

## 一种真空玻璃及其制备方法

本申请是以 CN 申请号为 201710056845.6，申请日为 2017 年 1 月 26 日的申请为基础，并主张其优先权，该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

### 技术领域

本发明属于玻璃领域，具体涉及一种真空玻璃及其制备方法。

### 背景技术

能源和环境问题是当今世界所面临的两大课题，由此带来的气候问题更是 21 世纪人类面临的最大挑战之一。对于以煤炭、石油等化石燃料作为主要能源的国家，能源短缺和环境污染的问题更为突出。节约能源、实现能源的高效利用是解决上述问题的有效途径。

建筑能耗在能源总消费量中所占的比例十分可观。建筑能耗中又以采暖和空调能耗为主，占到建筑总能耗的 50% 以上。改善建筑的保温性能，例如改善建筑门窗的保温性能，能够有效降低建筑能耗，还能提高居住的舒适度。

发明人已知的一种真空玻璃，其具有保温、隔热和/或隔声的功能，可用于建筑、节能、太阳能等领域，例如用作建筑门窗、制冷设备门窗、太阳能集热器等需要隔温或隔音的场所或设备。该真空玻璃能够起到保温隔热、节能降耗、防止结露和/或隔声降噪等作用。

图 1 为发明人已知的一种真空玻璃的透视图，图 2 为图 1 的真空玻璃的剖面图。如图 1 和 2 所示，这种真空玻璃包括两片平板玻璃 101 和 102，由两片平板玻璃和密封剂 4 共同围合成的空腔 5，被堵住的抽气口 6、用于保护抽气口 6 的封帽 8，以及位于两块玻璃板之间的支撑物 2。空腔 5 内是真空的，支撑物 2 用于支撑两块玻璃板之间的间隙。

发明人已知的真空玻璃的制备方法主要包括：

- (1) 准备两块玻璃板 101 和 102，并在其中一块玻璃板 101 上设置抽气口 6；
- (2) 将其中一块玻璃板 102 基本水平放置，在其边缘区域涂敷糊状密封剂 4、并在适当的位置布放支撑物 2；

(3) 将另一块玻璃板 101 叠放在玻璃板 102 上, 使玻璃板 101、102 和密封剂 4 共同围合成一个层状空腔;

(4) 在常压下加热层叠后的玻璃板, 使密封剂 4 密封第一玻璃板 101 和第二玻璃板 102 四周的缝隙;

(5) 通过抽气口 6 对封装后的玻璃板的内部抽真空, 抽真空完毕后堵住抽气口 6, 并用封帽 8 覆盖被堵住的抽气口 6。

CN1621653 公开了一种带抽气口的真空玻璃, 该真空玻璃还包括红外吸收材料外壳的包封吸气剂。如图 3 所示, 该真空玻璃包括两块相对设置的玻璃板 101 和 102, 玻璃板 101 和 102 之间有支撑物 2, 进而在玻璃板 101 和 102 之间形成空腔 5。玻璃板 101 上有抽气口 6, 抽气口 6 被封帽 8 堵住。在抽气口 6 形成的凹槽处, 放置有包封吸气剂, 包封吸气剂是由一个封闭的红外吸收材料的外壳 31 和在该封闭的红外吸收材料外壳中的吸气剂 3 构成。在真空玻璃外部正对该吸气剂的位置放置对于该红外吸收材料外壳的包封吸气剂进行打孔的激光发生器 91, 该激光发生器 91 发出的红外激光束 92 穿透玻璃板 102 而对于所说的红外吸收材料外壳 31 进行打孔而使之解封。

## 发明内容

CN1621653 公开的“包封吸气剂”由包封层(封闭的红外吸收材料的外壳)和在该封闭的红外吸收材料外壳中的吸气剂构成。发明人发现, 含有包封吸气剂的真空玻璃具有吸气剂结构复杂、成本高、以及需要在玻璃板上预留抽气口、吸气剂放入量受到预留槽/孔大小的限制、先封接后抽真空的工艺造成玻璃边缘封接高于玻璃中心导致应力不均匀等缺点。

本发明创造性地提供了一种真空玻璃, 该真空玻璃不含用于包封吸气剂的包封物, 所述包封物的材料是气密性材料。

本发明的一个目的是提供一种真空玻璃, 本发明的再一个目的是提供一种真空玻璃的制备方法, 本发明的再一个目的是提供一种门或窗, 本发明的再一个目的是提供一种仪器或仪表, 本发明的再一个目的是提供一种太阳能集热器。

本发明第一方面提供一种真空玻璃, 包括:

玻璃体，由所述玻璃体和密封剂共同围合成的空腔，以及位于所述空腔内的吸气剂；

所述空腔内是气密性的；

所述吸气剂为非蒸散型吸气剂，且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂的包封物，所述包封物的材料是气密性材料；

在穿过所述空腔（5）的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于  $4W/(m^2 \cdot K)$ 。

本发明第二方面提供一种门或窗，包含本发明任一项所述的真空玻璃。

本发明又一方面提供一种温室，温室的外壁包括本发明任一项所述的真空玻璃。

本发明第三方面提供一种仪器或仪表，包括本发明任一项所述的真空玻璃。

本发明第四方面提供一种太阳能集热器，含有本发明任一项的真空玻璃。

本发明又一方面提供一种太阳能电池，包括光电转换组件和本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃覆盖在所述光电转换组件上。

本发明第五方面提供一种真空玻璃的制备方法，包括以下步骤：

- i) 用玻璃体和密封剂围合成空腔，在空腔内放置吸气剂；
- ii) 将步骤 i) 的产品置于真空环境加热，使所述空腔真空，并使密封剂与玻璃体熔接，并使吸气剂被激活；
- iii) 将步骤 ii) 的产品降温，获得真空玻璃。

公开实施方案的有益效果：

一个或多个公开实施方案具有以下一项或多项的有益效果：

- 1) 一个或多个实施方案的真空玻璃密封性较好，空腔内真空度高；
- 2) 一个或多个实施方案的真空玻璃隔热性能较好，热导率  $K$  值较低；
- 3) 一个或多个实施方案的真空玻璃隔音性能较好，隔声量  $R_w + C_{tr}$  值较高；
- 4) 一个或多个实施方案的真空玻璃耐辐照性能较好；
- 5) 一个或多个实施方案的真空玻璃中的吸气剂可实现与玻璃面积的正相关，能够保证足量吸附使用中渗入、释放到真空腔内的气体，玻璃的耐久性能较好；
- 6) 一个或多个实施方案的真空玻璃没有被堵住的抽气口，结构更完整；
- 7) 一个或多个实施方案的真空玻璃没有被堵住的抽气口，避免了由抽气口造成的受

力薄弱点、易损点；

8)一个或多个实施方案的真空玻璃表面没有不透透的槽或孔（暗槽、暗孔），避免了由暗槽、暗孔造成的受力薄弱点、易损点；

9)一个或多个实施方案的真空玻璃的在真空下封接，边缘封接与玻璃中心应力均匀，产品更加安全、稳定；

10)一个或多个实施方案的真空玻璃使用弹性支撑物，避免了由于支撑物的高度误差或空腔层的高度误差所导致的支撑物与玻璃板之间应力分配不均匀的情况，甚至部分支撑物发生位移的情况，使得产品更加安全、稳定；

