



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110546706 A

(43)申请公布日 2019.12.06

(21)申请号 201880027128.3

(22)申请日 2018.04.23

(30)优先权数据

1753515 2017.04.24 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.10.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2018/051013 2018.04.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/197795 FR 2018.11.01

(71)申请人 EDAP TMS法国公司

地址 法国沃比-恩-韦林

(72)发明人 杰里米·万瑟诺 奥利维耶·纳莱

E·勃朗

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 刘潇 郑特强

(51)Int.Cl.

G10K 11/00(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

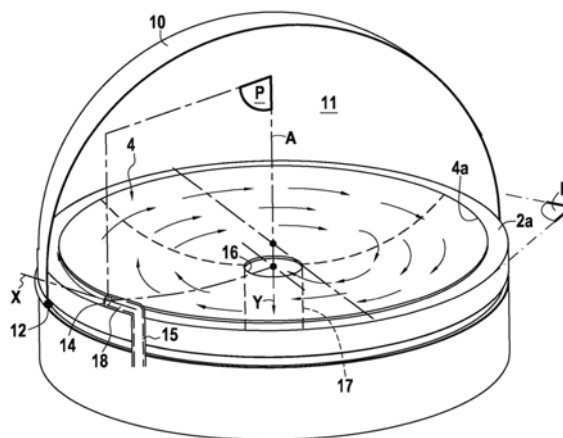
权利要求书2页 说明书8页 附图11页

(54)发明名称

用于冷却超声波探头的方法和包括这种冷却的探头

(57)摘要

本发明涉及一种用于冷却用于产生超声波的探头的换能器的方法,该换能器在前方具有用于发射超声波的表面(4),并在后方具有后表面(5),至少部分地界定冷却室(11)的发射面,其中冷却流体在至少一个入口(15)和至少一个出口(16)之间循环,入口(15)位于发射面(4)的周围,而出口(16)位于所述发射面的中心部分。根据本发明,该方法包括,在所述入口(15)和所述出口(16)之间,产生冷却流体根据冷却室内部围绕换能器发射面的声波传播轴(A)的涡旋的循环。



1. 一种对用于产生超声波的探头的换能器(3)冷却的方法,所述换能器(3)在前方具有用于沿声波传播轴(A)发射超声波的表面(4),以及在后方具有后表面(5),至少发射面(3)部分地界定出了冷却室(11),其中冷却液在至少一个入口(14)和至少一个出口(16)之间循环,所述入口(14)位于所述发射面(14)的周围,而所述出口(16)位于所述发射面的中心部分,其特征在于,所述方法包括:在所述入口(14)和所述出口(16)之间,产生根据在冷却室内部围绕所述换能器的发射面的声波传播轴(A)的涡旋的冷却流体的循环。

2. 一种超声波发生探头,其包括:换能器(3),所述换能器(3)在前方具有用于发射超声波的表面(4),所述表面具有用于传播超声波的声波传播轴(A),且所述换能器在后方具有后表面(5),至少发射面(4)部分地界定出了冷却室(11),其中冷却液通过管状管道进入,以在位于所述发射面(4)周围的至少一个入口(14)和位于所述发射面(4)中心部分的至少一个出口(16)之间循环,所述管状管道在所述入口的上游延伸,所述管状管道的长度根据纵向延伸轴线(X)确定,以引导具有速度矢量的冷却流体,其特征在于,所述管状管道(18)被定向为使得其纵向延伸轴线(X)具有一个非零切向分量,所述非零切向分量根据与包含所述声波传播轴(A)和所述入口(14)在内的平面(P)大致正交的切线方向而确立,以根据冷却室(11)内的涡旋引导流体来产生冷却流体的循环。

3. 根据权利要求2所述的超声探头,其特征在于,所述管状管道(18)被定向为使得其纵向延伸轴线(X)和其所承受的速度矢量具有切向分量,使得所述速度矢量的切向分量与速度矢量的向心分量之比大于1。

4. 根据权利要求2或3所述的超声探头,其特征在于,在所述入口处包括至少一个壁(21、2b),所述壁面向管状管道的出口布置以用于对流体进行偏转,以根据切线方向对流体进行定向。

5. 根据权利要求4所述的超声探头,其特征在于,所述发射面(4)包括位于敞开向出口的平面上的周围边缘(4a),用于引导冷却流体的管状管道(18),朝向管状管道的出口布置的流体偏转壁(21、2b)。

6. 根据权利要求5所述的超声探头,其特征在于,所述发射面(4)的周围边缘(4a)在其周围处被与用于供给冷却流体的至少一个管状管道(18)相连通的周围通道(28)界定,所述通道(28)设有用于与冷却室连通的至少一个向心开口。

7. 根据权利要求6所述的超声探头,其特征在于,所述超声探头包括多个向心连通开口,每个所述向心连通开口在两个相邻的用于改变冷却流体流向的翼(29)之间界定,所述翼的弯曲轮廓从一个切线方向向大致径向方向变化。

8. 根据权利要求3所述的超声探头,其特征在于,所述探头(1)包括管状管道(18),所述管状管道(18)用于供给冷却流体并敞开至所述冷却室(11),且具有一个直线通道部分,所述直线通道部分的法线与所述切线方向重合。

9. 根据权利要求2至8中任一项所述的超声探头,其特征在于,所述冷却室(11)包括分布在所述发射面周围的一系列入口(14),每个所述入口具有至少一个用于流体的所述管状管道(18),所述入口根据用于在所述冷却室(11)内产生所述冷却流体的涡旋循环的方向被定向。

10. 根据权利要求2至9中任一项所述的超声探头,其特征在于,所述发射面(4)呈现出聚焦的几何结构。

11. 根据权利要求10所述的超声探头,其特征在于,所述发射面(4)相对于所述声波传播轴对称地被截断。

12. 根据权利要求2至11中任一项所述的超声探头,其特征在于,所述换能器(3)在其中央部分包括用于所述冷却流体的第二出口(16),两个出口优选地对称地布置在所述发射面(4)的所述声波传播轴的任一侧。

13. 根据权利要求12所述的超声探头,其特征在于,所述换能器(3)在其中心部分包括一个切除部,所述切除部界定出了成像探头(8)的壳体(6),所述成像探头(8)位于所述冷却流体的出口(16)处的任一侧上。

14. 根据权利要求2至13中任一项所述的超声探头,其特征在于,所述探头包括在所述冷却室(11)中通过所述入口打开的流体供应管道(15),所述管道包括用于控制流体速度的装置。

15. 根据权利要求14所述的超声探头,其特征在于,该超声探头包括温度传感器,所述温度传感器适于测量所述换能器(3)的后表面的温度,所述温度传感器连接到所述用于控制流体速度的装置,从而允许根据温度测量来控制所述冷却室内的流体的入口速度。

16. 根据权利要求2至15中任一项所述的超声探头,其特征在于,所述管状管道(18)的长度大于或等于圆形管道截面的直径、或者大于或等于椭圆形管道截面的最小直径、或者大于或等于矩形管道截面的最小宽度。

## 用于冷却超声波探头的方法和包括这种冷却的探头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及包括超声波探头的设备或装置的技术领域,所述超声波探头用于治疗处理并且能够与用于人类解剖结构的超声成像的超声波探头相关联。

[0002] 更具体地,本发明旨在冷却治疗性超声探头甚至回声检查的超声探头的技术。

[0003] 本发明的目的在于在通过高强度聚焦超声波 (HIFU) 治疗处理的领域中找到一种特别有利的应用。

### 背景技术

[0004] 通常,超声探头包括由特别是压电材料构成的声换能器,该声换能器将电能转换成机械能。由于转换效率不理想,未转换的能量会在换能器的材料中产生热量蓄积。温度过高可能导致换能器的损坏甚至毁坏。

[0005] 现有技术提出了用于消散产生的热量以降低换能器温度的各种技术。

[0006] 例如,专利EP0553804描述了一种超声医用换能器,其包括与导热材料接触的换能器元件,以通过向换能器的后方的热传导来确保冷却。这种被动式冷却方法,即没有空气或液体循环,是相对受限的,并且适合于产生少量热量的换能器。

[0007] 还已知有使用强制传导式的冷却系统,使用由泵推动的冷却流体。例如,专利FR2910169描述了一种包括超声回波 (echographic ultrasound) 和用于从探头排出热量的主动冷却系统在内的超声系统 (echography system)。该冷却系统包括布置为使冷却剂在超声检查探头中循环的泵。以相同的方式,专利US5560362描述了一种超声换能器,其具有冷却回路,该冷却回路包括用于换能器的冷却流体的热交换器和确保闭环循环的泵。在两种情况下,换能器的冷却都是通过朝换能器后方的热传导实现的。这种方法的主要缺点在于难以在相同的后置空间中兼容换能器的冷却装置和控制电子电路。

