



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109126644 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201710452233.9

(22)申请日 2017.06.15

(71)申请人 湖南尚成新材料科技有限责任公司

地址 410000 湖南省长沙市高新开发区麓
龙路199号麓谷商务中心BCD座BCD栋
206号

(72)发明人 卢军 卢孟磊 张丁日 卢梦言

左小荣 卢珊 卢斌

(51)Int.Cl.

B01J 13/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书8页

(54)发明名称

一种高阻尼气凝胶复合材料及其制备方法

(57)摘要

本发明公开一种高阻尼气凝胶复合材料及其制备方法,其特征在于,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶材料和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶材料填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中。本发明提供的一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,包括以下步骤:(1)气凝胶材料制备步骤;(2)通孔型高阻尼泡沫金属孔洞中填充气凝胶材料步骤;(3)固化步骤。本发明提供的一种高阻尼气凝胶复合材料具有优异的吸音、隔音、隔热、保温、减震吸能、轻质高强等特性,其制备方法具有低成本、高效率、连续化生产等特点,在武器、装甲车、空投等军工领域以及交通运输、建筑、重型工业等民用领域具有巨大应用潜力和市场前景。

1. 一种高阻尼气凝胶复合材料,其特征在于,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶材料和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶材料填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中。

2. 根据权利要求1所述一种高阻尼气凝胶复合材料,其特征在于,所述通孔型高阻尼泡沫金属的平均孔径为0.01~10mm。

3. 根据权利要求1所述一种高阻尼气凝胶复合材料,其特征在于,所述通孔型高阻尼泡沫金属为具有通孔型三维网络骨架的形状记忆合金、阻尼合金中的一种;所述形状记忆合金为镍钛形状记忆合金、铜基形状记忆合金或铁基形状记忆合金,所述铜基形状记忆合金为Cu-Zn-Al系或Cu-Al-Ni系形状记忆合金,所述铁基形状记忆合金为Fe-Mn-Si系形状记忆合金、Fe-Ni-Co系形状记忆合金、Fe-Pt系形状记忆合金或Fe-Pd系形状记忆合金;所述阻尼合金为高阻尼钛合金、高阻尼铝合金、高阻尼镁合金、高阻尼铁基合金、高阻尼锌基合金、高阻尼锰基合金、高阻尼铜基合金中的一种。

4. 根据权利要求1所述一种高阻尼气凝胶复合材料,其特征在于,所述气凝胶材料为气凝胶、纤维增强气凝胶、胶粘剂增强气凝胶,所述纤维增强气凝胶为以纤维作为增强相的气凝胶复合材料,所述胶粘剂增强气凝胶为以胶粘剂作为粘结增强相的气凝胶复合材料。

5. 根据权利要求4所述一种高阻尼气凝胶复合材料,其特征在于,所述气凝胶为SiO₂气凝胶、TiO₂气凝胶、碳气凝胶、Fe₃O₄气凝胶或V₂O₅气凝胶;或所述胶粘剂为有机胶粘剂或无机胶粘剂,所述有机胶粘剂为水性松香树脂、水性醇酸树脂、水性丙烯酸树脂、水性聚氨酯树脂、水性有机硅树脂、水性氟碳树脂、聚乙烯树脂、聚苯乙烯树脂、聚氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂中的一种或多种,所述无机胶粘剂为水泥、石膏、石灰石、水玻璃、氧化铜-磷酸胶中的一种或多种。

6. 一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,其特征在于,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中,其制备方法包括以下步骤:

(1) 硅溶胶的制备,将有机硅烷、去离子水、有机溶剂、稀盐酸混合搅拌,在0~70℃下反应4~60h,加碱溶液,搅拌,反应0.01~1h,得到硅溶胶,其中有机硅烷、去离子水、有机溶剂、稀盐酸、碱溶液的体积比为1:0.05~5:0.5~8:0.0025~0.5:0.0025~0.5;

