



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104242549 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410266081. X

(22) 申请日 2014. 06. 16

(30) 优先权数据

13/919889 2013. 06. 17 US

(71) 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 E. 加涅夫 S. L. 怀特

L. A. 菲泽尔 N. 克拉姆皮特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李晨 何远游

(51) Int. Cl.

H02K 9/04 (2006. 01)

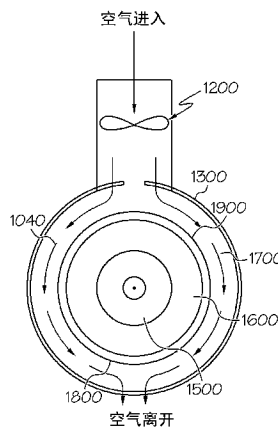
权利要求书1页 说明书5页 附图10页

(54) 发明名称

使用径向安装风扇的马达的冷却

(57) 摘要

本发明涉及使用径向安装风扇的马达的冷却,具体提供了一种马达冷却系统,其包括电马达、马达壳体、包封所述马达壳体的马达封罩和冷却风扇。所述电马达包括转子和定子,所述转子具有第一和第二轴向端,并且所述定子具有第一和第二轴向端。所述马达壳体围绕所述马达,包括绕所述马达延伸且轴向地沿所述马达长度的空气室。所述冷却风扇径向地安装到所述马达封罩并且适于操作性地冷却所述电马达。



1. 一种马达系统(1000),包括:  
电马达(1100),所述电马达(1100)包括:  
转子(4600),和  
定子(4500);  
马达封罩(1040),所述马达封罩(1040)围绕所述电马达(1100),限定绕所述马达延伸且轴向地沿所述马达长度的空气流通道;以及  
冷却风扇(1200),所述冷却风扇(1200)径向地安装到所述马达封罩(1040)并且适于操作性地冷却所述电马达(1100)。
2. 如权利要求 1 所述的马达系统(1000),其中,所述径向安装的冷却风扇(1200)与所述空气流通道流体连通。
3. 如权利要求 2 所述的马达系统(1000),其中,所述空气流通道提供循环通风样式,其具有径向于所述电马达(1100)的出口流方向。
4. 如权利要求 2-3 所述的马达系统(1000),其中,所述空气流通道还包括轴向于所述电马达(1100)的出口流方向。
5. 如权利要求 1-4 所述的马达系统(1000),其中,所述电马达(1100)被完全封闭在所述马达封罩(1040)内。

## 使用径向安装风扇的马达的冷却

### 技术领域

[0001] 本发明一般地涉及使用径向安装风扇的马达的冷却。

### 背景技术

[0002] 电机冷却的基本要求在于实现所需要的热量移除,使得由与能量转换有关的损耗导致的温度分布不会导致部件温度超过部件的热能力。温度分布随着马达的操作条件、占空因数以及环境条件(包括冷却的类型)而变化。可以用被动和主动冷却方法来进行冷却。被动冷却包括自然对流、辐射和热传导到安装结构。主动冷却包括强制空气和强制流体冷却。主动冷却可应用于电机的内部部件和外部结构。可用于牵引应用的冷却系统的主要要求在于耐受在此类设备处由于严苛环境引起的污染。需要适当热管理的关键部件是电机的绕组、轴承、磁体和触摸表面。

[0003] 常用于冷却电机的方法取决于电机的类型,并且包括开放的、防滴的和受保护的电机。这些电机在物理上是对环境开放的,使得在内部马达部件和环境之间发生对流。常常提供护罩和防护装置以防止直接触碰马达部件或者与马达部件接触。

[0004] 然而,完全封闭的电机不对环境开放。这主要用于保护,避免环境的影响。仅仅利用到结构和外部封罩对流的传导来实现将热量从这些电机排出,因为电机的内部不能通达外部冷却。

[0005] 完全封闭的强制通风电机是被封装的电机,通常利用外部风扇来提供马达壳体上的强制空气。通常利用冷却翅片和沟道来引导冷却剂流并且改善从电机壳体到冷却介质的热传递。液体冷却也可以用于该类型的电机。

[0006] 航空航天和运输应用的典型设备需要电机的协调的封装和布局以符合运输工具的空间和包络限制。在该结构中,风扇通常是轴安装的并且冷却剂被强迫轴向地流动在电机外壳体上。尽管如此,不管风扇是电驱动还是机械驱动的,轴向空间被风扇占用,从而不能用于主电机。

[0007] 因此,在航空航天工业中需要利用径向安装的风扇对可变速马达进行空气冷却。

### 发明内容

[0008] 在本发明的一个方面,提供了一种马达冷却系统,其包括电马达、马达壳体、包封所述马达壳体的马达封罩和冷却风扇。所述电马达包括转子和定子,所述转子具有第一和第二轴向端,并且所述定子具有第一和第二轴向端。所述马达壳体围绕所述马达,包括绕所述马达延伸且轴向地沿所述马达长度的空气室。所述冷却风扇径向地安装到所述马达封罩并且适于操作性地冷却所述电马达。

[0009] 参考附图、说明书和权利要求,本发明的这些和其他特征、方面和优点将变得更好理解。

### 附图说明

- [0010] 图 1A 和图 1B 是径向安装风扇 1200 的第一示例性实施例的图示。
- [0011] 图 2A 和图 2B 是径向安装风扇 2200 的第二示例性实施例的图示。
- [0012] 图 3A 和图 3B 是径向安装风扇 3200 的第三示例性实施例的图示。
- [0013] 图 4A 和图 4B 是径向安装风扇 4200 的第四示例性实施例的图示。
- [0014] 图 5 是通过径向安装风扇 4200 的壳体冷却通道的空气流的等温压力测试结果的图示。
- [0015] 图 6 是通过径向安装风扇 4200 的壳体冷却通道的空气流的热传递结果的图示。

### 具体实施方式

[0016] 以下的详细描述是用于实施本发明的当前构想的最佳模式。所述描述不应被认为是限制性的,而是仅仅出于说明本发明的一般性原理的目的,因为本发明的范围由所附权利要求要求最佳地限定。

[0017] 下面描述了各种创造性特征,每个特征可以彼此单独使用或者与其他特征组合起来使用。然而,任何单个创造性特性可能不解决任何上面讨论的问题或者仅仅解决上面讨论的问题之一。此外,上面讨论的问题中的一个或多个可能不由下面描述的任何特征完全解决。

[0018] 某些示例性实施例提供了一种系统,其可包括电马达径向安装的冷却风扇。该冷却风扇可以是径向安装的并且可以被辅助马达驱动,该辅助马达不同于适于被冷却风扇冷却的电马达。该系统可包括电马达和辅助马达的马达封罩。马达封罩可构造成预定的通风样式。本发明的示例性实施例可例如用于冷却所有类型的马达、发电机、电力制动器或其他能量转换装置。