11)一个或多个实施方案的真空玻璃没有被堵住的抽气口，外表更美观；

12)一个或多个实施方案的真空玻璃使用透明无机物，例如玻璃，作为支撑物，产品视觉效果更美观。

13)一个或多个实施方案的真空玻璃的制备方法，其步骤较简便，成本较低。

#### 附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的限定。在附图中：

图 1 为发明人已知的一种真空玻璃的透视图；

图 2 为图 1 的真空玻璃的剖面图；

图 3 为 CN1621653 的一种真空玻璃的示意图；

图 4 为实施例 1 的一种真空玻璃的透视图；

图 5 为图 4 的真空玻璃的 A-A 剖面图；

图 6 为实施例 2 的一种真空玻璃的透视图；

图 7 为图 6 的真空玻璃的 A-A 剖面图；

图 8 为实施例 3 的一种真空玻璃的透视图；

图 9 为图 8 的真空玻璃的 A-A 剖面图；

图 10 为实施例 4 的一种真空玻璃的透视图；

图 11 为图 10 的真空玻璃的 A-A 剖面图；

图 12 为实施例 5 的一种真空玻璃的透视图；

图 13 为图 12 的真空玻璃的 A-A 剖面图；

图 14 为弹性垫片的正视图和侧视图。

### 具体实施方式

现在将详细提及本发明的具体实施方案。具体实施方案的例子图示在附图中。尽管结合这些具体的实施方案描述本发明，但应认识到不打算限制本发明到这些具体实施方案。相反，这些实施方案意欲覆盖可包括在由权利要求限定的发明精神和范围内的替代、改变或等价实施方案。在下面的描述中，阐述了大量具体细节以便提供对本发明的全面理解。本发明可在没有部分或全部这些具体细节的情况下被实施。在其它情况下，为了不使本发明不必要地模糊，没有详细描述熟知的工艺操作。

当与本说明书和附加权利要求中的“包括”或类似语言联合使用时，单数形式“该”包括复数引用，除非上下文另外清楚指明。除非另外定义，本文中使用的所有技术和科学术语具有本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

本发明第一方面提供一种真空玻璃，包括：

玻璃体（1），由所述玻璃体（1）和密封剂（4）共同围合成的空腔（5），以及位于所述空腔（5）内的吸气剂（3）；

所述空腔（5）内是气密性的；

所述吸气剂（3）为非蒸散型吸气剂，且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂（3）的包封物，所述包封物的材料是气密性材料；

在穿过所述空腔（5）的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于  $4W/(m^2 \cdot K)$ ，例如小于或等于  $3.9W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，包封物用于将吸气剂气密性地包裹在其中以防止吸气剂在空气中钝化，只有当被包封物包裹的吸气剂置于真空玻璃的空腔（5）中，并完成对空腔（5）的抽真空和密封之后，才从空腔（5）之外透过玻璃体将空腔（5）内包封物的气密性破坏，使得被包封物气密性包裹的吸气剂暴露在空腔（5）的环境中。本申请公开实施方案的真空玻璃不含有上述包封物。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，该真空玻璃不包括被封住的抽气口。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)上没有被封住的抽气口。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述密封剂(4)上没有被封住的抽气口。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃上没有抽气口，也没有用于封住抽气口的密封装置。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃包括至少2个玻璃体(1)。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃包括至少3个玻璃体(1)。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，相邻的玻璃体(1)之间通过密封剂(4)连接。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)包括层状玻璃体。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)包括至少2个层状玻璃体。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述层状玻璃体彼此之间面-面相对。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述层状玻璃体彼此之间相互平行。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)包括玻璃管。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)包括玻璃板。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃板为平面玻璃板或曲面玻璃板。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，至少一个玻璃体(1)上有镀膜或贴膜。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)的表面平整。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)上没有凹槽

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)上没有暗槽或暗孔。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)为硅酸盐玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)的软化点高于550℃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)的软化点高于650℃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体(1)的软化点高于750℃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔(5)为层状空腔。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃包括至少1个空腔(5)。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，述真空玻璃包括至少 2 个空腔 (5)。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，密封剂 (4) 与玻璃体 (1) 熔接。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述密封剂 (4) 包括密封玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，密封玻璃包括选自  $\text{PbO-ZnO-B}_2\text{O}_3$  系统、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  系统、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$  系统、 $\text{Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$  系统、 $\text{SnO-ZnO-P}_2\text{O}_5$  系统、 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Sb}_2\text{O}_3$  系统、 $\text{ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  系统、 $\text{ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-BaO}$  系统中的一种或多种玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，密封玻璃的封接温度低于  $500^\circ\text{C}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，密封玻璃的封接温度为  $300\sim 450^\circ\text{C}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，密封玻璃的封接温度为  $400\sim 450^\circ\text{C}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 是激活的吸气剂。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 能够吸收选自  $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  中的一种或多种气体。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 包括具有吸气特性的单质、合金、化合物或混合物。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 含有锆元素或钛元素。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，吸气剂 (3) 含有一种或多种过渡金属元素。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，吸气剂 (3) 含有一种或多种稀土金属元素。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 是  $\text{Zr-Al}$  型或  $\text{Zr-V-Fe}$  型吸气剂。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 在空腔 (5) 中的含量为  $0.1\text{g/cm}^3$  以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 在空腔 (5) 中的含量为  $0.5\text{g/cm}^3$  以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 在空腔 (5) 中的含量

为  $1\text{g}/\text{cm}^3$  以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂（3）的激活温度小于或等于密封剂（4）的封接温度。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂（3）能够在  $300\sim 450^\circ\text{C}$  被激活。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，其特征在于，

所述吸气剂（3）在  $300^\circ\text{C}$  以上真空热处理 1 小时以上能够被激活，或者；

所述吸气剂（3）在  $350^\circ\text{C}$  以上真空处理 0.5 小时以上能够被激活，或者；

所述吸气剂（3）在  $400^\circ\text{C}$  以上真空处理 10 分钟以上能够被激活。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，还包括用于支撑所述玻璃体（1）以维持空腔（5）形状的支撑物（2）。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述支撑物（2）位于所述空腔（5）内。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述支撑物（2）的材质是金属材料或非金属材料。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述支撑物（2）是透明无机物。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述支撑物（2）是玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述支撑物（2）是玻璃片。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述支撑物（2）是圆形玻璃片、椭圆形玻璃片或多边形玻璃片。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃是透明的。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在至少一个方向上，所述真空玻璃 85% 以上面积区域是透明的。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在至少一个方向上，所述真空玻璃 90% 以上面积区域是透明的。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在至少一个方向上，所述真空玻璃 95% 以上面积区域是透明的。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔（5）的方向上，所述真空玻

璃的热导率  $K$  值小于或等于  $3W/(m^2 \cdot K)$ ，例如小于或等于  $2.9W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于  $2.5W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $2W/(m^2 \cdot K)$  例如小于或等于  $1.9W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $1.8W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $1.6W/(m^2 \cdot K)$ ，例如小于或等于  $1.5W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $1.4W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $1.2W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $1W/(m^2 \cdot K)$ ，例如小于或等于  $0.9W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $0.8W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值小于或等于小于  $0.6W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的热导率  $K$  值为  $0.5 \sim 1W/(m^2 \cdot K)$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的隔声量  $R_w + C_{tr}$  为 10dB 以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的隔声量  $R_w + C_{tr}$  为 20dB 以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔 (5) 的方向上，所述真空玻璃的隔声量  $R_w + C_{tr}$  为 30dB 以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，在穿过空腔（5）的方向上，所述真空玻璃的隔声量  $R_w+C_{tr}$  为 30~35dB。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述穿过空腔（5）的方向是真空玻璃的厚度方向。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.01m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.05m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.1m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.3m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.5m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 1m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在两个相互垂直方向上的尺寸大于或等于 0.01m×0.01m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在两个相互垂直方向上的尺寸大于或等于 0.1m×0.1m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在两个相互垂直方向上的大于或等于 0.3m×0.3m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在两个相互垂直方向上的大于或等于 0.5m×0.5m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）在两个相互垂直方向上的大于或等于 1m×1m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃的厚度为 1~50mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述真空玻璃的厚度为 5~25mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）的厚度为 1~20mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述玻璃体（1）的厚度为 5~10mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的厚度小于 3mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的厚度小于 1mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的厚度小于 0.5mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的厚度小于 0.1mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的厚度小于 0.05mm。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.1m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 0.5m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）在至少一个方向上的尺寸大于或等于 1m。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的真空度小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的真空度小于或等于  $1 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的真空度小于或等于  $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述空腔（5）的真空度小于或等于  $1 \times 10^{-1} \text{Pa}$ 。

