



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104420998 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201410450088.7

(22)申请日 2014.09.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104420998 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(30)优先权数据

14/019791 2013.09.06 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 L.麦钱特 S.阿维舍蒂

V.I.彭亚文 D.伯德

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F02C 7/047(2006.01)

F02C 7/045(2006.01)

F02C 7/057(2006.01)

(56)对比文件

US 2006091243 A1,2006.05.04,

US 2009241552 A1,2009.10.01,

CN 103195575 A,2013.07.10,

CN 101802367 A,2010.08.11,

CN 103089448 A,2013.05.08,

审查员 胡洋洋

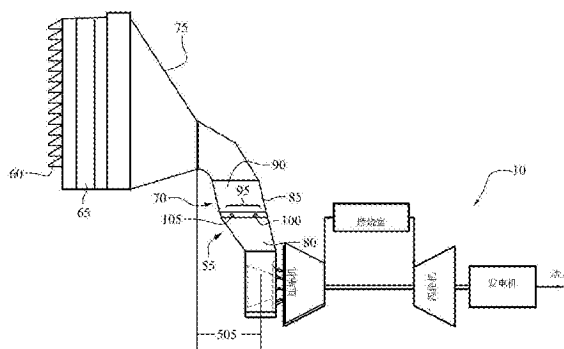
权利要求书2页 说明书6页 附图12页

(54)发明名称

用于燃气涡轮机的入口系统及相关设备和方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于燃气涡轮机的入口系统及相关设备和方法,所述系统包括入口空气管道;设置在入口空气管道中的消声器,该消声器包括多个面板,所述面板之间具有空间;和具有孔的管道,所述孔设置成将入口抽气热量喷射到所述空间中的每一个中。一种对用于燃气涡轮机的入口空气进行调节的方法包括使空气流过位于所述燃气涡轮机的入口空气管道中的消声器的面板之间的空间,以及将入口抽气热量通过孔喷射到所述空间中的每一个中。



1. 一种用于燃气涡轮机的入口系统,所述系统包括:
入口空气管道;
设置在所述入口空气管道中的消声器,所述消声器包括多个面板,所述面板之间具有空间;和
具有孔的管道,所述孔设置成将入口抽气热量喷射到所述空间中的每一个中;
其中,所述孔中的每一个被沿所述具有孔的管道大致设置于所述多个面板中的两个面板之间的中点处。
2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述孔设置在所述面板的上游端与所述面板的下游端之间。
3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述孔被定向成通过第一正向速度分量喷射所述入口抽气热量,所述第一正向速度分量与流经所述面板的入口空气流的方向相反。
4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述孔被定向成通过第二正向速度分量喷射所述入口抽气热量,所述第二正向速度分量与流经所述面板的入口空气流的方向垂直。
5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述面板彼此大致平行并且所述具有孔的管道大致垂直于所述面板。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述具有孔的管道包括第一管道和第二管道,所述第二管道大致平行于所述第一管道,并且与所述第一管道大致相同。
7. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述孔被确定尺寸成以声速来喷射所述入口抽气热量。
8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述孔的数量是所述空间的数量的整数倍。
9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述孔被设置成喷射所述入口抽气热量,使得所述入口抽气热量由于流经所述空间的入口空气流而在所述空间内改变流动方向。
10. 一种动力设备,包括:
燃气轮机,所述燃气轮机包括压缩机、燃烧系统、和涡轮机段;
机械或电力负载;和
用于所述燃气涡轮机的入口系统,所述入口系统包括:
入口空气管道;
设置在所述入口空气管道中的消声器,所述消声器包括多个面板,所述面板之间具有空间;和
具有孔的管道,所述孔被设置成将入口抽气热量喷射到所述空间中的每一个中;
其中,所述孔中的每一个被沿所述具有孔的管道大致设置于所述多个面板中的两个面板之间的中点处。
11. 一种对用于燃气涡轮机的入口空气进行调节的方法,所述方法包括:
使空气流过位于所述燃气涡轮机的入口空气管道中的消声器的面板之间的空间,以及
将入口抽气热量通过具有孔的管道上的孔喷射到所述空间中的每一个中,所述孔被设置成与所述空间对齐;
其中,所述孔中的每一个被沿所述具有孔的管道大致设置于所述面板中的两个面板之间的中点处。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 将所述入口抽气热量喷射到所述面板的上游端与下游端之间。

13. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 通过第一正向速度分量喷射所述入口抽气热量, 所述第一正向速度分量与流经所述面板的入口空气流的方向相反。

14. 根据权利要求13所述的方法, 其特征在于, 通过第二正向速度分量喷射所述入口抽气热量, 所述第二正向速度分量与流经所述面板的入口空气流的方向垂直。

15. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 在所述面板的上游喷射所述入口抽气热量。

16. 根据权利要求11所述的方法, 还包括使所述入口抽气热量流动的方向由于流经所述空间的入口空气流而改变。

17. 根据权利要求11所述的方法, 还包括在离开所述孔之后, 使所述入口抽气热量流动方向在所述空间内反转。

18. 根据权利要求11所述的方法, 还包括在所述消声器的下游开始所述入口抽气热量的混合, 在所述消声器内并在所述孔的上游继续混合。

19. 根据权利要求18所述的方法, 还包括在所述消声器的下游完成混合。

用于燃气涡轮机的入口系统及相关设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于小型/紧凑型燃气涡轮机入口的入口抽气加热 (IBH) 系统和方法。本发明尤其涉及一种对入口抽气热量的混合作出改进的用于小型燃气涡轮机入口的入口抽气加热系统和方法。

背景技术

[0002] 美国专利申请公开文献No. 2009/0241552公开了一种入口抽气加热系统,其具有供给管道、从该供给管道延伸的多个输送管、和用于接收输送管的与该供给管道相对的端部的导管。输送管中的每一个均具有多个喷射孔并且输送管被定向成使得喷射孔大致面向入射空气流。

[0003] 另一入口抽气加热系统公开在美国专利申请公开文献No. 2013/0115061中,该美国专利申请被共同转让给通用电气公司。

发明内容

[0004] 美国专利申请公开文献No. 2009/0241552中公开的系统具有某些缺点。第一缺点在于,需要较长的管道长度来提供入口抽气热量的适当混合。第二缺点在于,喷射孔的结构导致过大的噪音。第三缺点在于,输送管的结构要求数量过多的输送管,这导致系统的高成本和复杂度。

[0005] 本发明中所述的入口抽气加热系统的方面提供了对于与现有技术相关联的一个或多个问题或缺点的解决方案。

[0006] 在一个示例性的但非限制性的方面中,本发明涉及一种用于燃气涡轮机的入口系统。该系统包括入口空气管道;设置在所述入口空气管道中的消声器,所述消声器包括多个面板,所述面板之间具有空间;和具有孔的管道,所述孔设置成将入口抽气热量喷射到所述空间中的每一个中。

[0007] 在另一示例性的但非限制性的方面中,本发明涉及一种动力设备 (power plant)。该动力设备包括燃气涡轮机,所述燃气涡轮机包括压缩机、燃烧系统、和涡轮机段;机械或电力负载;和用于所述燃气涡轮机的入口系统。该入口系统包括入口空气管道;设置在所述入口空气管道中的消声器,所述消声器包括多个面板,所述面板之间具有空间;和具有孔的管道,所述孔被设置成将入口抽气热量喷射到所述空间中的每一个中。

[0008] 在另一示例性的但非限制性的方面中,本发明涉及一种对用于燃气涡轮机的入口空气进行调节的方法。该方法包括使空气流过位于所述燃气涡轮机的入口空气管道中的消声器的面板之间的空间,以及将入口抽气热量通过孔喷射到所述空间中的每一个中。

附图说明

[0009] 图1是用于燃气涡轮发动机的已知入口系统的简化侧视图;

[0010] 图2是根据本公开内容的示例性的但非限制性的方面的用于燃气涡轮发动机的入

口系统的简化侧视图；

[0011] 图3示出了从图1获得的放大细节；

[0012] 图4是另一已知的消声器和入口抽气加热系统的透视图；

[0013] 图5示出了图4的消声器和入口抽气加热系统的局部水平截面；

[0014] 图6示出了消声器面板与入口抽气加热管道之间的另一已知关系；

[0015] 图7示出了从图2获得的放大细节；

[0016] 图8示出了如在图7中所示的消声器与入口抽气加热管道之间的示意关系；

[0017] 图9示出了图8中的部件的立体图；

[0018] 图10示出了朝向消声器面板和抽气加热管道的孔顺流看到的图8中所示的系统；

[0019] 图11示出了图8中所示的部件的替代构造；

[0020] 图12示出了从平行于该抽气加热管道的方向看到的图11的部件；

[0021] 图13示出了图8中所示的部件的替代构造；

[0022] 图14示出了从平行于该抽气加热管道的方向看到的图13的部件；

[0023] 图15示出了消声器和入口抽气加热系统的用于计算流体动力学模型的区段；

[0024] 图16示出了消声器和入口抽气加热系统的用于计算流体动力学模型的已知构造；

[0025] 图17示出了消声器和入口抽气加热系统的用于与图8中的部件相似的部件的计算流体动力学模型的构造；和

[0026] 图18示出了计算流体动力学模型的结果。

具体实施方式

[0027] 下面将描述本发明的一个或多个具体实施方式。为了提供对于这些实施方式的简洁描述，在说明书中可并不描述实际执行方案的所有特征。应该了解到的是，在任一这种实际执行方案的发展中，如在施工或设计方案中，作出多种执行方案特定的决定以实现具体目的，例如符合与系统相关的和/或与业务相关的限制条件，所述限制条件在执行方案之间可能是不同的。此外，应该了解到的是，这种努力可能是复杂而耗时的，但对于受益于本公开内容的所属领域技术人员而言，仍然会是常规的设计、加工、和制造任务。

