



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213574483 U

(45) 授权公告日 2021.06.29

(21) 申请号 202022186162.2

(22) 申请日 2020.09.29

(73) 专利权人 昆明理工大学

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路  
253号

(72) 发明人 罗小林 张林通 张敬华 林瑜静  
史文珍 陈冰

(74) 专利代理机构 昆明人从众知识产权代理有  
限公司 53204

代理人 何娇

(51) Int.Cl.

F03D 80/60 (2016.01)

F03D 80/40 (2016.01)

F03D 1/06 (2006.01)

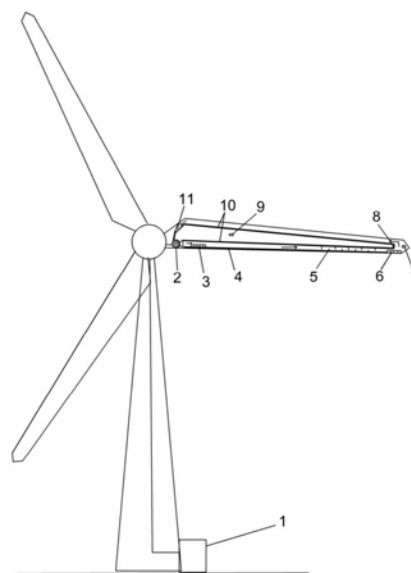
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

### (54) 实用新型名称

一种风机叶片热鼓风除冰装置

### (57) 摘要

本实用新型涉及一种风机叶片热鼓风除冰装置,属于风力发电技术领域。本实用新型包括热鼓风除冰控制柜、外部结冰传感检测装置、热鼓风机、单向热流通道、叶根镍铬电阻加热模块、叶尖镍铬电阻加热模块。本实用新型利用滑轨将叶尖镍铬电阻加热模块设置在叶尖迎风前缘处,不仅保证了进入叶片后缘通道的热空气有较高温度,而且提升了叶尖积冰严重区域的除效率;叶根回流通道设置回流缩口有利于回流热空气的回收,引入鼓风机中循环加热降低整体除冰系统的能耗,从而提高了整体加热效率;本实用新型避免了传统加热整个腔体空气而带来的效率低下问题,而且针对叶尖更易结冰增设加热模块,在降低能耗的同时大大地增强了除冰效率和效果。



1. 一种风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:包括热鼓风除冰控制柜(1)、外部结冰传感检测装置、热鼓风机(2)、单向热流通道、叶根镍铬电阻加热模块(3);

所述外部结冰传感检测装置包括叶尖结冰传感器(7)、叶片中部外表面结冰传感器(9),外部结冰传感检测装置与热鼓风除冰控制柜(1)连接;热鼓风除冰控制柜(1)与叶根镍铬电阻加热模块(3)连接,单向热流通道设置在叶片表面内部,单向热流通道内靠近叶根部且从叶根到叶尖方向依次设置热鼓风机(2)、叶根镍铬电阻加热模块(3)。

2. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:所述叶片表面内部设置的单向热流通道内设有滑轨(4),利用滑轨(4)将叶尖镍铬电阻加热模块(6)从叶根传送到叶片迎风前缘(12)处,用设置在叶片迎风前缘(12)处的滑轨电控插销固定,利用滑轨(4)也便于后期加热模块故障的更换与维护。

3. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:所述叶尖结冰传感器(7)、叶片中部外表面结冰传感器(9)均采用叶片结冰传感器Model 19732-STEEL结冰传感器,隔热保温层(10)采用铝箔气泡隔热材料。

4. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:所述热鼓风除冰控制柜(1)设置在塔筒底部便于工作人员维修和控制,且热鼓风除冰控制柜(1)采用PLC控制器。

5. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:所述单向热流通道内壁设有隔热保温层(10),隔热保温层(10)使用铝箔气泡隔热材料,进行热流的隔热保温,减少热流流失。

6. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:所述单向热流通道靠近叶片迎风前缘(12)处设置若干块等距扰流板(5),扰流板(5)采用磨光金属材料用于减小黏性作用,以提高前缘热交换效率从而提高前缘除冰效率。

7. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:所述单向热流通道的叶尖处设置有电控通道(8),处于常闭状态,仅有叶片中腹部外表面结冰时打开通道,当叶腹外表面无反馈结冰信号时关闭,热鼓风除冰控制柜(1)与电控通道(8)连接。