[0008] 众所周知,使用强制传导型的冷却系统,使用由泵推动的冷却流体。强制对流冷却系统的主要困难包括在换能器的整个表面上获得均匀的冷却。当换能器远离平坦表面时,这一困难更加突出。

[0009] 在产生重要的声功率和能量的治疗性超声探头的领域中,专利FR2929040描述了一种换能器,该换能器由在物理上彼此独立的多个发射元件组成。这些声电元件被放置在形成后冷却室的两个盘之间。其中一个盘形成换能器的前表面,所述前表面包括封闭在被膜封闭的前室内的声耦合流体。另一个盘形成了接收控制电子设备的后表面。

[0010] 换能器元件分别由紧固在固体电绝缘和热传导结构上的压电元件形成。因此,这种固体结构允许向换能器的后方排放热能,从而在暴露于冷却流体时形成一种散热器。

[0011] 换能器元件根据以盘的中央部分为中心的螺旋分布,其中设置有流体出口,而流体入口设置在盘的周围。由于换能器元件的螺旋布置,这种布置允许在换能器的后表面获得均匀的螺旋流。该冷却原理特别适用于能够形成螺旋形冷却流体的传导通道的独立换能器元件。这样的冷却系统被证明不适合通过具有光滑发射面的换能器的前表面进行冷却,换能器的前表面显示出光滑发射面,光滑发射面上不可能放置可以引导液体以获得均匀流

动的元件,因为这些元件会干扰超声波场。以互补的方式,冷却流体的引导螺旋循环无法获得优化的冷却。

[0012] 文献JP2007144225描述了一种治疗性体外超声系统,包括用于肋间治疗的窄条形的换能器。该系统还包括由通过抽吸泵循环的液体循环的冷却装置和用于维持耦合液体的恒定包络体积的排放泵。图14至图23描述了冷却装置的不同可选实施例。

[0013] 图14、图16和图17描述了在换能器周围的冷却液入口,其在换能器的方向上具有通过中心孔口排出的冷却液体喷射偏转。这样的布置确保了冷却液无法允许优化冷却的向心循环。

[0014] 在图19所示的实施例中,喷嘴被放置为根据倾斜方向将冷却液引导到超声换能器的方向。因此,耦合液体通过在超声发生器内部转动和上升到中心吸力点而流动。这种转动向心循环无法确保换能器的最佳冷却。此外,需要注意的是,喷嘴的中心非周围位置会干扰换能器的超声场,从而损害其治疗性能。

## 发明内容

[0015] 本发明旨在通过提出一种用于超声探头的新的冷却技术来克服现有技术的缺点,从而允许不论换能器的几何形状如何都能获得换能器的均匀优化冷却。

[0016] 为了实现该目的,本发明涉及一种用于冷却用于产生超声波的探头的换能器的方法,在换能器的前方具有用于发射沿声波传播轴传播的超声波的表面,并且在换能器的后方具有后表面,至少发射面部分地界定出了一个冷却室,冷却室中的冷却流体在至少一个入口和至少一个出口之间循环,入口位于发射面的周围,而出口位于发射面的中心部分。

[0017] 根据本发明,该方法包括在入口和出口之间,产生冷却流体循环,该冷却流体循环是根据冷却室内部围绕换能器的发射面的声波传播轴的涡旋。

[0018] 本发明的另一个目的在于提出一种产生超声波的探头,所述探头包括换能器,换能器在前方具有用于发射沿声波传播轴传播的超声波的表面,而在后方具有后表面,至少发射面部分地界定出了冷却室,其中冷却流体通过管状管道被带入,并至少在位于发射面周围的入口和位于所述发射面的中心部分的至少一个出口之间循环。管状管道从入口向上游延伸,其长度根据纵向延伸轴线确定,以引导具有速度矢量的冷却流体。

[0019] 根据本发明,管状管道以这样的方式定向:其纵向延伸轴线具有非零切向分量,该非零切向分量按照大致正交于包含声波传播轴和入口的平面的切线方向建立,以根据冷却室内的涡旋引导流体来产生冷却流体的循环。

[0020] 此外,根据本发明的超声探头可以进一步包括以下附加特征中的至少一个和/或另一个:

[0021] 管状管道被定向为使其纵向延伸轴线和其所承受的速度矢量具有切向分量,使得速度矢量的切向分量与速度矢量的向心分量之比大于1;

[0022] 超声探头在入口处包括用于流体的至少一个偏转壁,偏转壁面向管状管道的出口布置,以根据切线方向对流体进行定向;

[0023] 发射面包括:周围边缘,位于打开向出口的平面上;管状引导管道,用于冷却流体;流体偏转壁,朝向管状管道的出口布置;

[0024] 发射面的周围边缘在其边缘处被与用于供应冷却流体的至少一个管状管道连通

的周围通道界定,该通道设有用于与冷却室连通的至少一个向心开口;

[0025] 超声探头包括多个向心连通开口,每个向心连通开口在两个相邻的翼之间界定出,翼用于使冷却流体分流,其弯曲轮廓从一个切线方向向大致径向方向变化;

[0026] 超声探头包括管状管道,管状管道用于供应冷却流体,打开到冷却室内,并具有直线通道部分,该通道的法线与切线方向重合;

[0027] 冷却室包括分布在发射面的周围处的一组入口,每个入口具有至少一个用于流体的管状管道,入口根据用于在冷却室内共同产生冷却流体的涡旋循环的方向被定向;

[0028] 发射面具有聚焦的几何结构;

[0029] 发射面关于声波传播轴对称地被截断;

[0030] 换能器在其中央部分包括用于冷却流体的第二出口,优选地,两个出口对称地布置在发射面的声波传播轴的两侧;

[0031] 换能器在其中心部分包括切除部,该切除部界定出了用于成像探头的壳体,在该成像探头的两侧都位于用于冷却流体的出口处;

[0032] 超声探头包括通过冷却室的入口开口的流体供应管道,该管道包括用于控制流体速度的装置;

[0033] 超声探头包括温度传感器,温度传感器适于测量换能器后表面的温度,该温度传感器连接到用于控制流体速度的装置,从而允许根据温度测量控制冷却室内的流体的入口速度;

[0034] 管状管道的长度大于或等于圆形截面管道的直径,或者大于或等于椭圆形截面管道的最小直径,或者大于或等于矩形截面管道的最小宽度。

## 附图说明

[0035] 通过以下参照附图提供的描述,各种其他特征将变得显而易见,附图以非限制性示例的方式示出本发明的目的的实施例。

[0036] 图1为示出根据本发明的治疗性超声探头的的一个实施例的立体图。

[0037] 图2为图1中的探头的局部切除的视图。

[0038] 图3为示出根据本发明的探头的涡流冷却原理的图。

[0039] 图4为根据本发明的探头的框图,示出了在凹形发射面上的涡流冷却。

[0040] 图5A为根据本发明的探头的框图,示出了在圆形平坦发射面上的涡流冷却。

[0041] 图5B为根据本发明的探头的框图,示出了在非圆形平坦发射面上的涡流冷却。

[0042] 图6示出了根据本发明的探针的另一实施方式,示出了使用偏转器的涡流冷却。

[0043] 图7示出了包括多个入口的冷却室的另一实施例。

[0044] 图8A示出了根据本发明的探头的冷却流体的入口的一个实施例的详细视图。

[0045] 图8B示出了用于图8A所示的入口的冷却流体供应管道的细节。

[0046] 图9示出了包括多个入口的冷却室的另一个实施例。

[0047] 图10为大致沿图9中的线A-A截取的剖视图。

## 具体实施方式

[0048] 本发明的目的涉及一种用于对产生超声波的探头1进行冷却的新技术。从图1和图

2中可以更明确地看出,该探头1具体用于治疗处理。该治疗探头1一般来说是治疗设备的一部分,治疗设备未示出但其本身是已知的,并且适用于借助超声波进行生物体的治疗。有利地,这种治疗探头产生高强度聚焦超声(HIFU)。显然,本发明中的冷却技术可以实施为用于探头,该探头用于产生与人体解剖学的超声成像探头相关或无关的超声治疗波。

