

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 11 月 28 日 (28.11.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/239802 A1

- (51) 国际专利分类号:
C03C 11/00 (2006.01) *A24F 40/70* (2020.01)
C03B 19/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/085461
- (22) 国际申请日: 2024 年 4 月 2 日 (02.04.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310575203.2 2023年5月19日 (19.05.2023) CN
- (71) 申请人: 思摩尔国际控股有限公司 (SMOORE INTERNATIONAL HOLDINGS LIMITED) [GB/GB]; 英国英属开曼群岛大开曼岛乔治城埃

尔金大道 171 号板球广场 2 楼 6 室, Cayman Islands KY1-1111 (GB)。

- (71) 申请人 (仅对CN): 深圳麦克韦尔科技有限公司 (SHENZHEN SMOORE TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区 16 号, Guangdong 518102 (CN)。
- (72) 发明人: 杨聪明 (YANG, Congming); 中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区 16 号, Guangdong 518102 (CN)。龙继才 (LONG, Jicai); 中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区 16 号, Guangdong 518102 (CN)。周前远 (ZHOU, Qianyuan); 中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区 16 号, Guangdong 518102 (CN)。付磊 (FU, Lei); 中

(54) **Title:** POROUS GLASS WITH MULTI-DIRECTIONAL COMMUNICATING PORES, AND ATOMIZING CORE AND ELECTRONIC ATOMIZER

(54) 发明名称: 一种具有多向连通孔的多孔玻璃、雾化芯和电子雾化器

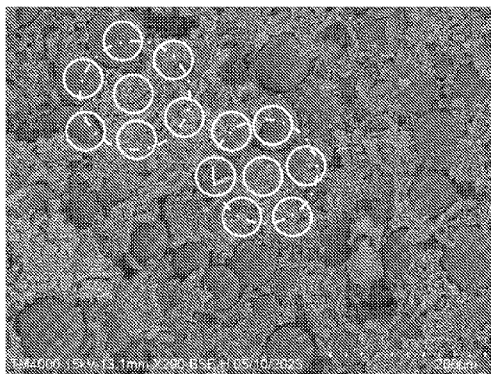


图 1

(57) **Abstract:** The present application belongs to the technical field of porous materials, and particularly relates to porous glass with multi-directional communicating pores, and an atomizing core and an electronic atomizer. The porous glass with multi-directional communicating pores provided in the present application comprises a framework and multi-directional communicating pores, which are spherical pores and are each at least in communication with six pores surrounding same. In the present application, the structures of the communicating pores are defined, such that during transferring an atomizing liquid substrate such as e-liquid, the transfer speed is high, and the difference between transfer paths is small; and by means of multi-channel communication, the current problem of insufficient local supply of liquid or unbalanced supply of liquid to the atomizing core is reduced, such that local burning occurring during vaping is alleviated, thereby improving the taste and vaping experience of an electronic cigarette.

(57) 摘要: 本申请属于多孔材料技术领域, 具体涉及一种具有多向连通孔的多孔玻璃、雾化芯和电子雾化器。本申请提供的具有多向连通孔的多孔玻璃, 包括骨架和多向连通孔, 其中, 所述多向连通孔为球形孔, 至少与其周边的6个孔连通。本申请通过对连通孔结构的限定, 使得烟油等雾化液基质在传递过程中, 传递速度快, 传递路径差别小, 多通道连通减少了雾化芯局部供油不足或供油不平衡的现状, 改善抽吸过程中出现的局部焦化现象, 提升电子烟口感及抽吸体验。

国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区16号, Guangdong 518102 (CN)。苏远安(SU, Yuanan); 中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区16号, Guangdong 518102 (CN)。周宏明(ZHOU, Hongming); 中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍社区东财工业区16号, Guangdong 518102 (CN)。

(74) 代理人: 北京三聚阳光知识产权代理有限公司(SUNSHINE INTELLECTUAL PROPERTY INTERNATIONAL CO., LTD.); 中国北京市海淀区海淀南路甲21号中关村知识产权大厦A座5层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种具有多向连通孔的多孔玻璃、雾化芯和电子雾化器 相关申请的交叉引用

本申请要求在 2023 年 5 月 19 日提交中国专利局、申请号为
5 202310575203.2、发明名称为“一种具有多向连通孔的多孔玻璃、雾化芯和电子雾化器”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请属于多孔材料技术领域，具体涉及一种具有多向连通孔的多孔玻璃、雾化芯和电子雾化器。

10 背景技术

电子雾化器是一种通过雾化等手段，将雾化介质等变成蒸汽，让用户吸食的一种产品。雾化芯是电子雾化器的核心部件，对电子雾化器的口感、气溶胶量等性能起到了至关重要的作用。

封闭式电子雾化器大部分采用多孔陶瓷作为雾化芯，大多数采用硅藻土、
15 氧化硅、氧化铝等为原料，加入玻璃粉、造孔剂等，通过烧结制备的颗粒堆积产生的多孔陶瓷。采用多孔陶瓷作雾化芯，具有均一性好，寿命长，口感细腻、械化程度高等特点。但是，多孔陶瓷发热体具有一定的比例的半闭孔和微细孔隙的特点，容易造成对雾化介质中低粘度成分的吸附，进而影响抽吸口感和香气还原度。同时，多孔陶瓷发热体微观表面粗糙、连续性较低，
20 无法搭配薄膜发热膜。

与多孔陶瓷相比，多孔玻璃具有微观结构光滑连续、微纳孔比例较低的特点，不易对雾化介质产生吸附等特点，在一定程度上提升了电子雾化器的口感和香气还原度。然而，现有技术中的多孔玻璃的孔结构不均匀，孔的连

通性差，使得雾化液基质（如烟油）通过的路径长度差别大，特别是多孔材料中所包含的单向连通的开口孔的存在，阻碍了雾化液基质（烟油）的传输速度，使得雾化液基质传递速度差别大，雾化液基质传递速度慢的部分区域，在雾化过程中容易产生供油不充分现象，使得局部焦化，产生积碳，严重影响客户抽吸体验，同时，积碳的累积效应，还将加速雾化芯的失效。

发明内容

因此，本申请要解决的技术问题在于克服现有技术中的多孔玻璃孔结构不均匀、连通性差、易积碳等缺陷，从而提供一种具有多向连通孔的多孔玻璃、雾化芯和电子雾化器。

为此，本申请提供如下技术方案：

本申请提供一种具有多向连通孔的多孔玻璃，包括骨架和多向连通孔，其中，所述多向连通孔为球形孔，至少与其周边的 6 个孔连通。

可选地，所述多向连通孔与其周边的 6-12 个孔连通；

可选地，所述多向连通孔与其周边的 7-10 个孔连通。

可选地，所述骨架包括起搭架结构的纤维骨架和粘结稳定作用的玻璃覆盖粘结层，所述骨架总体积占比为 25-35%；

其中，所述玻璃覆盖粘结层包括玻璃粉和未形成纤维骨架的剩余纤维颗粒组分。

可选地，所述纤维骨架长度 75-150 微米，纤维骨架直径 15-45 微米；

可选地，所述具有多向连通孔的多孔玻璃中，纤维骨架的重量百分数占比范围为 12-45%；

可选地，所述具有多向连通孔的多孔玻璃中，玻璃覆盖粘结层的重量百

分数占比范围为 55-88%。

可选地，所述多孔玻璃的孔隙率为 65-75%；

可选地，孔隙率为 70-75%。

可选地，所述多向连通孔的孔径为 70-80 微米，孔与孔的连通通道孔喉的
5 平均直径为 25-45 微米，孔喉分布于 5-60 微米区域，其中，50%以上孔喉分
布于 20-45 微米。