[0028] 本说明书中公开了详细的示例性实施方式。然而，本说明书中公开的具体结构和功能细节出于描述示例性实施方式的目的而仅是代表性的。但是，本发明的实施方式可以许多替代形式来具体表现，并且不应被解释为被仅限于本说明书中所阐述的实施方式。

[0029] 因此，尽管示例性实施方式能够具有多种变型和替代形式，但其实施方式在附图中被作为示例进行描绘并且将在本说明书中被详细地描述。然而，应该明白的是，并非意图将示例性实施方式限制于所公开的具体形式，相反，示例性实施方式将涵盖落入到本发明的范围内的所有变型方案、等效方案、和替代方案。

[0030] 本说明书中所使用的术语仅用于描述具体实施方式，并且并非意欲受限于示例性实施方式。如文中所使用的那样，单数形式“一”和“该”意欲同样包括复数形式，除非本说明书中另有明确说明。当在本说明书中被使用时，术语“包括”、“包含”、“含有”和/或“容纳有”表明所述特征、整数、步骤、操作、元件、和/或部件的存在，但并不排除一个或多个其它特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或其组合的存在或添加。

[0031] 尽管术语第一、第二、主要、次要等可在本说明书中用于描述多种元件，但这些元

件不应受到这些术语的限制。这些术语仅用于相对于一个元件来区分另一个元件。例如,但不限于,可将第一元件称为第二元件,并且同样,可将第二元件成为第一元件,而不会背离示例性实施方式的范围。如在本说明书中所使用的那样,术语“和/或”包括相关联的所列术语中的一个或多个的任意组合和全部组合。

[0032] 特定术语可在本说明书中出于方便读者的目的来使用并且并不被视为是对于本发明的范围的限制。例如,诸如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“顶”、“底”、“水平”、“竖直”、“上游”、“下游”、“首”、“尾”等之类的词汇仅描述图中所示的构造。实际上,本发明的实施方式的一个或多个元件可被沿任何方向定向,因此,所述术语应该被理解为包含了这种变化,除非另有说明。

[0033] 如贯穿说明书和权利要求书所使用的那样,“大致”包括处于制造和/或检验公差内的偏离于理想值或标称值的最低限度的偏差。

[0034] 本发明可适用于多种燃气涡轮发动机,所述多种燃气涡轮发动机对吸入的空气进行压缩,所述吸入的空气例如但不限于重型燃气涡轮机的吸入空气;航改燃气涡轮机的吸入空气;等。本发明的实施方式可适用于单个燃气涡轮发动机或多个燃气涡轮发动机。本发明的实施方式可适用于在单个循环或联合循环中运行的燃气涡轮发动机。

[0035] 图1示出了具有燃气涡轮发动机10、入口系统55和入口抽气加热系统 (IBH系统) 95的现有技术系统。

[0036] 该燃气涡轮发动机10通常包括压缩机和涡轮机段。该压缩机包括压缩机入口。该压缩机入口可包括设置在入口气室35的下游的多个入口导叶 (IGV)。该燃气涡轮发动机10还通常包括流体地连接至排气扩压器 (未示出) 的涡轮机段。

[0037] 该入口系统55大体上包括安装于入口过滤器壳体65的上游端的天气罩60。该天气罩60经由入口空气管道70流体地连接至入口气室 (inlet plenum) 35。入口空气管道70包括第一端部部分75,该第一端部部分75通过中间部分85延伸至第二端部部分80。该第一端部部分75可沿大致平行于压缩机的中心线的方向定向,并且限定用于接收环境空气的入口。该第二端部部分80可沿大致垂直于压缩机的中心线的方向定向,并且限定将环境空气朝向该压缩机入口引导的管道70的出口。

[0038] 该入口系统55还包括设置在入口过滤器壳体65的下游的入口消声器90和设置在入口消声器90的下游的IBH系统95。该管道70的第二端部部分80流体地连接至该扩压器和压缩机入口,该扩压器和该压缩机入口两者均邻近于入口空气管道70。

[0039] 该IBH系统95包括第一管道100和第二管道105,所述第一管道100和所述第二管道105在入口空气管道70内形成竖向的热空气幕。第一管道100和第二管道105可经由IBH输送管道 (未示出) 流体地连接至该燃气涡轮发动机10中的提取歧管。该管道包括将该提取歧管流体地连接至第一管道100和第二管道105的相关联的管道系统。

[0040] 图2示出了根据本发明的系统并且包括图1的全部部件,由此,省略掉了对于那些部件的进一步的描述。通常,如在图2中公开的系统与图1的系统在部件的具体细节的取向方面有所不同,这将在下文中进一步详细地描述。不同之处结果在于,图1中从消声器90的入口至燃气涡轮机的入口的中点的距离500显著长于图2中的距离505。该距离的缩短可至少部分由于IBH系统95的差异而实现。在非限制性示例中,距离500是24英尺,而距离505是15英尺。由此,出于在下文中详细讨论的原因,在一个示例性执行方案中,入口系统的总

尺寸可有利地被缩短约37.5%。

[0041] 诸如图2的系统之类的根据本发明的系统可被包括在动力设备中。该动力设备可包括燃气涡轮机10,其中,该燃气涡轮机包括压缩机、燃烧系统、和涡轮机段。典型地,该动力设备将包括机械或电力负载。

[0042] 图3更为详细地示出了图1的消声器90和入口抽气加热系统95,其中,从侧视图示出了竖直定向的消声器面板110。IBH射流125从第一管道100和第二管道105沿与空气入口流的方向大致垂直的方向离开。该IBH射流125由第一管道100和第二管道105中的孔(不可见)形成。

[0043] 图4示出了根据美国专利申请公开文献No. 2009/0241552的构造。在该构造中,多个IBH管道115中的每一个均与多个竖直定向且横向间隔开的消声器面板110对齐,并且处于所述消声器面板110的上游。IBH管道105中的每一个均具有多个孔120,所述多个孔120被定向成反向于入口空气的流动方向、或相对于所述入口空气的流动方向逆流喷射入口抽气热量。

[0044] 图5示出了图4的横断面视图。图5清楚地示出了IBH管道115与消声器面板110之间的对齐。由于该相对对齐,IBH管道115被设置在入口空气流速相对低的区域中。该入口空气流将在消声器面板110的前缘和IBH管道115处具有为零或接近于零的流速。将在消声器面板110之间的某处获得最大入口空气流速和/或最大扰动,这是因为流动面积受到了限制。因此,在IBH管道115的上游(图5中的左侧)获得了最小入口空气流速。

[0045] 图5的构造具有若干缺点。首先,从孔120离开的IBH射流125被喷射到具有该系统的该部分的具有最小相对入口空气流速的区域中。由此,该构造导致了这样的IBH射流125,所述IBH射流125在入口空气流致使IBH射流125逆流、与入口空气流混合、并流过消声器面板110之前,向上游(逆流)流过最大可能的距离。其次,当IBH射流125以声速离开孔120时,没有什么东西来使声音衰减。这导致了由IBH射流125产生的不期望的噪声。第三,在IBH管道115与消声器面板110之间存在一对一的相互关系,这导致了该系统的高成本和复杂度。

[0046] 图6示出了美国专利申请公开文献No. 2009/0241552的另一构造。该构造与图5中的构造相似,不同之处在于IBH管道115被相对于消声器面板110设置在下游,并且孔120被定向成使得IBH射流125最初垂直于入口空气流动方向。

[0047] 图7更为详细地示出了图2的消声器90和入口抽气加热系统95。IBH射流125由第一管道100和第二管道105中的孔120(不可见)形成。IBH射流125从第一管道100和第二管道105沿大致逆向于空气入口流的方向离开。由此,如所示,IBH射流125具有与通过消声器90的空气入口流的方向相反的正向速度分量的至少一部分。还可存在垂直于空气入口流的方向的正向速度分量。IBH射流125的合成矢量(resultant vector)可处于一定角度、介于完全逆流与完全垂直流之间。由此,孔120被构造使得IBH射流125以大致音速离开、并且大致逆向于入口空气流而流动且流到消声器中。入口抽气热量流动的方向由此改变,并可由于随着入口空气流和入口抽气热量混合流过所述空间的入口空气流而完全反转。

[0048] 图7的构造还示出了大致垂直于消声器面板110的第一管道100和第二管道105。尽管示出了两个管道,但可例如根据诸如该系统的预期尺寸和入口抽气热量的混合之类的因素来使用单个管道或多于两个管道。如贯穿附图所示,第一管道100和第二管道105是彼此

大致相同的,但可基于特定设计的需要设置差异。可在实施所述系统和技术的一些实施方式时获得的优点在于,可使管道的数量最小化,以便在获得了入口抽气热量的充分混合的同时,降低系统的成本和复杂度。这与要求用于每一个消声器面板120的管道的一些现有技术系统形成对照。