本发明第二方面提供一种门或窗，包含本发明任一项所述的真空玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的门或窗，所述门或窗是建筑物、构筑物的门或窗、交通工具的门或窗、制冷设备的门或窗或保温设备的门或窗或隔音设备的门或窗。

本发明又一方面提供一种温室（例如温室大棚），温室外壁包括本发明任一项的真空玻璃。

本发明第三方面提供一种仪器或仪表，包括本发明任一项所述的真空玻璃。

本发明第四方面提供一种太阳能集热器，含有本发明任一项的真空玻璃。

本发明第五方面提供一种真空玻璃的制备方法，包括以下步骤：

i) 用玻璃体和密封剂围合出空腔，在空腔内放置吸气剂；

ii) 将步骤 i) 的产品置于真空环境加热，使所述空腔真空，并使密封剂与玻璃体熔接，并使吸气剂被激活；

iii) 将步骤 ii) 的产品降温，获得真空玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 i) 中，所述吸气剂是钝化的。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 i) 中，所述吸气剂表面不含有包封物，所述包封物的材料是气密性材料。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 i) 还包括在所述空腔中放置用于支撑玻璃体的支撑物。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 i) 还包括将密封剂在模具中制作成所需的形状。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 i) 中，密封剂为密封玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，加热温度大于或等于密封剂的封接温度。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，加热温度大于或等于吸气剂的激活温度。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，加热时间大于或等于吸气剂的激活时间。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，当密封玻璃开始发泡时降低升温速度或停止升温。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，加热温度为 300~600℃。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，加热温度为 400~500℃。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，真空环境的绝对压力值小于或等于  $1 \times 10^{-1} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，真空环境的绝对压力值小于或

等于  $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，真空环境的绝对压力值小于或等于  $1 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，步骤 ii) 中，真空环境的绝对压力值小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ 。

在一个实施方案中，本发明任一项的方法，所述真空玻璃为本发明任一项的真空玻璃。

在一个实施方案中，密封剂是密封玻璃。

密封玻璃与玻璃体，二者表面性质相近，结合牢固，膨胀系数相近，温度变化时不易分离开裂。

在一个实施方案中，玻璃是一种在凝固时基本不结晶的无机熔融物。

在一个实施方案中，玻璃是由于熔融物的过冷却，黏度增加所得具有机械固体性质的非晶态固体。

在一个实施方案中，玻璃是《玻璃材料手册》（王承遇，陶瑛，玻璃材料手册[M]，化学工业出版社，2008.）中公开的任意一种玻璃，例如是该书第一章第 1.3 节“玻璃的品种”中公开的任意一种玻璃。

在一个实施方案中，玻璃包括选自元素玻璃、氧化物玻璃、氟化物玻璃、氯化物玻璃、溴化物玻璃、碘化物玻璃、硫族化合物玻璃、卤素硫族化合物玻璃、硝酸盐玻璃、硫酸盐玻璃或醋酸盐玻璃中的一种或多种。

在一个实施方案中，氧化物玻璃包括选自单组份氧化物玻璃、硅酸盐玻璃、硼酸盐玻璃、硼硅酸盐玻璃、铝酸盐玻璃、铝硼酸盐玻璃、磷酸盐玻璃、硼磷酸液玻璃、铝磷酸盐玻璃、钛酸盐玻璃、钛硅酸盐玻璃、碲酸盐玻璃、锗酸盐玻璃、铋酸盐玻璃、砷酸盐玻璃、镓酸盐玻璃中的一种或多种。

在一个实施方案中，玻璃体包含选自二氧化硅、氧化镁、氧化钙、氧化钡、氧化锂、氧化钠、氧化钾、氧化硼、氧化钒、氧化锌、氧化碲、氧化铝、氧化铅、氧化锡、氧化磷、氧化钨、氧化锆、氧化铁、氧化铜、氧化钛、氧化钨、氧化铋、氧化铈、硼酸铅玻璃、磷酸锡玻璃、钒酸盐玻璃以及硼硅酸盐玻璃中的一种或多种的化合物。

在一个实施方案中，玻璃体的材料是第一玻璃，密封剂的材料是第二玻璃。

在一个实施方案中，玻璃体的软化点温度高于密封玻璃的封接温度。

在一个实施方案中，软化点温度是指：玻璃粘度不能再支撑玻璃，产生变形时的温度。

在一个实施方案中，软化点温度是按 GB T 28195-2011 《玻璃软化点测试方法》测量。

在一个实施方案中，封接温度是指：指封接玻璃在真空状态下熔化到能够与玻璃体熔接时度温度。

在一个实施方案中，封接温度又称熔封温度，是指玻璃黏度为  $10^3 \text{Pa}\cdot\text{s}$  时的温度。

在一个实施方案中，玻璃体的软化点温度高于密封玻璃的封接温度  $50^\circ\text{C}$  以上，例如  $100^\circ\text{C}$  以上，再例如  $150^\circ\text{C}$  以上，再例如  $200^\circ\text{C}$  以上，再例如  $250^\circ\text{C}$  以上，再例如  $300^\circ\text{C}$  以上，再例如  $350^\circ\text{C}$  以上，再例如  $400^\circ\text{C}$  以上，再例如  $500^\circ\text{C}$  以上，再例如  $600^\circ\text{C}$  以上。

在一个实施方案中，玻璃体的软化点温度大于或等于  $300^\circ\text{C}$ ，例如大于或等于  $350^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $400^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $450^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $500^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $550^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $600^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $650^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $700^\circ\text{C}$ ，再例如大于或等于  $750^\circ\text{C}$ 。

在一个实施方案中，密封玻璃也可以称为焊接玻璃、焊料玻璃、钎料玻璃、密封玻璃、玻璃焊料、低熔点玻璃粉、低熔点玻璃或珐琅熔块等等。

在一个实施方案中，密封玻璃是低温玻璃或低熔点玻璃。

在一个实施方案中，密封玻璃的封接温度小于或等于  $600^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $550^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $500^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $490^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $480^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $470^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $460^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $450^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $440^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $430^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $420^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $410^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $400^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $380^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $360^\circ\text{C}$ ，再例如小于或等于  $340^\circ\text{C}$ 。

在一个实施方案中，密封玻璃是《玻璃材料手册》(王承遇，陶瑛，玻璃材料手册[M]，化学工业出版社，2008。)中公开的任意一种低熔点玻璃，例如是该书第十二章第 12.4 节“焊料玻璃”中公开的任意一种焊料玻璃。