[0049] 探头1特别地包括用于换能器3的支撑体2,该换能器包括一个或多个超声发射器,例如压电元件。换能器3的超声发射器经由放大级连接到控制电路,该控制电路传递用于激活超声发射器的信号。由于控制电路的性能是技术人员的技术知识的一部分,因此不对其进行更详细的描述。因此,该控制电路通常包括一个驱动信号发生器,这个驱动信号发生器通过放大级连接到超声发射器。

[0050] 换能器3在前方具有用于发射超声波的面4,在后方具有后表面5。根据一个可选实施例,温度传感器可以放置在这个后表面上,以便测量该表面上的热量。发射面4具有光滑的表面,该光滑的表面由周围边缘4a界定出以及可能由内边缘4b界定出,内边缘4b界定出设置在换能器中央部分的切除部。

[0051] 通常,发射面4具有与对称轴相对应的声波传播轴A,并且在说明书中的其余部分由声波传播轴A表示。根据有利的可选实施例,发射面4具有聚焦的几何结构,也就是说,由于超声发射器的控制模式或由于发射面的几何形状,产生的超声波聚焦在聚焦区域中。通常,发射面4具有凹形,例如半球形,和如图2所示的实施例中的,环面形状(toric shape)。有利的是,内边缘4b特别地界定出用于成像探头8的壳体6。根据该实施例,声波传播轴A对应于形成发射面4的环面的对称轴,并且垂直于发射面的周围边缘4a通过的平面。

[0052] 显然,发射面4可以为不同于如图2和图4所示的凹形的形式。在图5A、图5B、图6、图7和图9所示的实施例中,发射面4呈现为平面形状。如这些实施例所示,声波传播轴A垂直于发射面4。

[0053] 根据图2、图4、图5A、图6、图7和图9所示的实施例,发射面4具有圆形轮廓,但是很明显的是,发射面可以具有与之不同的形状的轮廓,例如矩形或椭圆形。在图5B所示的实施例中,发射面4相对于声波传播轴A对称地被截断,使得发射面4具有两个平行延伸并彼此面对的直线边缘,并且两个直线边缘通过具有相同曲率半径的两个圆形边缘相连接。

[0054] 探头1还包括膜10,该膜10放置在发射面4的前方并且由可透过超声波的材料制成。膜10和发射面4一起界定出冷却室11,冷却流体在其中循环。膜10以任何适当的方式和O形环12一起固定在本体2上,以获得密封的冷却室。该冷却室11也能够起到与声学穿透介质产生声耦合的作用。通常,冷却流体是已被脱气以改善波的传播的水基液体,或是从那些具有低超声波吸收的声学特性的油中选择的流体。也可以使用专利EP10385551中描述的液体。

[0055] 冷却室11包括用于由至少一个供应通道15带来的冷却液的至少一个入口14。每个入口14都在发射面的外部位于发射面4的周围,以不破坏超声波的传播。根据本实施例的有利特征,每个入口14在本体2的在发射面4的周围边缘4a处围绕换能器的冠部2a中实现。在图2、图4、图5A、图5B和图6所示的实施例中,冷却室11包括唯一的入口14,而在如图7和图9所示的示例中,探头1包括多个入口14。

[0056] 冷却室11还包括位于所述发射面4的中心部分的至少一个出口16。每个出口16包括由其进入孔口界定出的出口管道17,和用于冷却流体离开冷却室的通道部分。每个出口

16都具有垂直于出口管道17的直线通道部分的出口轴线Y,出口管道17的直线通道部分用于回收离开冷却室11的流体。因此,出口管道17具有通过其孔口显示的通道部分,该通道部分允许沿Y方向排出冷却液的流动。出口16的通道部分可以是任何可能的形式。除了图2所示的优选示例之外,在其余所示的示例中,探头1包括唯一的出口16,而在图2所示的实施例中,探头包括两个出口16,两个出口16对称地位于发射面的声波传播轴A的两侧。

[0057] 根据本发明,探头1在入口14处包括至少一个用于冷却流体的与供应通道15连通的管状管道18。管状管道18适于在冷却室11内部,在入口14和出口16之间产生围绕声波传播轴A的冷却流体的涡旋循环或涡流。这种涡旋循环或涡流使得冷却流体绕声波传播轴A旋转一圈流动。因此,每个流体粒子都围绕声波传播轴A进行大于 $360^\circ$ 的旋转运动。术语涡旋和涡流将可以在本说明书的其余部分中交换使用,以描述与换能器的发射面相关的冷却流体的循环现象。

[0058] 有利地,冷却流体的涡旋循环在绕着与发射面的声波传播轴A重合的旋转轴的情况下实现。尤其在出口16的出口轴线Y与发射面的声波传播轴A重合的情况下实现。

[0059] 需要注意的是,位于入口14处的用于引导流体的管状管道18允许通过其进入冷却室11的端部开口界定出用于冷却流体的入口通道的直线部分。管状管道18沿纵向延伸轴线X延伸,并有确定的足够长度,该长度适合于引导冷却流体的流动并赋予冷却流体速度,该速度的速度矢量V与纵向延伸轴线X共线,也就是说,速度矢量V垂直于进口通道的直线部分。更具体地,如图3所示,管状管道18被定向为这样的方式:其纵向延伸轴线X和其上承受的速度矢量具有非零切向分量 $V_T$ ,非零切向分量 $V_T$ 根据切线方向T而建立,以在冷却室11内产生冷却流体的涡旋循环。

[0060] 需要注意的是,考虑到了相对于发射面4的周围边缘4a的切线方向T,该切线方向是参考系的三个正交方向之一,三个正交方向还包括:与包含发射面4的周围边缘4a的平面垂直的法向正交方向N和与切线方向T正交且穿过发射面的中心的向心方向C。该切线方向T基本上垂直于平面P,平面P包含声波传播轴A和入口14的至少一点,也就是说,例如,纵向延伸轴线X与由管状管道18界定出的入口通道的直线部分的交点。

[0061] 如上所述,管状管道18被定向为这样的方式:其纵向延伸轴线X以及其承受的速度矢量具有根据切线方向T确定的非零切向分量 $V_T$ 。通常,如图3所示,这个速度矢量V根据参考系的三个方向,即切线方向T、向心方向C和法线方向N,分别被分解为切向分量 $V_T$ 、向心分量 $V_C$ 和法向分量 $V_N$ 。

[0062] 管状管道18从其端部开始具有根据纵向延伸轴线X确定的一定长度,用于引导冷却流体,并赋予其适当的方向和速度以获得冷却流体的涡旋循环。因此,冷却流体在入口通道的直线部分处具有速度矢量V,该速度矢量V具有沿纵向延伸轴线X的方向,并且其切向分量 $V_T$ 是非零的。

[0063] 根据前面的描述,管状管道18被布置为相对于其他分量优化切向分量 $V_T$ 。理想地,管状管道18的布置使得向心的 $V_C$ 和法向的 $V_N$ 为零或趋近于零。

[0064] 因此,管状管道18被定向为这样的方式:其纵向延伸轴线X和其承受的速度矢量有切向分量,使得速度矢量的切向分量与速度矢量的向心分量的比值大于1。

[0065] 理想地,对于圆形截面的管状管道,管状管道18的长度应大于或等于其直径。举例来说,图2中的管状管道18是圆形的,并且长度为20mm,平均直径为2mm,而图4中的管状管道

18的长度为3mm,直径为1mm。如果管状管道不是圆形的截面,而是如图8A和图8B所示的椭圆形或矩形的截面,管状管道的长度应大于或等于椭圆形截面的最小直径或大于或等于矩形截面的最小宽度。优选地,对于圆形截面的管道,管状管道18的长度大于其直径的1.5倍。同样,管状管道18的长度大于椭圆形截面的最小直径的1.5倍或矩形截面的最小宽度的1.5倍。

[0066] 因此,在位于发射面4的周围的入口14与位于发射面4的中央部分的出口16之间,形成冷却流体绕声波传播轴A的涡旋循环。冷却流体的速度矢量V在入口通道部分14处有一个其中分量 $V_T$ 为非零且大致垂直于平面P的方向。因此,冷却流体相对于发射面4的边缘4a呈切线方向,以在冷却室11内创造冷却流体的涡旋循环。

[0067] 至少一个管状管道18在入口14处的实施允许与出口16一同在冷却室11中创造这种冷却流体的涡旋循环。值得注意的是,用于供应冷却流体的通道15包括用于控制流体速度的装置,该装置允许在冷却室的入口处赋予冷却流体足够适合的速度以获得涡旋循环。入口14处的流体速度在 $10^{-3}$ m/s和1m/s之间的范围内。