[0049] 图8是从消声器面板110的边缘的与入口空气流动方向垂直并与第一管道100(仅示出了第一管道100,但可设置第二管道105和其它管道)垂直的方向获得的简图。在该视图中,出于简化的目的,仅示出了一个IBH射流125和一个孔120。图8示出了如何将孔120与位于两个相邻的消声器面板110之间的空间的中心大致对齐。该构造导致了被喷射到位于面板110之间的空气间隙中的IBH射流125,所述空气间隙具有最大入口空气流速(至少局部)的区域。尽管将孔120设置在消声器面板110的下游,但IBH射流125以声速或接近声速离开、并且往上游/逆流行进以被喷射到位于消声器面板之间的该区域中,在那里,两种流动开始混合并且入口抽气热量最终使流动反转、并变得与该入口空气流不能区分开。可在实施所述系统和技术的一些实施方式时获得的优点在于,将入口抽气热量喷射到速度和/或扰动最大的区域中,这相对于一些现有技术导致了改进的混合。

[0050] 图9是图8中所示的系统的立体图。

[0051] 图10示出了朝向消声器面板110和孔120下游/顺流看到的图8中所示的系统。如在图10中可见,孔120中的每一个在两个消声器面板110之间是大致对齐的,使得入口抽气热量可被喷射到消声器面板110之间,所有的消声器面板110彼此大致平行。图10示出了位于消声器面板110之间的每一个间隙中的第一管道100和第二管道105中的每一个上的两个孔120。由此,第一管道和第二管道中的每一个可具有多个孔120,所述多个孔120的数量是位于消声器面板110之间的空间的数量的整数倍。尽管示出了成对的孔120,但可在示出了每一对的位置处设置单个孔120或多于两个孔120。如果在每个所示位置处设置有两个或多个孔120,入口抽气热量就可比设置单个孔的情况相对更为快速地散开和/或混合,这可导致相对更短的距离以获得入口抽气热量与入口空气的完全混合。

[0052] 图11与图8相似,不同之处在于,第一管道100(和/或第二管道105,不可见)设置在消声器面板110的上游端与下游端之间。作为选择,可仅将孔120设置在消声器面板110的上游端与下游端之间,第一管道100中的一些或全部被设置在消声器面板110的扩展区域(expand)的外部。由此,图11示出了可将第一管道100移动到任何位置,使得将孔120设置在消声器面板110的上游端与下游端之间。可在实施所述系统和技术的一些实施方式时获得的优点在于,在将第一管道100和/或第二管道105设置成使得孔120处于消声器面板110之间的情况下,可实现音速射流噪音衰减。可在实施所述系统和技术的一些实施方式时获得的优点在于,可在消声器面板110之间获得额外的混合长度。

[0053] 图12与图11相似,不同之处在于,该视图垂直于消声器面板110的侧边。

[0054] 图13示出了另一构造。这里,第一管道100相对于消声器面板110的前缘设置在上游。与上述构造相似,孔120(出于简化的目的仅示出了一个)大致位于两个消声器面板110之间的中间,以利用在消声器面板110之间产生的相对高的速度。

[0055] 图14利用与图12相似的视图示出了图13的构造。在该构造中,孔120被成对地示出,使得每一个单独的IBH射流125与入口空气流动方向成角度。如上所述,在每一个位置处可设置一个或多于两个孔120。孔120可被定向于任何角度以利用在消声器面板110之间产

生的提高的速度。

[0056] 图8-14示出了第一管道100和第二管道105的示例性位置,其可被广义地分类成消声器面板110的前缘的上游(图13和图14)或者消声器面板110的前缘的下游(图8-12)。第一管道100和第二管道105是位于前缘的上游还是下游会影响孔120的相对角度。如果第一管道100和第二管道105处于消声器面板110的前缘的上游,一个或多个孔120可与空气入口流动方向形成角度,例如,45°-90°的角度。如果第一管道100和第二管道105处于消声器面板110的前缘的下游,一个或多个孔120可与空气入口流动方向形成角度,例如,15°-60°的角度。在任一构造中,孔120可被定向成使得IBH射流125被定向在与消声器面板110的平面平行的平面中。可在实施所述系统和技术的一些实施方式时获得的优点在于,IBH射流125与入口空气流动方向所成的角度可基于第一管道100和第二管道105的位置而被优化。

[0057] 图15-18示出了本系统和现有技术(参见图16)所执行的模型。

[0058] 图15示出了处于两个消声器面板110之间的单个流动通道130。消声器面板110被切成两半以用于流体模型,使得可对单个通道建模。还示出了第一管道100的对应区段。

[0059] 对两种构造建模。图16中所示的第一构造示出了根据现有技术与入口空气流的方向垂直的IBH射流125。图17中所示的第二构造示出了被引导到空气流的方向中的两个IBH射流125。IBH射流中的每一个均与入口空气流动方向(相对于彼此)成约15°的角度。

[0060] 图18示出了计算流体动力学(CFD)模型的结果。该入口流动温度被设定为-45°F。入口抽气流被设定成总流量的6%并被设定为632.5°F。 ΔL 示出了图16和图17中所示的两种构造之间的混合长度的差异,顶部图表对应于图16,而底部图表对应于图17。可在实施所述系统和技术的一些实施方式时获得的优点在于短得多的混合距离。较短的混合距离可通过优化IBH射流125的取向来获得。例如,图1中的距离500是24英尺(feet),而图2中的距离505是15英尺,这在一个示例性执行方案中长度缩短了约37.5%。

[0061] 如在图18中可见,利用根据本发明的构造,入口抽气热量的混合被在消声器的下游(在孔120处或其附近)开始,在消声器内并在孔的上游继续,并且可被认为在消声器的下游的某处完成,在下部图像中通常处于由 ΔL 所表示的线处。

[0062] 尽管已经结合当前被视为是最为实用的且优选的实施方式的方案描述了本发明,但将会明白的是,本发明并不被限制于所公开的实施方式,相反,意欲涵盖包括在所附权利要求的精神和范围内的多种变型和等效结构。