(2) 复合凝胶体的制备,将制得的硅溶胶倒入放有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中,凝胶;

(3) 干燥,将复合凝胶体进行干燥处理,得到高阻尼气凝胶复合材料。

7. 根据权利要求6所述一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,其特征在于,所述步骤(1)中加入短纤维;或所述步骤(2)之前还包括通孔型高阻尼泡沫金属表面润湿步骤,具体为利用表面活性剂或表面活性剂水溶液对通孔型高阻尼泡沫金属进行表面润湿处理;或所述步骤(2)中还包括超声波处理,具体为将制得的硅溶胶倒入放置有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中后,超声波处理,凝胶;或所述有机硅烷为正硅酸甲酯、正硅酸乙酯、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、乙基三甲氧基硅烷、乙基三乙氧基硅烷中的一种或几种的混合物;或所述有机溶剂为甲醇、乙醇、异丙醇、丙酮中的一种或几种的混合物;或所述碱为氨水、氢氧化钠、氢氧化钾中的一种;所述干燥为常压干燥、超临界干燥、冷冻干燥或亚临界干燥;或所述步骤(2)之后和步骤(3)之前还包括

老化步骤和/或溶剂置换步骤和/或改性步骤。

8. 根据权利要求7所述一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,其特征在于,所述老化和溶剂置换温度为0~65℃;或所述改性工艺为利用改性剂对干燥前的气凝胶复合材料进行表面修饰,所述改性剂为三甲基氯硅烷、六甲基二硅氮烷、六甲基二硅氧烷、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、 γ -氨丙基三甲氧基硅烷、 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、N-(β -氨乙基)- γ -氨丙基三乙氧基硅烷中的一种或多种。

9. 一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,其特征在于,所述高阻尼气凝胶复合材料由胶粘剂增强气凝胶和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述胶粘剂增强气凝胶填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中,其制备方法包括以下步骤:

(a) 气凝胶-胶粘剂浆料的制备,将具有内部疏水、表面亲水结构特征的气凝胶粉体与胶粘剂混合,气凝胶粉体与胶粘剂的质量比为1:5~50,得到气凝胶-胶粘剂浆料;

(b) 将得到的气凝胶-胶粘剂浆料倒入放置有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中;

(c) 固化,得到高阻尼气凝胶复合材料。

10. 根据权利要求9所述一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,其特征在于,所述步骤(b)之前还包括通孔型高阻尼泡沫金属表面润湿步骤,具体为利用表面活性剂或表面活性剂水溶液对通孔型高阻尼泡沫金属进行表面润湿处理;或所述步骤(b)还可以为利用真空负压技术将得到的气凝胶-胶粘剂浆料填充在通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中;或所述固化工艺为常温固化、加热固化、紫外固化、恒温恒湿养护、蒸汽养护或高温高压养护。

一种高阻尼气凝胶复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合材料,尤其涉及一种气凝胶复合材料,属于轻质、保温、隔热、隔音、吸音、防爆、减震吸能材料领域。

背景技术

[0002] 固体在振动过程中由于内部原因而引起的能量消散叫作内耗,当材料的内耗值 $Q^{-1} \geq 10^{-2}$ 时,便被称为高阻尼材料。泡沫金属由于孔隙结构阻尼的引入,其阻尼性能高出致密材料的3~10倍,是一种新型高阻尼材料。

[0003] 气凝胶是一种具有三维网络骨架结构和纳米级孔洞的轻质无机固体材料,具有极高的孔隙率、比表面积,极低的密度和固含量,化学惰性和不燃性,表现出优异的轻质、绝热、防火、隔音、减震吸能等特性,可广泛应用于国防军工、航空航天、安保反恐等军事领域以及绿色建筑、热量传输、太阳能利用、公共交通、金融设备防护等民用领域。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种高阻尼气凝胶复合材料及其制备方法。