[0068] 根据有利的可选实施例,其中,探头包括适于测量换能器的后表面温度的温度传感器,温度传感器连接到用于控制流体速度的装置,该装置允许根据温度传感器执行的测量来控制冷却室内的流体的入口速度。

[0069] 无论发射面4的形式如何,都进行这种涡旋循环。举例来说,图4示出了凹形发射面4的冷却流体的涡旋循环,而图5A、图5B、图6、图7和图9示出了平面发射面4的涡旋循环。

[0070] 应当理解,本发明的目的是允许在发射面4的整个表面上获得最佳的且均匀的冷却。如前所述,冷却流体绕声波传播轴A的涡旋循环或涡流实施了单个涡旋。

[0071] 从宏观的角度来看,根据单个涡旋的冷却流体的循环允许维持冷却流体的层流位移,从而确保在发射面4的整个表面上的均匀冷却。此外,从微观的角度看,涡旋形式的循环提高了在入口14和出口16之间获得的冷却流体的直接的、非涡旋循环的冷却效率。所得到的涡旋允许每个冷却流体的粒子绕声波传播轴A进行至少一次旋转。通常,根据绕声波传播轴A旋转几圈,冷却流体的每个粒子在入口14和出口16之间旋转。当切向速度分量与向心速度分量的比值远大于1时,流体粒子的旋转圈数及其位移速度就将变得更加重要。如图4所示,当向心速度分量为零时,该比值趋于无穷大。

[0072] 根据第一实施例,流体的引导管道18通过由冷却腔室11中的入口14打开的冷却流体的供应通道15的一部分来实现。如图4更精确地显示,供应通道15包括入口14的上游和相对于发射面4的边缘4a切线地定向的管状管道18。根据该实施例,供应通道15包括大致平行于声波传播轴A的延伸部分,该部分以形成用于引导冷却流体的管状管道18的 $90^\circ$ 弯曲部分结束。形成管状管道18的这个 $90^\circ$ 弯曲部分允许在其端部界定出用于冷却流体的入口通道的直线部分。入口通道的这个直线部分的法线对应于纵向延伸轴线X,该纵向延伸轴线X根据大致垂直于包含声波传播轴A的平面P的切线方向T定向,考虑到这种布置,根据相对于发射面4的边缘4a的切线方向T,冷却流体的速度矢量V大致分解为切向分量 $V_T$ 。

[0073] 显然,供应通道15可以完全定向为相对于发射面4的边缘4a相切,即使这种解决方案在供应通道15和出口管道17在这种情况下是正交的时更加麻烦。

[0074] 根据图5A所示的另一个实施例,供应通道15包括入口14的上游和形成管状管道并在出口处定向为相对于发射面4的边缘4a相切的部分18。根据该实施例,供应通道15包括大

致垂直地延伸到出口轴线的部分,其通过形成管状管道的弯曲部18延伸并在其端部界定出法线正交于平面P的入口通道部分。甚至在那里,冷却流体的速度矢量V根据相对于发射面4的切线方向T被大致分解为一个切向分量VT。

[0075] 在图4、图5A、图5B和图7所示的实施例中,管状管道18位于发射面4的前平面F之外,这个前平面F经过该发射面的周围边缘4a。根据这些实施例,供应通道15在其末端部分中包括管状管道18,该管状管道被定向为具有垂直于前平面并位于该前面前方的直线通道部分,以便获得冷却流体以与切线方向T共线的速度流动。

[0076] 根据其原理在图6上示出的第二实施例,管状管道18向后设置或位于发射面4的前平面F处,前平面F经过发射面的周围边缘4a。换句话说,冷却流体的管状管道18以这样的方式通向位于发射面的前平面中的支撑件的冠部2a:管状管道18的端部和发射面的周围边缘4a位于同一水平高度。

[0077] 根据该第二实施例,管状管道18以这样的方式定向:其纵向延伸轴线X和之后的速度矢量V具有根据切线方向T而建立的非零切向分量,以在冷却室11内创造涡旋循环。根据这种结构,纵向延伸轴线X和之后的流体的速度矢量还具有根据法线方向N而建立的法向分量。根据该示例,探头在入口处包括至少一个壁21,壁21面向管状管道的出口设置来用于对流体进行偏转,以根据切线方向T对流体进行定向。速度矢量的法向分量的幅值由此被限制。

[0078] 偏转壁或偏转器21面向管状管道18和支撑冠部2a布置在冷却室11中。如图6更精确地显示,当冷却流体由管状管道18带入腔室内时,偏转器21构成障碍。因此偏转器21与支撑冠部2a结合,迫使冷却流体相对于发射面呈切线方向。因此,偏转器21包括根据切线方向T定向为面向管状管道18的出口的前部。

[0079] 根据有利的可选实施例,偏转器21通过止动部分21a以直角延伸,允许以独特的切线意义使冷却流体定向。

[0080] 图2示出了该原理的可选实施例,其中,发射面4包括圆形周围边缘4a,该圆形周围边缘在其边缘处被与一个或多个管状管道18相连通的周围通道28包围,用于提供冷却流体的管状管道18开口至冠部2a。冷却流体的管状管道18打开到位于发射面的前平面的支撑件的周围边缘2a中,使得管状管道18的端部与发射面的周围边缘4a位于同样的水平高度。

[0081] 更明确地,如图8a至图8B所示,用于供应冷却流体的通道15与开口进入冠部2a的管状管道18相连通。为了减少与管状管道18相连接的压头损失,而无需增加大截面,优选地,管状管道18包括多个平行的通道路径18b,在所示的示例中为3个路径,设置为与冠部2a的圆形结构贴合。因此,该管状管道18根据发射面的周围边缘4a的外周的有限的扇区打开。

[0082] 对于每个入口,冷却流体由管状管道18沿切线方向引导,也被偏转壁2b引导,偏转壁2b朝向管状管道18的出口部分并与之隔开一定距离设置。偏转壁2b充当冷却流体的偏转器,以根据切线方向对流体进行定向,使得速度矢量的法向分量的幅值由此被限制。

[0083] 在示出的示例中,偏转壁2b是以面向支撑件的冠部2a延伸的环形边界的形式实现的。支撑件的冠部2a通过连接壁2c连接到环形边界2b。面向冠部2a并与冠部2a间隔开一定距离地延伸的环形边界2b界定出了周围通道28,如上所述,该周围通道28通过设置在本体2中的凹槽实现,以便封闭腔室的外部并在内部与冷却室的中心部分连通。

[0084] 周围通道28包括用于对支撑件的冠部2a和环形边界2b进行机械连接的精确钉

(punctual studs) 29。如图9和图10所示的实施例中,钉29均以翼的形式实现,用于改变冷却流体的流向。因此,每个钉之间的空间形成一个向心开口,提供通向冷却室11的通道。

[0085] 每个钉29具有从切线方向向大致径向方向变化的弯曲轮廓,以限制压头损失。

[0086] 根据图7所示的可选实施例,冷却室11包括一系列分布在发射面4的周围的入口14,每个入口具有至少一个用于引导流体的管状管道18,管状管道沿垂直于包含声波传播轴A的平面P的方向定向,每个入口共同在冷却室内形成冷却流体的涡旋循环。显然,根据本发明的探头的全部可选方案都可以配备多个入口。

[0087] 在图4、图5A、图5B、图6、图7和图9所示的示例中,冷却室11包括唯一的出口16,出口16的出口轴线Y与发射面4的声波传播轴A重合。根据图2所示的可选实施例,换能器3在其中央部分包括用于冷却流体的第二出口16。两个出口16对称地布置在发射面4的声波传播轴A的两侧,并且一个出口轴Y与发射面4的声波传播轴A共线。显然,根据本发明的探头的所有可选方案都可以配备有多个出口。根据该可选方案,冷却流体同样根据围绕声波传播轴A转动的单个涡旋而循环。

[0088] 根据上文描述,本发明的目的是提出一种用于冷却产生超声波的探头的换能器的新方法,该方法包括在发射面的冷却室的入口和出口之间形成冷却室内部的冷却流体围绕垂直于换能器中心部分的轴线的涡旋循环。这种涡旋循环,即根据单个涡旋的循环,同时通过治疗性超声探头的传导或甚至放置在其中心的成像探头的传导,改善了冷却的性能和均匀性。

