

(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 3 月 7 日 (07.03.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/045233 A1

- (51) 国际专利分类号:
E04B 1/82 (2006.01) **C01B 33/46** (2006.01)
C01B 32/30 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/119949
- (22) 国际申请日: 2022 年 9 月 20 日 (20.09.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211070755.X 2022年9月2日 (02.09.2022) CN
- (71) 申请人: 瑞声科技(南京)有限公司
(**AAC TECHNOLOGIES (NANJING) CO., LTD.**) [CN/
CN]; 中国江苏省南京市栖霞区仙林大学城
元化路南大科学园新兴产业孵化基地研
发楼8层, Jiangsu 210046 (CN)。
- (72) 发明人: 苏圆围(**SU, Yuanwei**); 中国江苏省南京市
栖霞区仙林大学城元化路南大科学园新兴
产业孵化基地研发楼8层, Jiangsu 210046 (CN)。王
和志(**WANG, Hezhi**); 中国江苏省南京市栖霞区
仙林大学城元化路南大科学园新兴产业孵
化基地研发楼8层, Jiangsu 210046 (CN)。王常亮
(**WANG, Changliang**); 中国江苏省南京市栖霞区

仙林大学城元化路南大科学园新兴产业孵化
基地研发楼8层, Jiangsu 210046 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所(普
通合伙) (**HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY
FIRM**); 中国广东省深圳市南山区南山街
道南新路阳光科创中心二期 A 座 1203,
Guangdong 518000 (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, ME, MG, MK,
MN, 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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

(54) **Title:** POROUS COMPOSITE SOUND ABSORPTION MATERIAL AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种多孔复合吸声材料及其制备方法

(57) **Abstract:** A porous composite sound absorption material and a preparation method therefor. The porous composite sound absorption material comprises an activated carbon cotton felt, zeolite particles and an adhesive, wherein the activated carbon cotton felt can bond the zeolite particles to the fiber surface thereof by means of the adhesive, such that the zeolite particles are uniformly dispersed and fixed, and the optimum sound absorption performance is achieved; moreover, a large number of micropore structures on the surface of the activated carbon cotton felt and the zeolite particles produce a synergistic effect, such that the sound absorption performance of the porous composite sound absorption material is significantly superior to that of the two, and the cost performance is extremely high. During the preparation process of the porous composite sound absorption material, the activated carbon cotton felt is subjected to a surface treatment, zeolite particle impregnation, freeze drying, high-temperature curing, foaming, cleaning and other treatments, and is successfully compounded with zeolite particles having better sound absorption performance, such that the sound absorption performance is significantly improved, and the cost performance is extremely high. After a rear cavity of a loudspeaker is filled with the porous composite sound absorption material, the low-frequency performance thereof can be significantly improved.

(57) 摘要: 一种多孔复合吸声材料及其制备方法, 该多孔复合吸声材料包括活性炭棉毡、沸石颗粒和胶粘剂, 其中活性炭棉毡既可通过胶粘剂将沸石颗粒粘接在其纤维表面, 使沸石颗粒均匀分散且固定, 吸声性能达到最佳, 同时其表面的大量微孔结构能与沸石颗粒协同作用, 使多孔复合吸声材料吸声性能显著优于两者, 性价比极高。在多孔复合吸声材料的制备过程中, 活性炭棉毡经过表面处理、沸石颗粒浸渍、冷冻干燥、高温固化、发泡、清洗等处理, 与吸声性能更加优异的沸石颗粒成功复合, 吸声性能显著提升, 性价比极高。扬声器后腔在填充多孔复合吸声材料后, 其低频性能可显著改善。

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种多孔复合吸声材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于复合材料领域，具体的，本发明涉及一种多孔复合吸声材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着消费电子行业的快速发展和人们生活水平的飞速提高，消费电子产品的小型化、扁平化越来越受消费者的亲睐。同时，人们对于声音的要求越来越高，希望在有效的空间获取更好的声音品质，这对于扬声器的要求变得越来越严格。

[0003] 一般情况下，扬声器后腔体积越小，低频频段的声学响应越差，音质等声学表现也越差。所以必须设法扩大扬声器的后腔，进而提升其低频段响应。

发明概述

技术问题

[0004] 为了扩大扬声器后腔，本领域的技术人员提出了各种方法，例如以下方法：

[0005] 1、使用比空气声顺性更好的气体如二氧化碳等填充后腔，这种方法因为腔体密封难度高，存在长期可靠性差的问题；

[0006] 2、填充吸音棉如三聚氰胺泡棉、聚氨酯泡棉、聚酯吸音棉等，但此类材料孔径较大，音质提升空间有限；

[0007] 3、填充活性炭、沸石、二氧化硅等多孔材料，增加虚拟后腔体积，提高后腔气体声顺性，这类材料因为具有大量的微孔结构，效果增加明显，但是存在两个问题，第一，吸声性能优异者多为颗粒状，对于后腔复杂的扬声器装置，使用受限；第二，天然沸石的提升效果有限，二次成型虽然能显著提升效果，但是成本较高。

[0008] 针对以上方法的局限性，技术人员还进行了许多的尝试，例如在吸音棉或吸音纤维结构材料中添加沸石或者活性炭粒子，这种方法既提升了性能，同时由于是块状材料，使用方便。但此方法存在明显的局限，所用骨架材料均为常规大