[0019] 图 1A 是电马达系统 100 的示例性实施例的透视图,该电马达系统 100 可包括电马达 1100。电马达 1100 可包括永磁体同步马达或构造成经由以循环通风样式循环的空气来冷却的任何能量转换装置。电马达 1100 的操作所产生的热量可以从内部部件经由冷却空气传递,电马达冷却风扇 1200 可以使冷却空气循环。马达冷却风扇 1200 可以是径向安装的并且可以被辅助冷却风扇马达 1030 驱动,该辅助冷却风扇马达 1030 不同于电马达 1100。电马达 1100 可以适于被径向安装的冷却风扇 1200 冷却。如图所示,径向安装的冷却风扇 1200 可安装到电马达 1100 的顶表面。

[0020] 电马达 1100 的马达封罩 1040 可构造成选自多种通风样式的通风样式,包括径向和循环空气流的组合。在该构造中,空气可以在电马达 1100 处被沿径向方向引导。冷却流可以被沿两个方向驱动,即,风扇可构造成将空气推入冷却空气通道或者将空气拉动通过冷却空气通道。可以使用封闭沟道和冷却翅片的组合。径向安装风扇 1200 可以在轴向上定位在不同的轴向位置。空气流出口可以故意地不是轴向的,以允许电马达 1100 利用电马达 1100 的轴向空间并且提供最大化的扭矩产出。马达封罩 1040 可以适于被径向安装的冷却风扇 1200 操作性冷却。

[0021] 马达封罩 1040 可以选自包括以下的封罩的组:开放式电机(防滴的(ODP)以及天气保护的(WPI/WPII))以及完全封闭电机(风扇冷却的(TEFC)、管道通风的(TEPV)、气冷的(TEAO)、非通风的(TENV)、空气到空气的(TEAAC)、水到空气的(TEWAC)以及防爆炸的(XP));以及那些具有封装或密封绕组的电机。径向安装的冷却风扇 1200 可适于操作性地

联接到和 / 或操作性地冷却马达封罩 1040。

[0022] 图 1B 是图 1A 的电马达系统 1000 的示例性实施例的剖切图,电马达系统 1000 可包括电马达 1100 和径向安装的冷却风扇 1200。冷却空气可从电马达冷却风扇 1200 接收原动力并且可经由一个或多个限定的排气端口 1800 离开电马达 1100。

[0023] 图 2A 是电马达系统 2000 的示例性实施例的透视图,电马达系统 2000 可包括电马达 2100。电马达 2100 可以是永磁体同步马达或构造成经由以循环通风样式或者具有轴向流动离开方向的周向流动方向通风样式循环的空气来冷却的任何能量转换装置。电马达 2100 的操作所产生的热量可以从内部部件经由冷却空气传递,电马达冷却风扇 2200 可以使冷却空气循环。如图所示,径向安装的冷却风扇 2200 可安装到电马达 2100 的顶表面。

[0024] 图 2B 是图 2A 的电马达系统 2000 的示例性实施例的剖切图,电马达系统 2000 可包括电马达 2100 和径向安装的冷却风扇 2200。冷却空气可经由空气沟道 2700 被传送到电马达冷却风扇 2200 并且冷却流可以被沿两个方向驱动,即压力或真空。可以使用封闭沟道和冷却翅片的组合。冷却空气可从电马达冷却风扇 2200 接收原动力并且可经由一个或多个限定的排气端口 2800 轴向地在电马达 2100 的一端或两端上离开电马达 2100。

[0025] 图 3A 是电马达系统 3000 的示例性实施例的透视图,电马达系统 3000 可包括电马达 3100 和径向安装的冷却风扇 3200。电马达 3100 可以是永磁体同步马达或构造成经由以循环通风样式循环的空气来冷却的任何能量转换装置。电马达 3100 的操作所产生的热量可以从内部部件经由冷却空气传递,径向安装的冷却风扇 3200 可以使冷却空气循环。如图所示,径向安装的冷却风扇 3200 可安装到电马达 3100 的顶表面。

[0026] 图 3B 是图 3A 的电马达系统 3000 的示例性实施例的剖切图,电马达系统 3000 可包括电马达 3100 和径向安装的冷却风扇 3200,径向安装的冷却风扇 3200 可以定位在不同的轴向位置(请示出)。电马达 3100 可以是基本完全封闭的,冷却空气可以被引导到,空气流动路径在壳体周边的周围。冷却流可以被沿两个方向驱动,即压力或真空。可以使用封闭沟道和冷却翅片的组合。冷却空气可从电马达冷却风扇 3200 接收原动力。

[0027] 图 4A 是电马达 4000 的示例性实施例的透视图,电马达 4000 可包括电马达 4100。电马达 4100 可以是永磁体同步马达或构造成经由以多方向流动通风样式循环的空气来冷却的任何能量转换装置。电马达 4100 的操作所产生的热量可以从内部部件经由冷却空气传递,电马达冷却风扇 4200 可以使冷却空气循环。如图所示,电马达冷却风扇 4200 可安装到电马达 4100 的侧表面。

[0028] 图 4B 是图 4A 的电马达 4000 的示例性实施例的剖切图,电马达 4000 可包括电马达 4100。电马达 4100 可以是永磁体同步马达或可构造成经由以径向、周向和轴向冷却空气流动路径通风样式的组合循环的空气来冷却的任何能量转换装置。电马达 4100 的操作所产生的热量可以从内部部件经由冷却空气传递,电马达冷却风扇 4200 可以使冷却空气循环。如图所示,电马达冷却风扇 4200 可安装到电马达 4100 的侧表面。

[0029] 电马达冷却风扇 4200 可以向冷却空气提供原动力。冷却空气可以被传送到电马达 4100 的产热部分的第一端 4300。电马达 4100 的产热部分可包括转子 4600 和定子 4500。

[0030] 如图 4B 所示,冷却路径采用径向、周向和轴向冷却空气流动路径方向的组合。冷却流可以被沿两个方向驱动,即压力或真空。可以使用封闭沟道和冷却翅片的组合。径向安装的冷却风扇 4200 可以轴向地定位在不同的轴向位置。还可以在冷却剂入口和出口处使

用强制通风室(plenum)。这种布置结构的一个益处可在于冷却空气路径不是轴向离开的,这可允许电马达 4100 利用全部可用的轴向空间。

[0031] 制造和测试了具有图 4 的流动构造的工作装置,其中,冷却路径包括径向、周向和轴向空气流动方向。进行了两项相关的测试。

[0032] 在第一项测试中,在从大约 7 到 20 lbm/min 的流量时测量了冷却空气压力损失。在 20 lbm/min 的空气流量测试条件下,观察到流过冷却沟道的空气的密度校正的压力损失是大约 0.75 psid。

[0033] 在第二项测试中,还是在从大约 7 到 20 lbm/min 的流量时评价了冷却沟道中的热传递系数。在 20 lbm/min 的空气流量测试条件下,观察到大约 60 BTU/(hr\*ft<sup>2</sup>\*F) 的热传递系数,与马达壳体和外壳的所观察到的温度响应相符。