[0089] 显然,本发明的目的还可以用于冷却换能器的后表面。

[0090] 本发明不限于所描述和表示的实施例,因为在不脱离本发明范围的情况下可以对其进行各种修改。

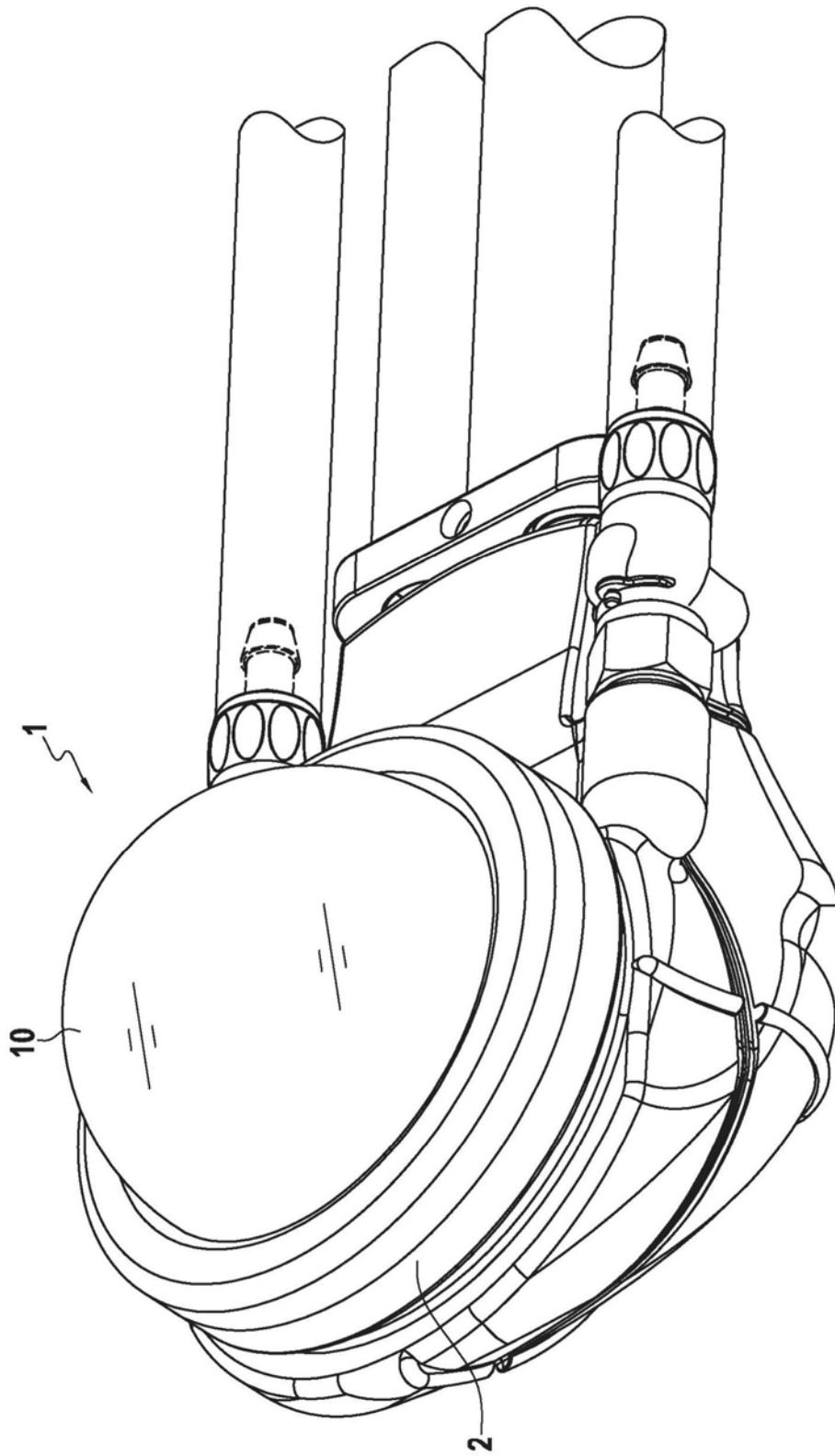


图1

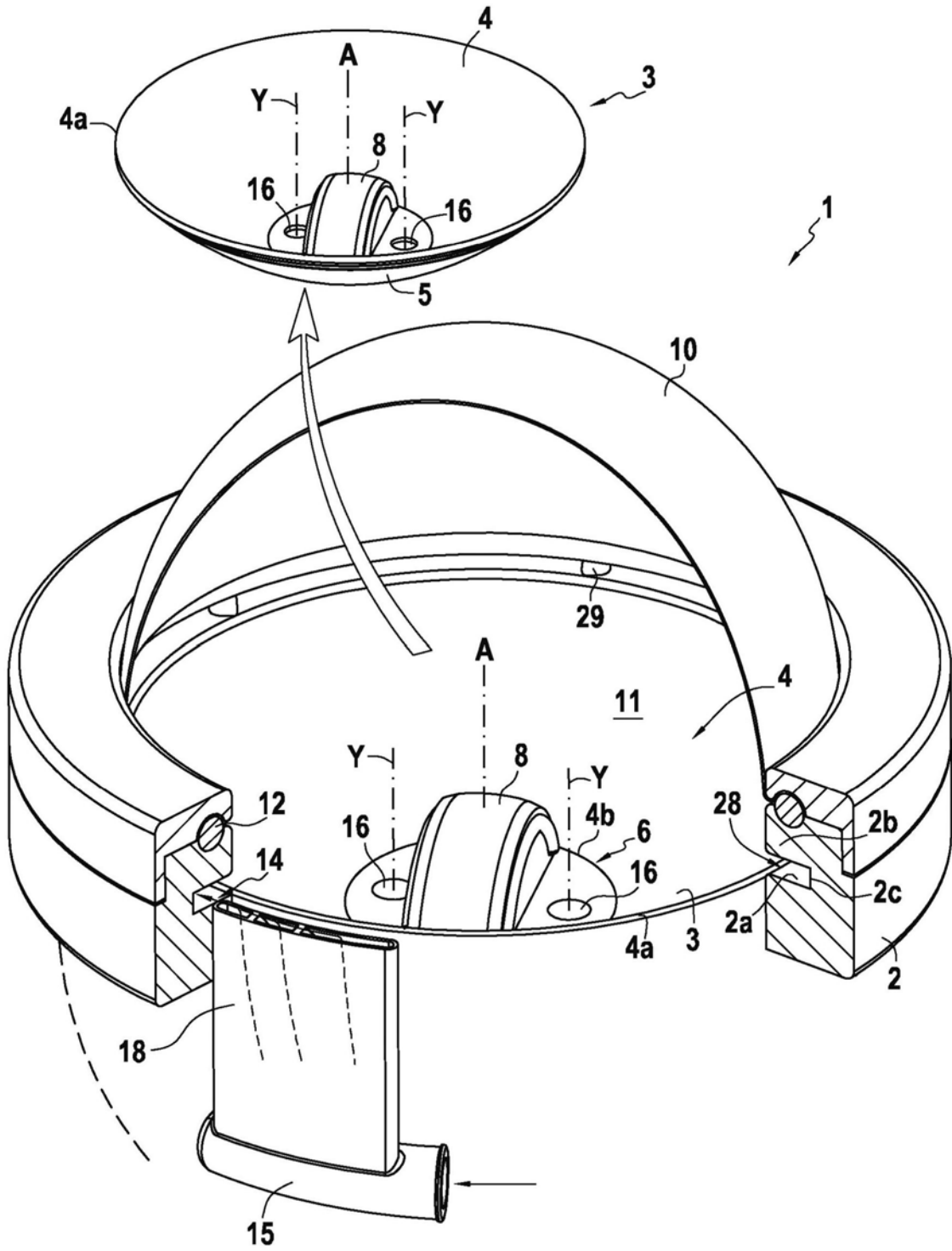