[0005] 一种高阻尼气凝胶复合材料,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶材料和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶材料填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中。

[0006] 在其中一个实施例中,所述通孔型高阻尼泡沫金属的平均孔径为0.01~10mm。

[0007] 在其中一个实施例中,所述通孔型高阻尼泡沫金属为具有通孔型三维网络骨架的形状记忆合金、阻尼合金中的一种。

[0008] 在其中一个实施例中,所述形状记忆合金为镍钛形状记忆合金、铜基形状记忆合金或铁基形状记忆合金,所述铜基形状记忆合金为Cu-Zn-Al系或Cu-Al-Ni系形状记忆合金,所述铁基形状记忆合金为Fe-Mn-Si系形状记忆合金、Fe-Ni-Co系形状记忆合金、Fe-Pt系形状记忆合金或Fe-Pd系形状记忆合金。

[0009] 在其中一个实施例中,所述阻尼合金为高阻尼钛合金、高阻尼铝合金、高阻尼镁合金、高阻尼铁基合金、高阻尼锌基合金、高阻尼锰基合金、高阻尼铜基合金中的一种。

[0010] 在其中一个实施例中,所述气凝胶材料为气凝胶、纤维增强气凝胶、胶粘剂增强气凝胶,所述纤维增强气凝胶为以纤维作为增强相的气凝胶复合材料,所述胶粘剂增强气凝胶为以胶粘剂作为粘结增强相的气凝胶复合材料。

[0011] 在其中一个实施例中,所述气凝胶为SiO₂气凝胶、TiO₂气凝胶、碳气凝胶、Fe₃O₄气凝胶或V₂O₅气凝胶。

[0012] 在其中一个实施例中,所述胶粘剂为有机胶粘剂或无机胶粘剂,所述有机胶粘剂为水性松香树脂、水性醇酸树脂、水性丙烯酸树脂、水性聚氨酯树脂、水性有机硅树脂、水性氟碳树脂、聚乙烯树脂、聚苯乙烯树脂、聚氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂中的一种或多种,所述无机胶粘剂为水泥、石膏、石灰石、水玻璃、氧化铜-磷酸胶中的一种或多种。

[0013] 一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中,其制备方法包括以下步骤:

(1) 硅溶胶的制备,将有机硅烷、稀盐酸、去离子水、有机溶剂混合搅拌,在0~70℃下反应4~60h,加碱溶液,搅拌,反应0.01~1h,得到硅溶胶,其中有机硅烷、去离子水、有机溶剂、稀盐酸、碱溶液的体积比为1:0.05~5:0.5~8:0.0025~0.5:0.0025~0.5;

(2) 复合凝胶体的制备,将制得的硅溶胶倒入放有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中,凝胶;

(3) 干燥,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0014] 在其中一个实施例中,所述步骤(1)中加入短纤维。

[0015] 在其中一个实施例中,所述步骤(2)之前还包括通孔型高阻尼泡沫金属表面润湿步骤,具体为利用表面活性剂或表面活性剂水溶液对通孔型高阻尼泡沫金属进行表面润湿处理。

[0016] 在其中一个实施例中,所述步骤(2)中还包括超声波处理,具体为将制得的硅溶胶倒入放置有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中后,超声波处理,凝胶。

[0017] 在其中一个实施例中,所述有机硅烷为正硅酸甲酯、正硅酸乙酯、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、乙基三甲氧基硅烷、乙基三乙氧基硅烷中的一种或几种的混合物。

[0018] 在其中一个实施例中,所述有机溶剂为甲醇、乙醇、异丙醇、丙酮中的一种或几种的混合物。

[0019] 在其中一个实施例中,所述碱为氨水、氢氧化钠、氢氧化钾中的一种。

[0020] 在其中一个实施例中,所述步骤(2)之后和步骤(3)之前还包括老化步骤和/或溶剂置换步骤和/或改性步骤。

[0021] 在其中一个实施例中,所述老化 and 溶剂置换温度为0~65℃。

[0022] 在其中一个实施例中,所述改性工艺为利用改性剂对干燥前的气凝胶复合材料进行表面修饰,所述改性剂为三甲基氯硅烷、六甲基二硅氮烷、六甲基二硅氧烷、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、 γ -氨丙基三甲氧基硅烷、 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、N-(β -氨乙基)- γ -氨丙基三乙氧基硅烷中的一种或多种。