8. 根据权利要求1所述的风机叶片热鼓风除冰装置,其特征在于:还包括回流缩口(11),回流缩口(11)设置在后缘叶根处,有利于回流空气的高效收集,引入热鼓风机(2)中回流并进行循环加热提高了加热效率。

## 一种风机叶片热鼓风除冰装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种风机叶片热鼓风除冰装置,属于风力发电技术领域。

### 背景技术

[0002] 风力发电机一般都架设在寒冷地区或高海拔地区,冬季运行时面临高寒的外部环境考验。其中风机叶片结冰就是其中一项重要的挑战与难点。

[0003] 在结冰环境中,风力发电机组叶片的气动外形发生改变,会减小翼型升力、增加阻力,导致叶片转矩下降,影响风机发电效率,除影响发电效率外,由于覆冰的增加,致使叶片质量分布不平衡,产生不对称载荷,引发机械故障甚至停机。风力发电机组风轮旋转甩出的冰块也会对风力发电场附近的人、畜以及建筑等造成危害,因此,针对风力发电机叶片防除冰技术的研究具有重大现实意义。

[0004] 现在存在的防除冰技术主要有:气热除冰,电热除冰,机械除冰,超声波除冰,电脉冲除冰以及疏水涂层防冰等等。对于气热防/除冰的方法,德国Encrocn公司已经有应用实例,根据其的实际运行经验足以说明通过气热加热叶片表面实现叶片防/除冰的方法是可靠的。但传统的叶片内腔热鼓风除冰技术无雷击风险,但需对整个腔体加热从而效率较低,还有丹麦维斯塔斯风力公司实用新型的采取风力发电机停机后的除冰方法,通过叶片变桨电机使叶片加速变桨后减速形成的冲击抖掉叶片上的结冰,这种方法对轮毂具有巨大伤害。

[0005] 目前尚未有一种完善的叶片除冰控制装置。风机覆冰问题已经严重阻碍国内外风电产业的发展。因而探究合理高效的风机防除冰方法已迫在眉睫。

### 发明内容

[0006] 本实用新型要解决的技术问题是:本实用新型提供一种风机叶片热鼓风除冰装置,用于克服现有风电场叶片除冰装置效率低下,能耗大,不易维护等不足。

[0007] 本实用新型技术方案是:一种风机叶片热鼓风除冰装置,包括热鼓风除冰控制柜1、外部结冰传感检测装置、热鼓风机2、单向热流通道、叶根镍铬电阻加热模块3;

[0008] 所述外部结冰传感检测装置包括叶尖结冰传感器7、叶片中部外表面结冰传感器9,外部结冰传感检测装置与热鼓风除冰控制柜1连接;热鼓风除冰控制柜1与叶根镍铬电阻加热模块3连接,单向热流通道设置在叶片表面内部,单向热流通道内靠近叶根部分从叶根到叶尖依次设置热鼓风机2、叶根镍铬电阻加热模块3。

[0009] 作为本实用新型的进一步方案,所述叶片表面内部设置的单向热流通道内设有滑轨4,利用滑轨4将叶尖镍铬电阻加热模块6从叶根传送到叶尖迎风前缘12处,用设置在在叶尖迎风前缘12处的滑轨电控固定插销固定,利用滑轨4也便于后期加热模块故障的更换与维护。

[0010] 作为本实用新型的进一步方案,所述叶尖结冰传感器7、叶片中部外表面结冰传感器9均采用叶片结冰传感器Model 9732-STEEL结冰传感器,隔热保温层10采用铝箔气泡隔

热材料。

[0011] 作为本实用新型的进一步方案,所述热鼓风除冰控制柜1设置在塔筒底部便于工作人员维修和控制,且热鼓风除冰控制柜1采用PLC控制器。

[0012] 作为本实用新型的进一步方案,所述热鼓风机2为可调鼓风流量的,在故障时由热鼓风除冰控制柜1切断电源进行自我保护。

[0013] 作为本实用新型的进一步方案,所述单向热流通道内壁设有隔热保温层10,隔热保温层10使用铝箔气泡隔热材料,进行热流的隔热保温,减少热流流失。

[0014] 作为本实用新型的进一步方案,所述单向热流通道靠近叶片迎风前缘12处设置若干块等距扰流板5,扰流板5采用磨光金属材料用于减小黏性作用,以提高前缘热交换效率从而提高前缘除冰效率。