[0034] 如此获取的压力损失和热传递系数的组合显示出为图 4 的装置选择的冷却沟道样式和冷却空气风扇将会提供足以将驱动马达维持在大约 392 F 的最大可允许绕组温度之下的冷却流。获取压力损失和热传递数据时的流量范围使得当具有合理类似的已知性能特性的不同的冷却空气风扇与相同的壳体和冷却沟道构造联接时能够预测空气流率和冷却能力。

[0035] 通过从导管供应空气直接进入风扇壳体来测量穿过壳体的冷却空气压力损失。为了此项测试,移除了实际的冷却风扇,并且空气被允许直接流动穿过风扇壳体进入冷却通道。空气经过壳体封罩的两端处的若干个缝槽离开。在从大约 7 到 20 lbm/min 的流量时测量了风扇入口壳体处的空气温度、流率和计示压力。在环境温度以及在 250° F 时运行了每个流率。已经建立了流量与压力升高的曲线的风扇特性。马达壳体压力损失曲线和风扇压力升高曲线的组合确认了冷却空气流与先前的分析预测相符。图 5 示出了来自等温压力损失测试的测试结果。

[0036] 使用瞬时测试建立了空气和壳体之间的热传递速率。通过测量壳体金属温度对流过冷却沟道的空气温度的阶梯变化的响应速度来评价热传递。被预加热到已知温度的已知流率的空气被引导到壳体内,其总是在均匀的环境温度开始瞬时测试。壳体温度响应于进入空气的而增大的速率被用于评价空气和壳体之间的热传递系数。图 6 给出了进入空气温度、平均金属温度以及与金属温度数据匹配的分析结果的曲线图。使用放置在壳体内部周围的热电偶来测量壳体金属温度。使用了三组,每组四个热电偶,围绕壳体内部直径周向地间隔 90 度定位,每个端部各一组并且壳体的中心处一组。在多个不同的空气流率和温度下进行了计算。图 6 示出了来自于瞬时热传递测试条件之一的测得结果和匹配的分析预测。

[0037] 在本发明的各种可能的实施例的情况下,可以寻求多个期望的结果。例如,由于用径向安装的风扇来代替轴向安装的冷却风扇,可用于主推进电机的体积可增大。由于增大的可用体积,电马达的扭矩产出可增大。壳体的表面可以更大,从而允许改善的冷却。冷却流可以被沿两个方向驱动,即,被推入空气室或者被拉动通过空气室,这可以为特定实施方式提供额外的灵活性。径向安装的风扇可定位在不同的轴向位置,这可以为特定实施方式提供额外的灵活性。单独供能的径向安装风扇的使用可独立于电马达轴速度和负载而提供连续的最大化冷却。各种可能的实施例可提供对污染的耐受性,因为所有马达部件可以被完全封装在壳体内;从而所有部件和空气隙可以不暴露于环境。在存在外来物体的情况下由于多个通道和翅片,各种可能的实施例可提供对污染的耐受性。在存在外来物体的情况