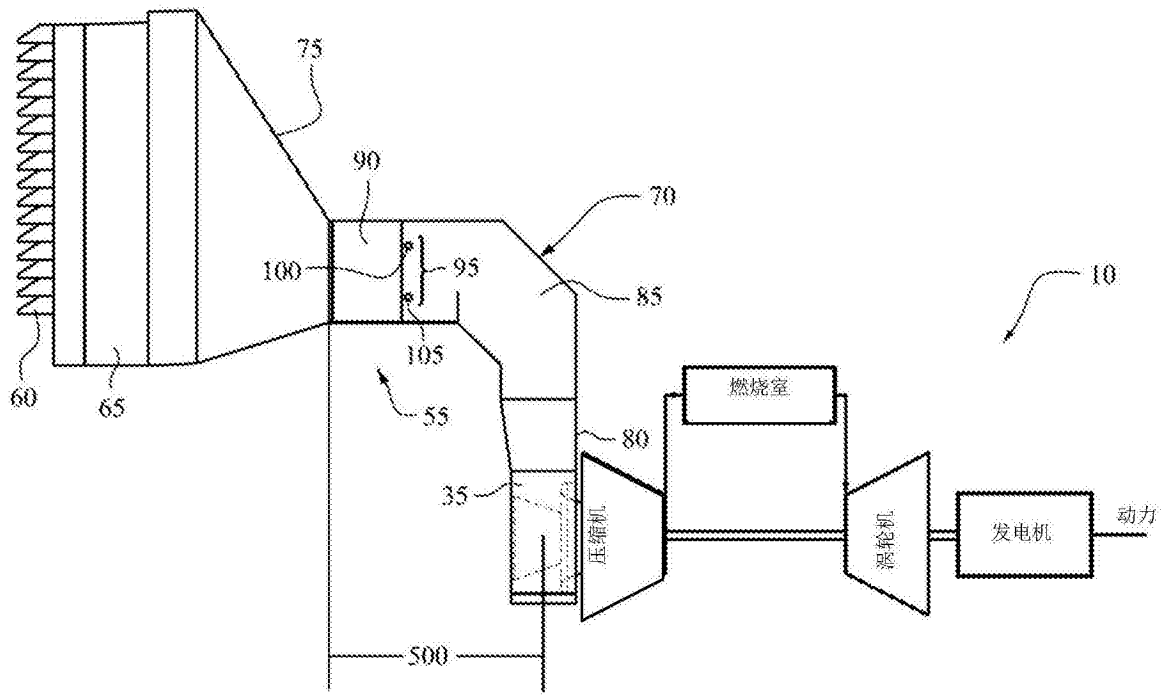


图1现有技术

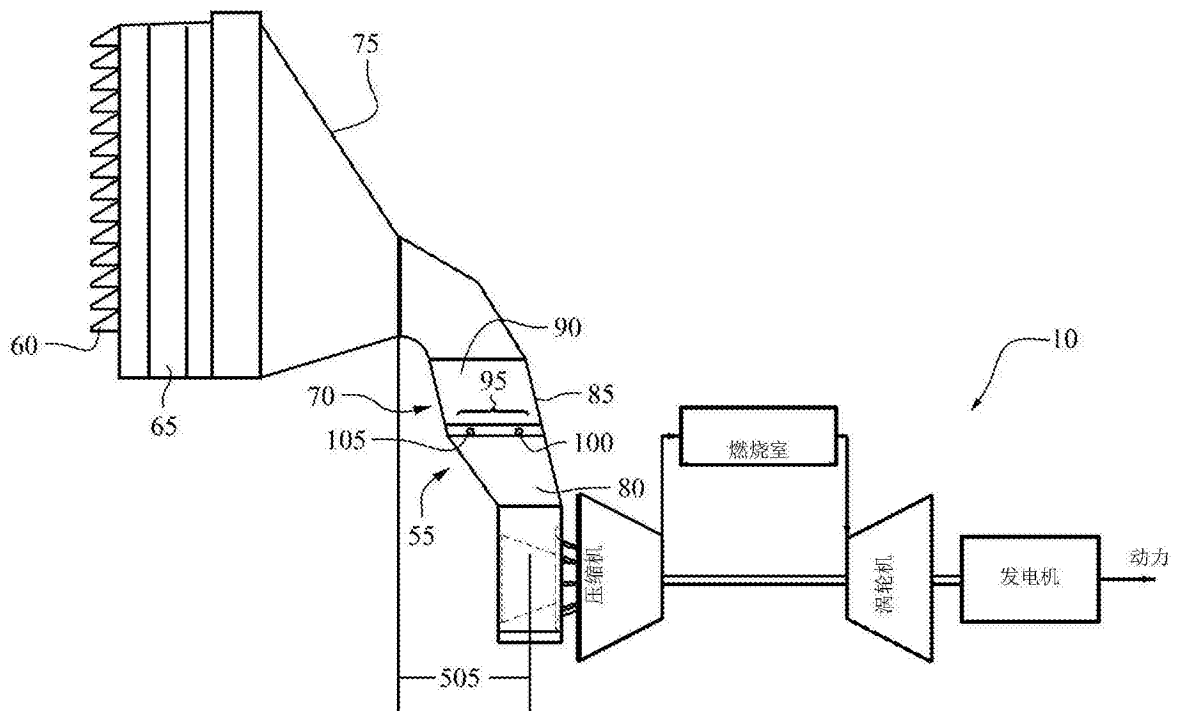


图2

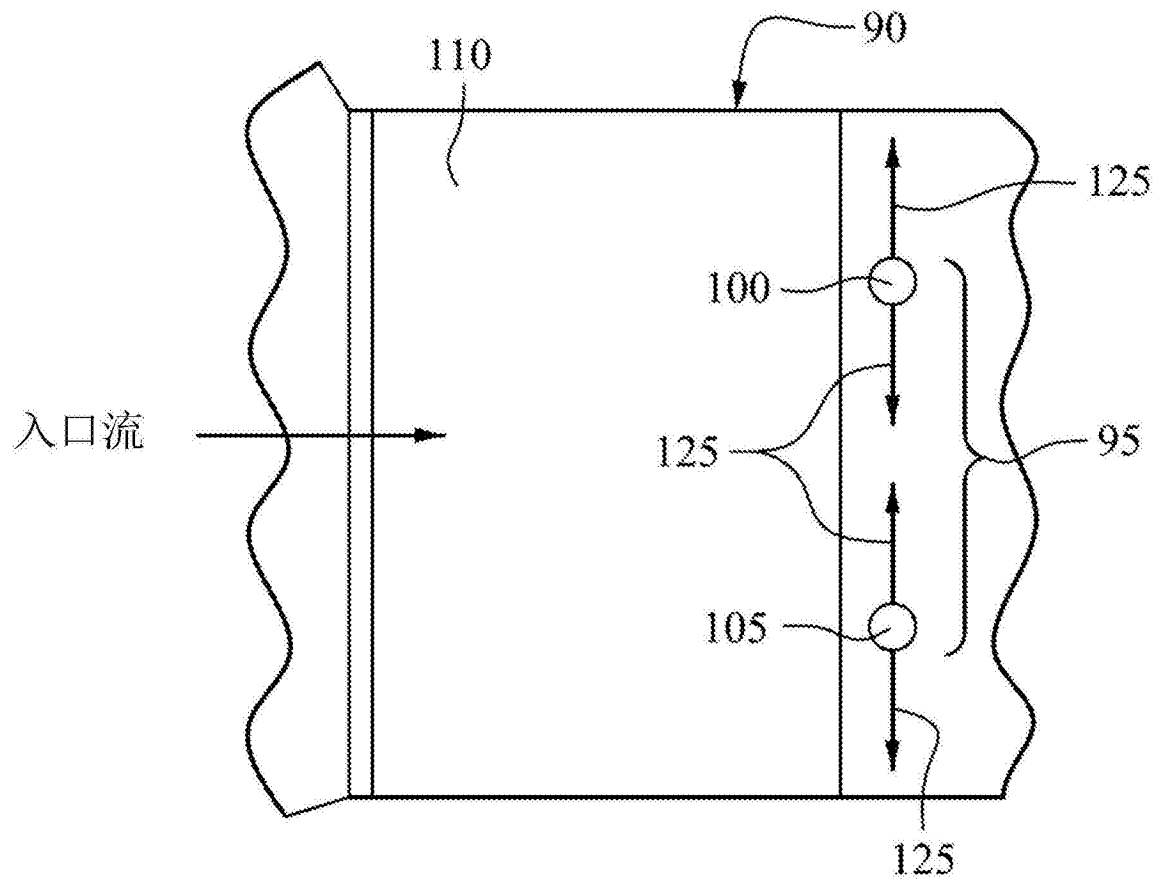


图3现有技术

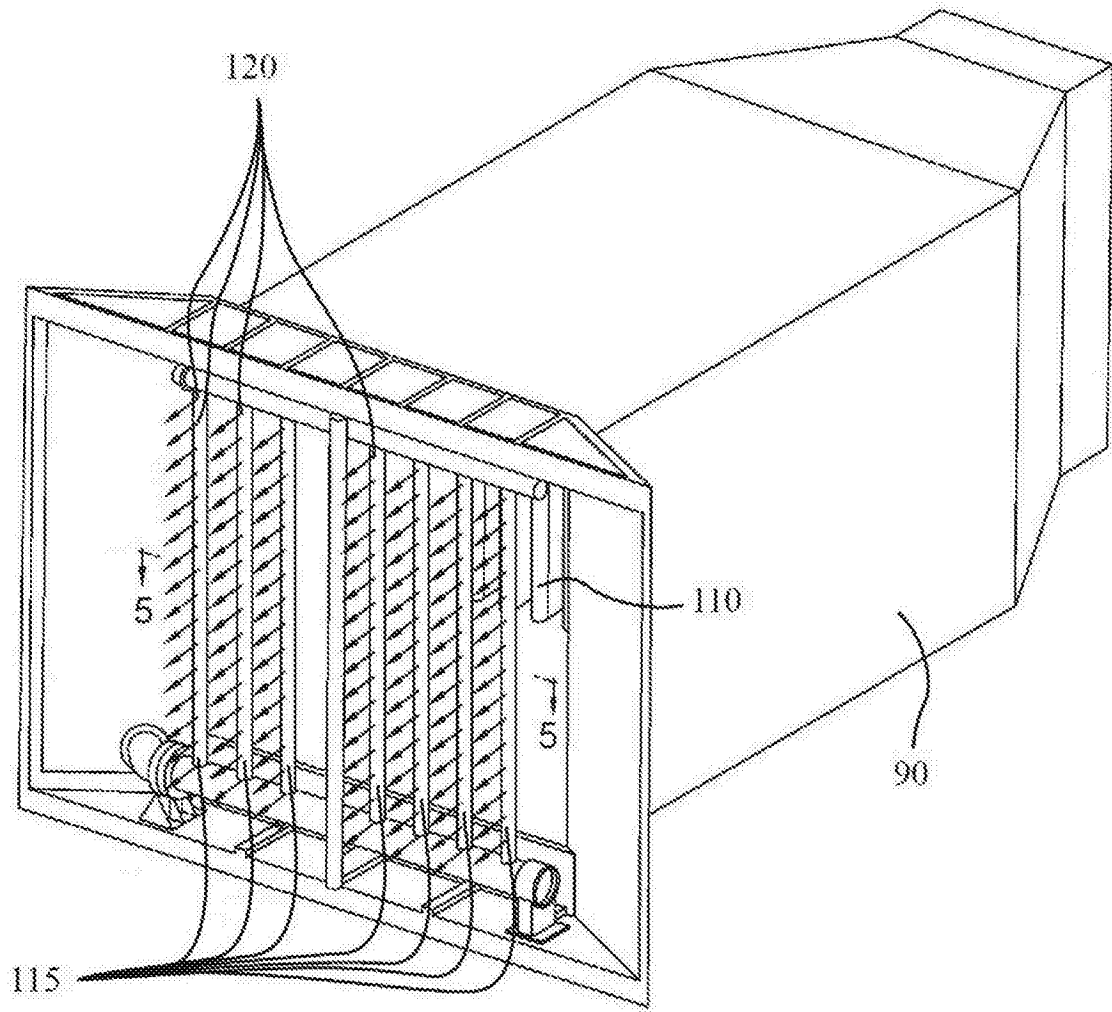