可选地，所述孔喉的平均直径为 28-36 微米，孔喉分布于 10-55 微米区域，
90%以上孔喉分布于 20-45 微米。

可选地，所述孔喉的平均直径约 29-35 微米，孔喉分布于 12-50 微米区域，
10 分布于 20-45 微米的孔喉占比高于 95%；

可选地，孔喉均分布于 20-45 微米区域。

本申请还提供一种雾化芯，以上述的具有多向连通孔的多孔玻璃为基体，
所述基体上设置有发热单元。

可选地，所述雾化芯在雾化过程中，温度场偏差小于 10°C。

15 本申请还提供一种电子雾化器，包括上述的雾化芯。

一般的，对于长方体平板型雾化器，如：4×9mm，或 7×3.5mm 等，多孔
玻璃基体厚度 1~3mm，可选地，厚度 1.2-2.5mm。

一般的，根据实际人们抽吸过程，在测试电子烟抽吸过程中，设置电子
烟抽吸时间为 3s，对于电子烟雾化芯多孔基体，烟油从进油面通过多孔基体
20 通道传输至雾化面上，当其经过各个供油通道的时间差高于 3s 时，将会出现
局部供油不足现象。对于某一特定发热体，假设某一种烟油等雾化介质的通

过时的传输速度为 V ，则 3s 时间差所导致的路径差为 $3V$ 。因此，对于不同厚度 (L) 的基体材料，其各通道所允许的非连通孔含量约占 $3V/L$ 。

例如，对于导油速度 0.12mm/s 的基体，若厚度 1.2mm 时，其各通道所允许的非连通孔含量应小于 30%，即多向连通孔占比至少 70%；厚度为 2mm 时，其各通道所允许的非连通孔含量应小于 18%，即多向连通孔占比至少 82%；厚度为 2.5mm 时，其各通道所允许的非连通孔含量应小于 14.4%，即多向连通孔占比至少 85.6%。理论上来说，最佳的实施例，多向连通孔的占比达到 100%，这样发热体结构均匀性最高，结构稳定性和导油性能均较为理想。

一般的，对于粘度越小的烟油等雾化液介质，其多孔基体的传导速度越快，相应的，其多向连通孔占比可以到更小的数值如：65%等。

本申请所提供的具有多向连通孔的多孔玻璃，通过玻璃及纤维材料和造孔剂粉末成型制备获得。

一般的，对于等径球体的五种密堆积方式：简单立方密堆积，配位数 6，堆积密度 52.4%；正交密堆，配位数 8，堆积密度 60.5%；四方密堆，配位数 10，堆积密度 69.8%；面心立方密堆积和六方密堆积，配位数 12，堆积密度 74.2%。为了获得该多向连通孔构建的多孔玻璃材料，设计造孔剂按照密堆的体积比加入，即：造孔剂体积占总材料体积的 60-75%，可选地，造孔剂体积占总体积的 70-75%。

本案中玻璃粉末起粘结骨架的作用，细的玻璃粉末能均匀分散在整个体系中，使得烧结后多孔玻璃孔分布更均匀，连通性好；同时，细的玻璃粉末可以缩短烧结时间，减少高温下玻璃流动，在提升效率的同时增加了整体材料的均匀性能。本案中的纤维组分起骨架支撑作用，对于制备 70-80 微米孔径，30-40 微米孔喉的多孔材料，可选起支撑作用的纤维骨架 70-150 微米；一般的，小尺寸的纤维或陶瓷颗粒不影响整体搭架结构，烧结后，小尺寸的纤维

或陶瓷颗粒被玻璃粉末包裹后聚集于纤维粘结处（造孔剂间隙处），形成支撑端点。

所述多孔玻璃包括骨架及多向连通孔，其中骨架包括起搭架结构的纤维骨架和粘结稳定作用的玻璃覆盖粘结层；所述纤维骨架长度 70-150 微米，骨架直径 15-45 微米，重量百分数范围为 12-45%；所述纤维骨架材料为耐高温陶瓷纤维材料，包括氧化铝、莫来石、氧化锆等，所述纤维直径 10-40 微米，长度 10-150 微米，其中，起搭架结构的有效纤维长度 70-150 微米；所述玻璃覆盖粘结层包括玻璃材料及未起搭架结构的纤维或陶瓷粉末，其重量百分数范围 55-88%。

可选地，所述多孔玻璃材料的制备方法一般包括：将玻璃粉、纤维组分、造孔剂混合，制备生坯，经排胶，烧结等步骤。

可选地，所述纤维组分的直径为 3-30 μm ，长度为 20-500 μm ；

可选地，所述纤维组分的直径为 10-25 微米，长度为 20-150 μm 。

可选地，所述纤维组分的长径比为 1-10，可选地，长度为 50-150 μm 的纤维的长径比为 2-5；

和/或，纤维组分中，纤维长度在 50 μm 以上的纤维占比在 25%，可选地，占比在 40%以上；进一步可选地，占比为 40-100%。

以玻璃粉和纤维组分的总质量计，所述玻璃粉占 40-62%，所述纤维组分占 38-60%；

和/或，所述造孔剂的用量为玻璃粉和纤维组分总质量的 0.3-2.5 倍。

选用流延工艺，注塑工艺，干压工艺，凝胶注模程序工艺中的任一种制备生坯；

制备生坯的上述工艺均为领域内已知的，可根据选择的不同工艺添加使用相应的加工助剂。典型非限定性地，注塑工艺的步骤大致为：将混料后的材料与注塑添加剂（石蜡、聚乙烯及分散剂等）于密炼机高温密炼至均匀，再通过注塑制备成指定形状的生坯。

- 5 和/或，所述排胶温度为 200-800℃，排胶时间为 5-50h；可选地，所述排胶温度为 200-350℃。

和/或，所述烧结温度为 900-1250℃或者 1180-1320℃，烧结时间为 10-180min。

- 10 可选地，所述的多孔玻璃的制备方法，满足以下（1）-（5）中的至少一项：

（1）所述玻璃粉的软化温度为 600-1200℃；所选纤维原料的软化点在制备方法中的烧结温度以上即可起到骨架作用；

（2）所述玻璃粉的粒径在 10μm 以下，可选地，粒径在 3000 目以下；

- 15 （3）所述纤维组分为碳化硅纤维，氮化硅纤维，硅酸铝纤维，石英纤维，莫来石纤维，氧化铝纤维，羟基磷石灰纤维，氧化锆纤维中的至少一种；

（4）所述造孔剂材料为碳粉、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乳酸、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二醇酯、工程塑料、淀粉、纤维素、木屑、石墨粉中等经高温能分解、挥发或燃烧的材料中的一种或混合物；