在一个实施方案中，密封玻璃包括非氧化物玻璃（例如硫系玻璃或氟化物玻璃）、氧化物玻璃或混合型玻璃（例如氧硫系玻璃）。

在一个事实方案中，密封玻璃包括含有氧化铅的硼酸盐、硼硅盐或硅酸盐玻璃。

在一个实施方案中，密封玻璃包含选自氧化镁、氧化钙、氧化钡、氧化锂、氧化钠、氧化钾、氧化硼、氧化钷、氧化锌、氧化碲、氧化铝、二氧化硅、氧化铅、氧化锡、氧化磷、氧化钽、氧化铈、氧化铁、氧化铜、氧化钛、氧化钨、氧化铋、氧化锑、硼酸铅玻璃、磷酸锡玻璃、钒酸盐玻璃以及硼硅酸盐玻璃中的一种或多种的化合物。

在一个实施方案中，密封玻璃包括选自  $\text{PbO-ZnO-B}_2\text{O}_3$  系统、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  系统、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$  系统、 $\text{Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$  系统、 $\text{SnO-ZnO-P}_2\text{O}_5$  系统、 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Sb}_2\text{O}_3$  系统、 $\text{ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  系统、 $\text{ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-BaO}$  系统中的一种或多种玻璃。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，密封剂不包括金属。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，密封剂不包括金属单质或合金。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，密封剂不包括有机物，例如树脂，再例如有机胶。

在一个实施方案中，用于包封吸气剂的包封物指金属壳体、玻璃壳体或红外吸收材料壳体。

在一个实施方案中，非蒸散型吸气剂是指不需要使吸气剂蒸发就能够实现吸气特性的吸气剂。

在一个实施方案中，吸气剂的激活是通过真空热处理的方法使吸气剂表现出吸气特性。

在一个实施方案中吸气剂是非蒸散型吸气剂。例如是文献“蒋迪奎，陈丽萍，非蒸散型吸气剂(NEG)的性能特点和实际应用问题[J]. 真空, 2004, 41(4):88-93”公开的非蒸散型吸气剂。

在一个实施方案中，吸气剂含有 Zr 元素。

在一个实施方案中，吸气剂含有 Ti 元素。

在一个实施方案中，吸气剂含有过渡金属元素中的一种或多种。过渡金属元素例如包括 Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、La、

Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt 和 Ac。

在一个实施方案中，吸气剂含有稀土金属元素中的一种或多种。稀土金属元素例如包括镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钕 (Nd)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb)、镱 (Lu)、(Sc) 和钇 (Y)。

在一个实施方案中，吸气剂为 Zr 系吸气剂，例如 Zr-Al 型、Zr-Ni 型、Zr-C 型、Zr-Co-RE 型 (RE 为稀土元素) 或 Zr-V-Fe 型。

在一个实施方案中，吸气剂为 Ti 系吸气剂，例如 Ti-Mo 型或 Ti-Zr-V 型吸气剂。

一个实施方案的真空玻璃没有抽气口，没有抽气口的真空玻璃整体结构较完整，外表较美观，安全稳定性较好。此外，没有抽气口的真空玻璃表面完整，可深加工程度更高，可以进一步加工制成夹胶玻璃、贴膜玻璃等特殊玻璃，满足不同用途需要。

在一个实施方案中，抽气口也称作抽气孔、排气口或排气孔等。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，抽气口是指：玻璃体与密封剂（如密封玻璃）密封连接后，仍保留在玻璃体或密封玻璃上的开口。须通过该抽气口将真空玻璃的空腔抽真空后，再将抽气口用封堵物堵住。

在一个实施方案中，用密封剂密封的玻璃体之间的缝隙不是被堵住的抽气口。

JC/T 1709-2008《真空玻璃》公开了一种真空玻璃，这种真空玻璃是两片或两片以上平板玻璃以支撑物隔开，周边密封，在玻璃间形成真空层的玻璃制品。该真空玻璃包括被堵住的排气口和附着在真空玻璃排气口的保护装置（保护帽）。

CN203923018U 公开了一种带有侧边抽气口的真空玻璃，该真空玻璃包括两片或多片玻璃，所述玻璃上的待封接部位设置有金属化层，相邻的两片玻璃通过金属封边物实现气密封接，所述封接部位上还留有抽气口，抽气口内设置有密封件，所述密封件与所述金属化层相结合，以实现抽气口的气密封接。该真空玻璃不同于以往将抽气口设置在玻璃表面的方式，将抽气口设置在真空玻璃的侧边，在封接带上预留抽气口，待抽气完成后通过密封件封口。

CN104291632A 公开了一种真空玻璃的抽气口，其特征在于在真空玻璃的上玻璃上打孔制成抽气口，在上玻璃的下表面、抽气口的周围制备一密封环，在下玻璃的上表面与

抽气口对应的位置放置一密封盒，所述密封环能够插入所述密封盒内；在上、下玻璃封边后把金属焊料放入所述抽气口内，将所述抽气口抽真空、并加热使所述金属焊料熔化成液体，所述液体留存在所述密封盒内，所述密封环也淹没在所述液体中，利用液体密封原理将所述抽气口自行密封，降温后所述液体凝固，实现对所述抽气口的气密性密封。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，不包括 JC/T 1079-2008 中记载的排气口。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，不包括 CN203923018U、CN104291632A 或 CN104108862A 中记载的抽气口。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，该真空玻璃整体通过在真空中的一次热处理，完成空腔的抽真空、吸气剂的激活以及玻璃体与密封玻璃的熔接。

在一个实施方案中，任一项的真空玻璃，支撑物的材质是金属材料或非金属材料。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述金属材料为选自钢、铝合金、镍、铝或钽中的一种或多种。

在一个实施方案中，所述金属材料可以是铬、铜。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述非金属材料为选自玻璃、陶瓷和金属氧化物中的一种或多种。

在一个实施方案中，所述非金属材料可以是尼龙、石墨、石英玻璃或蓝宝石玻璃。

在一个实施方案中，真空玻璃的热导率和隔声性能的检测方法参照《真空玻璃》(JC/T1079—2008)。

本发明中，真空度用绝对压力值表示，真空度高/真空度小表示绝对压力值小；真空度低/真空度大表示绝对压力高。

发明人发现，密封玻璃（低熔点玻璃）在真空状态下受热时会熔融变软，并产生较多气体，其现象为软化的密封玻璃内部产生气泡。此时，密封玻璃不仅向真空玻璃的腔体外释放气体，也向真空玻璃的真空腔体内释放气体。密封玻璃向腔体外部释放的气体会被真空泵排出；而由于玻璃粉融化后将上下两片玻璃形成一个密封的腔体，密封玻璃向腔体内释放的气体无法被排出，导致真空玻璃密封腔体内的压强变高、真空度降低，丧失其区别于中空玻璃的高隔温、隔音优良属性。

在一个实施方案中，本发明的真空玻璃制备方法包括：在加热时观察密封玻璃的发

泡情况，并在发泡初期降低升温速度或停止升温的步骤。该步骤能够避免密封玻璃过度发泡释放气体，进而有助于获得高真空度的真空玻璃。反之，如果发泡过度，即便增加足够量的吸气剂，也无法得到保温隔音效果区别于中空玻璃的真空玻璃。