孔结构材料，起对吸声颗粒分散，固定，支撑等的作用较多，但其本身对于多孔复合吸声材料吸声性能的贡献十分有限，欲获得较好的性能，往往需要加入大量的沸石或活性炭粒子等吸声颗粒，不仅成本大幅增加，而且最终材料吸声性能的上限不高。

[0009] 因此，本领域亟需一种能够扩大扬声器后腔的新方法。

问题的解决方案

技术解决方案

[0010] 针对现有技术的不足，本发明针对性地进行了改进。本发明使用含有大量微孔结构的活性炭棉毡代替传统骨架材料（没有大量微孔的骨架材料如吸音泡棉、吸音纤维等），既能像普通骨架材料那样将沸石颗粒固定，分散性好，使沸石颗粒吸声性能最佳，同时活性炭表面的大量微孔结构又能与沸石颗粒协调作用，使最终多孔复合吸声材料的吸声性能显著超越两者，同时成本相对较低，性价比极高。

[0011] 具体的，本发明提供一种多孔复合吸声材料，其特征在于，所述多孔复合吸声材料包括活性炭棉毡、沸石颗粒和胶粘剂，

[0012] 所述活性炭棉毡作为骨架材料，沸石颗粒通过胶粘剂粘接在活性炭棉毡的纤维表面，使沸石颗粒均匀分散且固定，同时活性炭棉毡的纤维表面存在大量微孔结构，能与沸石颗粒协同作用，使多孔复合吸声材料吸声性能显著优于两者。

[0013] 本发明采用的活性炭棉毡是多孔的，其比表面积一般为 $100-1800\text{m}^2/\text{g}$ 。可用于本发明的活性炭棉毡的活性炭纤维之间不仅具有丰富的大孔结构，而且活性炭棉毡的活性炭纤维表面还具有大量的微孔，大孔的孔径一般为 $1\text{ }\mu\text{m}-1000\text{ }\mu\text{m}$ ，优选为 $100\text{ }\mu\text{m}-500\text{ }\mu\text{m}$ ，微孔的孔径小于 2nm ，且微孔比例为 $5\%-95\%$ 。

[0014] 本发明可采用的沸石颗粒的粒径一般在 $50\text{nm}-1\text{mm}$ 之间，优选在 $50\text{nm}-500\text{ }\mu\text{m}$ 之间，更优选在 $100\text{nm}-100\text{ }\mu\text{m}$ 之间，所述沸石颗粒可以是细粉，也可以是颗粒，还可以是二次成型后的沸石颗粒。

[0015] 在一个优选的实施方案中，按质量计，所述活性炭棉毡占多孔复合吸声材料的 $5\%-90\%$ ，优选 $10\%-50\%$ ，所述沸石颗粒占多孔复合吸声材料的 $1\%-85\%$ ，优选 $20\%-60\%$ ，所述胶粘剂占多孔复合吸声材料的 $1\%-30\%$ ，优选 $5\%-20\%$ 。

[0016] 本发明采用的胶粘剂可为丙烯酸酯类胶粘剂、丁苯类胶粘剂、聚氨酯类胶粘剂、环氧类胶粘剂以及有机硅类胶粘剂中的一种或多种，所述丙烯酸酯类胶粘剂可选自丙烯酸甲酯胶粘剂、丙烯酸乙酯胶粘剂、丙烯酸丁酯胶粘剂、丙烯酸异辛酯胶粘剂、甲基丙烯酸甲酯胶粘剂、甲基丙烯酸乙酯胶粘剂及其组合，所述丁苯类胶粘剂可选自高温乳液聚合丁苯胶及低温乳液聚合丁苯胶及其组合，所述聚氨酯类胶粘剂可选自多异氰酸酯胶粘剂、含异氰酸酯基的聚氨酯胶粘剂、含羟基聚氨酯胶粘剂、聚氨酯树脂胶粘剂及其组合，所述环氧类胶粘剂可为冷固化胶、热固化胶或光固化胶，所述有机硅类胶粘剂为有机硅树脂为基料的胶粘剂或以硅橡胶为基料的胶粘剂。

[0017] 本发明采用的分散助剂可为阳离子表面活性剂、阴离子表面活性剂、两性离子表面活性剂以及非离子表面活性剂中的一种或多种，优选阳离子表面活性剂为季铵盐型表面活性剂，例如但不限于十八烷基三甲基氯化铵、十六烷基三甲基氯化铵、十六烷基三甲基溴化铵等，优选所述阴离子表面活性剂为磺酸盐型表面活性剂或硫酸酯盐型表面活性剂，磺酸盐型表面活性剂例如但不限于十二烷基苯磺酸钠等，硫酸酯盐型表面活性剂例如但不限于月桂基硫酸钠等，两性离子表面活性剂例如但不限于十二烷基氨基丙酸、十六烷基二羧基甜菜碱、十八烷基二羧基甜菜碱、十八烷基羟丙基磺基甜菜碱、十二烷基磺基甜菜碱等，非离子表面活性剂例如但不限于单硬脂酸甘油酯、月桂山梨坦、棕榈酸山梨坦、硬脂酸山梨坦、三硬脂酸山梨坦、油酸山梨坦、三油酸山梨坦等等。