图4现有技术

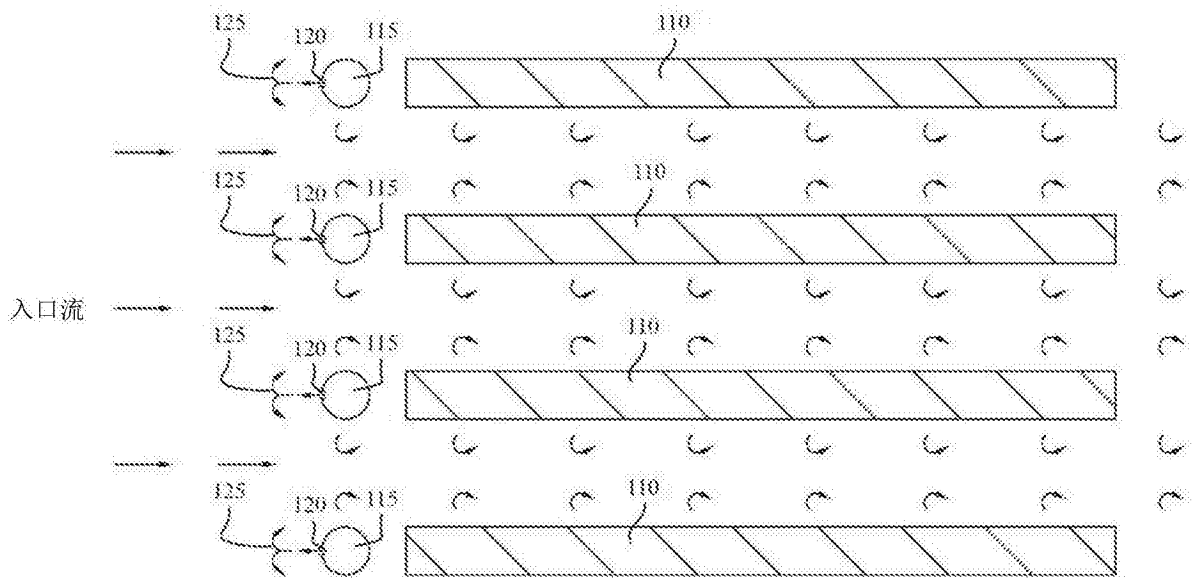


图5现有技术

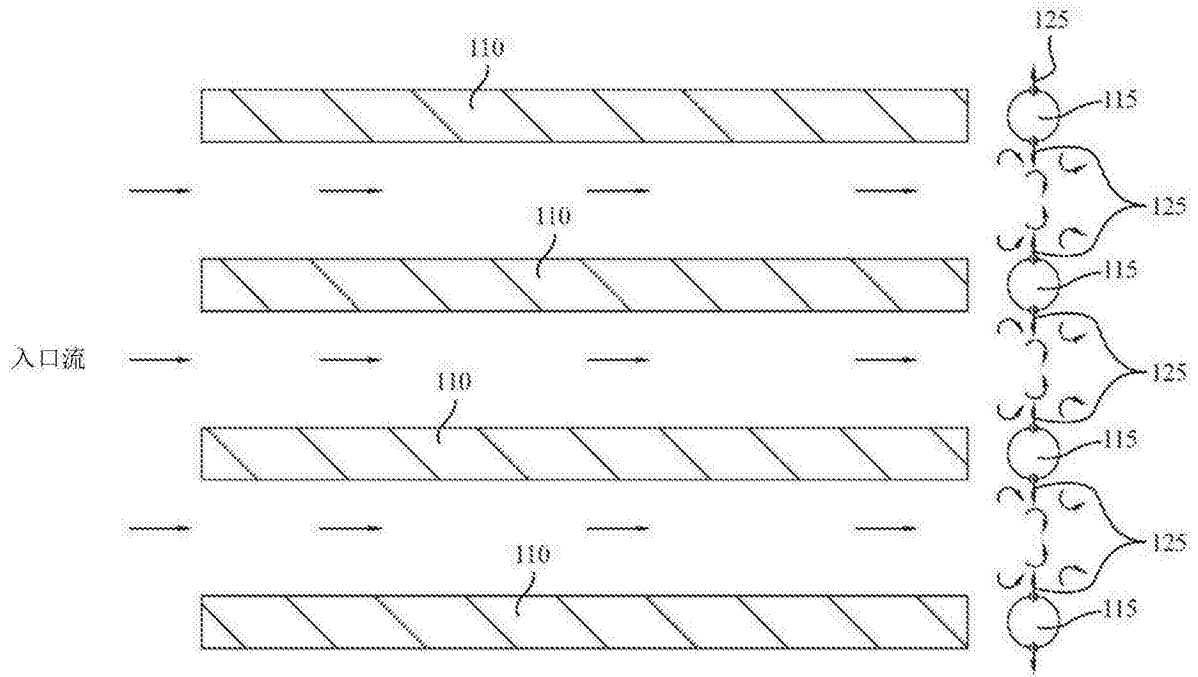


图6现有技术

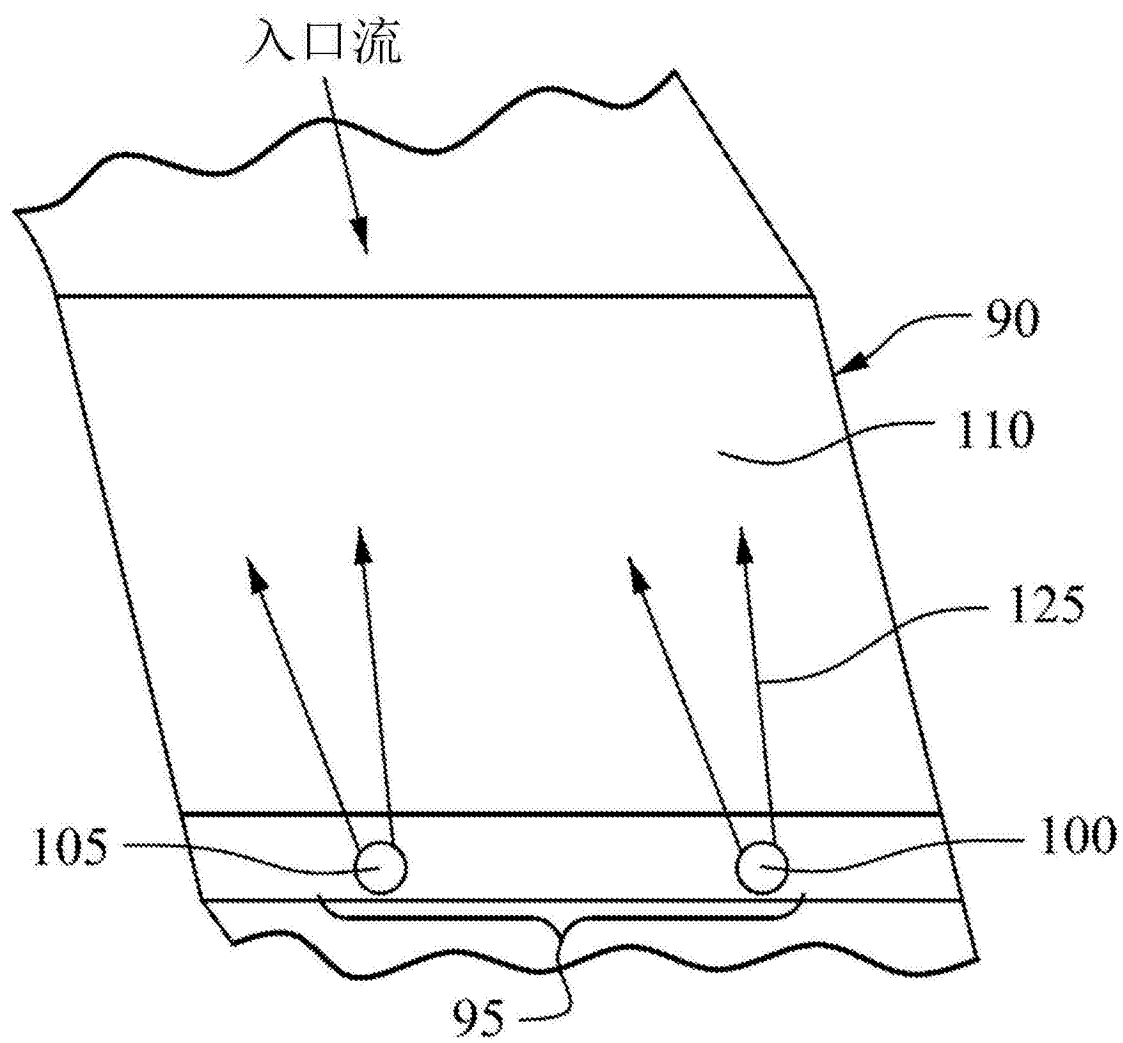


图7