在一个实施方案中，步骤 ii) 中，在密封剂（例如密封玻璃）发泡初期停止加热。

发明人进一步发现，在真空玻璃的封边阶段，在空腔内加入较多吸气剂，有助于获得更高真空度的真空玻璃。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，所述吸气剂 (3) 在空腔 (5) 中的含量为  $0.1\text{g}/\text{cm}^3$  以上，例如  $0.5\text{g}/\text{cm}^3$  以上，再例如  $1\text{g}/\text{cm}^3$  以上，再例如  $1.5\text{g}/\text{cm}^3$  以上。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，空腔 (5) 的体积为约  $300\sim 350\text{cm}^3$ （例如  $330\text{cm}^3$ ），吸气剂的重量为  $600\sim 700\text{g}$ （例如  $640\text{g}$ ）。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，空腔 (5) 的体积为约  $300\sim 350\text{cm}^3$ （例如  $330\text{cm}^3$ ），吸气剂的体积为  $10\sim 15\text{cm}^3$ （例如  $12\text{cm}^3$ ）。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，每  $300\sim 350\text{cm}^3$ （例如  $330\text{cm}^3$ ）空腔体积，吸气剂的重量为  $600\sim 700\text{g}$ （例如  $640\text{g}$ ）。

在一个实施方案中，本发明任一项的真空玻璃，每  $300\sim 350\text{cm}^3$ （例如  $330\text{cm}^3$ ）空腔体积，吸气剂的体积为  $10\sim 15\text{cm}^3$ （例如  $12\text{cm}^3$ ）。

在一个实施方案中，本发明的真空玻璃或真空玻璃的制备方法，吸气剂质量与真空玻璃的面积正相关。

在一个实施方案中，本发明的真空玻璃或真空玻璃的制备方法，吸气剂质量与真空玻璃被密封剂密封的边长正相关。

发明人还发现，吸气剂位于靠近密封剂的位置，有助于获得更高真空度的真空玻璃。

在一个实施方案中，本发明的真空玻璃或真空玻璃的制备方法，吸气剂位于密封剂靠近内侧的位置。

在一个实施方案中，本发明的真空玻璃或真空玻璃的制备方法，吸气剂到密封剂的距离为  $10\text{cm}$  以下，例如  $5\text{cm}$  以下。

发明人发现，弹性垫片作为支撑物的真空玻璃，具有更小的厚度偏差。

在一个实施方案中，所述支撑物是弹性垫片，例如不锈钢弹性垫片。

在一个实施方案中，所述弹性垫片是弹性垫圈，例如 C 型弹性垫圈、鞍形弹性垫圈或波形弹性垫圈或碟形弹簧垫圈。

在一个实施方案中，弹性垫片（例如弹性垫圈）的材质为碳纤维、石墨尼龙（aps）、钢（例如中碳钢、65Mn、SK5、SK7、不锈钢，例如 SUS304 不锈钢）、铝、铜（例如紫铜、铍铜、青铜）或铬。

图 14 是一个 C 形弹性垫圈的正视图(左)和侧视图(右)。

在一个实施方案中，弹性垫片的高度为 0.1~1.0mm，例如 0.7mm。

发明人发现，制备真空玻璃时，在密封玻璃的凝固阶段，先将炉内气压降至常压，再将炉温降至 50℃ 以下，能够获得较宽的有效封边宽度，例如 10mm。

在一个实施方案中，真空玻璃的制备方法的步骤 iii) 包括：降低炉内的真空度和温度，先将炉内气压降至常压，再将炉温降至 50℃ 以下，开炉得到产品。

在一个实施方案中，真空玻璃的制备方法的步骤 iii) 包括：降低炉内的真空度和温度，在密封剂仍为半固态时，即将炉内气压降至常压，然后再将炉温降至密封剂凝固温度，开炉得到产品。

在一个实施方案中，真空玻璃的制备方法的步骤 iii) 包括：降低炉内的真空度和温度，经 5~10min 将炉内气压降至常压，经 10~12h 将炉温降至 50℃ 以下，开炉得到产品。

下面结合具体实施例进一步描述本发明的技术方案。

#### 实施例 1

图 4 为实施例 1 的一种真空玻璃的透视图，图 5 为图 4 的真空玻璃的 A-A 剖面图。如图所示：

实施例 1 的真空玻璃产品包括：两个玻璃体 1，即两块相对平行设置的 low-E 玻璃板 101 和 102；以及由 low-E 玻璃板 101 和 102 和密封剂 4（即密封玻璃）共同围合成的空腔 5，以及位于所述空腔 5 内的支撑物 2 和吸气剂 3；空腔 5 内是气密性的；吸气剂 3 为非蒸散型吸气剂，且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂 3 的包封物，所述包封物的材料是气密性材料。该真空玻璃没有被封住的抽气口。

上述真空玻璃制备步骤如下：

1、准备玻璃板：准备两块 low-E 玻璃（低辐射玻璃）板 101 和 102，尺寸均为 1m×1m×5mm。

Low-E 玻璃的一侧表面有镀膜, 为提升玻璃板与密封玻璃的结合强度, 将 low-E 玻璃板镀膜一侧表面需要与密封玻璃连接区域的镀膜磨除, 在本实施例中, 将 low-E 玻璃板 101 和 102 镀膜一侧表面四周靠近边缘 10 毫米区域的镀膜磨除。

2、布放密封剂: 密封剂 4 为密封玻璃。采用北京北旭电子玻璃有限公司的 JN-48 型玻璃粉, 封接温度 410-430℃。将 low-E 玻璃板 102 大致水平放置, 镀膜一侧表面朝上, 并在该表面四周靠近边缘的区域涂敷糊状玻璃粉, 然后烘干糊状玻璃粉使其干燥定型。

3、布放支撑物: 支撑物 2 为圆形玻璃薄片, 尺寸为  $\phi 1\text{mm} \times 0.33\text{mm}$ 。将多个支撑物 2 布放在 low-E 玻璃板 102 镀膜一侧表面上, 布放间隔为 30mm $\times$ 30mm。

4、布放吸气剂: 吸气剂 3 为带状吸气剂条 (辽宁科华吸气材料有限公司, 型号 ZV8J60Q, 成分: 钎钒铁, 激活条件为 400℃/5min), 尺寸约 0.3mm $\times$ 10mm $\times$ 970mm, 重量约 160g/条。将四个吸气剂条布放在 low-E 玻璃板 102 镀膜一侧表面上, 四个吸气剂条分别平行于玻璃板的四个边, 且位于靠近密封剂 4 内侧的位置。

5、叠放: 将 low-E 玻璃板 101 叠放在 low-E 玻璃板 102 上, 使 low-E 玻璃板 101、102 和密封剂 4 (密封玻璃) 共同围合成一个层状空腔, low-E 玻璃板 101 的镀膜一侧表面朝向该层状空腔。

6、真空加热封装: 将叠放后的玻璃板置入真空炉中, 进行以下操作:

(1) 对真空炉抽真空, 使炉内真空度 (绝对压力值) 小于或等于  $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ ;

(2) 保持炉内真空度 (绝对压力值) 小于或等于  $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ , 并加热真空炉, 升温速度为约 1~5℃/min, 升温至约 410~430℃附近时, 观察密封玻璃有无发泡情况, 并在发泡初期降低升温速度或停止升温, 以防止过度发泡, 保温 5~10min; 吸气剂在步骤 2) 被激活;

(3) 降低炉内的真空度和温度。经 5~10min 将炉内气压降至常压, 经 10~12h 将炉温降至 50℃以下, 开炉得到真空玻璃。

## 实施例 2

图 6 为实施例 2 的一种真空玻璃的透视图, 图 7 为图 6 的真空玻璃的 A-A 剖面图。如图所示:

实施例 2 的真空玻璃包括: 三个玻璃体 1, 即相对平行设置的 low-E 玻璃板 101 和 102

和无镀膜玻璃板 103, 无镀膜玻璃板 103 位于 low-E 玻璃板 101 和 102 之间; 以及由 low-E 玻璃板 102、无镀膜玻璃板 103 和密封剂 4 (密封玻璃) 共同围合成的一个空腔 5, 由无镀膜玻璃板 103、low-E 玻璃板 101、和密封剂 4 (密封玻璃) 共同围合成的又一个空腔 5; 以及分别位于两个空腔 5 内的支撑物 2 和吸气剂 3。空腔 5 内是气密性的; 吸气剂 3 为非蒸散型吸气剂, 且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂 3 的包封物, 所述包封物的材料是气密性材料。该真空玻璃没有被封住的抽气口。

