作原理，在此不再赘述。

[0038] 需要说明的是，离心式风扇15、冷风供应装置18和电机1是三个完全独立的个体，当需要对电机1内部的各发热元件降温时，可以单独使用离心式风扇15或冷风供应装置18，也可以同时使用离心式风扇15和冷风供应装置18。

[0039] 具体地，单独使用离心式风扇15对电机1内部的各发热元件进行降温时，可以将离心式风扇15放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，接通电源使离心式风扇15运转，其运转产生的风可以吹入转子铁芯轴向通风孔11内，从而吹入电机1内部，对电机1内部的各发热元件进行降温。

[0040] 单独使用冷风供应装置18对电机1内部的各发热元件进行降温时，可以将冷风供应装置18放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，接通电源使冷风供应装置18运转，其运转产生的冷风可以吹入转子铁芯轴向通风孔11内，从而吹入电机1内部，对电机1内部的各发热元件进行降温。

[0041] 同时使用离心式风扇15和冷风供应装置18对电机1内部的各发热元件进行降温时，将离心式风扇15放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，并将冷风供应装置18放置于离心式风扇15的后方，接通电源使离心式风扇15和冷风供应装置18运转，冷风供应装置18产生的冷风被离心式风扇15吸入，并通过离心式风扇15将冷风甩入转子铁芯轴向通风孔11内，从而使得冷风供应装置18产生的冷气可以进入电机1内部，对电机1内部的各发热元件进行降温。

[0042] 值得说明的是，电机1内部设置的转子铁芯轴向通风孔11和转子铁芯径向通风孔12往往较小，且转子3转动时往往会产生较大的压强，冷风供应装置18产生的冷风往往速度较慢，很难全部进入电机1内部，因而本发明中可以通过离心式风扇15将冷风供应装置18产

生的冷风更加有力的甩入电机1中，从而保证对电机1内部的各发热元件的降温效果。

[0043] 进一步地，护套13为非导磁材料，且围绕护套13端部设置有卷边16，卷边16与护套13成90度夹角。

[0044] 需要说明的是，本发明中护套13端部采用卷边处理，具体地，可以将护套13端部卡在转子3端部的两个永磁体段4上，起固定作用，防止护套沿轴向移动，从而增加了护套的稳定性，进而更加有效的保护了永磁体4。

[0045] 进一步地，转子铁芯9为铜铸结构，转子铁芯轴向通风孔11均匀分布于转子铁芯9上，转子铁芯径向通风孔12位于永磁体4之间。

[0046] 需要说明的是，转子铁芯9使用铜铸材料，因为铜的导电性比铝高40％左右，铸铜转子铁芯可以使电机的总损耗下降，具有损耗低、效率高的优点；由于电机总损耗的降低，所以电机转子温升减小，从而延长了电机的使用寿命。

[0047] 另外，转子铁芯轴向通风孔11均匀分布于转子铁芯9上，也即转子铁芯轴向通风孔11均匀设置在转子铁芯9的四周上。由于转子铁芯9的四周均设置有转子铁芯轴向通风孔11，因而当风吹入转子铁芯9时，可以通过转子铁芯9的四周设置的转子铁芯轴向通风孔11流经转子铁芯径向通风孔12，流向气隙17，避免了吹入转子铁芯9中的风堵塞。另外，吹入转子铁芯9中的风，沿转子铁芯轴向通风孔11吹向转子铁芯径向通风孔12，该过程中风会流经转子铁芯9和转轴8，从而可以对转子铁芯9和转轴8进行冷却。

[0048] 进一步地，定子铁芯9与护套13之间留有气隙17。

[0049] 需要说明的是，吹入电机1内部的风，经转子铁芯轴向通风孔11、转子铁芯径向通风孔12吹向气隙17时，风会流经永磁体4和护套13，从而可以实现对护套13顶部和定子铁芯5进行冷却。

[0050] 进一步地，定子铁芯径向通风道7与转子铁芯径向通风孔12在竖直方向上错开一定距离。

[0051] 需要说明的是，风从转子铁芯径向通风孔12流出后直接从定子铁芯轴向通风道11中流出，使得风可以流向定子铁芯5与护套13之间的气隙17，从而对护套13上方进行冷却；并且，还可以使风经过定子铁芯5与护套13之间的气隙17，流向其他相邻的定子铁芯径向通风道7，对定子2进行全面降温，从而大大提高冷却效果。