图2

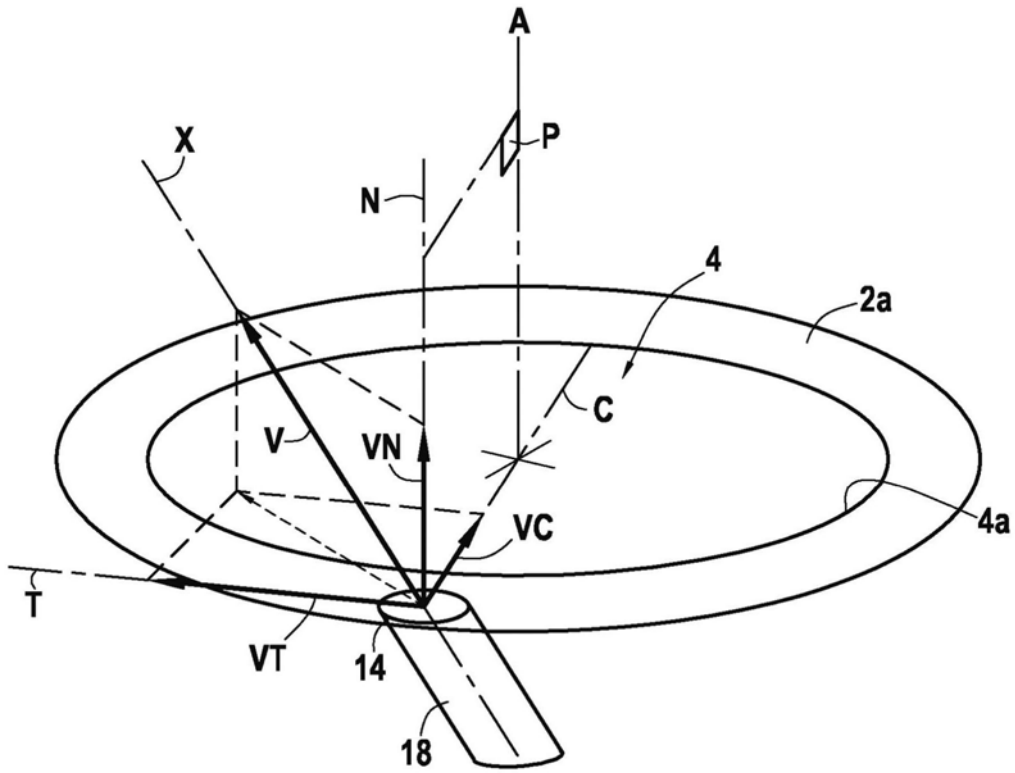


图3

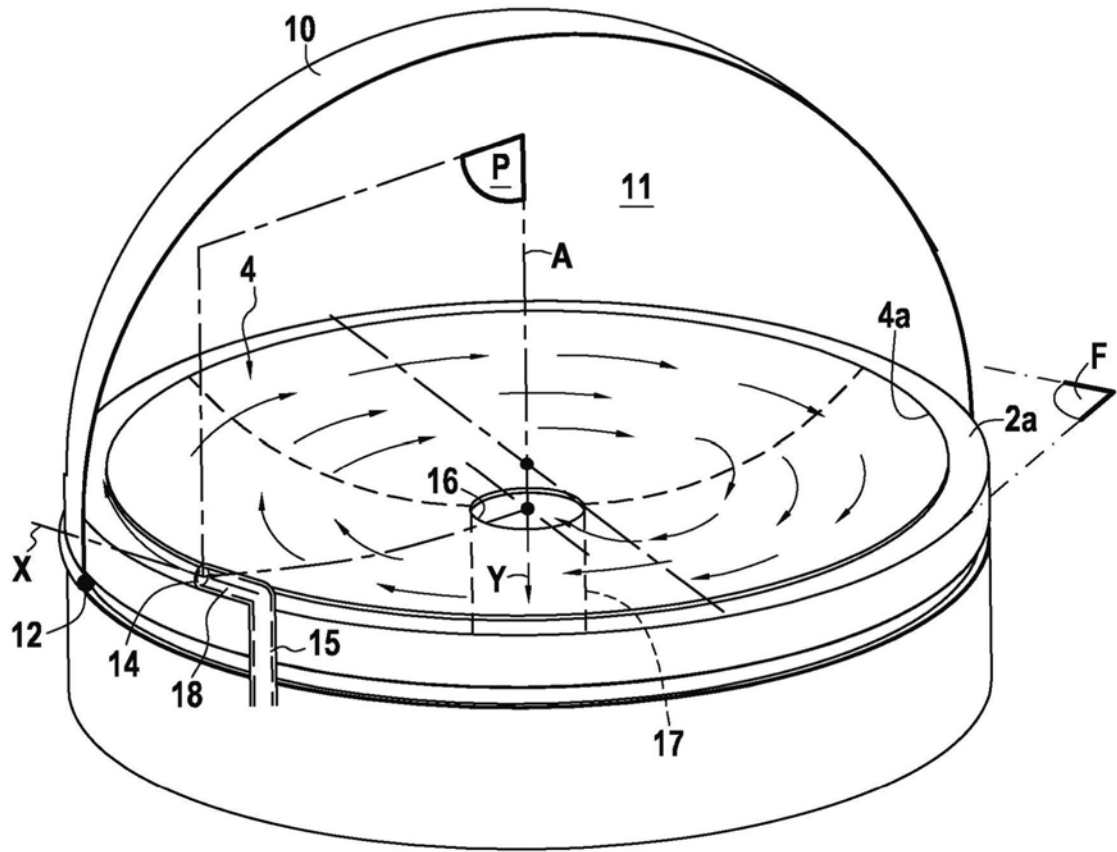


图4

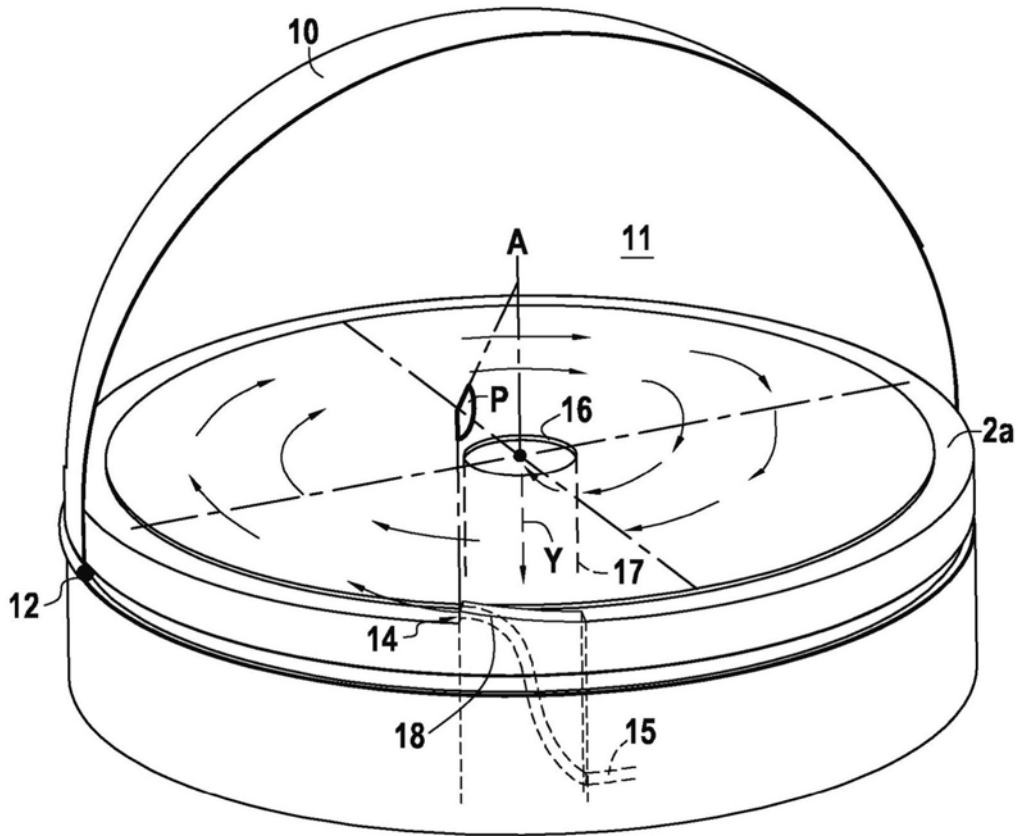


图5A