上述真空玻璃制备步骤如下:

1、准备玻璃体 1 (玻璃板): 准备两块钢化 low-E (低辐射镀膜) 玻璃板 101 和 102, 尺寸均为 1m×1m×5mm。一块无镀膜钢化玻璃板 103, 尺寸 990mm×990mm×5mm。

两块 low-E 玻璃板 101 和 102 四周靠近边缘区域 10 毫米宽的镀膜磨除。

2、布放支撑物及叠放

将 low-E 玻璃板 102 大致水平放置。

在其镀膜一侧表面上布放支撑物。支撑物为用直径 0.35mm 的 304L 不锈钢丝弯制而成的弹簧圈, 弹簧圈的尺寸: 内径 0.35mm、外径 1.05mm, 高度 0.35mm。支撑物布放间隔为 40mm×40mm。

将无镀膜钢化玻璃板 103 放置在已经布放了支撑物的 low-E 玻璃板 102 上面, 位置居中。在玻璃板 103 上面布放支撑物, 支撑物布放间隔为 40mm×40mm。

将镀膜 low-E 玻璃板 101 放置在已经布放了支撑物的玻璃 103 上面。玻璃 101 镀膜面向玻璃 103 放置。这样在玻璃板 101、102、103 边缘形成高 5.70 毫米, 宽 5 毫米的空间, 备用。

3、布放吸气剂: 吸气剂 3 为意大利赛斯公司带状钎钒铁吸气剂, 型号 ST2002/CTS/NI/8D Strip, 激活条件: 400℃/5min。带状钎钒铁吸气剂规格为 0.3mm×8mm×970mm, 重量 150g/条。取 8 条前述带状吸气剂, 待用。将 4 条带状钎钒铁吸气剂分别布放在玻璃 102 和 103 之间四周, 将 4 条带状钎钒铁吸气剂分别布放在玻璃 101 和 103 之间四周, 8 条带状钎钒铁吸气剂的外缘距离玻璃板 103 边缘 5 毫米。

4、布放密封剂: 密封剂 4 为密封玻璃。采用北京北旭电子材料有限公司的 BDH-0118 型玻璃粉, 封接温度 430℃。将上述玻璃粉制作成玻璃粉条。玻璃粉条规格 6mm×8mm×1m, 4 根玻璃粉条备用。将 8 毫米高的玻璃粉条放置在玻璃 101、102 之间。

5、真空加热封装：将叠放后的玻璃板置入真空炉中，进行以下操作：

(1) 对真空炉抽真空，使炉内真空度（绝对压力值）小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ；

(2) 保持炉内真空度（绝对压力值）小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ，并加热真空炉，升温速度为约  $1 \sim 5^\circ\text{C}/\text{min}$ ，升温至约  $430^\circ\text{C}$  附近，观察密封玻璃有无发泡情况，并在发泡初期降低升温速度或停止升温，以防止过度发泡，保温  $5 \sim 10 \text{min}$ ；吸气剂在步骤 2) 被激活；

(3) 降低炉内的真空度和温度，经  $5 \sim 10 \text{min}$  将炉内气压降至常压，经  $10 \sim 12 \text{h}$  将炉温降至  $50^\circ\text{C}$  以下，开炉得到产品。

### 实施例 3（带固定通孔的真空玻璃）

图 8 为实施例 3 的一种真空玻璃的透视图，图 9 为图 8 的真空玻璃的 A-A 剖面图，如图所示：

实施例 3 的真空玻璃产品包括：两个玻璃体 1，即两块相对平行设置的 low-E 玻璃板 101 和 102，尺寸均为  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 5\text{mm}$ ，两块玻璃板之间的间距为  $0.35\text{mm}$ ；以及由 low-E 玻璃板 101 和 102 和密封剂 4（密封玻璃）共同围合成的空腔 5；以及位于所述空腔 5 内的支撑物 2 和吸气剂 3。实施例 3 的真空玻璃上有贯通整片真空玻璃的通孔 7。空腔 5 内是气密性的；吸气剂 3 为非蒸散型吸气剂，且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂 3 的包封物，所述包封物的材料是气密性材料。该真空玻璃没有被封住的抽气口。

其制备步骤如下：

1、准备玻璃体 1（玻璃板）：准备两块钢化 low-E（低辐射玻璃）101 和 102，尺寸均为  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 5\text{mm}$ 。两块 low-E 玻璃板四个角的位置有各有一个通孔 7，孔径为  $1.8\text{cm}$ （也可以根据需要制作任何孔径）。将两块 low-E 玻璃板四周靠近边缘区域的镀膜和四个通孔 7 周围区域的镀膜磨除。

2、布放密封剂：将 low-E 玻璃板 102 大致水平放置，镀膜一侧表面朝上，并在该表面四周靠近边缘的区域和通孔 7 附近的区域涂敷糊状的玻璃粉（珠海彩珠实业有限公司，711 型玻璃粉，封接温度  $400^\circ\text{C}$ ），然后烘干糊状玻璃粉使其干燥定型。

3、在 low-E 玻璃板 102 镀膜一侧表面上布放支撑物、布放吸气剂，步骤参数同实施例 1 步骤 3、4。

4、叠放：将 low-E 玻璃板 101 叠放在 low-E 玻璃板 102 上，使得 low-E 玻璃板 101、102 和密封玻璃共同围合成一个层状空腔，low-E 玻璃板 101 的镀膜一侧表面朝向该层状空腔。

5、真空加热封装：将叠放后的玻璃板置入真空炉中，进行以下操作：

(1) 对真空炉抽真空，使炉内真空度（绝对压力值）小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ；

(2) 保持炉内真空度（绝对压力值）小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ，并加热真空炉，升温速度为约  $1 \sim 5^\circ\text{C}/\text{min}$ ，升温至约  $400^\circ\text{C}$  附近，观察密封玻璃有无发泡情况，并在发泡初期降低升温速度或停止升温，以防止过度发泡，保温  $5 \sim 10 \text{min}$ ；吸气剂在步骤 (2) 被激活；

(3) 降低炉内的真空度和温度，经  $5 \sim 10 \text{min}$  将炉内气压降至常压，经  $10 \sim 12 \text{h}$  将炉温降至  $50^\circ\text{C}$  以下，开炉得到产品。

#### 实施例 4（曲面真空玻璃）

图 10 为实施例 4 的一种真空玻璃的透视图，图 11 为图 10 的真空玻璃的 A-A 剖面图。如图所示：

实施例 4 的真空玻璃产品包括：玻璃体 1，即两块相对平行设置的 low-E 曲面玻璃板 101 和 102，弓形弯曲度为  $100 \text{mm}/1 \text{m}$ ，由两块 low-E 曲面玻璃板和密封剂 4（密封玻璃）共同围合成的空腔 5，以及位于所述空腔 5 内的支撑物和吸气剂。空腔 5 是气密性的，且该真空玻璃的弓形弯曲度为  $100 \text{mm}/1 \text{m}$ ；吸气剂 3 为非蒸散型吸气剂，且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂 3 的包封物，所述包封物的材料是气密性材料。该真空玻璃没有被封住的抽气口。