下由于多个通道和翅片,各种可能的实施例可提供基于感应式电机的风扇的失速保护。

[0038] 当然,应当理解的是前面的内容涉及本发明的示例性实施例并且可以在不偏离如所附权利要求阐述的本发明的精神和范围的情况下作出修改。

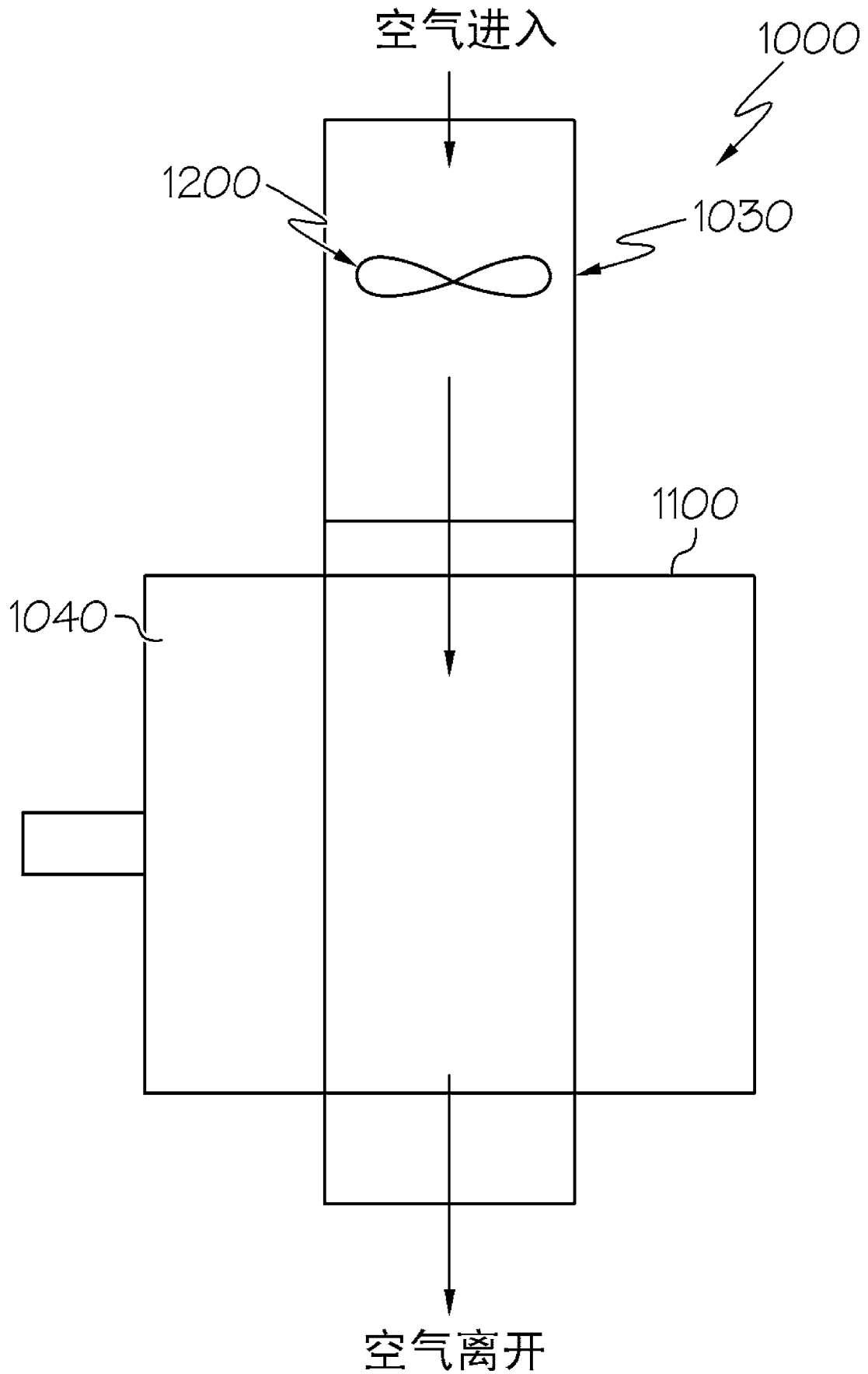


图 1A

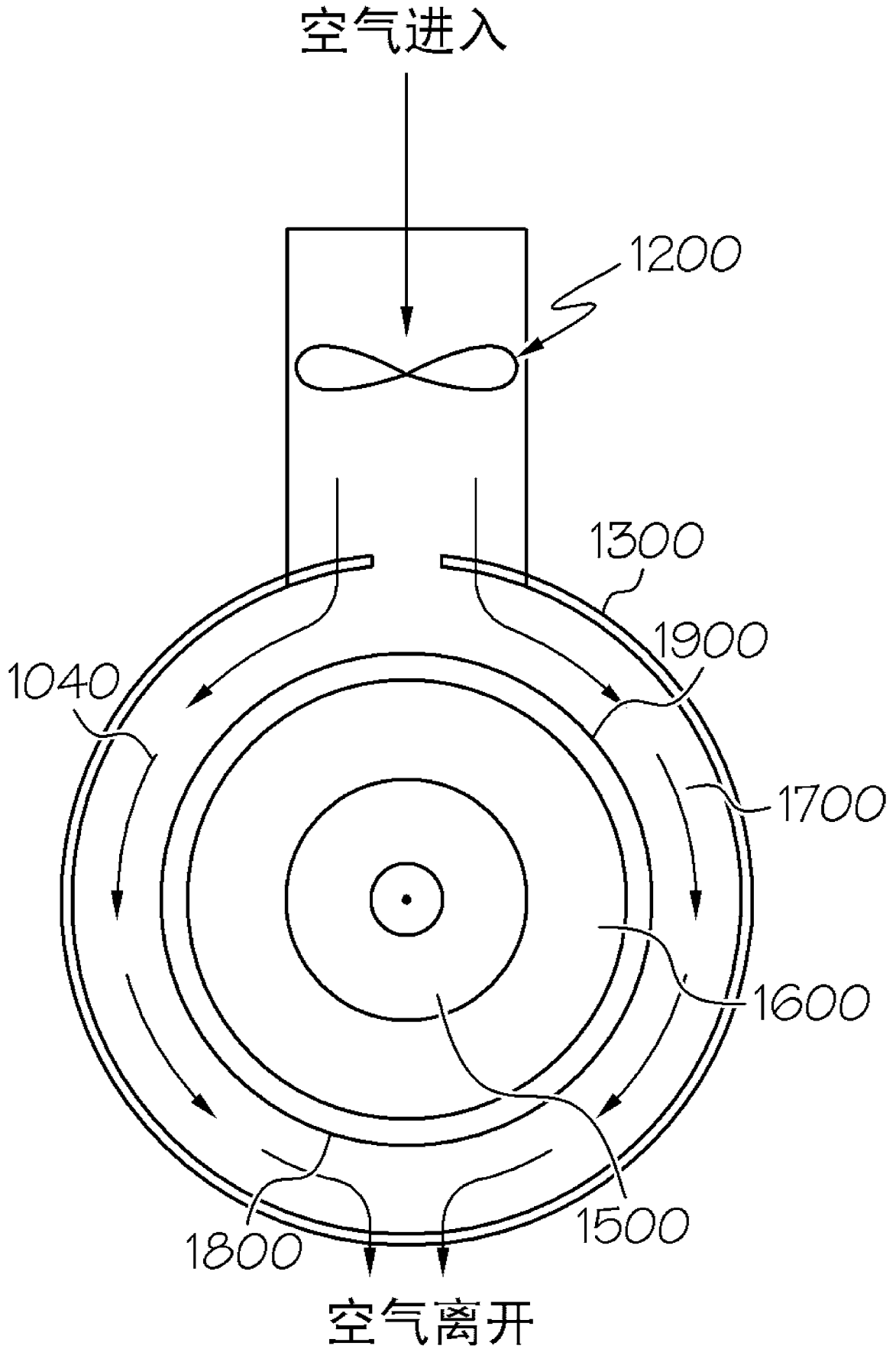


图 1B

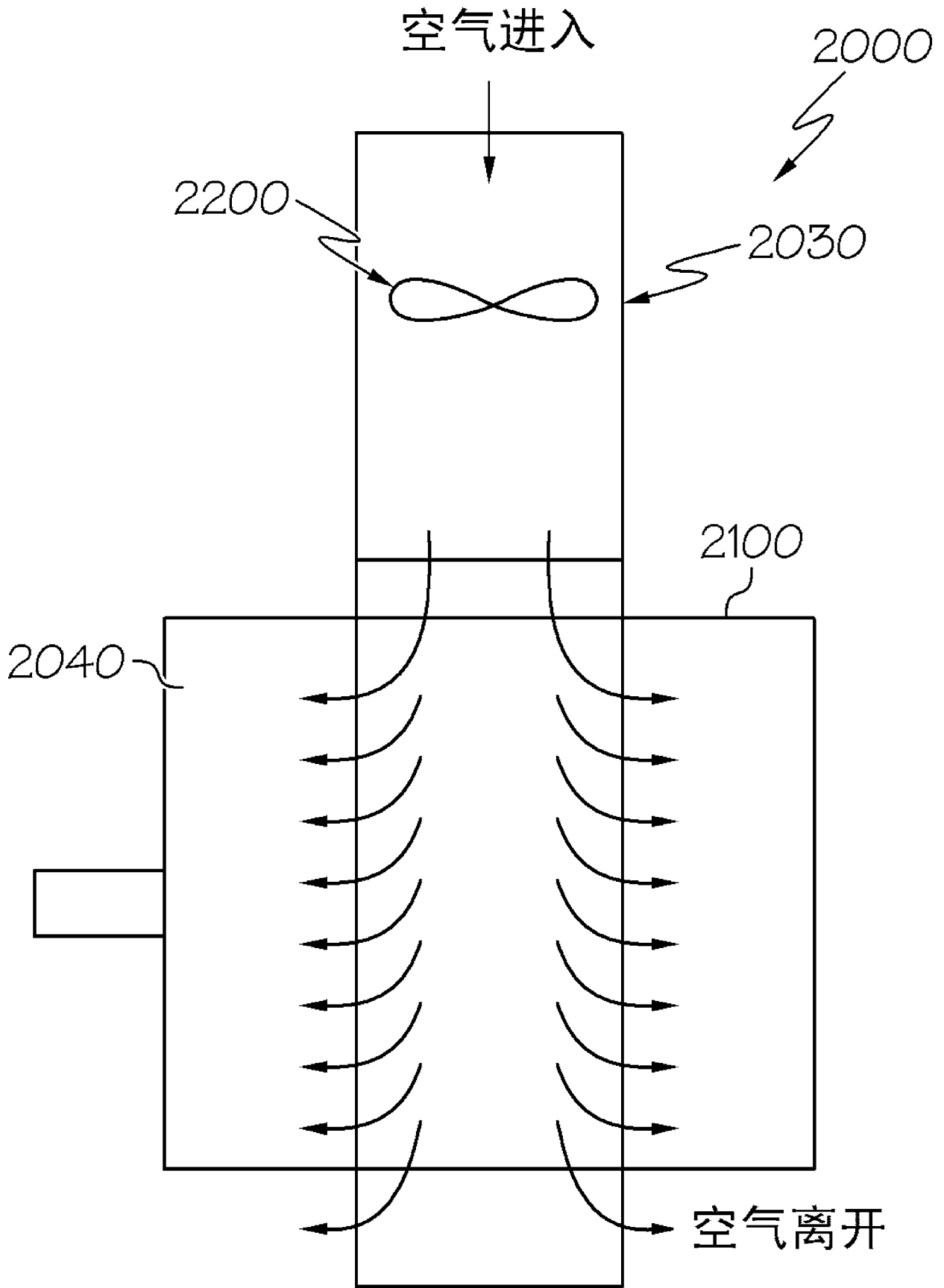