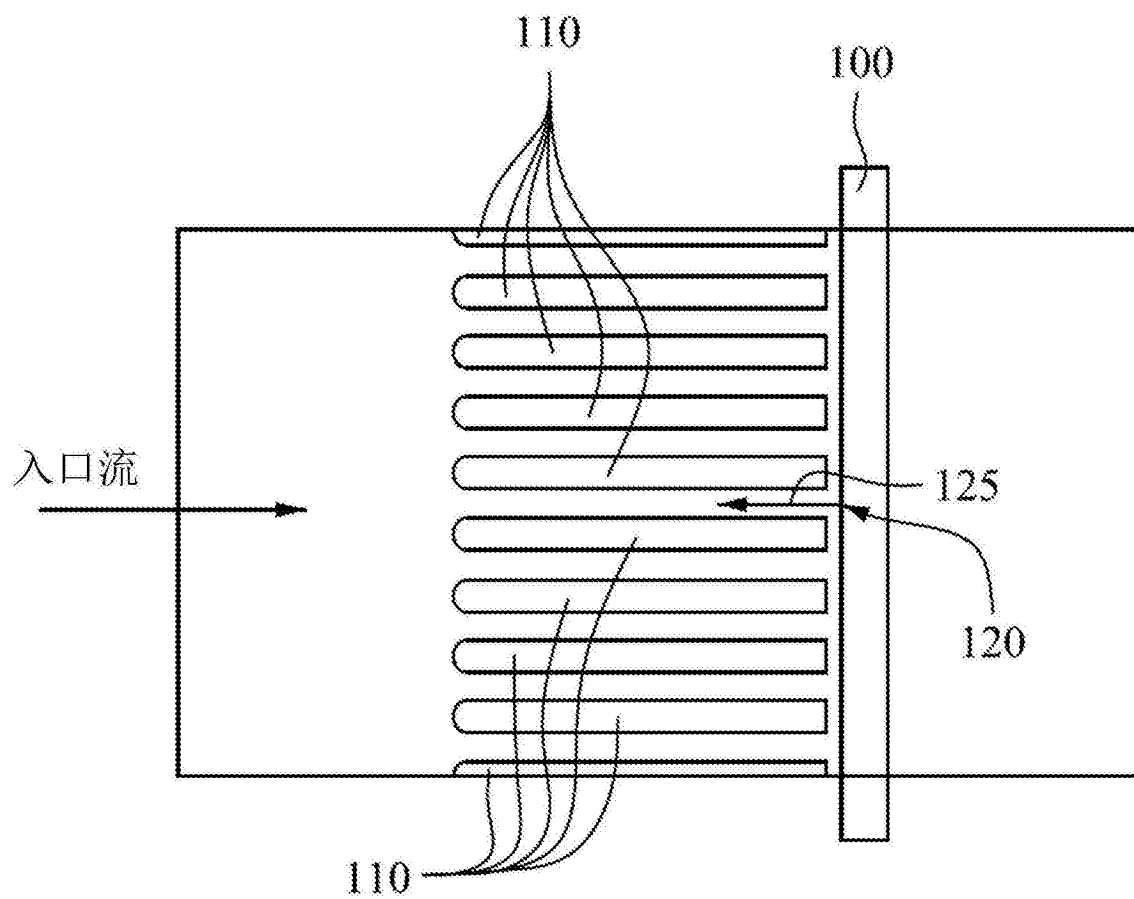


图8

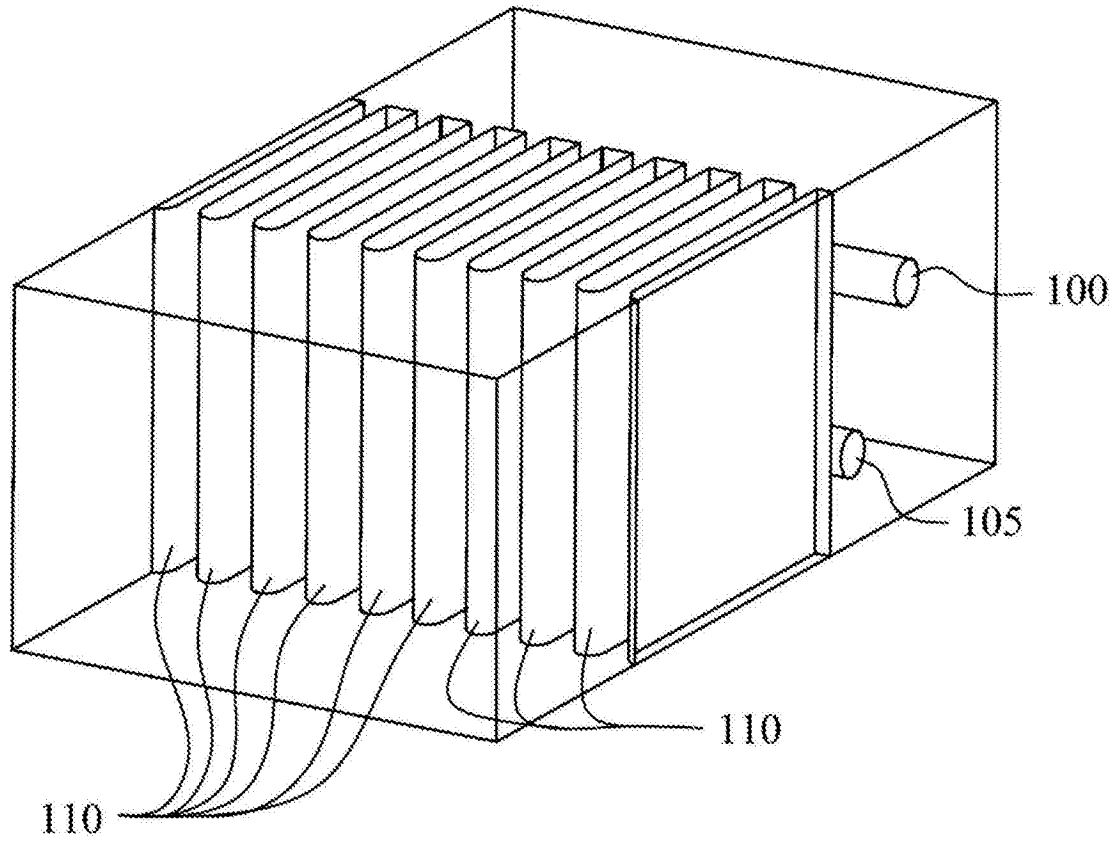


图9

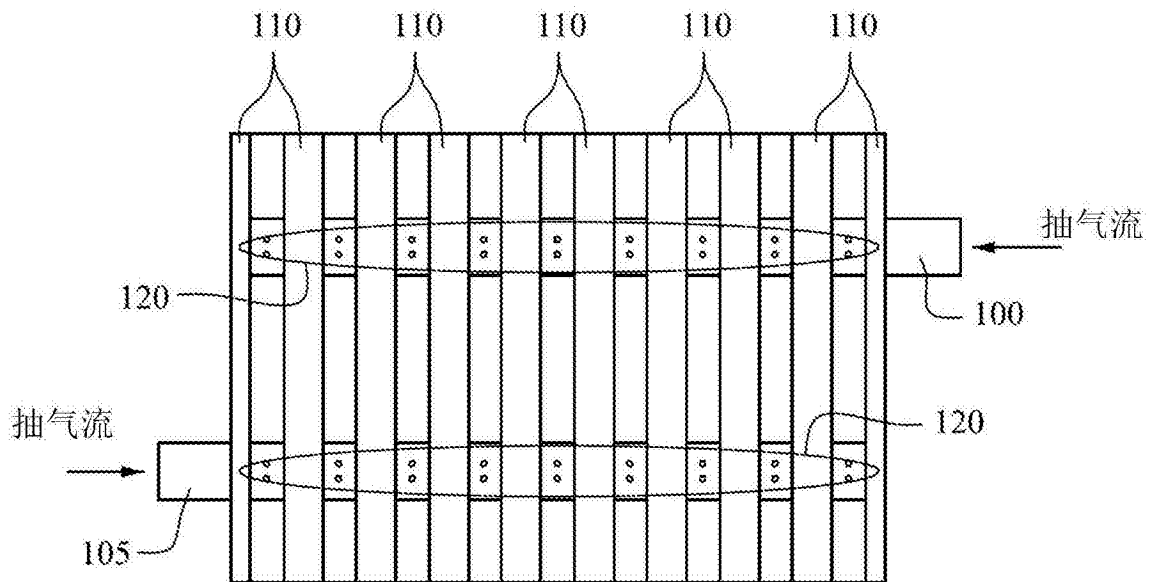


图10

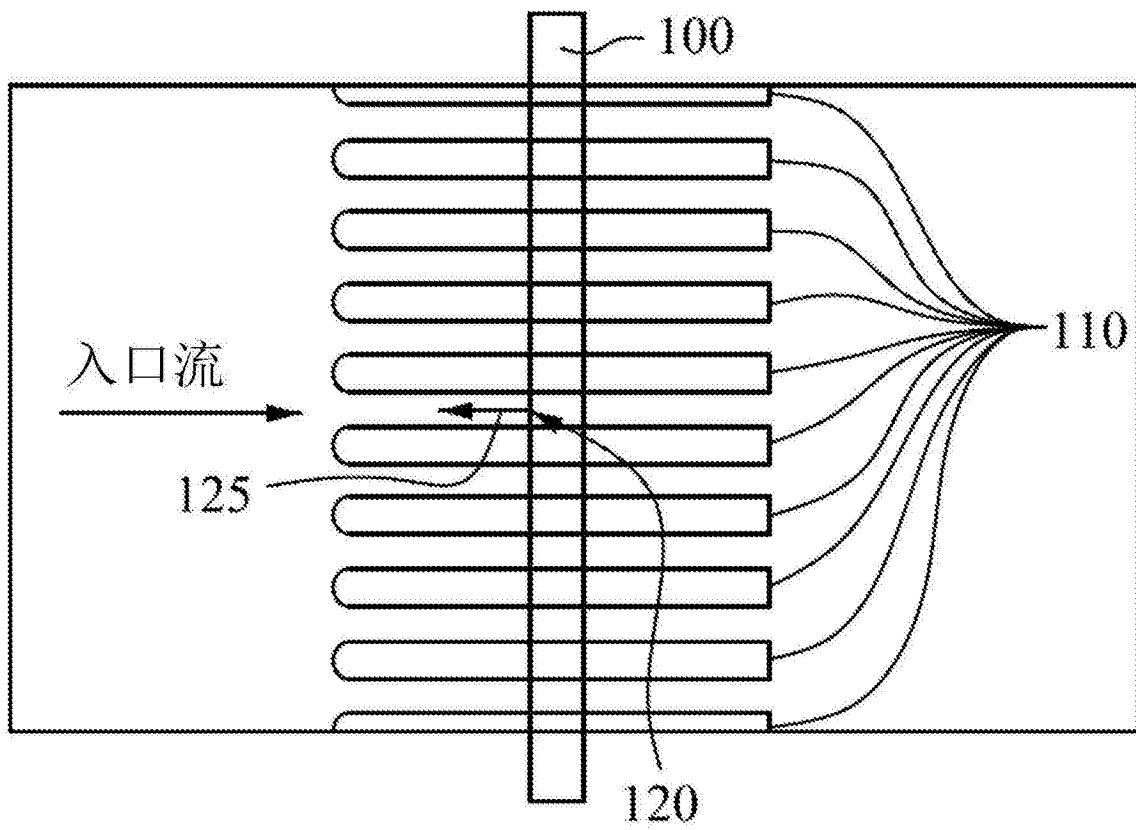