- 20 （5）所述造孔剂的粒径为 10-300μm，可选地，所述造孔剂的平均粒径为 80 微米。可以通过调节不同直径造孔剂的加入比例来获得更好连通性的多孔玻璃材料。

为了获得该特殊孔隙结构的多孔玻璃，对玻璃原料及纤维材料做如下预

处理：

(1) 玻璃粉体原料粒径小于 10 微米，可选使用 3000 目以下的玻璃粉末。为了获得均匀粒径的玻璃粉，可将市售的玻璃粉末，以乙醇为溶剂，使用高能行星球磨机以 200-500r/min 的转速，球磨 3-5 小时，烘干过筛后使用。

5 (2) 纤维可以使用莫来石纤维、氧化锆纤维或氧化铝等耐高温纤维，本案可选莫来石纤维，纤维直径 10-25 微米，长度小于 100 微米，纤维长径比 1-10。一般的，先通过破碎机将市售的 2-5mm 的短切纤维破碎至 0.5mm 以下，再以乙醇为溶剂，硬脂酸为助磨剂，高能行星球磨 2-8 小时，球磨转速 100-400r/min，可选的，以 300r/min 球磨 6 小时，球磨后的纤维经乙醇洗涤，
10 烘干过 100 目筛，获得目标纤维。

可选地，本具有多向连通孔的多孔玻璃采用注塑法制备获得，其制备方法如下：

将玻璃，纤维，以及造孔剂按照一定的比例配料，并用三维混炼机混料 2 小时至均匀。所述造孔剂为球形造孔剂，造孔剂粒径 10-300 微米，可选地，
15 造孔剂直径 80 微米，或者造孔剂直径 50 微米。将混料后的材料与注塑添加剂（石蜡、聚乙烯及分散剂）于密炼机高温密炼至均匀，再通过注塑制备成指定形状的生坯。按 200 分钟升温至 200℃，再以 0.5℃每分钟升温至 500℃，其中分别于 240℃，280℃，300℃，350℃设置 2 小时保温时间，然后按 5℃每分钟升温至 1180℃-1320℃，保温 30 分钟，自然冷却至室温。一般的，可
20 以根据造孔剂的热重曲线来获得较优的排胶工艺。

或者，所述具有多向连通孔的多孔玻璃可以通过空心玻璃微球直接密堆积，再经烧结制备获得。一般的，所选用的空心玻璃微球粒径为 50-120 微米，可选地、空心玻璃微球粒径为 80-100 微米。一般的，可以使用凝胶注模法制备多孔基体，先将空心玻璃微球加热至 80℃，然后将其加入至 80℃溶胶液中，

搅拌、脱泡，以 5MPa 的压力注入模具中，待冷却成凝胶素坯，素坯于 50℃ 下烘干，再于 1000℃下烧结 30 分钟，自然冷却后获得多孔玻璃基体。

典型非限定性的，本申请提供的雾化芯以多孔玻璃为基体，基体上设置有发热单元，所述发热单元为发热丝，发热网或发热膜。其中，发热丝或发热网需要在生坯成型过程中嵌入，然后与成型坯体一起进行烧结，得到多孔玻璃雾化芯；当采用发热膜的时候，可以在多孔玻璃基体上，采用丝网印刷的方式印刷厚膜电阻发热膜或者喷涂、磁控溅射薄膜电阻发热膜的形式，设计发热膜的图案，然后再经过烧结步骤得到多孔玻璃雾化芯。

典型非限定性的，采用丝网印刷工艺制备厚膜电阻发热膜，厚膜的主要成分为镍基合金、铁基合金、银合金、钛合金、铝合金、不锈钢等，包含 Fe、Cr、Ni、Ti、Pa、Pt、Al、Mo、Si、Ag 等元素，厚膜突出厚度为 11-100μm，下渗厚度为 10-100μm，线宽为 250-450μm，线距为 300μm-900μm，采用的图案 S、M、Ω 等图案，发热膜烧结温度为 700-1200℃，烧结时间为 0.5-3h。

典型非限定性的，采用喷涂或者磁控溅射制备薄膜电阻发热膜，薄膜的主要成分为镍基合金、银合金、钛合金、铝合金、不锈钢等，包含 Fe、Cr、Ni、Ti、Pa、Pt、Al、Mo、Si、Ag 等元素，薄膜突出厚度为 0.5-5μm。

具体地，本申请还提供一种基于该多孔玻璃材料印膜烧结后制备的多孔玻璃雾化芯，其发热膜为多孔发热膜，其中：多孔发热膜包括高于多孔基体表面部分和渗入多孔基体部分，其中，高于多孔基体表面部分为多孔结构，孔径 5-30 微米，孔与孔之间相互连通，并与基体孔贯通，膜高于基体表面约 30-100 微米，如图 2 所示，可选的高度约为 60-100 微米；发热膜阻值 0.8-1.2 欧姆。

本申请技术方案，具有如下优点：

本申请提供的具有多向连通孔的多孔玻璃，包括骨架和多向连通孔，其中，所述多向连通孔为球形孔，至少与其周边的 6 个孔连通。本申请通过对连通孔结构的限定，使得烟油等雾化液基质在传递过程中，传递速度快，传递路径差别小，多通道连通减少了雾化芯局部供油不足或供油不平衡的现状，改善抽吸局部焦化现象，提升电子烟口感及抽吸体验。

本申请提供的具有多向连通孔的多孔玻璃，通过对孔孔尺寸的限定，使孔与孔之间的连通通道尺寸更均匀，能够进一步避免在雾化芯使用中出现导液速度不均匀，出现局部过热的情况，避免了局部焦化和积碳的产生。

附图说明

10 为了更清楚地说明本申请具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本申请的一些实施方式，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

15 图 1 是本申请实施例 1 中所得生坯的微观形貌图；

图 2 是本申请实施例 1 中所得多孔玻璃的微观形貌图，其中，a 为表面，b 和 c 为断面；

图 3 是本申请实施例 1 中所得多孔玻璃的多向连通孔结构标注示意图；

图 4 是本申请实施例 1 和对比例 2 中所得多孔玻璃基体的烟油浸润图；

20 图 5 是本申请测试例中多孔发热膜的宏观和微观形貌图；

图 6 是本申请测试例中雾化过程中实施例 1 的温度场分布和温度分布图；

图 7 是本申请实施例 1（左）和市售陶瓷发热体（右）的积碳情况对比图；

图 8 是本申请测试例中雾化过程中实施例 2 的温度场分布和温度分布图；

图 9 是本申请测试例中雾化过程中对比例 1 的温度场分布和温度分布图；

图 10 是本申请实施例 2 中所得生坯的微观形貌图；

图 11 是本申请实施例 2 中所得多孔玻璃的多向连通孔结构标注示意图。

5 具体实施方式

提供下述实施例是为了更好地进一步理解本申请，并不局限于所述最佳实施方式，不对本申请的内容和保护范围构成限制，任何人在本申请的启示下或是将本申请与其他现有技术的特征进行组合而得出的任何与本申请相同或相近似的产品，均落在本申请的保护范围之内。