[0018] 另一方面，本发明还提供了本发明多孔复合吸声材料的制备方法，所述方法包括步骤：

[0019] S1：活性炭棉毡表面处理

[0020] 对活性炭棉毡进行表面处理，以提升吸声性能，并增加与吸音原液的浸润性；

[0021] S2：吸音原液的制备

[0022] 将沸石颗粒、胶粘剂、分散助剂、发泡剂和分散剂共混，得到吸音原液；

[0023] S3：浸渍

[0024] 使用步骤S2得到的吸音原液浸渍经过S1步骤处理的活性炭棉毡，以得到沸石-活性炭棉毡复合材料；

- [0025] S4: 定型
- [0026] 将浸渍步骤S3得到的沸石-活性炭棉毡复合材料速冻, 以使该沸石-活性炭棉毡复合材料定型;
- [0027] S5: 分散剂的除去
- [0028] 通过冷冻干燥, 将经过步骤S4定型的沸石-活性炭棉毡复合材料中所含的分散剂除去;
- [0029] S6: 固化
- [0030] 在能够使所述胶粘剂固化的条件下, 将经过步骤S5除去分散剂的沸石-活性炭棉毡复合材料烘烤, 以使沸石-活性炭棉毡复合材料中所含的胶粘剂固化;
- [0031] S7: 清洗
- [0032] 用水超声清洗数遍, 除去残留的分散助剂、发泡剂以及未粘结牢固的沸石颗粒;
- [0033] S8: 烘干
- [0034] 烘干水分, 即得所述多孔复合吸声材料。
- [0035] 本发明提供的多孔复合吸声材料在应用在扬声器的情况时, 优选在进行表面处理步骤S1之前, 先将活性炭棉毡根据扬声器的后腔形状进行裁切。
- [0036] 根据本发明的方法, 在表面处理步骤S1中可采用选自等离子处理、电晕处理、氧化处理、还原处理、酸处理、碱处理、表面活性剂溶液浸泡和溶剂浸泡中一种或多种的方式, 对活性炭棉毡进行表面处理。
- [0037] 优选通过氧化处理的方式, 对活性炭棉毡进行表面处理。优选, 通过烘烤的方式进行氧化处理, 例如可使用鼓风烘箱进行烘烤, 烘烤温度一般为100-300℃, 烘烤时间一般为0.5-5h。
- [0038] 在表面处理之前, 活性炭棉毡可以先用溶剂洗涤干净, 例如可通过将活性炭棉毡浸泡在溶剂中来洗涤, 浸泡时间一般为1-24 h, 所述溶剂优选为与水互溶的低沸点有机溶剂, 此类有机溶剂可为甲醇、乙醇、丙酮、四氢呋喃等中的一种或多种。活性炭棉毡在溶剂中浸泡结束之后, 可采用烘干方式来除去溶剂, 以得到干燥的活性炭棉毡。
- [0039] 根据本发明的方法, 在吸音原液的制备步骤S2中采用的沸石颗粒、胶粘剂和分

散助剂的定义与其在本发明多孔复合吸声材料中的定义相同，步骤S2中采用的发泡剂可为物理挥发型发泡剂、热分解型发泡剂、偶氮化合物型发泡剂、碳酸氢盐型发泡剂和双组分反应型发泡剂中的一种或多种，步骤S2中采用的分散剂优选为水。

[0040] 可用于本发明的物理挥发型发泡剂为例如但不限于与水互溶低沸点有机溶剂，此类有机溶剂可为乙醇、丙酮、甲醇、异丙醇、四氢呋喃等中的一种或多种。

[0041] 可用于本发明的热分解型发泡剂为例如但不限于过硫化物发泡剂、偶氮化合物发泡剂、碳酸氢盐发泡剂等。

[0042] 其中此类过硫化物可为过硫酸钾、过硫酸铵等中的一种或多种；其中此类偶氮化合物可为偶氮二甲酰胺、偶氮二异丁腈等中的一种或多种；其中此类碳酸氢盐可为碳酸氢钠、碳酸氢钾等中的一种或多种。

[0043] 可用于本发明的双组分反应型发泡剂可为例如但不限于碳酸盐+盐酸、碳酸氢盐+盐酸等中的一种或多种。

[0044] 其中碳酸盐可为但不限于碳酸钠、碳酸钾、碳酸钙、碳酸钡等中的一种或多种；其中碳酸氢盐可为但不限于碳酸氢钠、碳酸氢钾、碳酸氢钙、碳酸氢钡等中的一种或多种。

[0045] 在吸音原液的制备步骤S2中，一般将沸石颗粒100份、胶粘剂1-200份、分散助剂1-50份、发泡剂1-50份、分散剂 50-9900份共混，得到吸音原液。在一个优选的实施方案中，步骤S2中，将沸石颗粒100份、胶粘剂5-20份、分散助剂3-40份、发泡剂7-40份、分散剂135-1800份共混，得到吸音原液。

[0046] 根据本发明的方法，在浸渍步骤S3中可采用本领域的任何方法来实现浸渍，只要能够使活性炭棉毡被吸音原液完全浸润即可，例如可将经表面处理的活性炭棉毡放入吸音原液中浸泡1-24h，在利用超声或者抽真空等手段的情况下，可以加快浸润，使浸渍时间缩短至1-60 min。