[0052] 进一步地，转子铁芯9在其表面开设的凹形槽10与永磁体4的宽度相同，且凹型槽10深度小于永磁体4的厚度。

[0053] 需要说明的是，此处开设凹型槽10，且凹型槽10深度小于永磁体4的厚度，目的在于将永磁体4固定在凹型槽10内，其中固定方式为表贴式，例如胶粘方式。

[0054] 进一步地，转轴8上部中间部位呈锥形斜坡。

[0055] 需要说明的是，转轴8上部中间部位呈锥形斜坡，便于风从转子铁芯轴向通风孔11的两侧流入后，经转子铁芯轴向通风孔11及时吹向转子铁芯径向通风孔12，以及时对电机1进行冷却，也即，可以及时改变风向，使电机1降温效率更高。

[0056] 参见图4，高速电机冷却系统的完整工作过程可以为：

[0057] 当需要单独使用离心式风扇15对电机1内部的各发热元件进行降温时，可以将离心式风扇15放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，接通电源使离心式风扇15运转，其运转产生的风可以吹入转子铁芯轴向通风孔11内；当需要单独使用冷风供应装置18

对电机1内部的各发热元件进行降温时，可以将冷风供应装置18放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，接通电源使冷风供应装置18运转，其运转产生的冷风可以吹入转子铁芯轴向通风孔11内；当需要同时使用离心式风扇15和冷风供应装置18对电机1内部的各发热元件进行降温时，将离心式风扇15放置在正对于转子铁芯轴向通风孔11的位置处，并将冷风供应装置18放置于离心式风扇15的后方，接通电源使离心式风扇15和冷风供应装置18运转，冷风供应装置18产生的冷气被离心式风扇15吸入，并通过离心式风扇15将冷气甩入转子铁芯轴向通风孔11内。

[0058] 之后，吹入转子铁芯轴向通风孔11内的风顺着转子铁芯轴向通风孔11流向转子铁芯径向通风孔12，然后从转子铁芯径向通风孔12流入气隙17，从而冷却转轴8、转子3、永磁体4和护套13；接着风从气隙17流向定子铁芯径向通风道7，冷却定子铁芯5后从定子铁芯径向通风道7流出，从而实现对定子的冷却。

[0059] 值得说明的是，本发明在电机内部设置了相互连通的转子铁芯径向通风孔和转子铁芯轴向通风孔，还设置了定子铁芯径向通风道，使得风可以经过转子铁芯轴向通风孔、转子铁芯径向通风孔和定子铁芯径向通风道，在电机内部流动，从而更加快速有效地对电机内部的各发热元件进行降温；其次，转子铁芯使用铜铸材料，铜的导电性比铝高40％左右，因而铸铜转子铁芯可以使电机的总损耗下降，使电机转子温升减小，具有损耗低、效率高的优点，从而延长了电机的使用寿命；另外，由于永磁体的价格昂贵，本发明将永磁体采用分段式的结构，相比现有技术中永磁体采用整体式减少了永磁体的用量，从而具有节约成本的效果；再者，本发明中转轴上部中间部位呈锥形斜坡结构，从而便于风从转子铁芯轴向通风孔两侧流入后，经转子铁芯轴向通风孔及时吹向转子铁芯径向通风孔，以及时对电机进行冷却，也即可以及时改变风向，使电机降温效率更高。

[0060] 需要注意的是，本发明采用单独的离心式风扇和冷风供应装置，不需要将其与电机连接在一起，当某个电机内部的各发热元件需要降温时，可以将离心式风扇和/或冷风供应装置放置在该电机正对于转子铁芯轴向通风孔的位置处，以对该电机内部的各发热元件进行降温，如此可以更加灵活、高效、快速地对电机内部各发热元件进行降温。