1、准备玻璃板：准备两块经钢化处理的 low-E（低辐射玻璃）曲面玻璃板 101 和 102，尺寸均为  $1 \text{m} \times 1 \text{m} \times 5 \text{mm}$ ，沿一个方向的弓形弯曲度为  $100 \text{mm}/1 \text{m}$ ；

按实施例 1 的方法，将镀膜一侧表面四周靠近边缘区域 10 毫米的镀膜磨除。

2、参照实施例 1 的方法，布放密封剂、布放支撑物（使用耐高温无影无机胶固定将支撑物固定在玻璃板上）、布放吸气剂（4 条实施例 2 中的带状吸气剂条）、叠放。

3、真空加热封装的步骤参数同实施例 2 的相应步骤，获得实施例 4 的曲面真空玻璃；

#### 实施例 5（真空玻璃管）

图 12 为实施例 5 的一种真空玻璃的透视图，图 13 为图 12 的真空玻璃的 A-A 剖面

图。如图所示：

实施例 5 的真空玻璃产品包括：玻璃体 1，即两个套接的玻璃管 104 和 105，玻璃管 105 套接在玻璃管 104 之外；以及由玻璃管 104，105 和密封剂 4（密封玻璃）共同围合成的空腔 5。空腔 5 是气密性的；吸气剂 3 为非蒸散型吸气剂，且所述真空玻璃不含用于包封吸气剂 3 的包封物，所述包封物的材料是气密性材料。该真空玻璃没有被封住的抽气口。

1、准备玻璃体（玻璃管）：准备两个玻璃管 104 和 105，尺寸：玻璃管 104 外径 48mm、内径 44mm、厚度 2mm、长 1790mm，玻璃管 105 外径 58mm、内径 54mm、厚度 2mm、长 1800mm。玻璃管 104 和 105 均为一头开口。

2、布放吸气剂，将玻璃管 105 套装在玻璃管 104 外侧，玻璃管 104 位置居中，将环形的锆钒铁吸气剂（Zr-V-Fe 吸气剂，南京善工电子材料有限公司）置入玻璃管 104 和 105 的上端间隙。

3、布放密封剂：密封剂 4 为密封玻璃。采用北京北旭电子材料有限公司的 728H 型玻璃粉，封接温度约 400℃。用模具将上述玻璃粉制作成环状密封玻璃，尺寸：内径 44mm，外径 58mm，厚 5 毫米。将玻璃管 104 和 105 竖立放置，用支撑架固定玻璃管位置，使玻璃管 104 和 105 的开口处同环状密封玻璃相接触，使玻璃管 104、105 和密封玻璃共同围合成一个空腔。

4、真空加热封装，将玻璃管 104、105 使用模具固定，置于真空炉内，进行以下操作：

（1）对真空炉抽真空，使炉内真空度（绝对压力值）小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ；

（2）保持炉内真空度（绝对压力值）小于或等于  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ，并加热真空炉，升温速度为约  $1 \sim 5^\circ\text{C}/\text{min}$ ，升温至约  $400^\circ\text{C}$  附近，观察密封玻璃有无发泡情况，并在发泡初期降低升温速度或停止升温，以防止过度发泡，保温 5~10min；

（3）降低炉内的真空度，同时降低炉内温度，经 5~10min 将炉内气压降至常压，经 10~12h 将炉温降至  $50^\circ\text{C}$  以下，开炉得到产品。

#### 实施例 6

按照实施例 1 的方法，但是使用的支撑物与实施例 2 不同。

实施例 6 使用的支撑物为弹性垫片：用直径 0.35mm 的 304L 不锈钢丝弯制而成的弹性垫片，弹性垫片的尺寸：内径 0.35mm、外径 1.05mm，高度 0.70mm，支撑物布放间隔为

40mm×40mm。

#### 对比例 1

按照实施例 1 的方法，但是真空玻璃的空腔内不设置吸气剂，制备得到对比例 1 的真空玻璃。

#### 对比例 2

参照实施例 1，不同之处在于布放吸气剂的步骤：

4、布放吸气剂：在玻璃板的一个角上分别钻磨出直径为 12mm，深度为 3mm 的盲孔，并在盲孔中置入尺寸为  $\phi 12\text{mm} \times 3\text{mm}$ （体积约  $0.34\text{cm}^3$ ，约 3g）的锆钒铁吸气剂，相当于每  $\text{cm}^3$  空腔内放置了约 0.0091g 吸气剂。

#### 分析检测

检测方法参照《真空玻璃》（JC/T1079—2008）对上述实施例中的真空玻璃进行下述指标的检测，结果如下：

##### 1、厚度偏差：

实施例 1~5 的真空玻璃，厚度偏差 $\pm$ 小于 0.4mm。

##### 2、尺寸偏差：

实施例 1~5 的真空玻璃，尺寸偏差 $\pm$ 小于 3.0mm。

##### 3、对角线差：

实施例 1~3 的真空玻璃，小于对角线平均长度的 2%。

##### 4、边部加工质量：

实施例 1~5 的真空玻璃，边部没有裂纹等缺陷。

##### 5、封帽：

实施例 1~5 的真空玻璃，没有被封住的抽气口，无封帽。

##### 6、支撑物：

实施例 1 的真空玻璃，支撑物以 30mm×30mm 列阵布置，没有重叠，没有缺位，布放整

齐。

实施例 2~4、6 的真空玻璃，支撑物以 40mm×40mm 列阵布置，没有重叠，没有缺位，  
布放整齐。

实施例 5 的真空玻璃没有支撑物。

7、外观质量：

实施例 1~5 的真空玻璃，外观观察，没有划伤，没有爆边，没有内部污迹，没有裂纹。

8、封边质量：

实施例 1~5 的真空玻璃熔封接缝饱满、平整，有效封边宽度大于 5mm。

9、弯曲度：

实施例 1~3 的真空玻璃的弯曲度小于玻璃厚度的 0.3%。实施例 4 和 5 的真空玻璃的弯曲  
度符合尺寸要求。

10、透明区域占比，如表 1 所示

表 1

| 编号     | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 | 实施例 4 | 实施例 5  |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 透明区域占比 | >92%  | >92%  | >92%  | >92%  | >98.8% |

透明区域占比=透明区域面积/整体面积×100%

对于实施例 1~4，透明度测量方向垂直于真空玻璃厚度方向，对于实施例 5 透明度测量方  
向垂直于玻璃管壁。

11、吸气剂含量，如表 2 所示：

表 2

| 编号                         | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 | 实施例 4 | 对比例 1 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 吸气剂含量<br>g/cm <sup>3</sup> | 1.8   | 1.7   | 1.8   | 1.8   | 无     |

12、保温性能实验，如表 3 所示：

表 3

| 编号 | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 | 对比例 1 |
|----|-------|-------|-------|-------|
|----|-------|-------|-------|-------|

|                       |     |     |     |     |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| K 值 $W/(m^2 \cdot K)$ | 0.8 | 0.5 | 0.8 | 4.8 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|

12b.还对实施例 1 和对比例 2 的真空玻璃进行抗结露能力试验。具体地,同时将实施例 1 和对比例 2 的真空玻璃制成同一冷柜的两扇玻璃门,冷柜内温度设定为 $-25^{\circ}\text{C}$ ,冷柜外温度为 $25^{\circ}\text{C}$ 。当冷柜内温度达到 $-2^{\circ}\text{C}$ 时,对比例 2 的真空玻璃出现结露,实施例 1 的真空玻璃未结露。继续降低冷柜温度,当冷柜内温度达到 $-25^{\circ}\text{C}$ 时,保持 48 小时,实施例 1 的真空玻璃仍未出现结露。