[0047] 优选在成型之前，先将步骤S3得到的沸石-活性炭棉毡表面多余的吸音原液除去，例如可经轻微擦拭来快速擦去表面多余的吸音原液。

[0048] 根据本发明的方法，在定型步骤S4中可采用本领域常用的任何速冻技术使浸渍步骤S3得到的沸石-活性炭棉毡复合材料处于低温环境，将其速冻定型，可以使

用制冷设备，也可以使用制冷剂。

[0049] 根据本发明的方法，在除去分散剂的步骤S5中可利用冻干机来进行冷冻干燥，冷冻温度和时间没有特别的限制，只要能够完全除去沸石-活性炭棉毡复合材料中的分散剂例如水即可。

[0050] 根据本发明的方法，在固化步骤S6中采用的固化条件，即烘烤时间及温度依采用的具体胶粘剂而定，一般没有特别的限制，只要能使胶粘剂完全固化，且沸石颗粒被牢固得粘在活性炭棉毡的纤维表面即可。

[0051] 根据本发明的方法，在清洗步骤S7中可采用本领域已知的任何方法进行清洗，优选采用超声波清洗器来清洗，清洗次数和时间不限，只要能够除去残留的分散助剂、发泡剂以及未粘结牢固的沸石颗粒即可。优选，清洗用的水为去离子水。

[0052] 根据本发明的方法，在烘干步骤S8中可采用本领域已知的任何方法来烘干水分，例如可采用烘箱来烘干，烘干温度一般为80-150℃，烘干时间一般为0.5-2h。

[0053] 在另一方面，本发明还提供了一种扬声器，所述扬声器的后腔包含本发明提供的多孔复合吸声材料。

[0054] 本发明采用活性炭棉毡作为骨架材料，与传统吸音棉、吸音纤维等材料相比，由于活性炭棉毡中大量微孔结构的存在，因此其吸声性能更为优异，而且即使使用少量的沸石材料，吸声性能也十分优异，因此性价比更高。

[0055] 另一方面，在本发明多孔复合吸声材料的制备过程中采用速冻定型以及冷冻干燥技术，使得沸石颗粒能够均一的分布在活性炭棉毡内，解决了传统工艺因重力或吸声原液的黏度等原因导致的沸石分布不均匀、负载深度有限的问题，从而导致复合材料的吸声性能大幅提高，同时也解决了沸石与活性炭等颗粒材料不适用于复杂扬声器腔体的问题。

发明的有益效果

有益效果

[0056] 在用本发明的多孔复合吸声材料填充扬声器后腔后，能极大提升扬声器的低频性能并使其性能更加稳定。声学扬声器已应用于手机、耳机、电脑、汽车、电

视、音响等领域，因此，本发明具有广阔的应用前景。

[0057] 根据本公开的以下描述并结合附图，本公开的这些和其他目的、方面和优点将变得显而易见。

对附图的简要说明

附图说明

[0058] 图1是本发明多孔复合吸声材料的结构示意图，其中采用以下附图标记：

[0059] 1—本发明多孔复合吸声材料中活性炭棉毡的活性炭纤维；2—沸石颗粒。

[0060] 图2是经氧化处理的活性炭棉毡的SEM照片，其中左侧小图表示正面，右侧小图表示侧面。

[0061] 图3是本发明实施例1所制备多孔复合吸声材料的SEM照片，其中左侧小图表示正面，右侧小图表示侧面。

发明实施例

本发明的实施方式

[0062] 利用活性炭棉毡作为骨架材料，使沸石颗粒通过胶粘剂粘接在活性炭棉毡的纤维表面，并经速冻定型、冷冻干燥与高温处理，本发明制备了一种新的多孔复合吸声材料，其结构示意图如图1所示。

[0063] 本发明采用的活性炭棉毡中存在大量的微孔，其吸声性能明显优于只有大孔结构的吸音棉及吸音纤维，而且经过吸声性能更优异的沸石改性，并结合能使沸石分布均一性显著改善的速冻定型技术，本发明大幅降低了成本，解决了沸石等颗粒材料使用不便的技术问题，本发明提供的多孔复合吸声材料也进一步提升了活性炭棉毡的吸声性能，从而在将本发明的多孔复合吸声材料填充扬声器后腔后可显著的改善其低频性能。

[0064] 以下通过实施例来进一步说明，应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明，而不是用于限定本发明。

[0065] 制备实施例

[0066] 实施例1

[0067] 采用具有大孔孔径为 $1\ \mu\text{m}$ – $1000\ \mu\text{m}$ 、微孔孔径为 2nm 以下的活性炭棉毡，该活性炭棉毡的比表面积为 $1300\text{m}^2/\text{g}$ ，且微孔比例为80%。