[0061] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

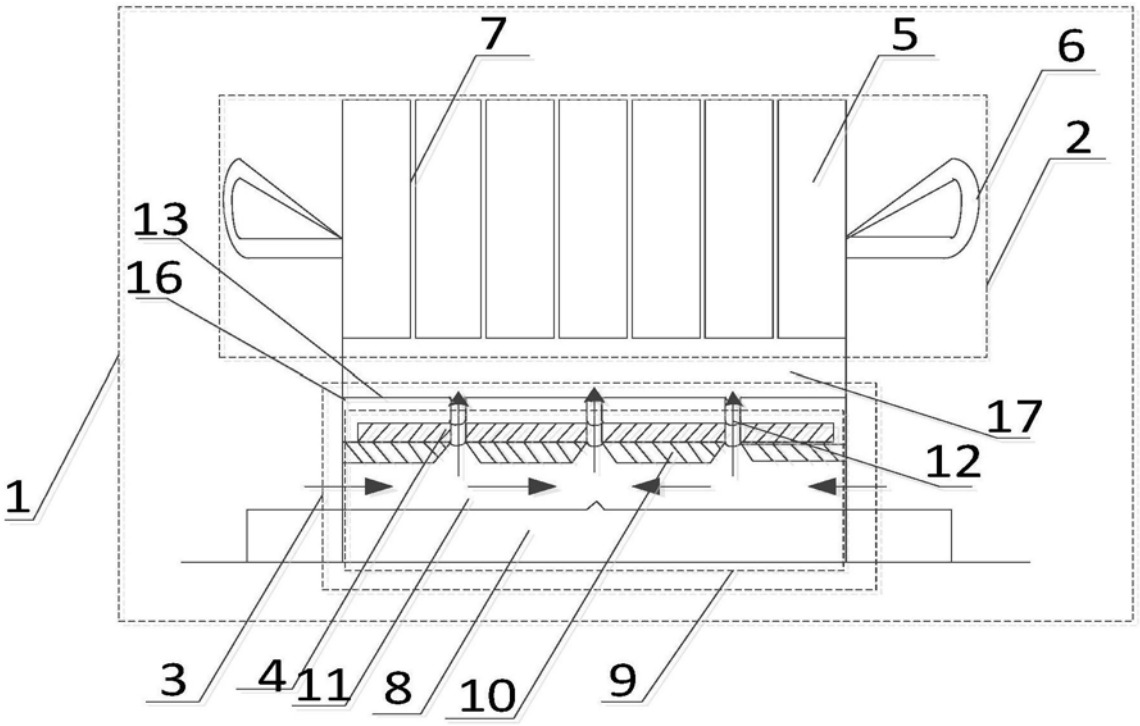


图1