[0015] 作为本实用新型的进一步方案,所述单向热流通道的叶尖处设置有电控通道8,处于常闭状态,仅有叶片中腹部外表面结冰时打开通道,当叶腹外表面无反馈结冰信号时关闭,热鼓风除冰控制柜1与电控通道8连接。

[0016] 作为本实用新型的进一步方案,还包括回流缩口11,回流缩口11设置在后缘叶根处,有利于回流空气的高效收集,引入热鼓风机2中回流并进行循环加热提高了加热效率。

[0017] 所述外部结冰传感检测装置用于实时监测风机叶片结冰情况并反馈给热鼓风除冰控制柜1,结冰时,热鼓风除冰控制柜1控制热鼓风机2输出风通过叶根镍铬电阻加热模块3形成热流对叶片迎风前缘12加热,为避免流入叶片后缘的热流温度不足且叶尖更易结冰,结冰厚度大的特点,利用滑轨4设置叶尖镍铬电阻加热模块6进行热量补给和对叶尖结冰重点区域加热除冰;并在单向热流通道叶片迎风前缘12处增设9块等距扰流板5提高前缘加热效率,出口进行缩口设计增加回流回收的高效性。

[0018] 本实用新型的有益效果是:

[0019] 1、本实用新型设置单向热流通道,通道连通叶片前缘,叶尖,叶片后缘等结冰重点区域,实现对重点区域的高效除冰,避免了向传统热鼓风除冰对整个腔体进行加热,降低整体除冰系统的能耗,从而提高了整体的除冰效率。

[0020] 2、本实用新型利用滑轨在叶尖设置叶尖镍铬电阻加热模块,当叶尖镍铬电阻加热模块故障可通过滑轨对其进行对流入后缘的热流进行热量补给,可以避免流入叶片后缘的热流温度不足造成的除冰效率低下的问题,而且本身叶尖更易结冰,结冰厚度大,增设叶尖镍铬电阻加热模块有利于提高叶尖积冰重点区域的除冰效果。

[0021] 3、本实用新型针对叶片前缘积冰严重区域,在叶片前缘单向热流通道内设置9块等距扰流板,扰流板提高了热空气滞留时间并进一步增加对流换热量,从而提高叶片前缘除冰效率,且本实用新型扰流板采用磨光金属材料以减小黏性作用,以提高热交换效率从而提高前缘除冰效率。

[0022] 4、本实用新型在后缘叶根处设置回流缩口,有利于回流空气的高效收集,引入鼓风机中回流并进行循环加热,降低整体除冰系统的能耗,从而提高了整体加热效率。

[0023] 5、本实用新型能实现重点区域的高效除冰,不仅大大降低了非结冰区域的非必要能耗而且提高了除冰效率,整体更加高效、节能,本实用新型能够在大大降低能耗的前提下达到良好的除冰效果。

## 附图说明

[0024] 图1是本实用新型部分结构框图；

[0025] 图2是本实用新型一种实施例结构示意图；

[0026] 图3是本实用新型图2单叶片布置结构放大图；

[0027] 图4是本实用新型实例的风机叶片侧切面热流通道示意图；

[0028] 图5是本实用新型前缘扰流板安装示意图。

[0029] 图1-5中各标号：1-热鼓风除冰控制柜，2-热鼓风机，3-叶根镍铬电阻加热模块，4-滑轨，5-扰流板，6-叶尖镍铬电阻加热模块，7-叶尖结冰传感器，8-电控通道，9-叶片中部外表面结冰传感器，10-隔热保温层，11-回流缩口，12-叶片迎风前缘，13-叶片前缘进风通道，14-叶片后缘出风通道。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体实施例，对本实用新型作进一步说明。

[0031] 实施例1：如图1-5所示，一种风机叶片热鼓风除冰装置，包括热鼓风除冰控制柜1、外部结冰传感检测装置、热鼓风机2、单向热流通道、叶根镍铬电阻加热模块3；