10 实施例中未注明具体实验步骤或条件者，按照本领域内的文献所描述的常规实验步骤的操作或条件即可进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市购获得的常规试剂产品。

实施例 1

15 本实施例提供的一种具有多向连通孔的多孔玻璃，其制备方法包含如下步骤：

以乙醇为溶剂，将玻璃粉末以 300r/min 的转速，于行星球磨机种球磨 3h，烘干、过筛，获得粒径小于 5 微米的玻璃粉；将粉碎后的莫来石短切纤维，以硬脂酸为助磨剂，以乙醇为溶剂，以 300r/min 的转速，行星球磨 6 小时，乙醇洗涤后烘干、100 目过筛，获得纤维原料。以 13 体积的玻璃粉（密度 20 2.5g/mL，下同）、12 体积纤维（密度 2.8g/mL，下同）、75 体积的 PMMA（80 微米）造孔剂配料，三维混料机中混料 2h，将混合后的材料加入密炼机中，加入 20%的石蜡，5%的聚乙烯，5%的分散助剂（邻苯二甲酸二丁酯，下同），180℃密炼 2h，再通过注塑机制备成生坯，微观形貌如图 1 所示，从图

中可以看出，在一个平面内，造孔剂与周围 6 个造孔剂紧密堆积，造孔剂有面心密堆或六方密堆趋势。按 200 分钟升温至 200℃，再以 0.5℃每分钟升温至 500℃，其中分别于 240℃，280℃，300℃，350℃设置 2 小时保温时间，然后按 5℃每分钟升温至 1180℃，保温 30 分钟，自然冷却至室温，获得纤维
5 体积含量 48%的多孔玻璃材料，烧结后多孔玻璃基体微观形貌如图 2 和图 3 所示，从图中可以看出，密堆积的造孔剂经烧结后，留下孔结构，同一平面内，造孔剂所产生的孔与周围约 6 个相互连通。使用压汞法测试多孔基体孔隙率 72.0%，平均孔喉 37.7 微米。

取制备的长度 9mm，宽度 4mm，高度 2.5mm 的多孔玻璃基体，室温下
10 测试其导油速度，选取粘度为 230cP 的烟油，将基体竖直放置（高度 9mm），烟油升高 9mm 用时约 74.5s，导油速度 0.121mm/s，相同条件下，市售多孔陶瓷基体（深圳市麦克韦尔科技有限公司，Feelm 发热体），烟油升高 9mm 用时 100s，导油速度 0.09mm/s，对比市售陶瓷发热体基体，多孔玻璃基体导油速度提升 34%左右；以 2.5mm 厚度测试，雾化面上从有烟油到烟油全部铺展
15 整个雾化面，时间差为 1s，烟油浸没如图 4a 所示。

实施例 2

本实施例提供的一种具有多向连通孔的多孔玻璃，与实施例 1 相比，区别在于：以 9 体积的玻璃粉、11 体积纤维、30 体积的 PMMA（80 微米）造孔剂配料。使用压汞法测试多孔基体孔隙率 60.5%，平均孔喉 27.5 微米。其
20 中，生坯的微观形貌如图 10 所示，从图中可以看出，造孔剂近似四方、正交或简单立方密堆结构而非面心立方或六方密堆积，其同一平面内，单个造孔剂与周围 4 个造孔剂相互连接。多孔玻璃基体表面微观形貌如图 11 所示，基体孔与周边 5 个孔相互连接（实际上材料为立体结构，其他面也会有连通的孔结构）。

25 采用与实施例 1 相同的测试方法，导油速度 0.114mm/s，以 2.5mm 厚度

测试，雾化面上从有烟油到烟油全部铺展整个雾化面，时间差为 1.5s。

对比例 1

本对比例提供的一种多孔玻璃基体材料，其制备方法包含如下步骤：

以乙醇为溶剂，将玻璃粉末以 300r/min 的转速，于行星球磨机种球磨 3h，
5 烘干、过筛，获得粒径 3-5 微米的玻璃粉；将粉碎后的莫来石短切纤维，以硬脂酸为助磨剂，以乙醇为溶剂，以 300r/min 的转速，行星球磨 6 小时，乙醇洗涤后烘干、100 目过筛，获得纤维原料。以 28 体积的玻璃粉、14 体积纤维、58 体积的 PMMA（80 微米）造孔剂配料，三维混料机中混料 2h，将混合后的材料加入密炼机中，加入 20%的石蜡，5%的聚乙烯，5%的分散助剂，180℃
10 密炼 2h，再通过注塑机制备成素坯。按 200 分钟升温至 200℃，再以 0.5℃每分钟升温至 500℃，其中分别于 240℃，280℃，300℃，350℃设置 2 小时保温时间，然后按 5℃每分钟升温至 1250℃，保温 30 分钟，自然冷却至室温，获得纤维体积含量 33.3%的多孔玻璃材料。

制备 9×4×2.5mm 尺寸的长方体样品，使用压汞法测试多孔基体孔隙率
15 57.9%，平均孔喉 25 微米。采用与实施例 1 相同的测试方法，测试烟油导油速度 0.106mm/s；以 2.5mm 厚度测试，雾化面上从有烟油到烟油全部铺展整个雾化面，时间差为 4s，计算其基体连通孔为 82.4%，烟油浸没如图 4b 所示。

测试例

以实施例和对比例所制备的多孔玻璃材料制备雾化芯，采用多孔镍基发
20 热膜浆料（主要元素为 Ni，包含少量 Fe、Cr、Co、W、Mo、Al、Ag、Ru、B、元素），印膜烧结获得多孔发热膜，多孔发热膜孔径 5-30 微米，孔与孔相互连通，并与基体孔贯通，高于基体约 70 微米，下渗厚度约为 70 微米，图案如图 5 所示，线宽约为 350μm，线距约为 550μm，线与基体边缘相距约 750 微米，烧结温度为 1050℃，时间为 30min，得到多孔玻璃雾化芯。使用红

外热成像仪考察该多孔玻璃雾化芯雾化温度状况，以水果味烟油，7.5W 恒功率板测试，按照通电 3s 停顿 27s 的抽吸程序，该多孔玻璃雾化芯雾化过程中，温度场分布均匀，无局部高温点，其中，实施例 1 的雾化温度稳定分布在 230-240°C 之间，如图 6 所示。实施例 2 的雾化温度稳定性略低于实施例 1，
5 其雾化温度主要分布在 239°C-256°C 之间，如图 8 所示。对比例 1 的雾化温度不稳定分布在 242-300°C 之间，如图 9 所示。