图 2A

空气进入

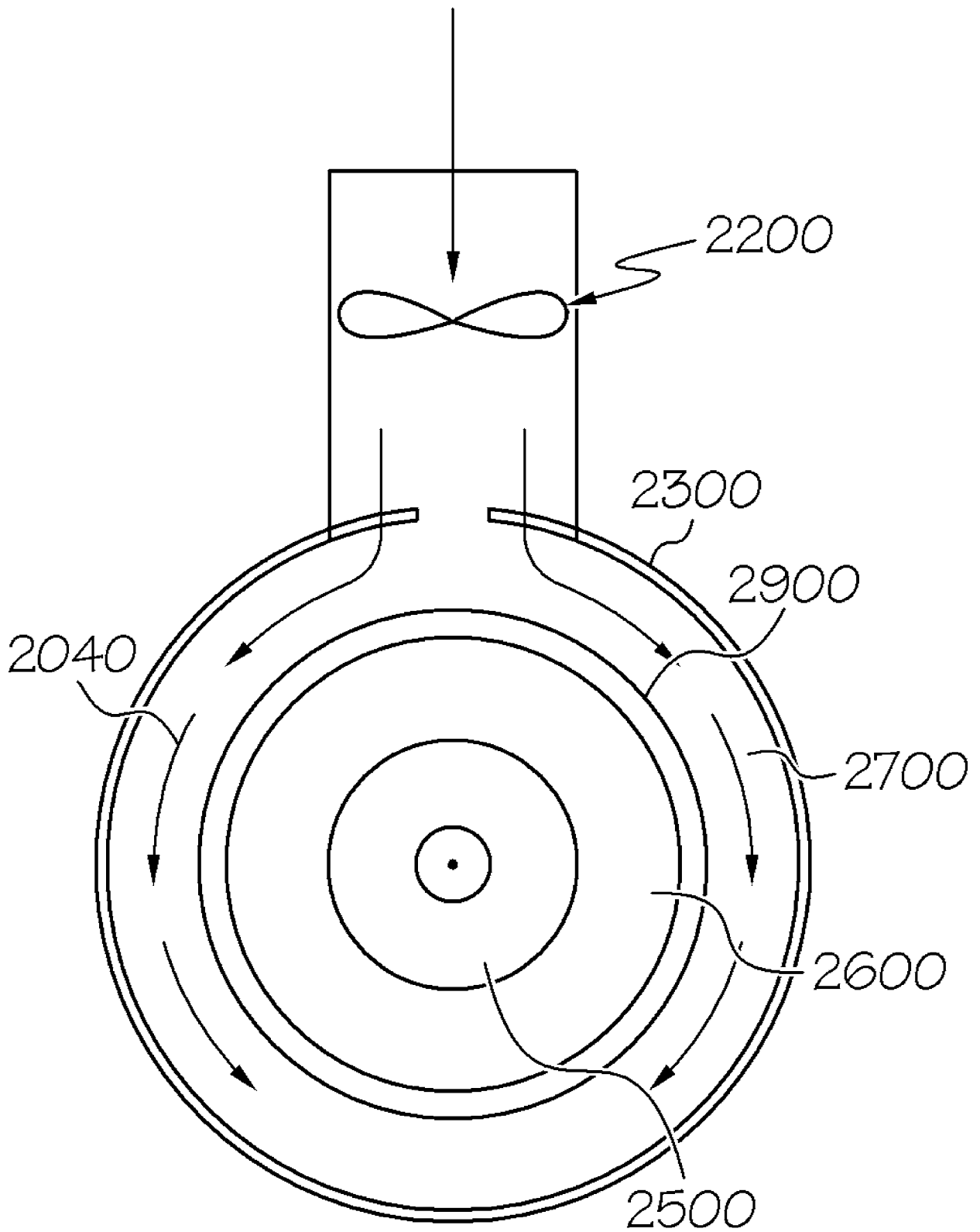


图 2B

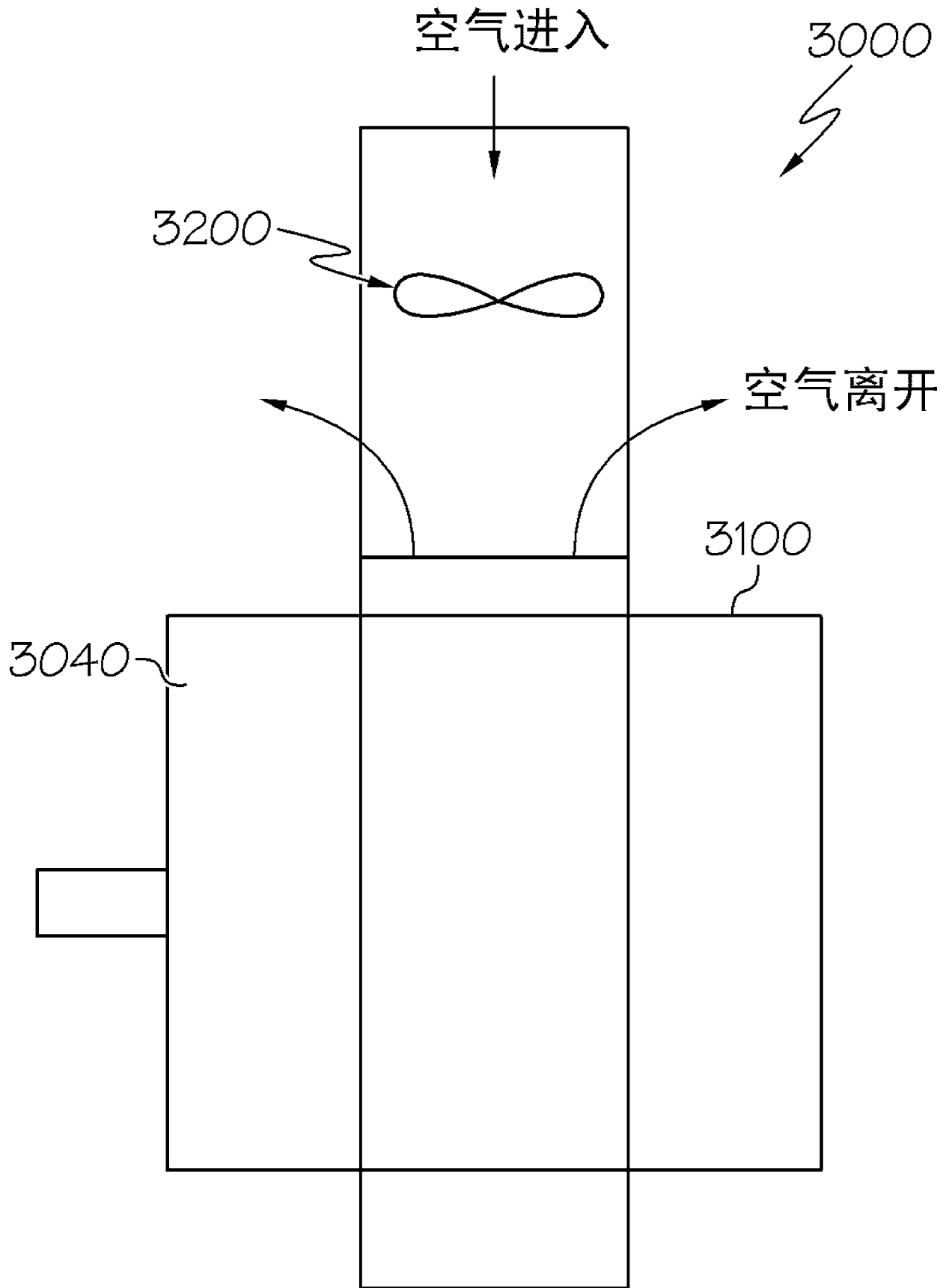


图 3A