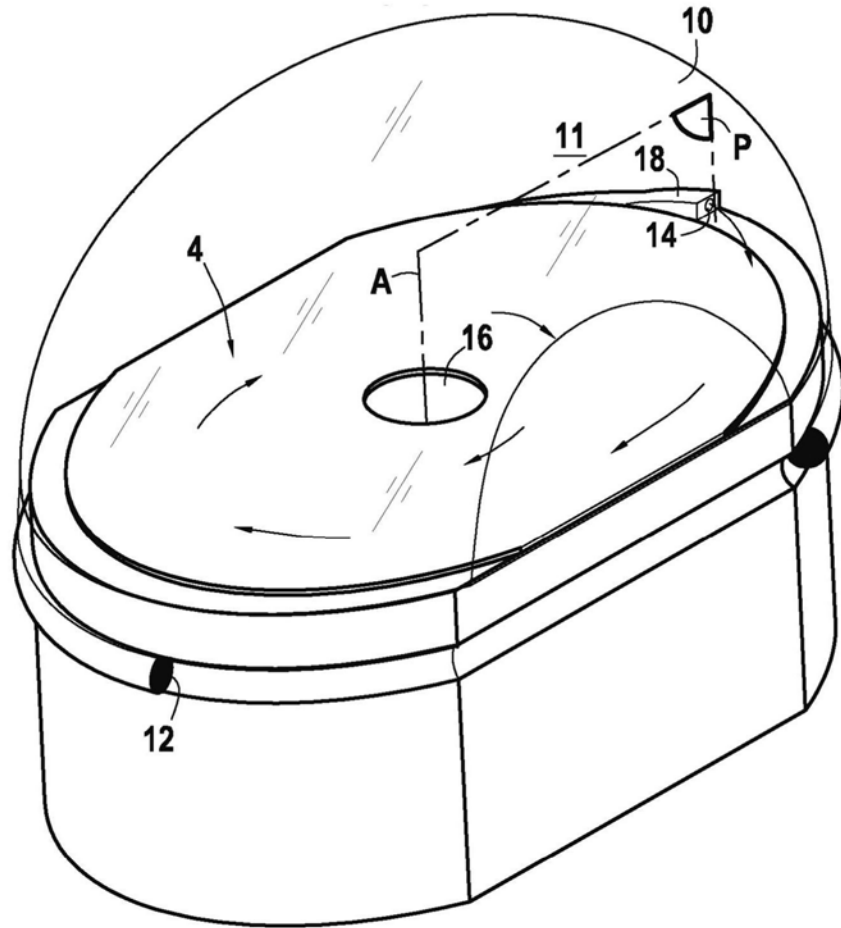


图5B

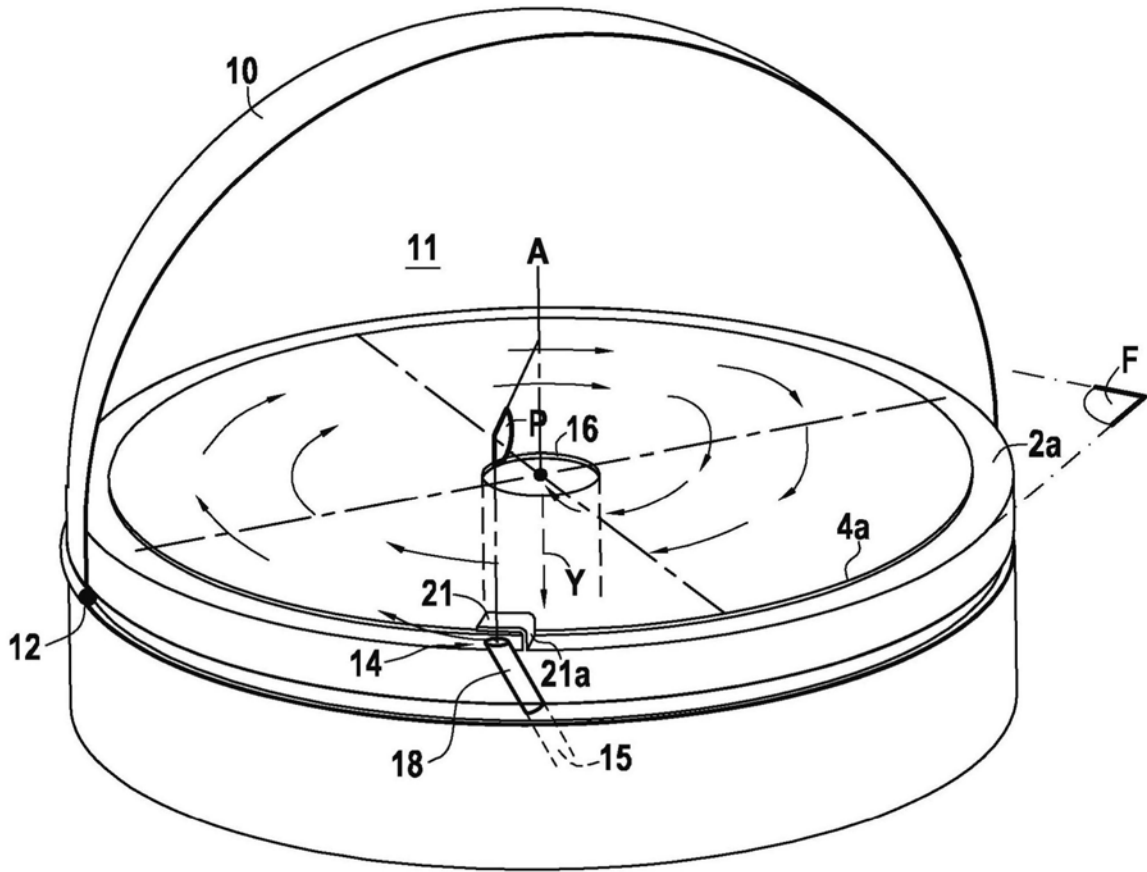


图6

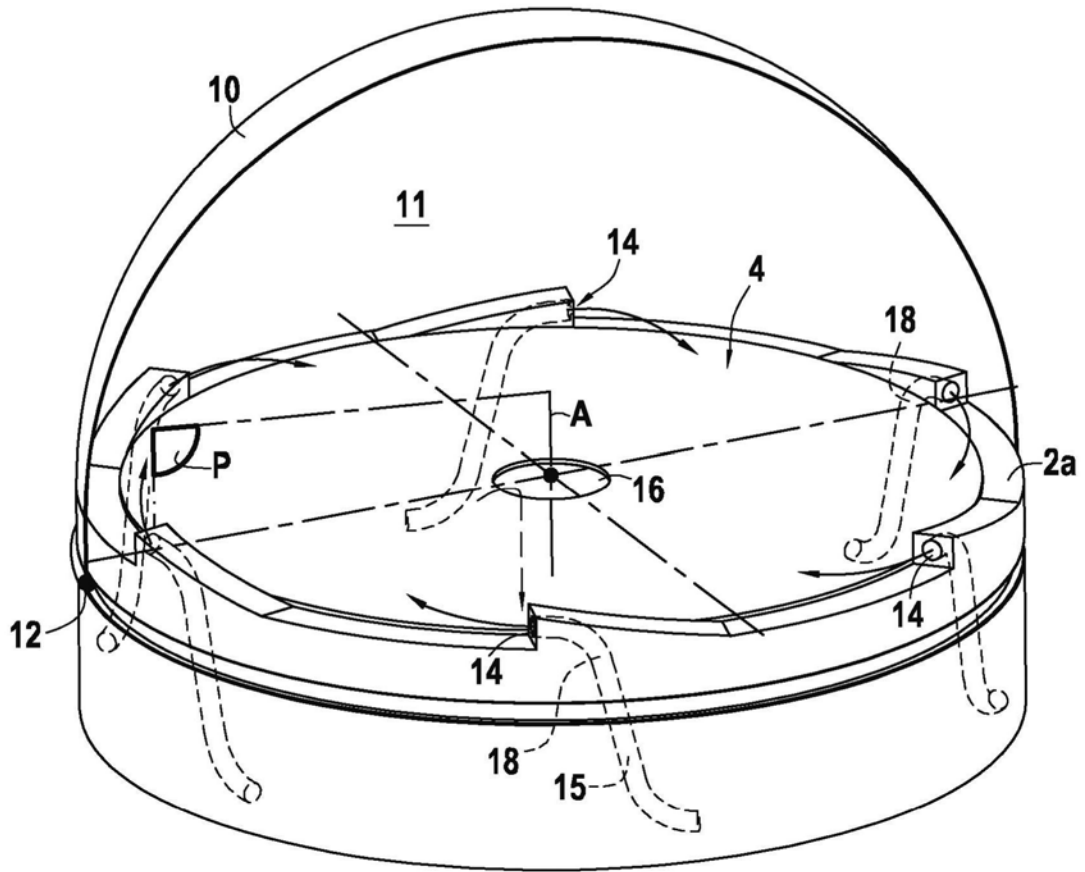


图7

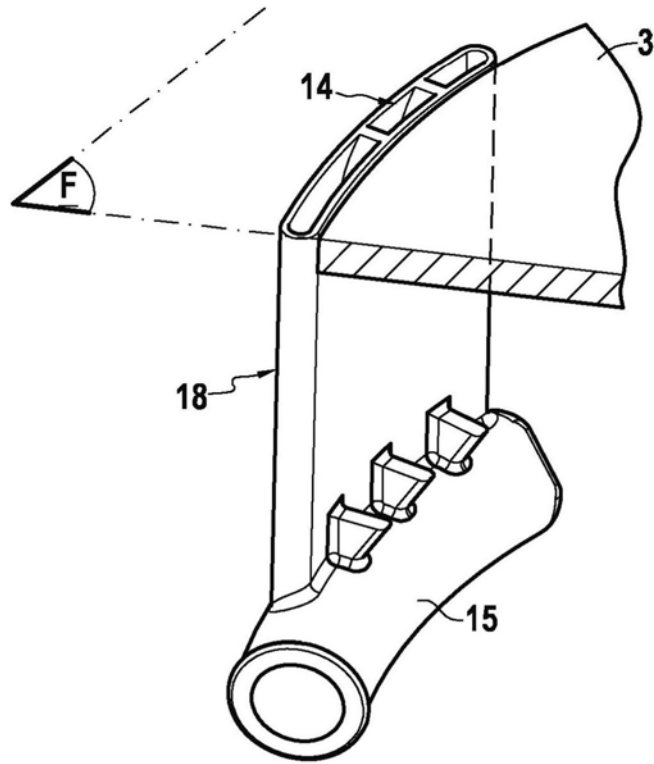