[0023] 在其中一个实施例中,所述干燥为常压干燥、超临界干燥、冷冻干燥或亚临界干燥。

[0024] 一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,所述高阻尼气凝胶复合材料由胶粘剂增强气凝胶和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述胶粘剂增强气凝胶填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中,其制备方法包括以下步骤:

(a) 气凝胶-胶粘剂浆料的制备,将具有内部疏水、表面亲水结构特征的气凝胶粉体与胶粘剂混合,气凝胶粉体与胶粘剂的质量比为1:5~50,得到气凝胶-胶粘剂浆料;

(b) 将得到的气凝胶-胶粘剂浆料倒入放置有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中;

(c) 固化,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0025] 在其中一个实施例中,所述步骤(b)之前还包括通孔型高阻尼泡沫金属表面润湿

步骤,具体为利用表面活性剂或表面活性剂水溶液对通孔型高阻尼泡沫金属进行表面润湿处理。

[0026] 在其中一个实施例中,所述步骤(b)还可以为利用真空负压技术将得到的气凝胶-胶粘剂浆料填充在通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中。

[0027] 在其中一个实施例中,所述固化工艺为常温固化、加热固化、紫外固化、恒温恒湿养护、蒸汽养护或高温高压养护。

[0028] 上述高阻尼气凝胶复合材料具有优异的吸音、隔音、隔热、保温、轻质高强等特性,其制备方法具有低成本、高效率、连续化生产等特点,在武器、装甲车、空投等军工领域以及交通运输、建筑、重型工业等民用领域具有巨大应用潜力和市场前景。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进,因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

[0030] 本发明的高阻尼气凝胶复合材料的一种实施例,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶材料和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶材料填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中。

[0031] 如此,通孔型高阻尼泡沫金属不仅具有轻质、高强、高韧等特性,还具有优异的阻尼性能,主要由于金属基体与孔隙两相弹性模量差异引起的不均匀力场和在孔隙壁处产生的应力集中,在外力作用下,该畸变应力场中的原子和位错的被迫运动产生阻尼,消耗振动,将振动能转化为热能。

[0032] 气凝胶具有纳米多孔结构和三维网络结构,具有优异的保温隔热、减震吸能等特性,气凝胶材料保留气凝胶所有的特性,将气凝胶材料填充在泡沫金属的孔隙中,一方面,该复合材料中存在三种或四种弹性模量不同的材料,振动作用时,气凝胶、金属、孔隙或气凝胶、金属、孔隙、胶粘剂产生不均匀的力场以及在孔隙壁处产生应力集中,导致无数的相界面同时发生振动摩擦运动,快速吸收应变能,将振动能转化为热能,内耗大,表现出更加优异的阻尼特性;另一方面,气凝胶材料中的纳米孔与通孔型高阻尼泡沫金属的微米级/毫米级孔之间存在耦合效应,即固气界面产生的应力与孔径尺寸呈反比关系,振动作用时产生不均匀的力场,增加复合材料共振内耗,提高阻尼性能,因此,气凝胶孔隙的结构阻尼和通孔型高阻尼泡沫金属基体的界面阻尼产生耦合叠加效果;并且气凝胶材料可以提高通孔型高阻尼泡沫金属的耐高温、隔热保温、吸音隔音、阻尼特性,通孔型高阻尼泡沫金属可以提高气凝胶的强度和韧性。