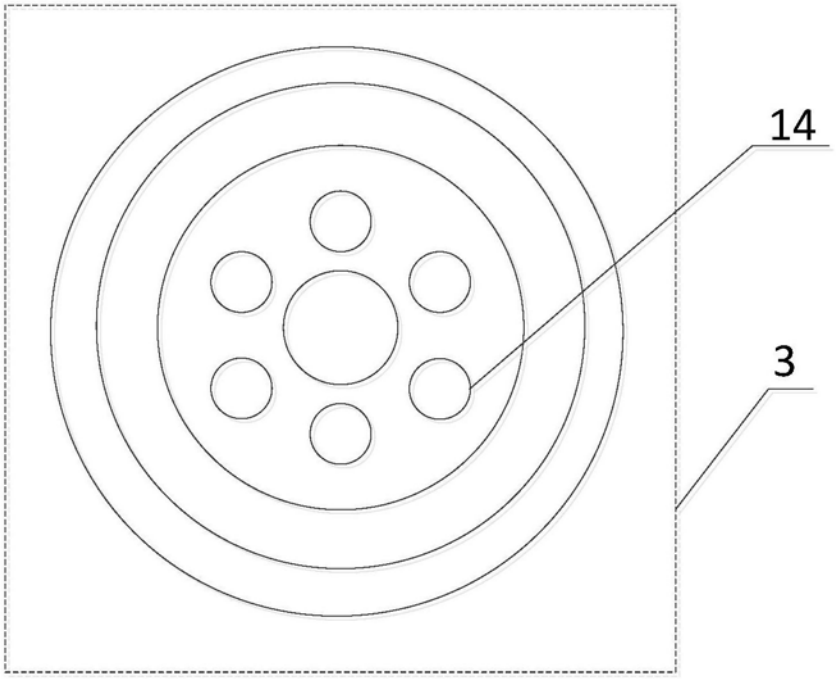


图2

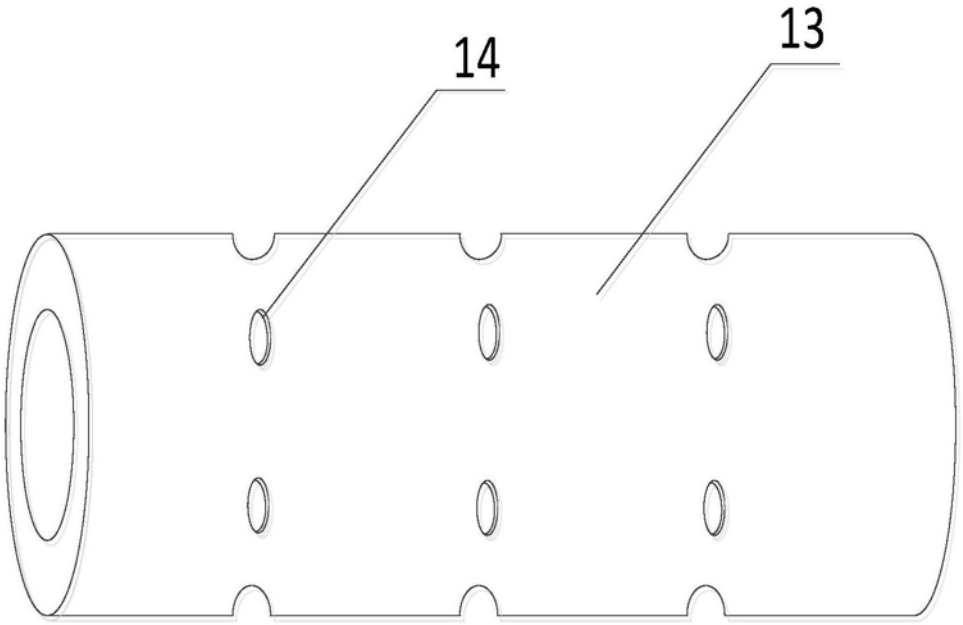


图3

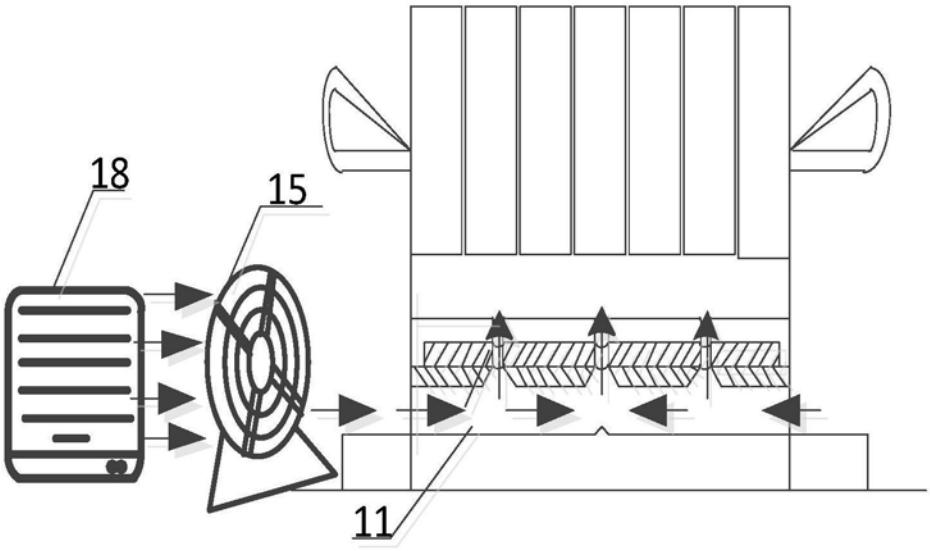


图4