[0032] 所述外部结冰传感检测装置包括叶尖结冰传感器7、叶片中部外表面结冰传感器9，外部结冰传感检测装置与热鼓风除冰控制柜1连接；热鼓风除冰控制柜1与叶根镍铬电阻加热模块3连接，单向热流通道设置在叶片表面内部，单向热流通道内靠近叶根部分从叶根到叶尖依次设置热鼓风机2、叶根镍铬电阻加热模块3。

[0033] 作为本实用新型的进一步方案，所述叶尖结冰传感器7、叶片中部外表面结冰传感器9均采用叶片结冰传感器Model 9732-STEEL结冰传感器，隔热保温层10采用铝箔气泡隔热材料。

[0034] 作为本实用新型的进一步方案，所述热鼓风机2为可调鼓风流量的，在故障时由热鼓风除冰控制柜1切断电源进行自我保护。

[0035] 作为本实用新型的进一步方案，所述单向热流通道内壁设有隔热保温层10，隔热保温层10使用铝箔气泡隔热材料，进行热流的隔热保温，减少热流流失。

[0036] 作为本实用新型的进一步方案，还包括回流缩口11，回流缩口11设置在后缘叶根处，有利于回流空气的高效收集，引入热鼓风机2中回流并进行循环加热提高了加热效率。

[0037] 所述热鼓风除冰控制柜1采用PLC控制器，外部结冰传感检测装置与热鼓风除冰控制柜1连接；其中热鼓风机2、叶根镍铬电阻加热模块3、叶尖镍铬电阻加热模块6、电控通道8都可以由热鼓风除冰控制柜1根据结冰传感检测装置反馈的信号进行控制；

[0038] 当叶尖结冰传感7反馈给热鼓风除冰控制柜1结冰信号后，热鼓风除冰控制柜1控制热鼓风机2输出气流，气流通过叶根镍铬电阻加热模块3形成热流，通过热流通道（内侧设置隔热保温层10防止热流热量的损失）叶片迎风前缘12外表面进行热交换从而达到消除前缘积冰的作用，热流通过叶尖时，设置在叶尖的叶尖镍铬电阻加热模块3进行对热流的二次加热，从而保证流入叶片后缘的热流温度，同时增设的叶尖镍铬电阻加热模块3（利用滑轨4由滑轨电控固定插销固定在叶尖处，便于后期故障维修与更换）也直接对叶尖积冰重点区域直接加热，热流通过叶片后缘进行热交换消除后缘积冰，在后缘热流出口进行缩口设计增加回流回收的高效性，引入鼓风机中进行循环加热利用。

[0039] 作为本实用新型的进一步说明,所述单向热流通道靠近叶片迎风前缘12处在叶片前缘进风通道13内设有等距的9块扰流板5,扰流板5提高了气流滞留时间并进一步增加对流换热量,扰流板5数量的增加与减少影响热流流速和温升,而集热效率由出口流速和温升共同决定,根据叶片除冰实际情况本实用新型在叶片前缘进风通道13内设置9块扰流板5,同时扰流板5采用磨光的金属材料以减小黏性作用以提高集热效率。

[0040] 作为本实用新型的进一步说明,所述热鼓风除冰控制柜1安装于塔筒底部便于工作人员维修和控制,且热鼓风除冰控制柜1可以采用PLC控制器,接收外部结冰传感检测装置的监测数据并通过轮毂中的电滑轮将控制电信号传输到风机叶片相应控制对象(热鼓风机2,叶根镍铬电阻加热模块3、叶尖镍铬电阻加热模块6,电控通道8)进行控制。

[0041] 作为本实用新型的进一步说明,所述电控通道8位于单向热流通道的叶尖处内侧,用于连通热流通道与叶片中部,处于常闭状态,仅当位于叶片中部外表面结冰传感器9反馈结冰信号则打开通道,直到叶片中部外表面结冰传感器9无反馈结冰信号时关闭通道,热鼓风除冰控制柜1与电控通道8连接,可以通过热鼓风除冰控制柜1对电控通道8进行控制开闭。

[0042] 作为本实用新型的进一步说明,所述叶片表面内部设置的单向热流通道内设有滑轨4,利用滑轨4将叶尖镍铬电阻加热模块6从叶根传送到叶尖迎风前缘12处,用设置在在叶尖迎风前缘12处的滑轨电控固定插销固定,利用滑轨4也便于后期加热模块故障的更换与维护,当叶尖镍铬电阻加热模块6出现故障时,可由滑轨4滑至叶根处,便于工作人员维修和更换。