对实施例 1、2 和对比例 1 制备的多孔玻璃雾化芯装烟检测，使用水果味烟油，7.5w 功率下，与市售陶瓷发热体（深圳市麦克韦尔科技有限公司，Feelm 发热体）相比，实施例 1 多孔玻璃雾化芯抽吸后不易积碳，如图 7 所示，抽
10 吸 400 口后，多孔玻璃雾化芯（左图）在积碳方面比陶瓷发热体（右图）有显著优势，而市售陶瓷发热体在测试 400 口后因积碳严重。其中，实施例 2 的积碳情况与实施例 1 接近，对比例 1 的积碳情况与市售陶瓷发热体接近，不再一一展示图片。

显然，上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例，而并非对实施方式
15 的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1.一种具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，包括骨架和多向连通孔，其中，所述多向连通孔为球形孔，至少与其周边的 6 个孔连通。

5 2.根据权利要求 1 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述多向连通孔与其周边的 6-12 个孔连通。

3.根据权利要求 2 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述多向连通孔与其周边的 7-10 个孔连通。

4.根据权利要求 1 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述
10 骨架包括起搭架结构的纤维骨架和粘结稳定作用的玻璃覆盖粘结层，所述骨架总体积占比为 25-35%。

5.根据权利要求 4 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述纤维骨架长度 75-150 微米，纤维骨架直径 15-45 微米。

6.根据权利要求 4 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述
15 具有多向连通孔的多孔玻璃中，纤维骨架的重量百分数占比范围为 12-45%。

7.根据权利要求 4 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述具有多向连通孔的多孔玻璃中，玻璃覆盖粘结层的重量百分数占比范围为 55-88%。

8.根据权利要求 1 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述
20 多孔玻璃的孔隙率为 65-75%。

9.根据权利要求 8 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，孔隙率为 70-75%。

10.根据权利要求 1-9 任一项所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述多向连通孔的孔径为 70-80 微米，孔与孔的连通通道孔喉的平均直径为 25-45 微米，孔喉分布于 5-60 微米区域，其中，50%以上孔喉分布于 20-45 微米。

5 11.根据权利要求 10 所述的具有多向连通孔的多孔玻璃，其特征在于，所述孔喉的平均直径为 28-36 微米，孔喉分布于 10-55 微米区域，90%以上孔喉分布于 20-45 微米。

12.根据权利要求 11 所述的孔通道均匀的多孔玻璃材料，其特征在于，所述孔喉的平均直径约 29-35 微米，孔喉分布于 12-50 微米区域，分布于 20-45
10 微米的孔喉占比高于 95%。