- [0068] 将活性炭棉毡按照扬声器后腔的形状进行裁切，按质量计，裁切后的活性炭棉毡为30份，将其在乙醇中浸泡12h，然后采用鼓风烘箱，于110℃烘烤2h，以除去乙醇。
- [0069] 使用鼓风烘箱，200℃烘烤2h，对其进行氧化处理。对该活性炭棉毡的正面和侧面分别用扫描电子显微镜（SEM）进行扫描，所得SEM照片如图2所示，其中左侧小图表示正面，右侧小图表示侧面。其声学性能数据见表1。
- [0070] 通过磁力搅拌器，将按质量计粒径为0.2–20 μm的沸石颗粒100份、丁苯胶粘剂20份、月桂基硫酸钠10份、过硫酸钾40份、水1800份混合均匀，制成吸音原液，待用。
- [0071] 将上述经氧化处理的活性炭棉毡放入吸音原液中，超声1h，然后取出浸润完毕的活性炭棉毡，用滤纸轻轻地快速擦去其表面多余的吸音原液，然后通过低温环境（可以使用制冷设备，也可以使用制冷剂），将其速冻定型。
- [0072] 速冻定型完成之后，利用冻干机进行冷冻干燥，以完全除去材料中的水分。
- [0073] 冷冻干燥完成之后，在温度为110℃的烘箱中烘烤2h，以使丁苯胶粘剂完全固化。
- [0074] 利用超声波清洗器，用去离子水清洗5次，每次清洗时间10min，除去残留的发泡剂、表面活性剂和未粘接牢固的沸石颗粒，在温度为110℃的烘箱中烘烤1h，得到块状的多孔复合吸声材料。
- [0075] 得到的多孔复合吸声材料的正面和侧面分别用扫描电子显微镜进行扫描，所得SEM照片如图3所示，从图中明显可见，沸石颗粒已经被牢固得粘在活性炭棉毡的纤维表面。其声学性能数据见表1。
- [0076] 实施例2
- [0077] 该实施例采用的活性炭棉毡与实施例1的完全相同。
- [0078] 将活性炭棉毡按照扬声器后腔形状进行裁切，按质量计，裁切后的活性炭棉毡为30份，将其在乙醇中浸泡12h，然后采用烘箱，于110℃烘烤2h，以除去乙醇。
- [0079] 使用鼓风烘箱，200℃烘烤2h，对其进行氧化处理。
- [0080] 通过磁力搅拌器，按质量计，将粒径为0.2–20 μm的沸石颗粒100份、有机硅胶

胶粘剂10份、十二烷基苯磺酸钠15份、过硫酸铵20份、水550份混合均匀，制成吸音原液，待用。

[0081] 将上述经氧化处理的活性炭棉毡放入吸音原液中，超声1h，然后，取出浸润完毕的活性炭棉毡，用滤纸轻轻地快速擦去表面多余的吸音原液，然后通过低温环境（可以使用制冷设备，也可以使用制冷剂），将其速冻定型。

[0082] 速冻定型完成之后，利用冻干机冷冻干燥，以完全除去材料中的水分。

[0083] 冷冻干燥完成之后，在温度为110℃的烘箱中烘烤2h，以使有机硅胶胶粘剂完全固化。

[0084] 利用超声波清洗器，用去离子水清洗5次，每次清洗时间10min，除去残留的发泡剂、表面活性剂和未粘接牢固的沸石颗粒，在温度为 110℃的烘箱中烘烤1h，得到块状的多孔复合吸声材料。

[0085] 得到的多孔复合吸声材料的正面和侧面分别用扫描电子显微镜进行扫描，所得SEM照片（该SEM照片未显示）与实施例1多孔复合吸声材料的SEM照片基本相同，从图中明显可见，沸石颗粒已经被牢固得粘在活性炭棉毡的纤维表面。其声学性能数据详见表1。

[0086] 实施例3

[0087] 该实施例采用的活性炭棉毡与实施例1的完全相同。

[0088] 将活性炭棉毡按照扬声器后腔形状进行裁切，按质量计，裁切后的活性炭棉毡为30份，将其在乙醇中浸泡12h，然后采用鼓风烘箱，于110℃烘烤2h，以除去乙醇。

[0089] 使用鼓风烘箱，200℃烘烤2h，对其进行氧化处理。

[0090] 通过磁力搅拌器，按质量计，将粒径为0.2-20 μm的沸石颗粒100份、丙烯酸酯胶粘剂15份、十二烷基苯磺酸钠3份、碳酸氢钠7份、水135份混合均匀，制成吸音原液，待用。

[0091] 将上述经氧化处理的活性炭棉毡放入吸音原液中，超声1h，然后，取出浸润完毕的活性炭棉毡，用滤纸轻轻地快速擦去表面多余的吸音原液，然后通过低温环境（可以使用制冷设备，也可以使用制冷剂），将其速冻定型。

[0092] 速冻定型完成之后，利用冻干机冷冻干燥，以完全除去材料中的水分。

[0093] 冷冻干燥完成之后，在温度为110℃的烘箱中烘烤2h，以使丁苯胶粘剂完全固化。

[0094] 利用超声波清洗器，用去离子水清洗5次，每次清洗时间10min，除去残留的发泡剂、表面活性剂和未粘接牢固的沸石颗粒，在温度为110℃的烘箱中烘烤1h，得到块状的多孔复合吸声材料。

[0095] 得到的多孔复合吸声材料的正面和侧面分别用扫描电子显微镜进行扫描，所得SEM照片（该SEM照片未显示）与实施例1多孔复合吸声材料的SEM照片基本相同，从图中明显可见，沸石颗粒已经被牢固得粘在活性炭棉毡的纤维表面。其声学性能数据详见表1。