图11

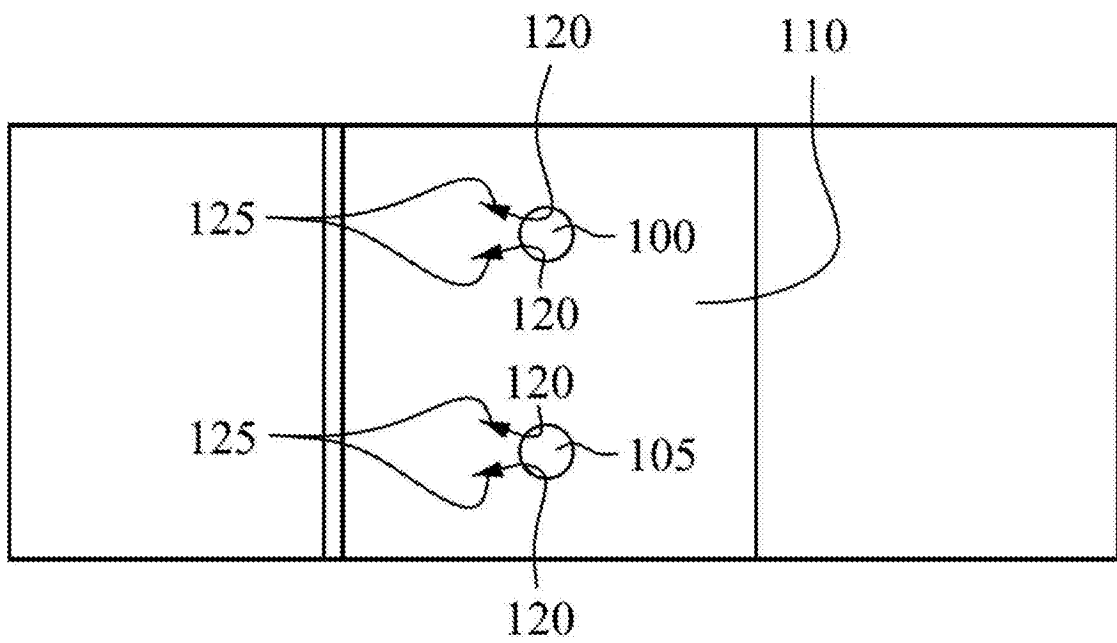


图12

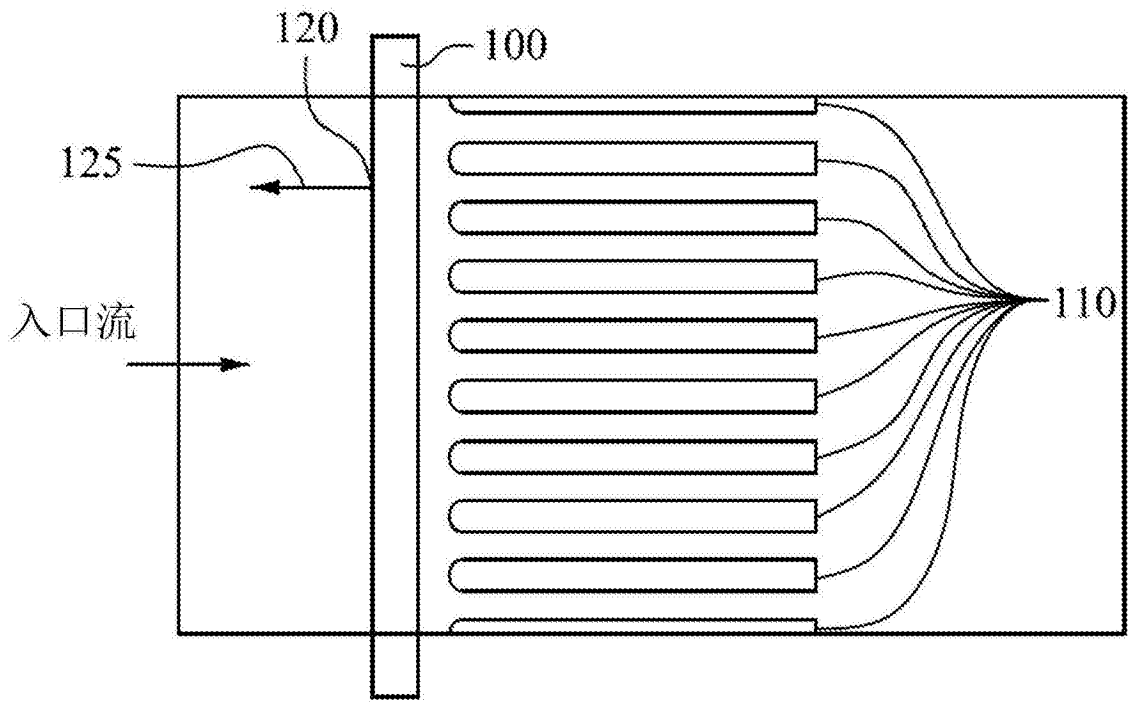


图13

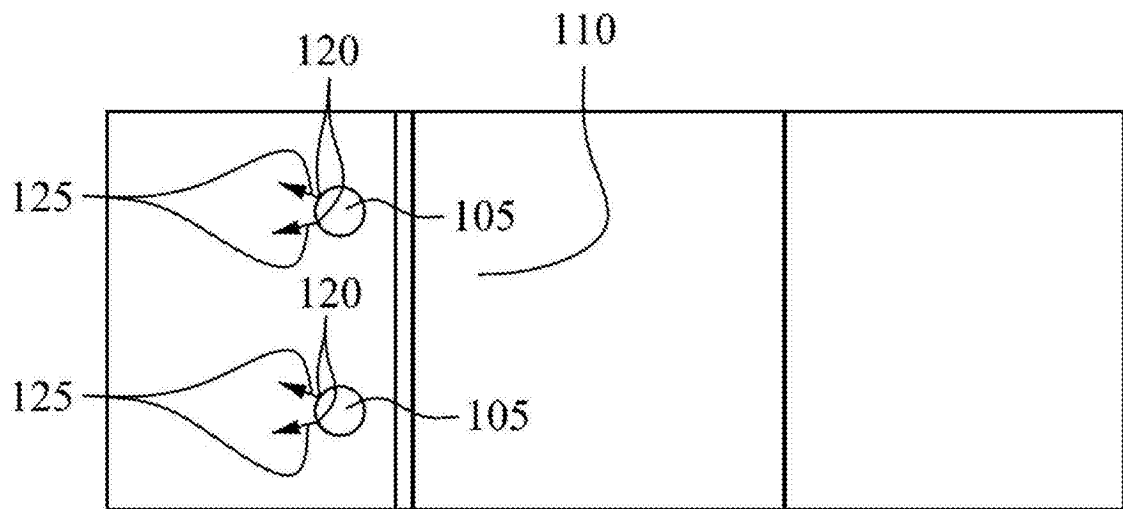


图14