[0033] 本实施例中,所述通孔型高阻尼泡沫金属的平均孔径为0.01~10mm。

[0034] 如此,泡沫金属的孔隙阻尼来源于金属基体与孔隙两相弹性模量差异引起的不均匀力场和在孔隙壁处产生的应力集中,孔隙率越大,孔径越小,这种畸变应力场就越大,在外力作用下,畸变应力场中的原子和位错的被迫运动产生的阻尼也越大。

[0035] 本实施例中,所述通孔型高阻尼泡沫金属为具有通孔型三维网络骨架的形状记忆合金。

[0036] 如此,形状记忆合金具有优异的马氏体相变能耗特性,应力或应变作用下,形状记忆合金发生马氏体到奥氏体的可逆相变,消耗吸收振动能,并且形状记忆合金宏观表现为超高弹性和韧性,可以通过自身更高幅度的振动消耗更多的能量,阻尼性能显著。

[0037] 本实施例中,所述形状记忆合金为镍钛形状记忆合金、铜基形状记忆合金或铁基形状记忆合金,所述铜基形状记忆合金为Cu-Zn-Al系或Cu-Al-Ni系形状记忆合金,所述铁基形状记忆合金为Fe-Mn-Si系形状记忆合金、Fe-Ni-Co系形状记忆合金、Fe-Pt系形状记忆合金或Fe-Pd系形状记忆合金。

[0038] 本实施例中,所述阻尼合金为高阻尼钛合金、高阻尼铝合金、高阻尼镁合金、高阻尼铁基合金、高阻尼锌基合金、高阻尼锰基合金、高阻尼铜基合金中的一种。

[0039] 如此,阻尼合金可以为通过马氏体内部孪晶界面的移动耗能的孪晶型阻尼材料,如Mn-Cu合金、Cu-Zn-Al合金等;可以为通过两相之间界面耗能的复相型阻尼材料,如Zn-Al合金等;还可以为通过应力诱发磁畴壁可逆或不可逆转动耗能的强磁型阻尼材料,如Fe-Cr合金等。

[0040] 本实施例中,所述气凝胶材料为气凝胶、纤维增强气凝胶、胶粘剂增强气凝胶,所述纤维增强气凝胶为以纤维作为增强相的气凝胶复合材料,所述胶粘剂增强气凝胶为以胶粘剂作为粘结增强相的气凝胶复合材料。

[0041] 如此,气凝胶材料均保留气凝胶纳米多孔结构和三维网络结构,具有轻质、隔热保温、吸声隔声、高阻尼等特性。

[0042] 本实施例中,所述气凝胶为SiO₂气凝胶、TiO₂气凝胶、碳气凝胶、Fe₃O₄气凝胶或V₂O₅气凝胶。

[0043] 本实施例中,所述胶粘剂为有机胶粘剂或无机胶粘剂,所述有机胶粘剂为水性松香树脂、水性醇酸树脂、水性丙烯酸树脂、水性聚氨酯树脂、水性有机硅树脂、水性氟碳树脂、聚乙烯树脂、聚苯乙烯树脂、聚氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂中的一种或多种,所述无机胶粘剂为水泥、石膏、石灰石、水玻璃、氧化铜-磷酸胶中的一种或多种。

[0044] 一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,所述高阻尼气凝胶复合材料由气凝胶和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述气凝胶填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中,其制备方法包括以下步骤:

(1) 硅溶胶的制备,将有机硅烷、稀盐酸、去离子水、有机溶剂混合搅拌,在0~70℃下反应4~60h,加碱溶液,搅拌,反应0.01~1h,得到硅溶胶,其中有机硅烷、去离子水、有机溶剂、稀盐酸、碱溶液的体积比为1:0.05~5:0.5~8:0.0025~0.5:0.0025~0.5;

(2) 复合凝胶体的制备,将制得的硅溶胶倒入放有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中,凝胶;

(3) 干燥,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0045] 如此,本制备方法简单实用,适合批量生产。