[0096] 声学性能测定

[0097] 根据扬声器谐振频率的测定方法，分别将实施例1、实施例2和实施例3制备的多孔复合吸声材料放入适用工装，使用阻抗分析仪测试其谐振频率（F0）降低值，通过跌落试验测试多孔复合吸声材料掉落破损情况。其中F0降低表示谐振频率向低频移动的程度，一般情况下，F0降低值越大，扬声器低频性能越好。

[0098] 声学性能测定所用扬声器的工装后腔体积为0.4立方厘米（简称0.4cc），具体测试结果见表1。

[0099] 表1 各实施例的声学性能测试结果

[]

[表1]

样品	F0（Hz）	F0降低（Hz）	掉落破损情况
后腔没有填充吸声材料	1039	—	—
后腔填充吸音泡棉	994	45	无破损，无掉粉
后腔填充吸音纤维	996	43	无破损，无掉粉
后腔填充处理后的活性炭棉毡（实例中带有大量微孔的骨架材料）	925	114	无破损，无掉粉
后腔填充Bass粉	801	238	无破损，无掉粉
后腔填充实施例1多孔复合吸声材料	877	162	无破损，轻微掉粉
后腔填充实施例2多孔复合吸声材料	834	205	无破损，无掉粉
后腔填充实施例3多孔复合吸声材料	768	271	无破损，无掉粉

[0100] 根据表1结果可知，发明中的活性炭棉毡（骨架材料），因为微孔结构的出现，自身吸声性能相对于传统骨架材料（吸音泡棉、吸音纤维）十分优异，在工装后腔填充本发明多孔复合吸声材料后，扬声器的F0降低均不低于160Hz，后腔填充实施例3多孔复合吸声材料后，扬声器F0降低271Hz，其性能显著优于活性炭棉毡及Bass颗粒（目前扬声器商品化使用效果最好的吸声材料），表明其低频性能得到了显著改善。同时本发明材料价格相对于Bass大幅降低，性价比极高。另外，采用实施例1多孔复合吸声材料的扬声器有轻微掉粉发生，而采用实

施例2多孔复合吸声材料和实施例3多孔复合吸声材料的扬声器均无掉粉发生。

[0101] 以上对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的实施方案和具体实施例，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种多孔复合吸声材料，其特征在于，所述多孔复合吸声材料包括活性炭棉毡、沸石颗粒和胶粘剂；
所述活性炭棉毡作为骨架材料，所述沸石颗粒通过所述胶粘剂粘接在所述活性炭棉毡的纤维表面。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的多孔复合吸声材料，其特征在于，所述活性炭棉毡的活性炭纤维之间具有孔径为 $1\ \mu\text{m}$ – $1000\ \mu\text{m}$ 的大孔，且所述活性炭棉毡的活性炭纤维的表面具有大量孔径小于 2nm 的微孔，微孔比例为5%–95%。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的多孔复合吸声材料，其特征在于，所述沸石颗粒的粒径在 50nm – 1mm 之间。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的多孔复合吸声材料，其特征在于，按质量计，所述活性炭棉毡占所述多孔复合吸声材料的5%–90%，所述沸石颗粒占所述多孔复合吸声材料的1%–85%，所述胶粘剂占所述多孔复合吸声材料的1%–30%。
- [权利要求 5] 根据权利要求1–4中任一项所述的多孔复合吸声材料，其特征在于，所述胶粘剂为丙烯酸酯类胶粘剂、丁苯类胶粘剂、聚氨酯类胶粘剂、环氧类胶粘剂以及有机硅类胶粘剂中的一种或多种。
- [权利要求 6] 一种制备根据权利要求1所述多孔复合吸声材料的方法，所述方法包括步骤：
S1：活性炭棉毡表面处理
对活性炭棉毡进行表面处理，以提升吸声性能，并增加与吸音原液的浸润性；
S2：吸音原液的制备
将沸石颗粒、胶粘剂、分散助剂、发泡剂和分散剂共混，得到吸音原液；
S3：浸渍
使用步骤S2得到的吸音原液浸渍经过S1步骤处理的活性炭棉毡，以得

到沸石-活性炭棉毡复合材料；

S4：定型

将浸渍步骤S3得到的沸石-活性炭棉毡复合材料速冻，以使该沸石-活性炭棉毡复合材料定型；

S5：分散剂的除去

通过冷冻干燥，将经过步骤S4定型的沸石-活性炭棉毡复合材料中所含的分散剂除去；

S6：固化

在能够使所述胶粘剂固化的条件下，将经过步骤S5除去分散剂的沸石-活性炭棉毡复合材料烘烤，以使沸石-活性炭棉毡复合材料中所含的胶粘剂固化；

S7：清洗

用水超声清洗数遍，除去残留的分散助剂、发泡剂以及未粘结牢固的沸石颗粒；

S8：烘干

烘干水分，即得所述多孔复合吸声材料。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，在所述步骤S1中采用选自等离子处理、电晕处理、氧化处理、还原处理、酸处理、碱处理、表面活性剂溶液浸泡和溶剂浸泡中一种或多种的方式，对所述活性炭棉毡进行表面处理。