图8A

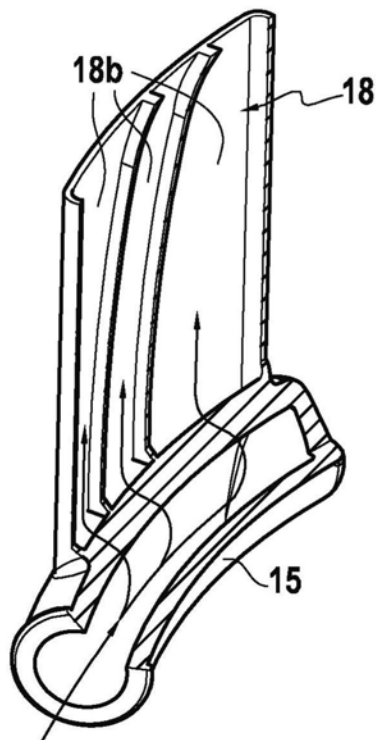


图8B

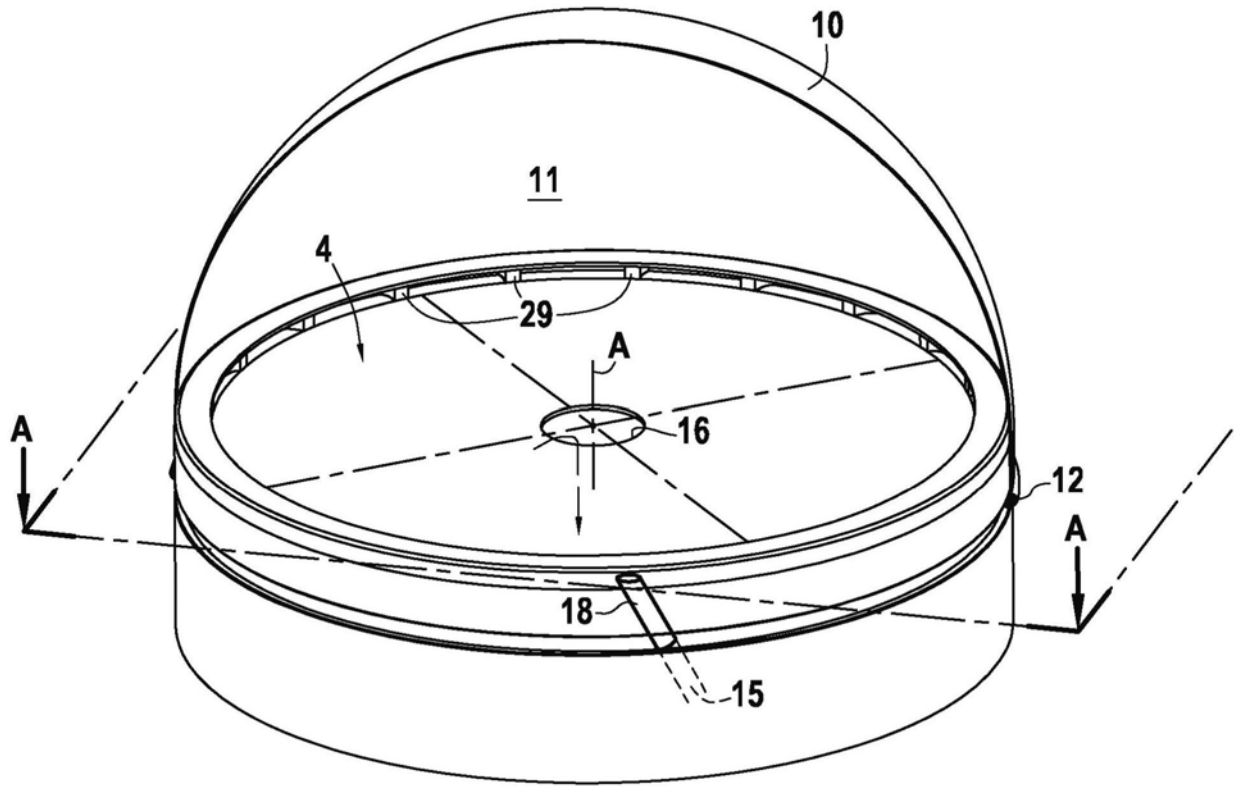


图9

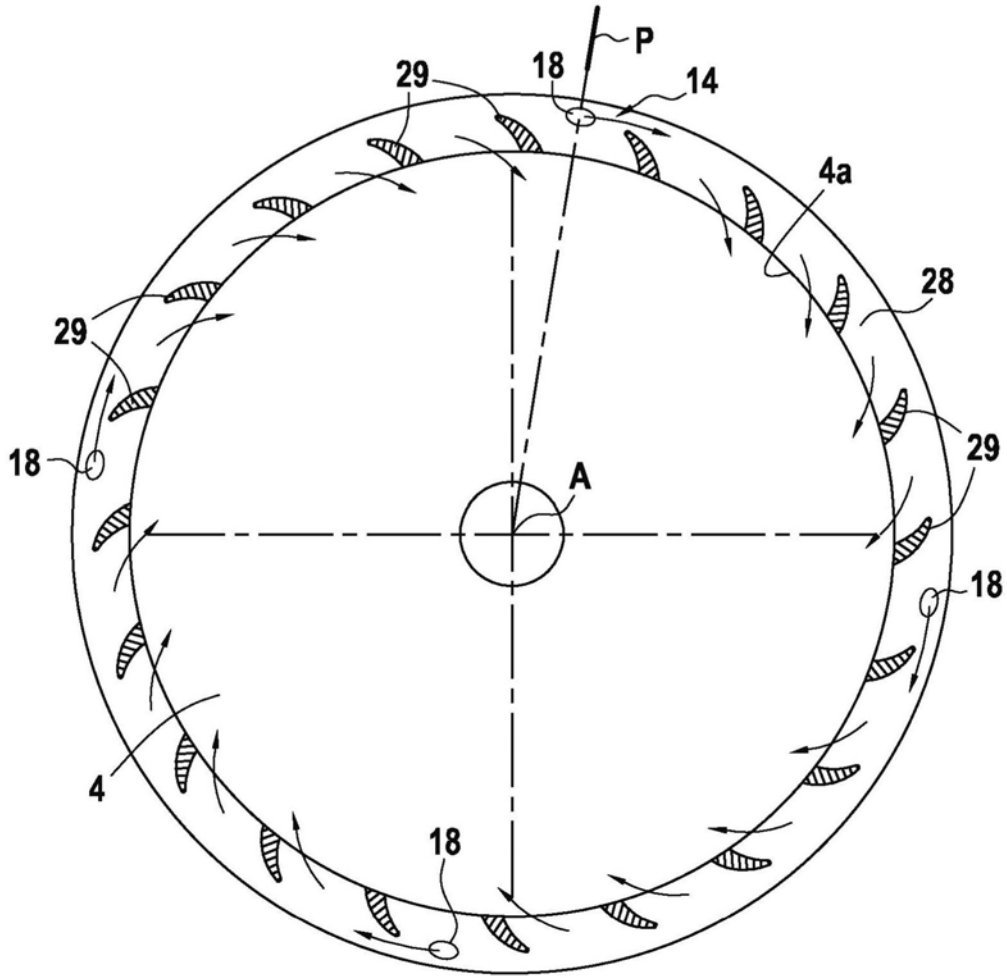


图10