[0046] 本实施例中,所述步骤(1)中加入短纤维。

[0047] 如此,本发明的短纤维可以是聚丙烯纤维、芳纶纤维、碳纤维等,加入短纤维可以进一步提高复合材料的阻尼性能,因为振动作用时,短纤维会发生相应的振动,消耗应力,同时纤维可以提高气凝胶的力学性能,避免气凝胶从泡沫金属中脱落。

[0048] 本实施例中,所述步骤(2)之前还包括通孔型高阻尼泡沫金属表面润湿步骤,具体为利用表面活性剂或表面活性剂水溶液对通孔型高阻尼泡沫金属进行表面润湿处理。

[0049] 如此,一方面,降低泡沫金属的表面张力,提高硅溶胶进入泡沫金属孔洞的速度,使得硅溶胶与泡沫金属充分接触,提高生产效率;另一方面,去除泡沫金属表面的灰尘、杂质。

[0050] 此外,本发明的表面活性剂可以为脂肪醇磷酸酯盐、脂肪醇聚氧乙烯醚磷酸酯盐、烷基硫酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐、甘油脂肪酸酯硫酸盐、脂肪族铵盐、烷基氨基酸、羧酸基甜菜碱、磺基甜菜碱、磷酸酯甜菜碱、脂肪族聚酯、烷基酚聚氧乙烯醚、高碳脂肪醇聚氧乙烯醚中的一种或多种。

[0051] 本实施例中,所述步骤(2)中还包括超声波处理,具体为将制得的硅溶胶倒入放置有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中后,超声波处理,凝胶。

[0052] 如此,超声波处理有利于硅溶胶快速进入泡沫金属的孔洞,提高生产效率。

[0053] 本实施例中,所述有机硅烷为正硅酸甲酯、正硅酸乙酯、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、乙基三甲氧基硅烷、乙基三乙氧基硅烷中的一种或几种的混合物。

[0054] 本实施例中,所述有机溶剂为甲醇、乙醇、异丙醇、丙酮中的一种或几种的混合物。

[0055] 本实施例中,所述碱为氨水、氢氧化钠、氢氧化钾中的一种。

[0056] 本实施例中,所述步骤(2)之后和步骤(3)之前还包括老化步骤和/或溶剂置换步骤和/或改性步骤。

[0057] 如此,老化步骤可以提高气凝胶的三维网络骨架,改变孔径;溶剂置换步骤可以提高干燥效率;改性步骤可以定向改变气凝胶表面官能团,例如使气凝胶表面具有疏水特性。

[0058] 本实施例中,所述老化和溶剂置换温度为0~65℃。

[0059] 本实施例中,所述改性工艺为利用改性剂对干燥前的气凝胶复合材料进行表面修饰,所述改性剂为三甲基氯硅烷、六甲基二硅氮烷、六甲基二硅氧烷、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、 γ -氨丙基三甲氧基硅烷、 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、N-(β -氨乙基)- γ -氨丙基三乙氧基硅烷中的一种或多种。

[0060] 本实施例中,所述干燥为常压干燥、超临界干燥、冷冻干燥或亚临界干燥。

[0061] 一种高阻尼气凝胶复合材料的制备方法,所述高阻尼气凝胶复合材料由胶粘剂增强气凝胶和通孔型高阻尼泡沫金属构成,所述胶粘剂增强气凝胶填充在所述通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中,其制备方法包括以下步骤:

(a) 气凝胶-胶粘剂浆料的制备,将具有内部疏水、表面亲水结构特征的气凝胶粉体与胶粘剂混合,气凝胶粉体与胶粘剂的质量比为1:5~50,得到气凝胶-胶粘剂浆料;

(b) 将得到的气凝胶-胶粘剂浆料倒入放置有通孔型高阻尼泡沫金属的模具中;

(c) 固化,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0062] 如此,该制备方法简单、实用,适合工业化生产。