[0043] 本实用新型的工作原理是:

[0044] 本实用新型包括热鼓风除冰控制柜1、叶尖结冰传感器7、叶片中部外表面结冰传感器9、热鼓风机2、叶根镍铬电阻加热模块3、叶尖镍铬电阻加热模块6、扰流板5、电控通道8以及滑轨4组成,利用热流与叶片结冰区域进行热交换消除积冰。

[0045] 所述叶尖结冰传感器7、叶片中部外表面结冰传感器9、热鼓风机2、叶根镍铬电阻加热模块3、叶尖镍铬电阻加热模块6以及电控通道8都由热鼓风除冰控制柜1连接进行信号的传输与控制。

[0046] 所述叶尖结冰传感器7反馈结冰信号给热鼓风除冰控制柜1,热鼓风除冰控制柜1控制热鼓风机2工作,当气流通过单向热流通道内的叶根镍铬电阻加热模块3后形成热气流,热气流沿叶片迎风前缘进风通道13与叶片迎风前缘12进行热交换从而消除前缘积冰,并在叶片迎风前缘进风通道13内增设9块等距扰流板5。

[0047] 所述扰流板5能提高了热气流滞留时间并进一步增加对流换热量,从而提高叶片迎风前缘12除冰效率。

[0048] 所述热流与叶片迎风前缘12热交换后,热量必然有所损失,为不影响流入叶片后缘热流温度,保证叶片后缘的除冰效率,故在叶尖处利用滑轨将叶尖镍铬电阻加热模块6设置在叶尖迎风前缘12处,利用设置在叶尖迎风前缘12处的滑轨电控固定插销固定,所谓电控,可由热鼓风除冰控制柜1给个电信号,插销就凸出来卡住,再给个电信号,插销下去,就不固定了;叶尖镍铬电阻加热模块6的设置不仅是对热气流的二次加热,而且对于叶片叶尖积冰厚度大,不易消除的特点具有针对性,提高了叶尖除冰效率。

[0049] 所述回流缩口11设置在叶片后缘出风通道14内有利于回流空气的高效收集,引入

热鼓风机2中回流并进行循环加热提高了加热效率。

[0050] 上面结合附图对本实用新型的具体实施例作了详细说明,但是本实用新型并不限于上述实施例,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本实用新型宗旨的前提下作出各种变化。