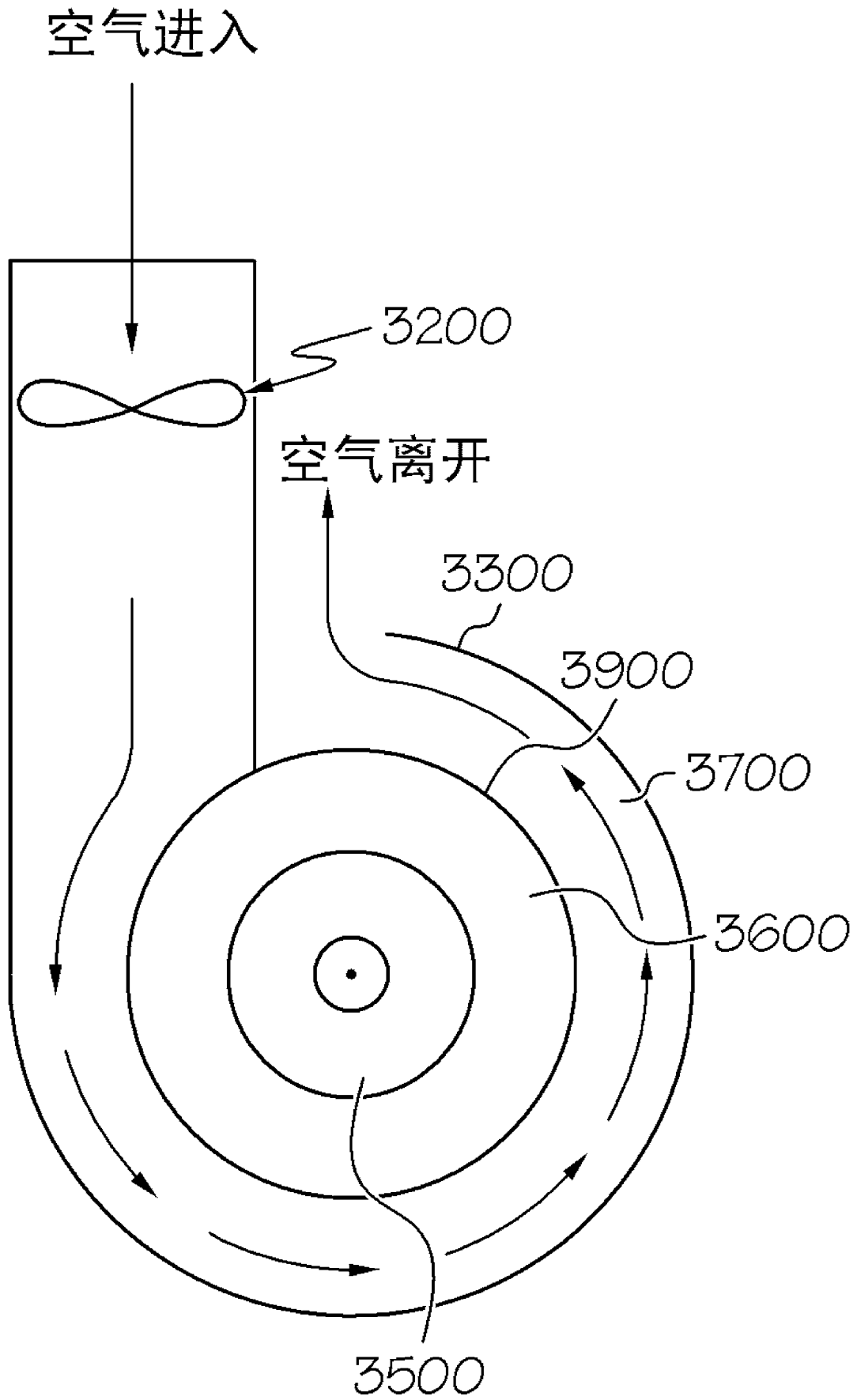


图 3B

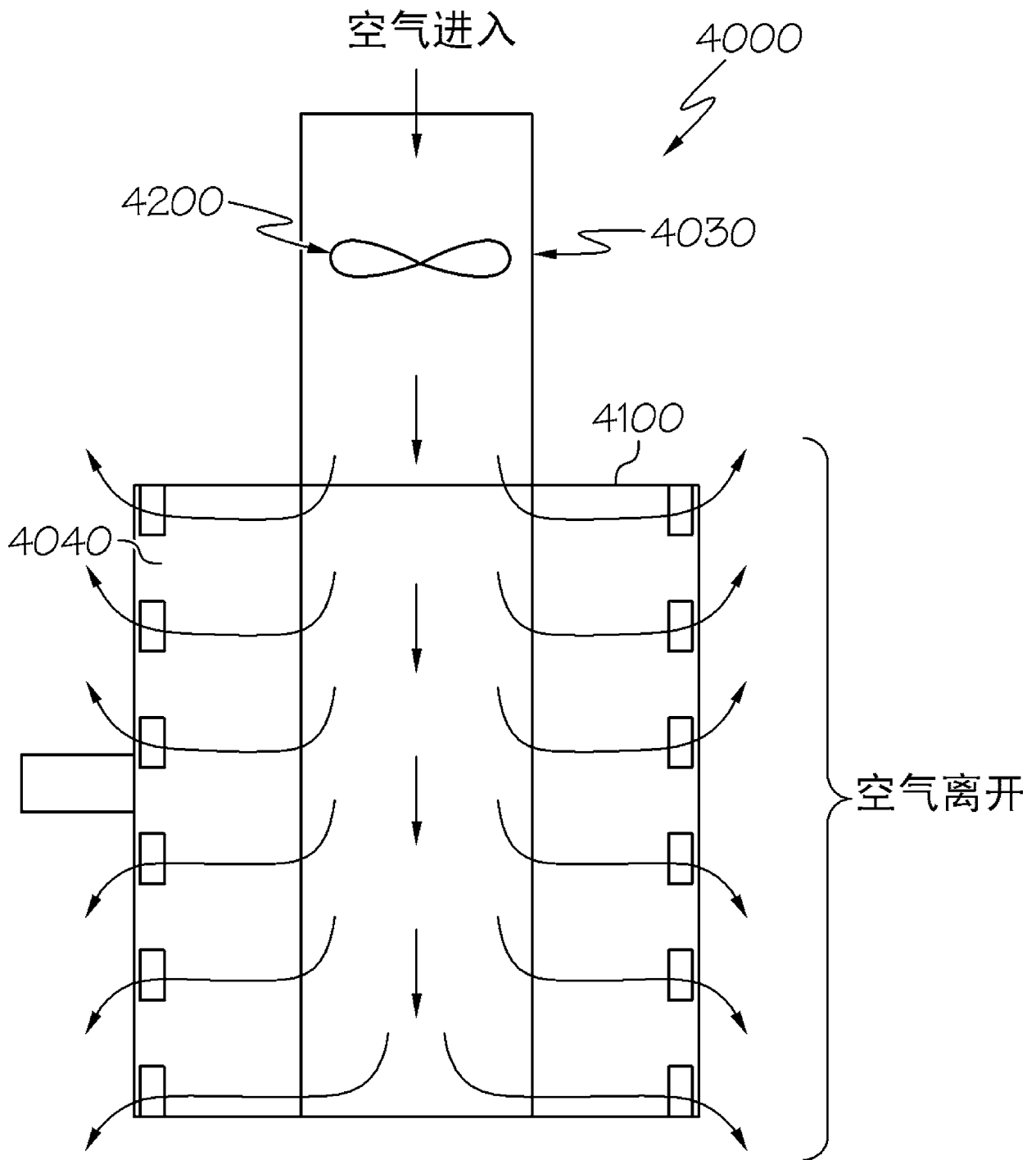


图 4A

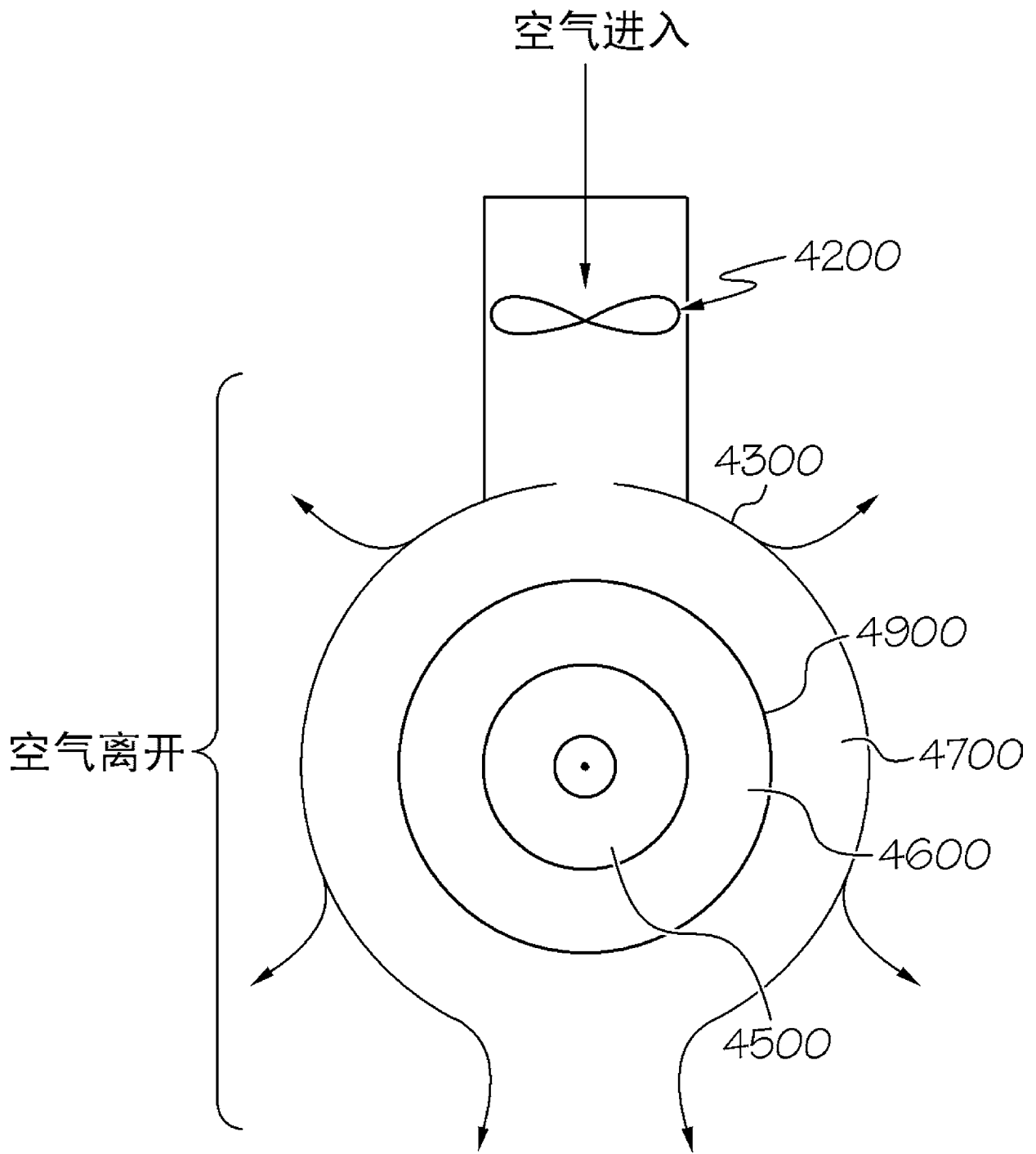