12c.还对实施例 1 中吸气剂量进行调整,对比内置不同吸气剂量真空玻璃的抗结露能力。具体地,调整实施例 1 中吸气剂长度,分别添加总长度为 485mm、970mm、2910mm、3880mm 的吸气剂,制成 4 块真空玻璃。将以上 4 块真空玻璃制成同一冷柜的 4 扇玻璃门,冷柜内温度设定为负 $22^{\circ}\text{C}$ ,冷柜外温度为 $25^{\circ}\text{C}$ 。当冷柜内温度达到 $-12^{\circ}\text{C}$ 时,内置 485mm 吸气剂条的真空玻璃开始结露。继续降低冷柜温度,当冷柜内温度达到 $-22^{\circ}\text{C}$ 时,内置 970mm、2910mm、3880mm 吸气剂条的真空玻璃均未结露,且真空玻璃朝外侧的表面温度分别为 $23.4^{\circ}\text{C}$ 、 $24^{\circ}\text{C}$ 、 $24^{\circ}\text{C}$ 。

13、隔声性能,如表 4 所示:

表 4

| 编号                | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| $R_w+C_{tr}$ (dB) | 31    | 32    | 31    |

实施例 1~3 的真空玻璃的隔声性能大于 30dB,

14、耐辐照性:如表 5 所示。

表 5

| 编号                       |     | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 |
|--------------------------|-----|-------|-------|-------|
| K 值<br>$W/(m^2 \cdot K)$ | 试验前 | 0.8   | 0.5   | 0.8   |
|                          | 试验后 | 0.82  | 0.51  | 0.82  |

紫外线照射 200h,真空玻璃试验前后 K 值的变化率不超过 3%,

15、气候循环耐久性,如表 6 所示:

表 6

| 编号                           |     | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|
| K 值<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) | 试验前 | 0.8   | 0.5   | 0.8   |
|                              | 试验后 | 0.82  | 0.51  | 0.82  |

经气候耐久性试验后，实施例 1~3 的真空玻璃没有出现炸裂，试验前后 K 值的变化率不超过 3%。

16、高温高湿耐久性，如表 7 所示。

表 7

| 编号                           |     | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|
| K 值<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) | 试验前 | 0.8   | 0.5   | 0.8   |
|                              | 试验后 | 0.82  | 0.51  | 0.82  |

经高温高湿耐久性试验后，真空玻璃没有出现炸裂，试验前后 K 值的变化率不超过 3%。

发明人已知，保温性能或隔声性能直接反应真空玻璃真空度的高低。在国家标准《真空玻璃》(JC/T1079—2008)中，保温性能或隔声性能是衡量真空玻璃质量的重要指标。如保温性能实验(表 3、抗结露实验)和隔声性能实验(表 4)所示，实施例 1~5 的真空玻璃具有较优的保温性能和隔声性能，这说明实施例 1~5 的真空玻璃相对于对比例 1、对比例 2，空腔 5 的真空度较高。

如耐辐照性实验(表 5)、气候循环耐久性实验(表 6)和高温高湿耐久性实验(表 7)所示，实施例 1~5 的真空玻璃具有较优的耐辐照性和耐久性。

上述公开实施方案的一个有益效果在于真空玻璃不含用于包封吸气剂的包封物，极大地简化了吸气剂的结构，降低了吸气剂的成本，进而简化了真空玻璃的结构，降低了真空玻璃的成本。

上述公开实施方案的再一个有益效果在于吸气剂的厚度很薄，进而空腔的厚度可以很薄，且无需在玻璃体上预留用于放置吸气剂的凹槽/开口，保持了玻璃体的完整性。

上述公开实施方案的再一个有益效果在于真空玻璃没有抽气口。没有抽气口的真空玻璃外形美观、表面完整，而且可深加工程度更高。上述实施例的真空玻璃可以继续加工

制成夹胶玻璃、贴膜玻璃等特殊玻璃，满足不同用途需要。

发明人已知，吸气剂在空气中是钝化的，吸气剂的激活是指通过真空热处理的方法使吸气剂表现出吸气特性。上述公开实施方案中，真空加热的一个重要作用就是使吸气剂激活。

发明人已知，真空玻璃密封完成出炉后，再对真空玻璃进行大面积和/或长时间的加热会破坏真空玻璃的真空度，甚至会导致真空玻璃因受热不均匀而产生过大的内部应力而发生炸裂。对于上述公开实施方案的真空玻璃，吸气剂 3 在真空加热步骤被激活，因此真空玻璃密封完成后，无需再对吸气剂进行蒸散/激活/解封，尤其是不需要再使用高频加热、红外加热等方式对吸气剂进行蒸散/激活/解封，进而简化了工艺步骤，降低了成本。而且，上述公开实施方案能够获得真空度较高的真空玻璃，尤其是隔热性能和/或隔声性能较好的真空玻璃。

发明人已知，玻璃体和/或密封剂（例如密封玻璃）受热时可能会释放出气体。实施例 1~5 中，吸气剂 3 的一个作用可以是，在真空玻璃的制备过程中，尤其是真空玻璃的真空加热封装过程中，吸收可能进入空腔（5）内的气体，以保持空腔（5）内的真空度达标，进而使真空玻璃的隔热性能和/或隔声性能较好。

发明人发现，在真空玻璃制备过程中，尤其是在真空玻璃加热封装过程中，每  $\text{cm}^3$  空腔体积重加入 0.1g 以上，例如 0.5g 以上，例如 1g 以上的吸气剂，能够有效地吸收可能进入空腔（5）内的气体，以保持空腔（5）内的真空度达标，进而使真空玻璃的隔热性能和/或隔声性能较好。

发明人已知，玻璃体和/或密封剂（例如密封玻璃）在长时间（例如 1~50 年）地使用过程中，可能会释放出一定量的气体。吸气剂 3 的又一个作用可以是，在真空玻璃的使用过程中，持续地吸收可能进入空腔（5）内的气体，以保持空腔（5）内的真空度达标，进而使真空玻璃的耐久性较高。

上述公开实施方案的真空玻璃，吸气剂不是通过抽气口放置到真空玻璃内的，吸气剂的尺寸不受抽气口的限制。可以根据真空玻璃空腔的尺寸放置所需量的吸气剂，例如放置  $1\text{g}/\text{cm}^3$  以上的吸气剂。

上述公开实施方案的真空玻璃中的吸气剂为非蒸散型吸气剂（Non Evaporable

Getters)。非蒸散型吸气剂无需经高频加热蒸发后使用，不在玻璃体表面形成金属膜，对真空玻璃的透明度影响小。获得真空玻璃的透明区域占比较高。

由于制造精度的问题，用于制备真空玻璃的玻璃板的厚度可能并非是完全均一的，可能存在一些起伏，另外，支撑物的高度也可能不是完全均一的，可能存在一些起伏。如果支撑物是刚性的，真空玻璃组装完成后，可能会出现一部分支撑物因高度不足而无法起到支撑两侧玻璃的作用，这些支撑物失去了两侧玻璃的挤压力，在使用过程中不能固定于原位，可能会出现位移，造成真空玻璃应力不均匀，进而影响真空玻璃的美观和安全性。

使用本发明的弹性支撑物可以解决上述问题，弹性支撑物能够通过弹性变形以适应不同尺寸的空间高度，进而实现每个支撑物都与真空玻璃保持良好的支撑。另外，金属材料（例如铜、铝、钢或铬）的支撑物耐热性好，不会因为真空玻璃制备过程受热而失去弹性。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制；尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换；而不脱离本发明技术方案的精神，其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。