13.根据权利要求 12 所述的孔通道均匀的多孔玻璃材料，其特征在于，孔喉均分布于 20-45 微米区域。

14.一种雾化芯，其特征在于，以权利要求 1-13 任一项所述的具有多向连通孔的多孔玻璃为基体，所述基体上设置有发热单元。

15 15.根据权利要求 14 所述的雾化芯，其特征在于，雾化过程中，温度场偏差小于 10°C。

16.一种电子雾化器，其特征在于，包括权利要求 14 或 15 所述的雾化芯。

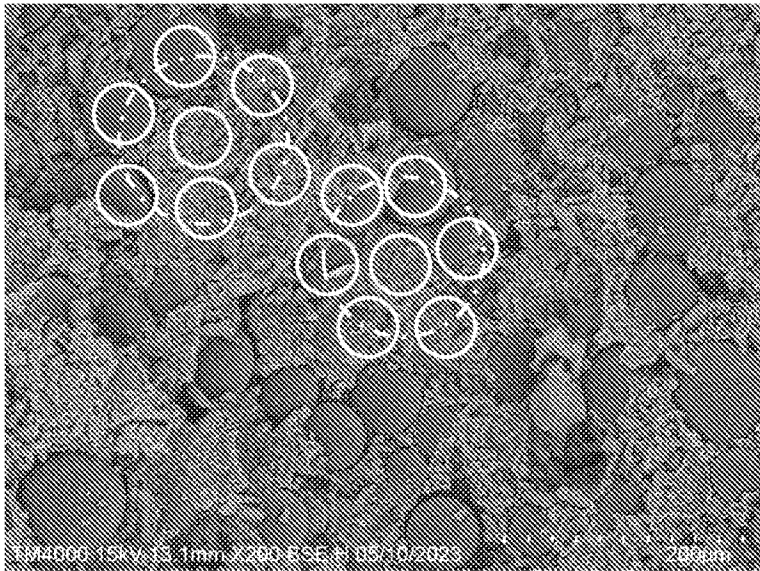


图 1

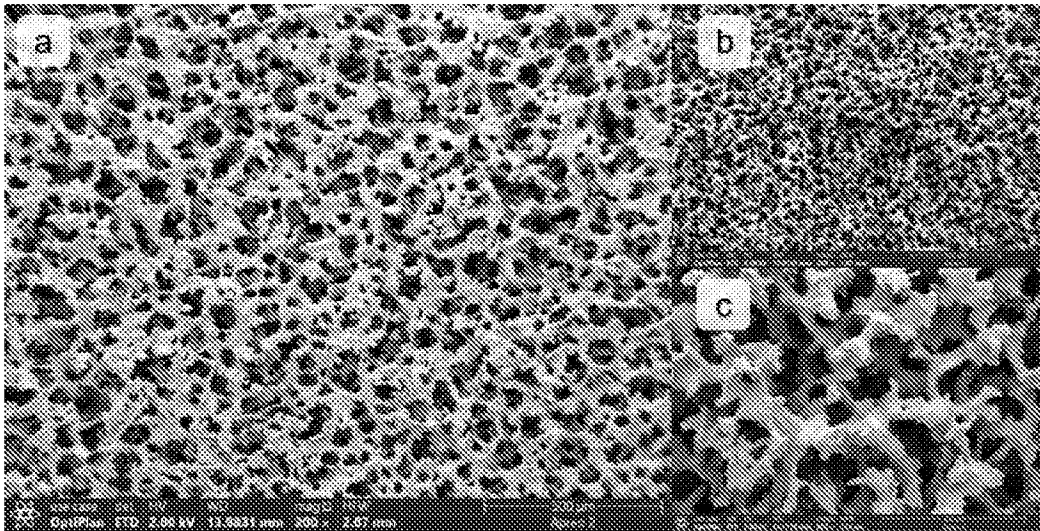


图 2

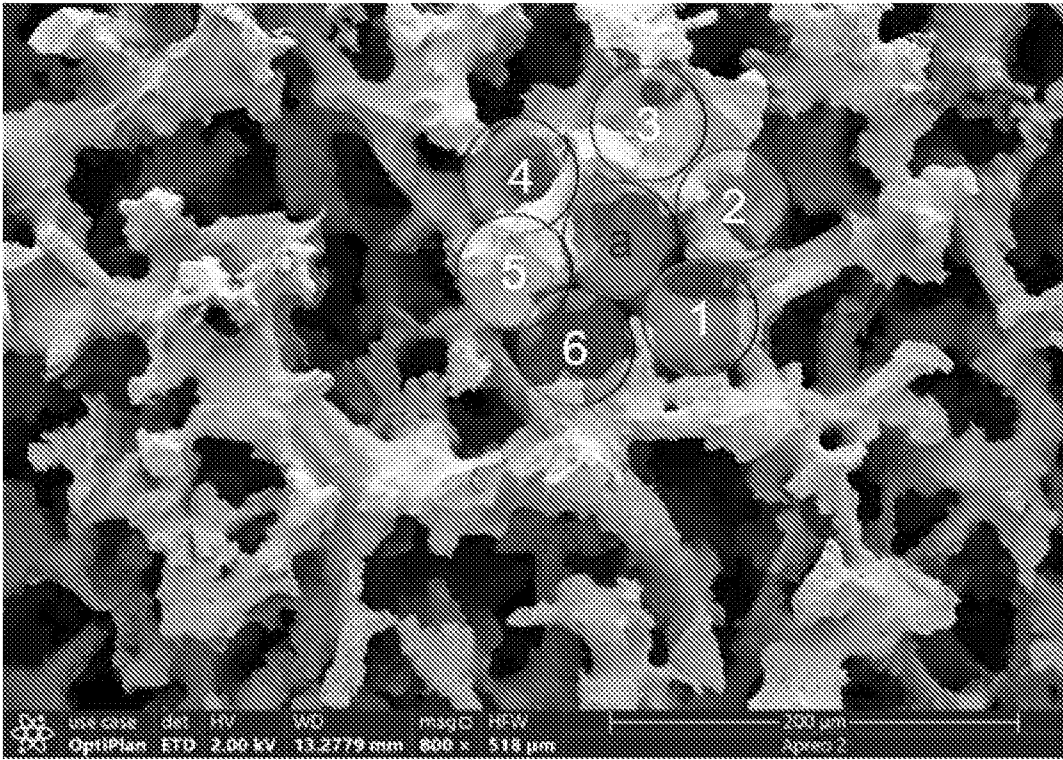


图 3

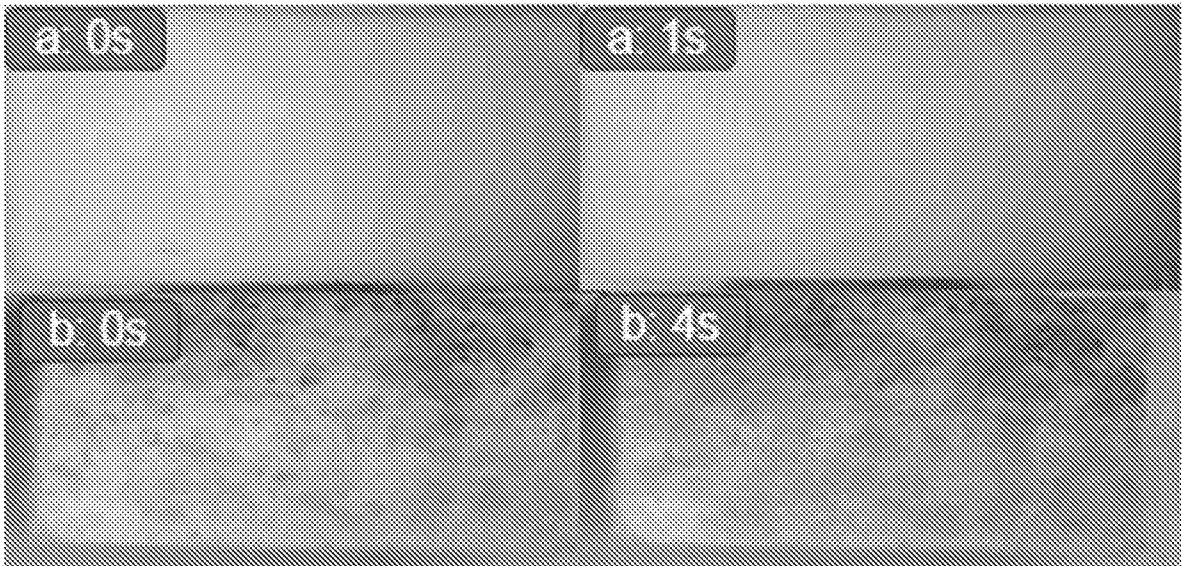


图 4

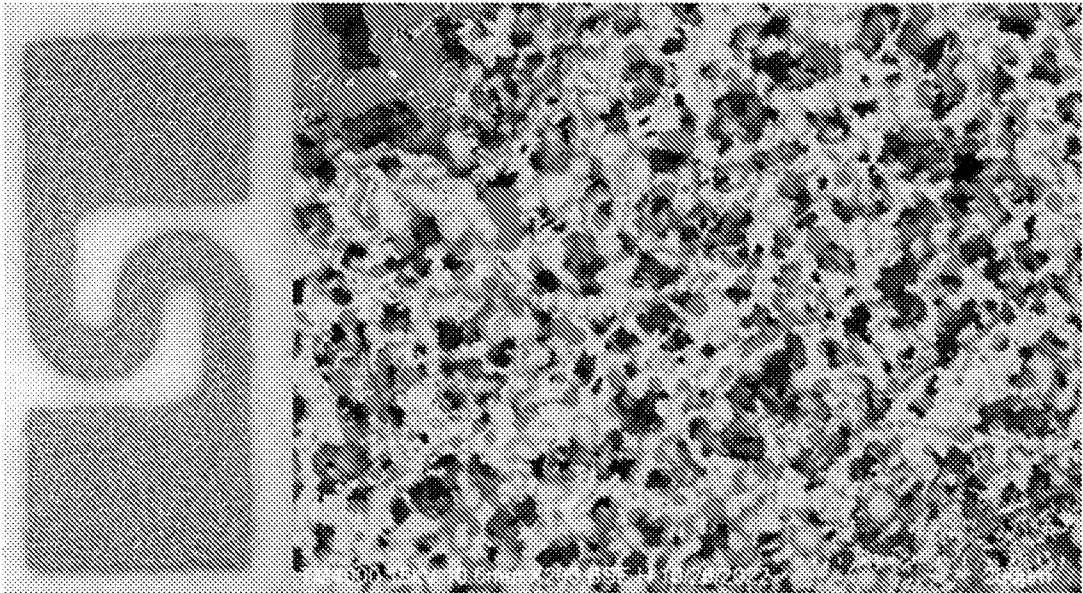


图 5

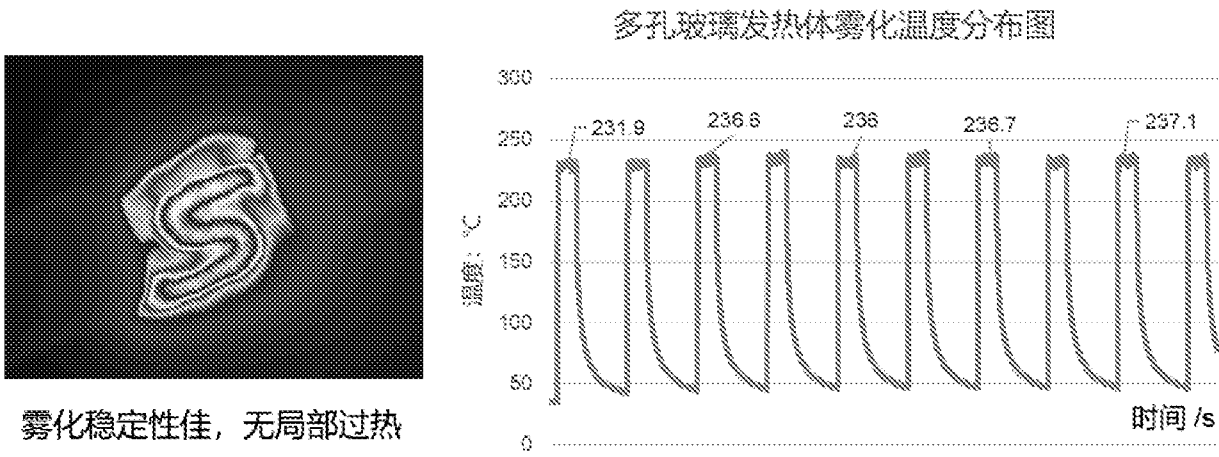


图 6

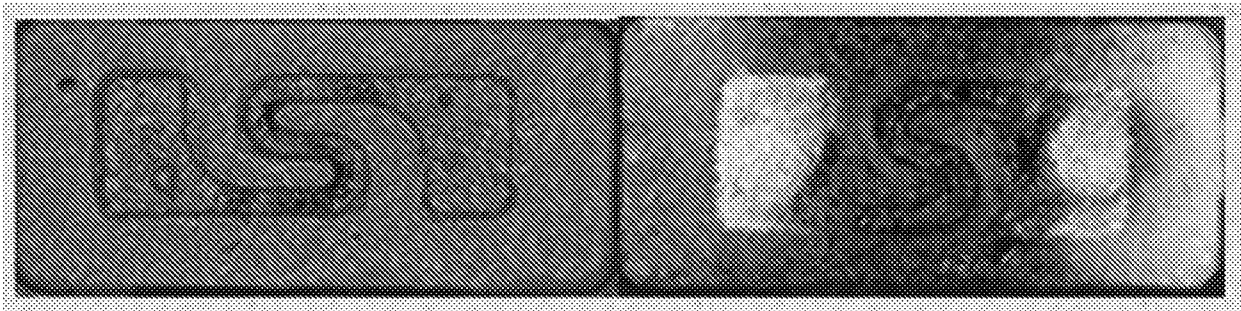


图 7

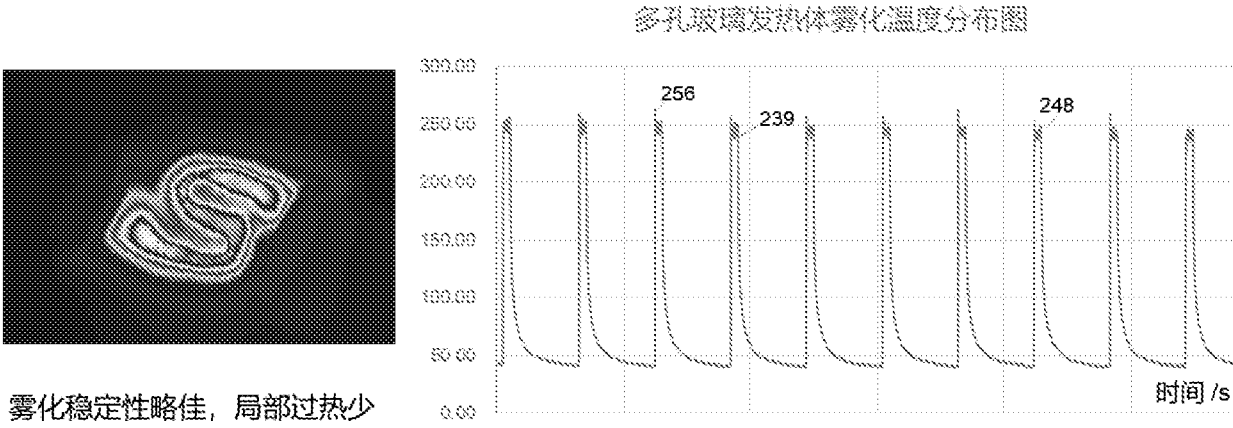


图 8

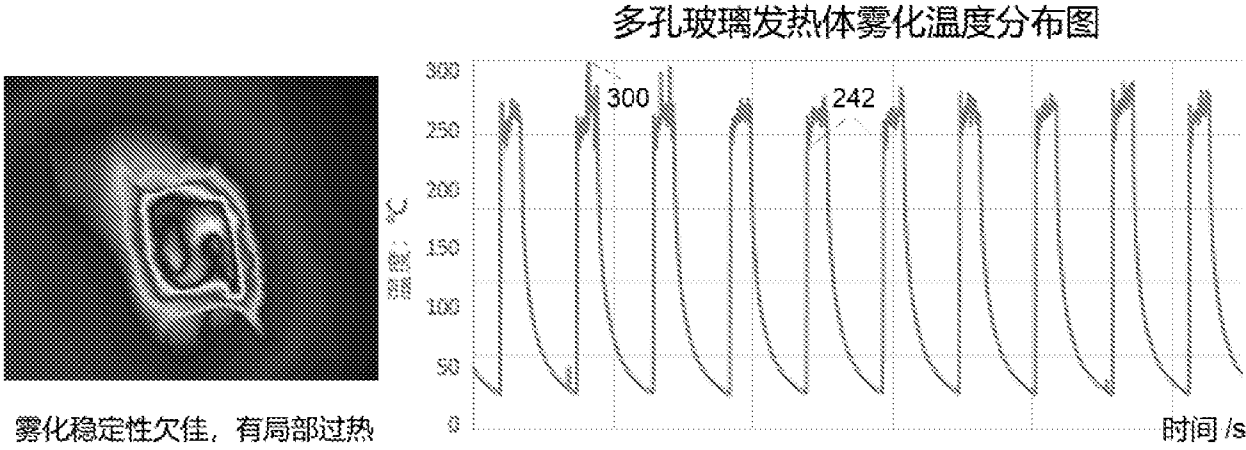


图 9

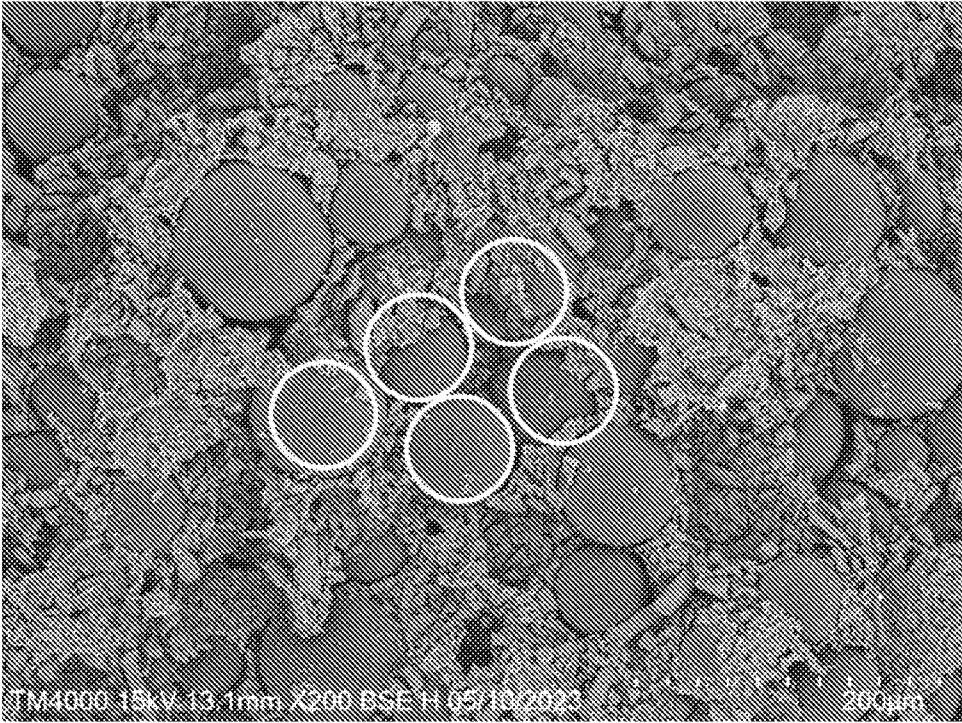


图 10

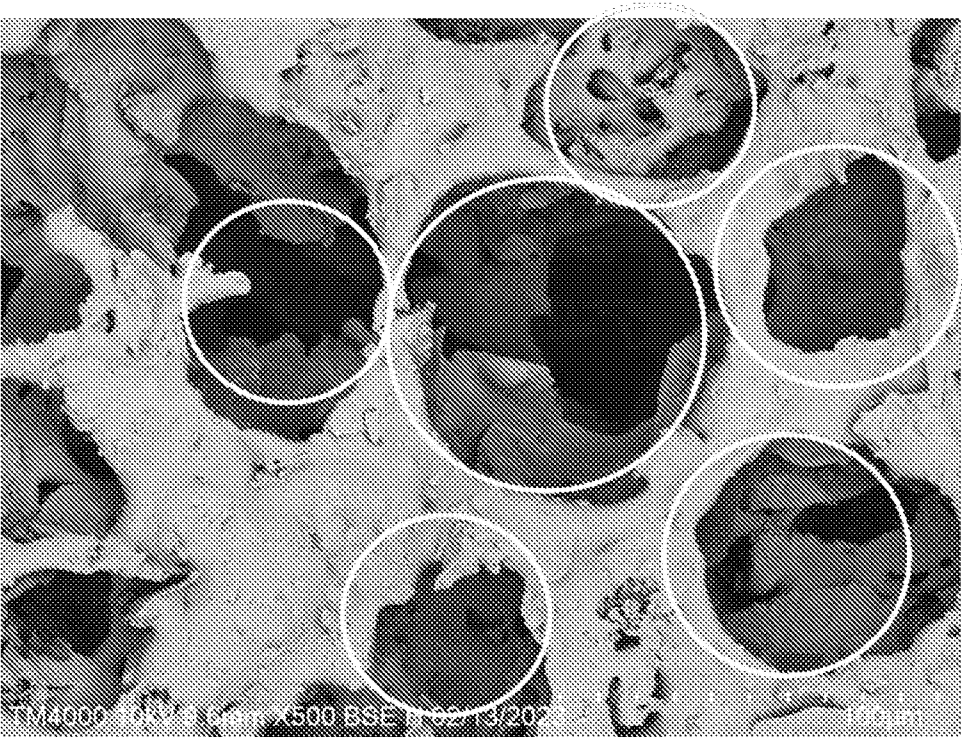


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/085461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C03C 11/00(2006.01)i; C03B 19/06(2006.01)i; A24F 40/70(2020.