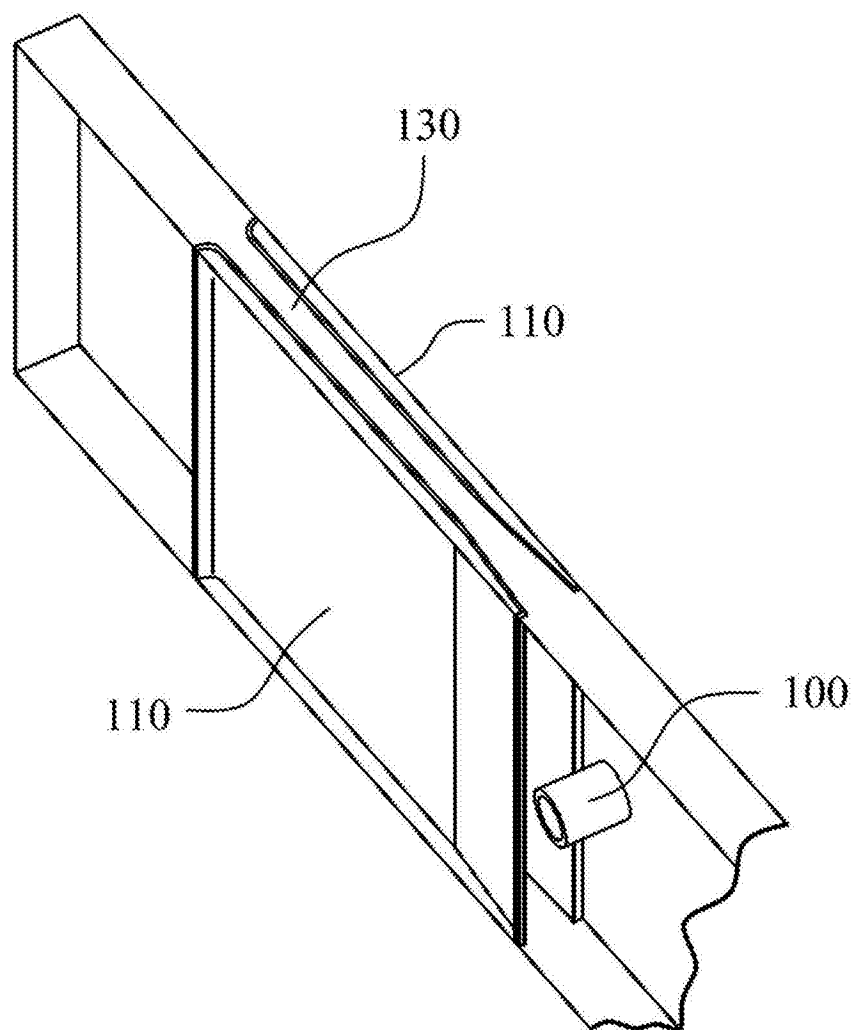


图15

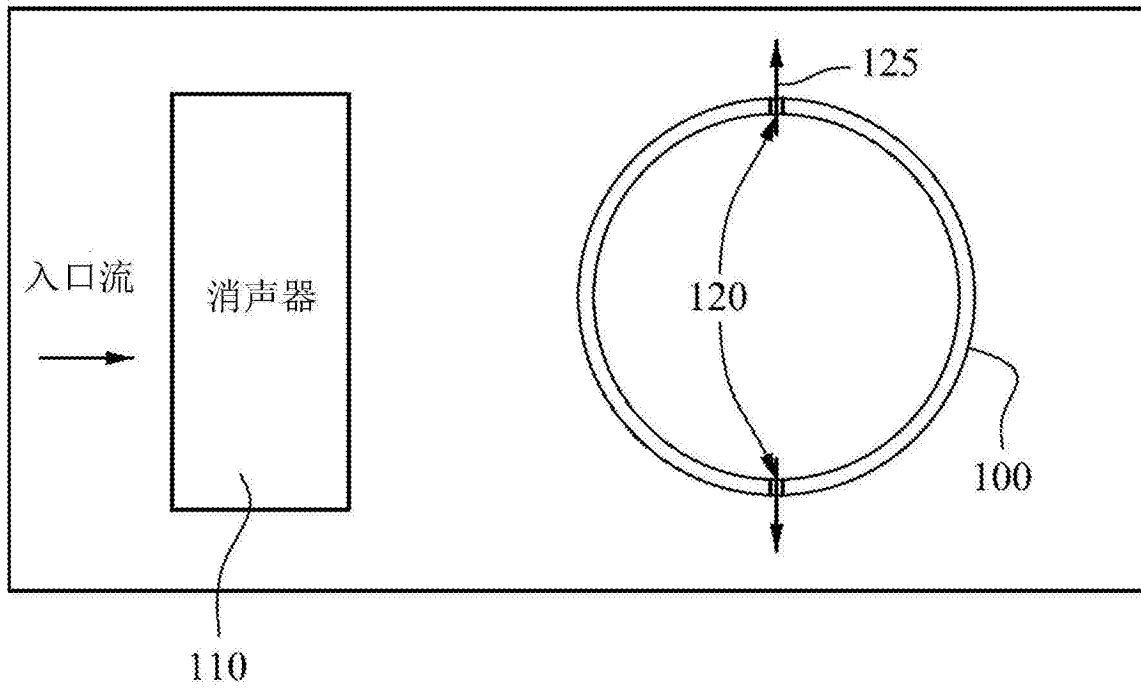


图16现有技术

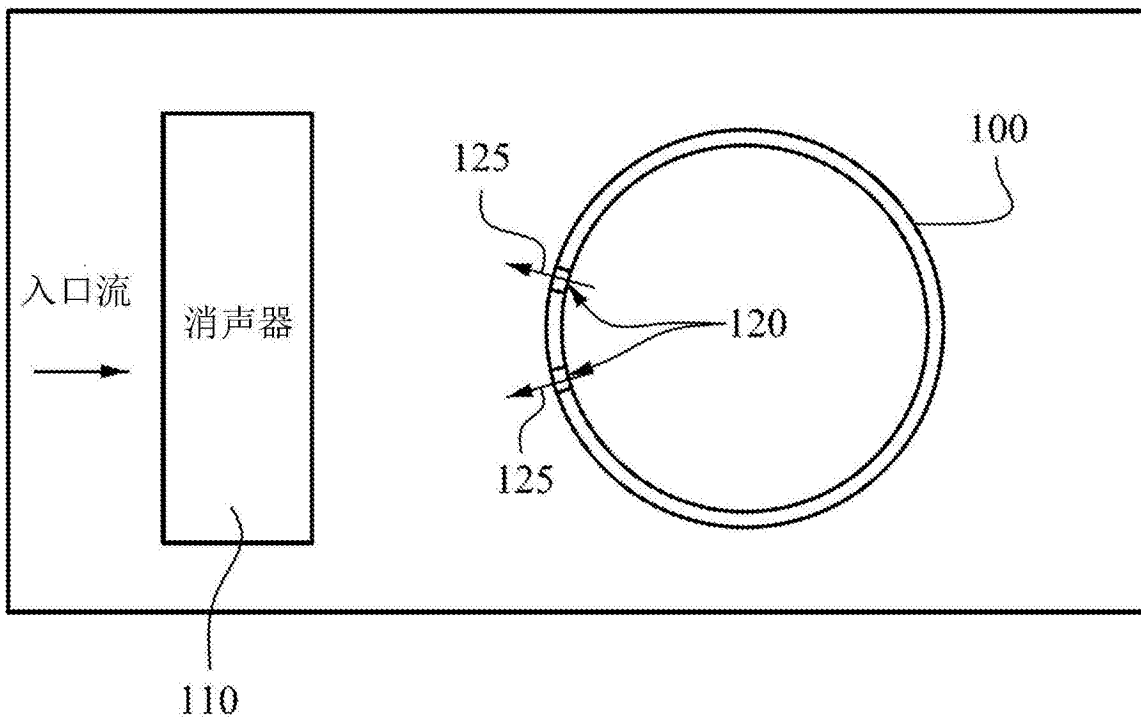


图17

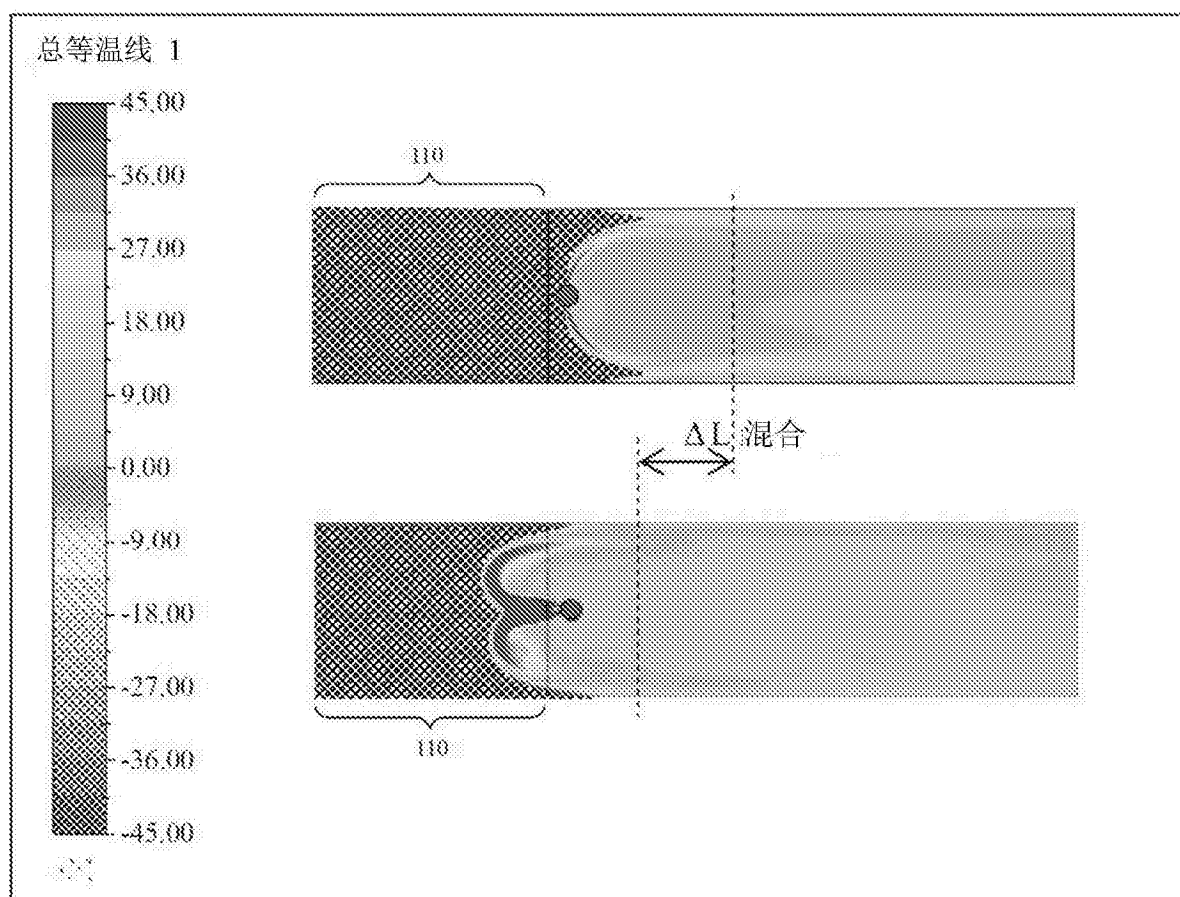


图18