[权利要求 8] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，在所述步骤S2中，将沸石颗粒100份、胶粘剂1-200份、分散助剂1-50份、发泡剂1-50份、分散剂 50-9900份共混，得到吸音原液。

[权利要求 9] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述发泡剂为物理挥发型发泡剂、热分解型发泡剂、双组分反应型发泡剂中的一种或多种。

[权利要求 10] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述分散助剂为阳离子表面活性剂、阴离子表面活性剂、两性离子表面活性剂以及非离子表面活性剂中的一种或多种。

[权利要求 11] 一种扬声器，其特征在于，所述扬声器的后腔包含根据权利要求1-5中任一项所述的多孔复合吸声材料。

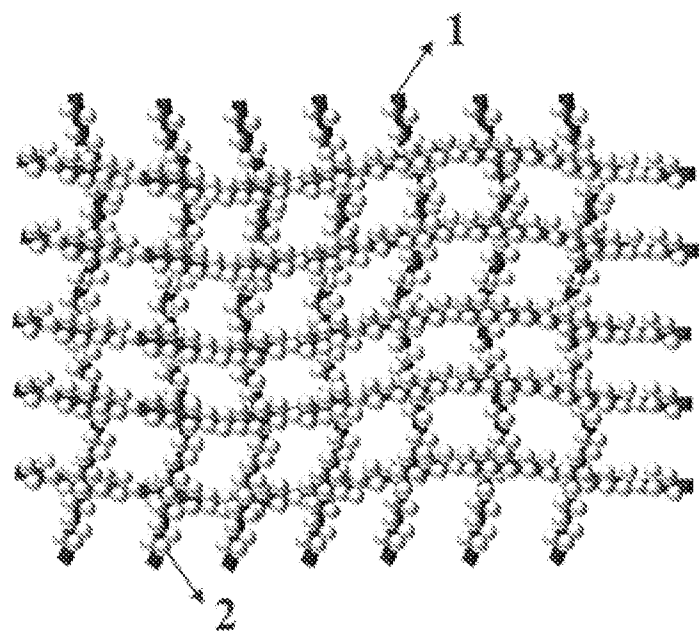


图 1

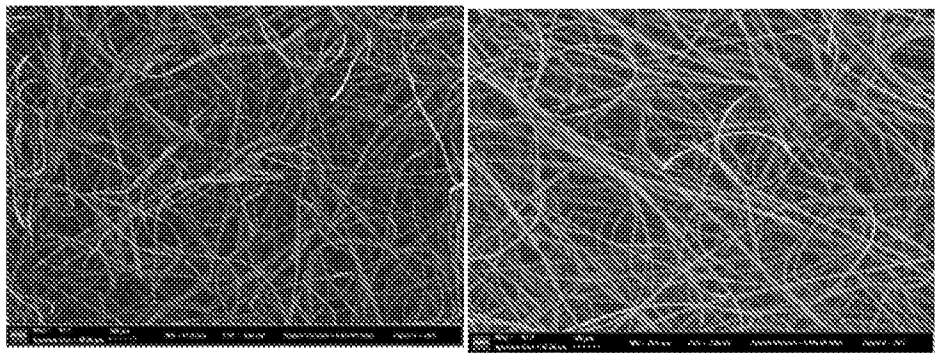


图 2

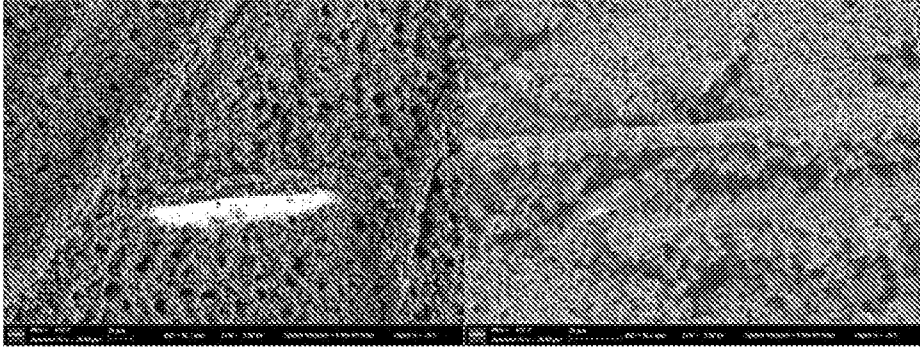


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/119949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04B 1/82(2006.01)i; C01B 32/30(2017.01)i; C01B 33/46(2006.01)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)

E04B; C01B

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 瑞声光电, 吸音, 吸声, 隔音, 沸石, 分子筛, 活性炭, 棉, 垫, 布, 毡, 硅酸铝钾盐, RESUYUAN, sound absorpt+, sound insulat+, zeolite, molecular sieves, activated carbon, cloth, pad