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC:C03C,C03B,A24F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT; CNABS; DWPI; VEN; WPABS; CNKI; ELSEVIER: 多孔玻璃, 球形, 通孔, 孔喉, 直径, 孔径, 孔隙率, 骨架, 纤维, 雾化芯, porous glass, spherical, through holes, pore throat, diameter, pore diameter, porosity, skeleton, fibers, atomizing core		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 114804639 A (SHENZHEN SMOORE TECHNOLOGY LTD.) 29 July 2022 (2022-07-29) description, paragraphs 8-19, 32-33, 38-40, 60-65, and 113, and figures 1-8	1-16
A	CN 113149697 A (SHENZHEN GEEKVAPE TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 July 2021 (2021-07-23) entire document	1-16
A	KR 920017967 A (HANKUK GLASS INDUSTRIES CO., LTD.) 21 October 1992 (1992-10-21) entire document	1-16
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 June 2024		Date of mailing of the international search report 21 June 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/085461

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	114804639	A	29 July 2022	None		
CN	113149697	A	23 July 2021	None		
KR	920017967	A	21 October 1992	KR	940003464 B1	22 April 1994

A. 主题的分类

C03C 11/00(2006.01)i; C03B 19/06(2006.01)i; A24F 40/70(2020.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:C03C,C03B,A24F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT;CNABS;DWPI;VEN;WPABS;CNKI;ELSEVIER:多孔玻璃, 球形, 通孔, 孔喉, 直径, 孔径, 孔隙率, 骨架, 纤维, 雾化芯, porous glass, spherical,through holes, pore throat, diameter, pore diameter, porosity, skeleton, fibers, atomizing core

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 114804639 A (深圳麦克韦尔科技有限公司) 2022年7月29日 (2022 - 07 - 29) 说明书8-19, 32-33,38-40,60-65,113段, 图1-8	1-16
A	CN 113149697 A (深圳市基克纳科技有限公司) 2021年7月23日 (2021 - 07 - 23) 全文	1-16
A	KR 920017967 A (HANKUK GLASS IND CO LTD) 1992年10月21日 (1992 - 10 - 21) 全文	1-16

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年6月19日

国际检索报告邮寄日期

2024年6月21日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

牛文婧

电话号码 (+86) 010-62084683

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/085461

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	114804639	A	2022年7月29日	无	
CN	113149697	A	2021年7月23日	无	
KR	920017967	A	1992年10月21日	KR 940003464 B1	1994年4月22日