图 4B

eGTS壳体等温压力损失测试结果

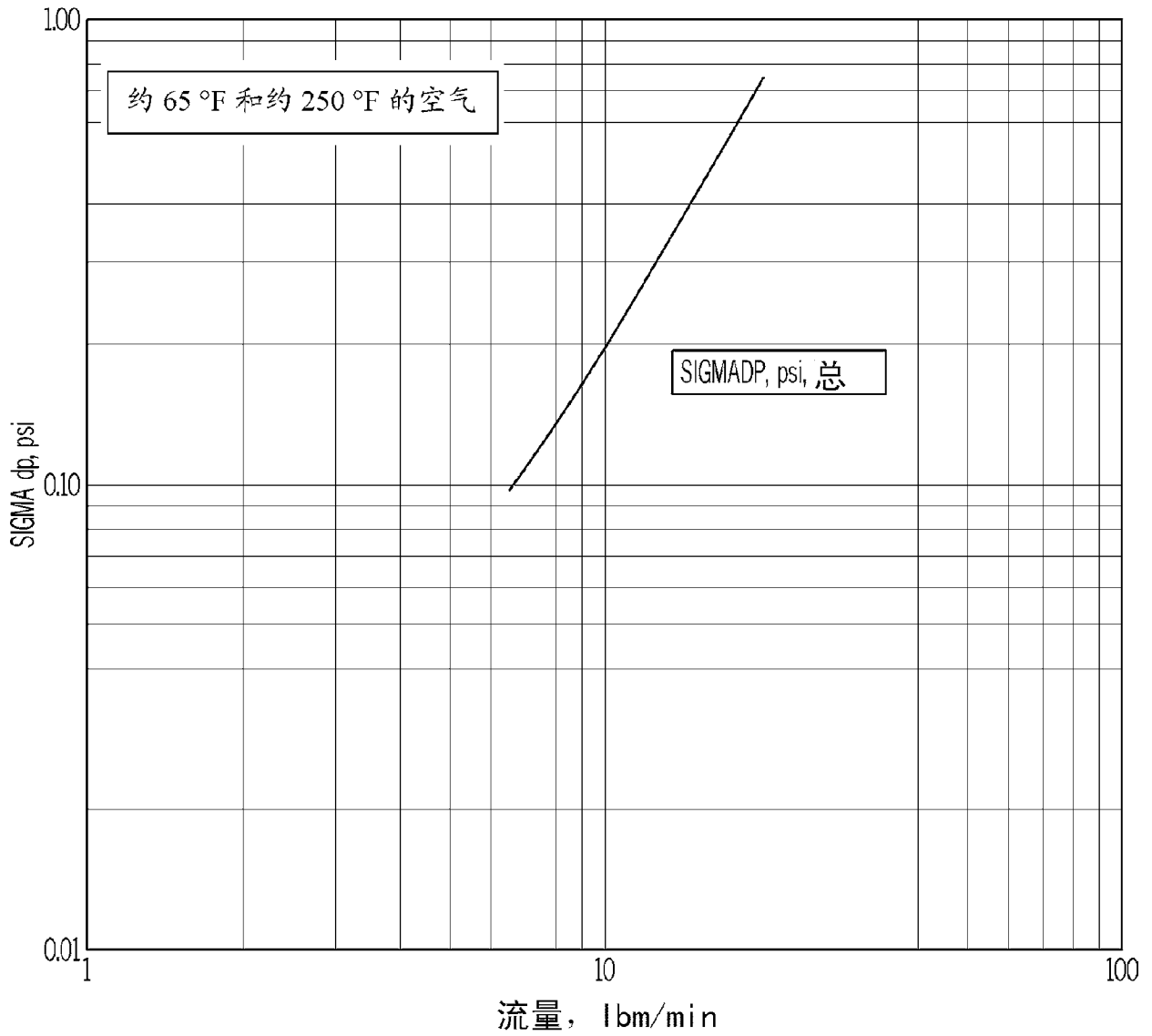


图 5

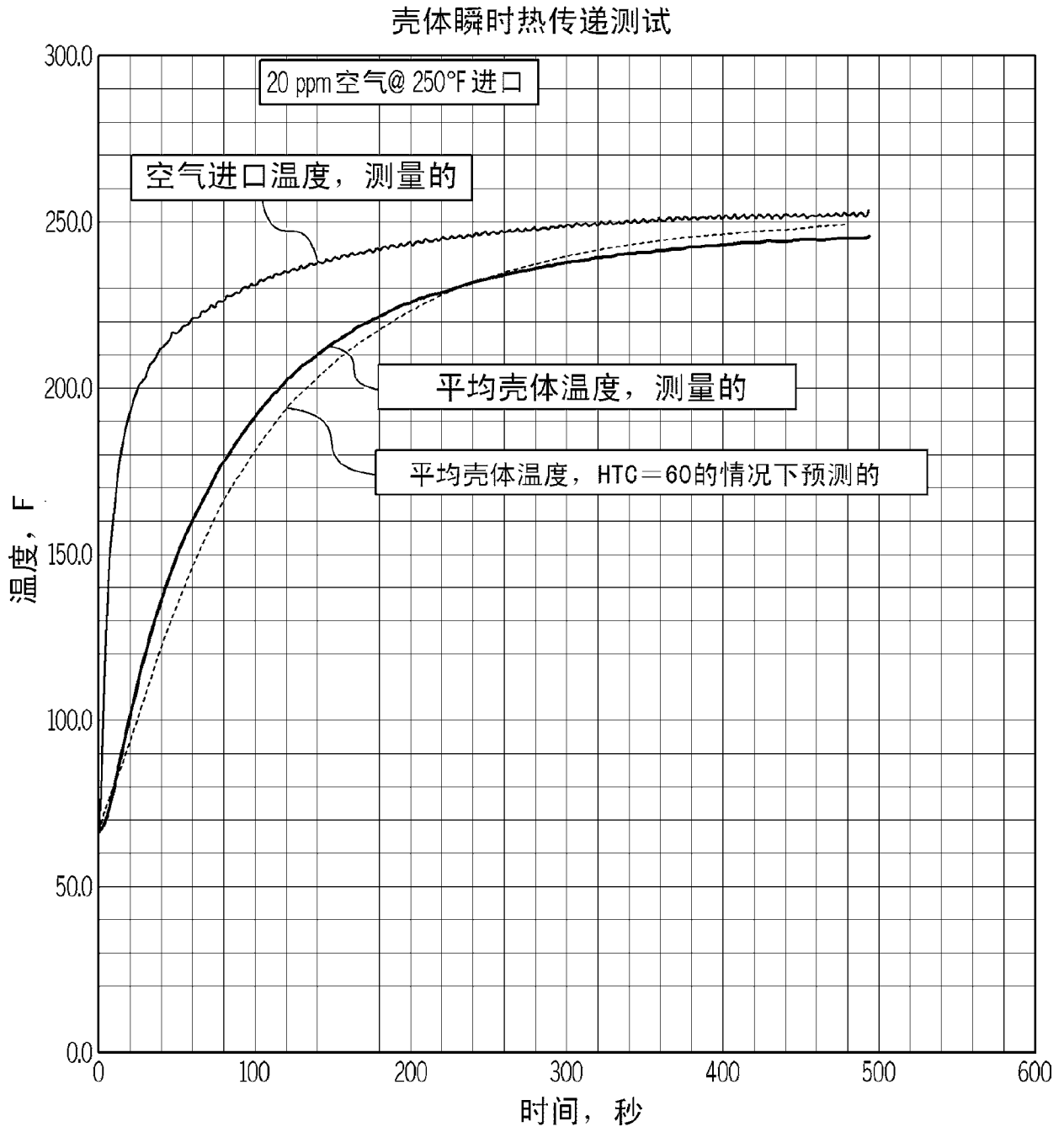


图 6