[0063] 本实施例中,所述步骤(b)之前还包括通孔型高阻尼泡沫金属表面润湿步骤,具体为利用表面活性剂或表面活性剂水溶液对通孔型高阻尼泡沫金属进行表面润湿处理。

[0064] 本实施例中,所述步骤(b)还可以为利用真空负压技术将得到的气凝胶-胶粘剂浆

料填充在通孔型高阻尼泡沫金属的孔洞中。

[0065] 如此,在气凝胶-胶粘剂浆料进入泡沫金属时,对泡沫金属进行负压抽气处理,加速泡沫金属孔洞中的空气排除,提高气凝胶-胶粘剂浆料进入泡沫金属的速率,进而提高生产效率。

[0066] 本实施例中,所述固化工艺为常温固化、加热固化、紫外固化、恒温恒湿养护、蒸汽养护或高温高压养护。

[0067] 如此,使用水性丙烯酸树脂、水性聚氨酯树脂等胶粘剂时,固化工艺优选常温固化;使用水性氨基树脂、水性有机硅树脂等胶粘剂时,固化工艺优选加热固化;使用水性UV树脂等胶粘剂时,固化工艺优选紫外固化;使用普通硅酸盐水泥等胶粘剂时,固化工艺优选恒温恒湿养护、蒸汽养护或高温高压养护。

[0068] 上述高阻尼气凝胶复合材料具有优异的吸音、隔音、隔热、保温、轻质高强等特性,其制备方法具有低成本、高效率、连续化生产等特点,在武器、装甲车、空投等军工领域以及交通运输、建筑、重型工业等民用领域具有巨大应用潜力和市场前景。

[0069] 下面为具体实施例部分。

[0070] 实施例1

(1) 在40℃下,将正硅酸甲酯、去离子水、甲醇、稀盐酸混合搅拌,搅拌反应40h,然后加稀氨水,搅拌,反应0.5h,得到硅溶胶,其中正硅酸甲酯、去离子水、甲醇、稀盐酸、稀氨水的体积比为1:0.1:0.5:0.0025:0.025,稀盐酸和稀氨水的浓度为0.3mol/L;

(2) 使用烷基酚聚氧乙烯醚和水的混合液(质量比为1:90)清洗、润湿通孔型高阻尼Mn-Cu泡沫合金;

(3) 将步骤(1)的硅溶胶倒入放有通孔型高阻尼Mn-Cu泡沫合金的模具中,凝胶;

(4) CO₂超临界干燥,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0071] 实施例2

(1) 在0℃下,将正硅酸乙酯、去离子水、乙醇、稀盐酸混合搅拌,搅拌反应60h,然后加氢氧化钠水溶液,搅拌,反应1h,得到硅溶胶,其中正硅酸乙酯、去离子水、乙醇、稀盐酸、氢氧化钠水溶液的体积比为1:0.05:8:0.5:0.0025,稀盐酸和氢氧化钠水溶液的浓度为0.3mol/L;

(2) 使用十二烷基苯磺酸钠和水的混合液(质量比为1:50)清洗、润湿通孔型Cu-Zn-Al形状记忆泡沫合金;

(3) 将步骤(1)的硅溶胶倒入放有通孔型Cu-Zn-Al形状记忆泡沫合金的模具中,同时进行超声波处理,凝胶;

(4) 使用三甲基氯硅烷对步骤(3)的复合凝胶体疏水改性;

(5) 常压干燥,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0072] 实施例3

(1) 在70℃下,将甲基三甲氧基硅烷、去离子水、甲醇、稀盐酸混合搅拌,搅拌反应4h,然后加稀氨水,搅拌,反应0.01h,得到硅溶胶,其中甲基三甲氧基硅烷、去离子水、甲醇、稀盐酸、稀氨水的体积比为1:5:1:0.0025:0.5,稀盐酸和稀氨水的浓度为0.3mol/L;