图1

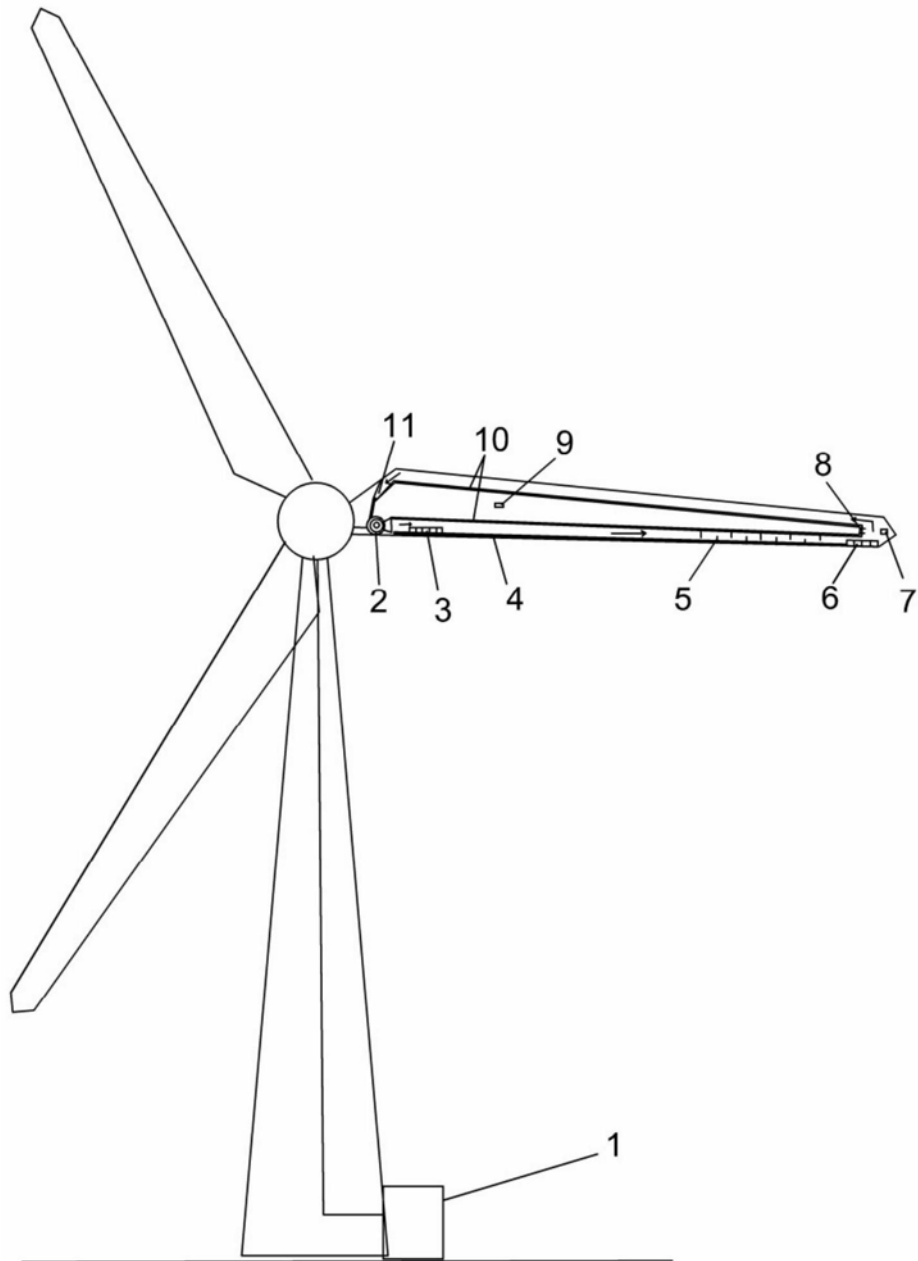


图2

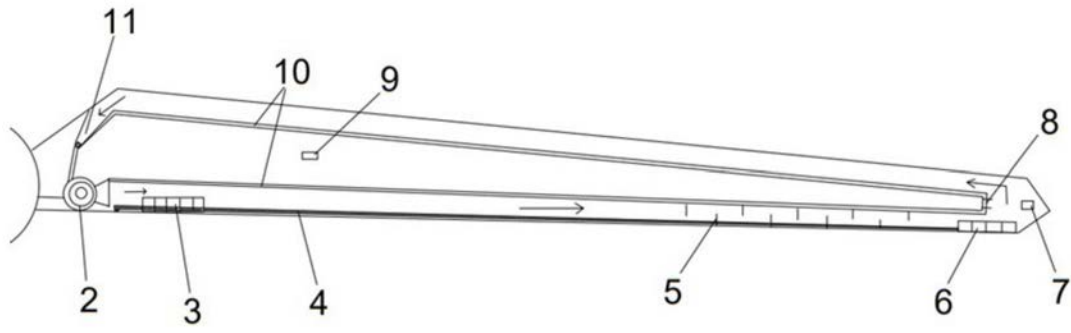


图3

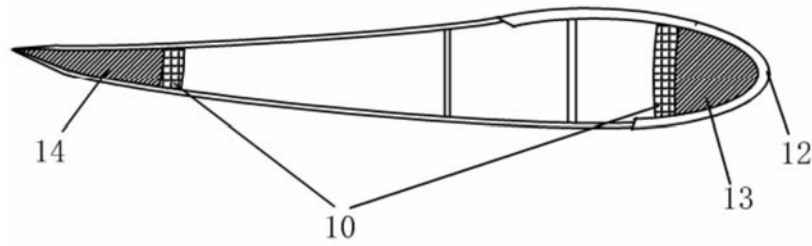


图4

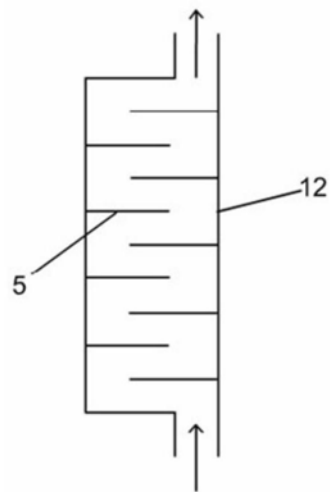


图5