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 114684832 A (AAC MICROTECH (CHANGZHOU) CO., LTD. et al.) 01 July 2022 (2022-07-01) description, paragraphs [0019], [0036]-[0041], and [0045]	1-11
A	CN 101151417 A (PANASONIC CORP.) 26 March 2008 (2008-03-26) claims 1-19	1-11
A	CN 114495883 A (AAC MICROTECH (CHANGZHOU) CO., LTD. et al.) 13 May 2022 (2022-05-13) claims 1-10	1-11
A	CN 216391309 U (AAC MICROTECH (CHANGZHOU) CO., LTD. et al.) 26 April 2022 (2022-04-26) claims 1-9	1-11
A	CN 113889062 A (AAC MICROTECH (CHANGZHOU) CO., LTD. et al.) 04 January 2022 (2022-01-04) claims 1-9	1-11
A	CN 111648036 A (HEBEI INSTITUTE OF COMMUNICATIONS) 11 September 2020 (2020-09-11) claims 1-10	1-11



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

“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

17 November 2022

Date of mailing of the international search report

28 November 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/119949

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103668776 A (ZHENJIANG LIDA FIBRE INDUSTRY CO., LTD.) 26 March 2014 (2014-03-26) claims 1-6	1-11
A	CN 106288062 A (BEIJING MUNICIPAL INSTITUTE OF LABOUR PROTECTION) 04 January 2017 (2017-01-04) claims 1-5	1-11
A	CN 113889063 A (AAC MICROTECH (CHANGZHOU) CO., LTD. et al.) 04 January 2022 (2022-01-04) claims 1-14	1-11
A	US 2016127821 A1 (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT FORSCHUNG) 05 May 2016 (2016-05-05) claims 1-11	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/119949

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114684832	A	01 July 2022	None			
CN	101151417	A	26 March 2008	US	2008135327	A1	12 June 2008
				JP	WO2006106854	A1	11 September 2008
				WO	2006106854	A1	12 October 2006
CN	114495883	A	13 May 2022	None			
CN	216391309	U	26 April 2022	None			
CN	113889062	A	04 January 2022	None			
CN	111648036	A	11 September 2020	None			
CN	103668776	A	26 March 2014	None			
CN	106288062	A	04 January 2017	None			
CN	113889063	A	04 January 2022	None			
US	2016127821	A1	05 May 2016	KR	20160019089	A	18 February 2016
				ES	2615055	T3	05 June 2017
				EP	3005726	A1	13 April 2016
				CN	105532015	A	27 April 2016
				WO	2014195476	A1	11 December 2014
				DE	102013210696	A1	11 December 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/119949

A. 主题的分类

E04B 1/82(2006.01)i; C01B 32/30(2017.01)i; C01B 33/46(2006.01)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)

E04B; C01B

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))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI:瑞声光电, 吸音, 吸声, 隔音, 沸石, 分子筛, 活性炭, 棉, 垫, 布, 毡, 硅酸铝钾盐, RESUYUAN, sound absorpt+, sound insulat+, zeolite, molecular sieves, activated carbon, cloth, pad

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 114684832 A (瑞声光电科技常州有限公司等) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 说明书第[0019]、[0036]-[0041]、[0045]段	1-11
A	CN 101151417 A (松下电器产业株式会社) 2008年3月26日 (2008 - 03 - 26) 权利要求1-19	1-11
A	CN 114495883 A (瑞声光电科技常州有限公司等) 2022年5月13日 (2022 - 05 - 13) 权利要求1-10	1-11
A	CN 216391309 U (瑞声光电科技常州有限公司等) 2022年4月26日 (2022 - 04 - 26) 权利要求1-9	1-11
A	CN 113889062 A (瑞声光电科技常州有限公司等) 2022年1月4日 (2022 - 01 - 04) 权利要求1-9	1-11
A	CN 111648036 A (河北传媒学院) 2020年9月11日 (2020 - 09 - 11) 权利要求1-10	1-11
A	CN 103668776 A (镇江立达纤维工业有限责任公司) 2014年3月26日 (2014 - 03 - 26) 权利要求1-6	1-11
A	CN 106288062 A (北京市劳动保护科学研究所) 2017年1月4日 (2017 - 01 - 04) 权利要求1-5	1-11

☒ 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

“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

2022年11月17日

国际检索报告邮寄日期

2022年11月28日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

李颀

电话号码 86-(10)-53962282

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
A	CN 113889063 A (瑞声光电科技常州有限公司等) 2022年1月4日 (2022 - 01 - 04) 权利要求1-14	1-11
A	US 2016127821 A1 (FRAUNHOFER GES. FORSCHUNG) 2016年5月5日 (2016 - 05 - 05) 权利要求1-11	1-11

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/119949

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	114684832	A	2022年7月1日	无			
CN	101151417	A	2008年3月26日	US	2008135327	A1	2008年6月12日
				JP	W02006106854	A1	2008年9月11日
				WO	2006106854	A1	2006年10月12日
CN	114495883	A	2022年5月13日	无			
CN	216391309	U	2022年4月26日	无			
CN	113889062	A	2022年1月4日	无			
CN	111648036	A	2020年9月11日	无			
CN	103668776	A	2014年3月26日	无			
CN	106288062	A	2017年1月4日	无			
CN	113889063	A	2022年1月4日	无			
US	2016127821	A1	2016年5月5日	KR	20160019089	A	2016年2月18日
				ES	2615055	T3	2017年6月5日
				EP	3005726	A1	2016年4月13日
				CN	105532015	A	2016年4月27日
				WO	2014195476	A1	2014年12月11日
				DE	102013210696	A1	2014年12月11日