(2) 使用二辛基琥珀酸磺酸钠和水的混合液(质量比为1:100)清洗、润湿通孔型Ti-Ni形状记忆泡沫合金;

- (3) 将步骤(1)的硅溶胶倒入放有通孔型Ti-Ni形状记忆泡沫合金的模具中,凝胶;
- (4) 冷冻干燥,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0073] 实施例4

(1) 在25℃下,将甲基三乙氧基硅烷、去离子水、乙醇、稀盐酸混合搅拌,搅拌反应4h,然后加氢氧化钾水溶液,搅拌,反应0.01h,得到硅溶胶,其中甲基三乙氧基硅烷、去离子水、乙醇、稀盐酸、氢氧化钾水溶液的体积比为1:2:4:0.025:0.05,稀盐酸和稀氨水的浓度为0.3mol/L;

(2) 使用单硬脂酸甘油酯和水的混合液(质量比为1:100)清洗、润湿通孔型高阻尼Zn-Al泡沫合金;

(3) 将步骤(1)的硅溶胶倒入放有通孔型高阻尼Zn-Al泡沫合金的模具中,利用抽气装置对泡沫合金一端进行负压处理,加速硅溶胶进入泡沫合金孔洞的速率,凝胶;

(4) 对步骤(3)的复合凝胶体老化3天;

(5) 亚临界干燥,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0074] 实施例5

(1) 将具有内部疏水、表面亲水结构特征的TiO₂气凝胶粉体与水性丙烯酸乳液高速搅拌混合,搅拌速率为2000转/min,TiO₂气凝胶粉体与水性丙烯酸乳液的质量比为1:5,得到复合浆料;

(2) 使用磷酸酯甜菜碱和水的混合液(质量比为1:200)清洗、润湿通孔型Fe-Mn-Si形状记忆泡沫合金;

(3) 将复合浆料倒入放置有通孔型Fe-Mn-Si形状记忆泡沫合金的模具中,同时利用抽气装置对泡沫合金一端进行负压处理;

(4) 常温固化,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0075] 实施例6

(1) 将具有内部疏水、表面亲水结构特征的碳气凝胶粉体与普通425硅酸盐水泥搅拌混合,然后加水搅拌,碳气凝胶粉体、普通425硅酸盐水泥和水的质量比为1:50:12,得到复合浆料;

(2) 将复合浆料倒入放置有通孔型Fe-Pd形状记忆泡沫合金的模具中,同时利用抽气装置对泡沫合金一端进行负压处理;

(3) 常温固化,25℃、99%RH恒温恒湿养护28天,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0076] 实施例7

(1) 将具有内部疏水、表面亲水结构特征的SiO₂气凝胶粉体与水性UV聚氨酯乳液高速搅拌混合,搅拌速率为2000转/min, SiO₂气凝胶粉体与水性UV聚氨酯乳液的质量比为1:15,得到复合浆料;

(2) 使用高碳脂肪醇聚氧乙烯醚清洗、润湿通孔型高阻尼Fe-Cr泡沫合金;

(3) 将复合浆料倒入放置有通孔型高阻尼Fe-Cr泡沫合金的模具中;

(4) 紫外线辐射固化,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0077] 实施例8

(1) 将具有内部疏水、表面亲水结构特征的V₂O₅气凝胶粉体与水玻璃高速搅拌混合,搅拌速率为1500转/min, V₂O₅气凝胶粉体与水玻璃的质量比为1:8,得到复合浆料;

(2) 使用磷酸酯甜菜碱和水的混合液(质量比为1:200)清洗、润湿通孔型Cu-Al-Ni形状记忆泡沫合金;

(3) 将复合浆料倒入放置有通孔型Cu-Al-Ni形状记忆泡沫合金的模具中,同时利用抽气装置对泡沫合金一端进行负压处理;

(4) 110℃加热固化3h,得到高阻尼气凝胶复合材料。

[0078] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。