



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111775517 A

(43) 申请公布日 2020.10.16

(21) 申请号 202010495942.7

B32B 3/12 (2006.01)

(22) 申请日 2020.06.03

(71) 申请人 航天材料及工艺研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号

申请人 中国运载火箭技术研究院

(72) 发明人 孙建波 杨智勇 易凯 杨昆晓

孙宝岗 左小彪

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 陈鹏

(51) Int. Cl.

B32B 9/00 (2006.01)

B32B 9/04 (2006.01)

B32B 9/06 (2006.01)

B32B 29/00 (2006.01)

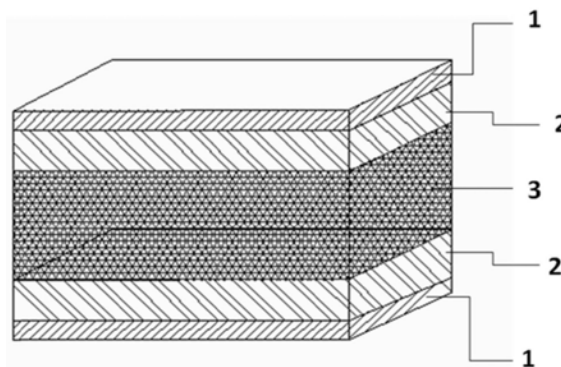
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构及其制备方法,该结构包括两功能层、两结构层和蜂窝层,其中,两结构层对称排布于蜂窝层两侧,结构层0°方向与蜂窝拉伸方向L向一致,两功能层对称排布于两结构层外侧;功能层为含无机抗菌母粒的树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;结构层为树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;蜂窝层为浸渍添加有抗菌剂和/或防霉剂的酚醛树脂的纸蜂窝结构。本发明中蜂窝夹层结构对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抗细菌率≥99%,对白色念珠菌的抗细菌率≥80%,防霉等级为0级,且力学性能保持性好。



1. 一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,其特征在于,该结构包括两功能层、两结构层和蜂窝层,其中,两结构层对称排布于蜂窝层两侧,拉伸结构层 $0^{\circ}$ 方向与蜂窝L向一致,两功能层对称排布于两结构层外侧;功能层为含无机抗菌母粒的树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;结构层为树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;蜂窝层为浸渍添加有抗菌剂和/或防霉剂的酚醛树脂的纸蜂窝结构。

2. 根据权利要求1所述的蜂窝夹层结构,其特征在于,蜂窝层成型过程中浸渍的酚醛树脂中添加有抗菌剂和防霉剂,抗菌剂为液体无机类抗菌剂CAG6000,防霉剂为防霉剂A02。

3. 根据权利要求2所述的蜂窝夹层结构,其特征在于,抗菌剂的添加量为酚醛树脂干胶的5wt%~45wt%,防霉剂的添加量为酚醛树脂干胶的5wt%~10wt%。

4. 根据权利要求1所述的蜂窝夹层结构,其特征在于,功能层中,无机抗菌母粒为无机抗菌母粒RHA-TA。

5. 根据权利要求4所述的蜂窝夹层结构,其特征在于,功能层中,无机抗菌母粒的添加量为树脂干胶的2wt%~20wt%。

6. 根据权利要求1所述的蜂窝夹层结构,其特征在于,功能层中,增强材料可以选自T300、T700、T800、M40J高性能碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维单向带或其二维织物中的一种或组合;

树脂可以选自环氧树脂、双马来酰亚胺树脂、氰酸脂树脂、聚酰亚胺树脂或邻苯二甲腈树脂体系的一种或其组合。

7. 根据权利要求1所述的蜂窝夹层结构,其特征在于,结构层中,增强材料可以选自T300、T700、T800、M40J高性能碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维单向带或其二维织物中的一种或组合;

树脂可以选自环氧树脂、双马来酰亚胺树脂、氰酸脂树脂、聚酰亚胺树脂或邻苯二甲腈树脂体系的一种或其组合。

8. 一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构的制备方法,其特征在于,用于制备上述权利要求1至7之一所述的结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,包括以下步骤:

步骤1,功能层原材料的制备:选取无机抗菌母粒作为添加剂,与树脂充分混合后,涂敷成膜,随后与增强材料一同制备成均匀的干法预浸料;

步骤2,结构层原材料的制备:选取与功能层相同的树脂体系与增强材料,复合成干法预浸料,结构层不含无机抗菌母粒;

步骤3,蜂窝层原材料的制备:在纸蜂窝制备的浸胶过程中,向酚醛树脂中加入抗菌剂和/或防霉剂,浸胶,依据最终成型需求来制备半固化或固化的蜂窝;

步骤4,成型:依据实际工况需求,设计功能层与结构层的比例,然后在面板模具上依次铺覆功能层与结构层,热压罐固化成型,形成一体化面板;

随后在组装模具中依次放入功能层在外侧的面板、胶膜、蜂窝层、胶膜、功能层在外的面板,热压罐固化成型。

9. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,步骤4中,结构层层数远大于功能层层数,功能层层数控制在4层以下。

## 一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于复合材料制造技术领域,特别涉及一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 蜂窝夹层结构材料是一种高效的轻质、高比强、高比刚度材料,既可用于结构件,也可用于隔热、降噪等功能件的制造,是未来先进飞行器制造的主要选材之一。现有的各类蜂窝中,金属蜂窝比重较大,随着复合材料科学的飞速发展和愈来愈迫切的减重需求,在航空航空间站,飞行器等结构零部件逐渐从金属更新至树脂基复合材料。然而,非金属的树脂基复合材料若长期在密闭或潮湿环境易出现霉菌繁殖问题,故须对工况下的非金属材料的抗菌防霉等指标进行控制。

[0003] 战略战术武器在制造与使用之间存在较长的储存运输期,在此过程中易出现霉菌繁殖等问题,带来潜在的结构性能下降问题。航空发动机声衬构件由于天气环境,长期处在潮湿环境中,尽管有排水槽的设计存在,蜂窝中难免会存在积水,也会带来潜在的性能下降问题。空间站的密封舱和非密封舱、舱内和舱外也使用了大量的树脂基复合材料。相对于金属材料,密封舱内的树脂基复合材料会出现成为霉菌繁殖场所等问题。为了进行密封舱微生物控制,需对舱内树脂基复合材料的抗菌防霉等生物安全指标进行控制。同时,空间站内饰系统的主要功能是为舱内提供硬质的支撑,便于航天员的借力支持,同时实现舱内的整体架构,因而对使用的树脂基复合材料的力学性能也有着严格的要求。

[0004] 基于上述问题,亟需对树脂基复合材料构件进行结构生物安全一体化复合设计与制备,实现结构的完备化材料设计基础与制备技术。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有技术中的不足,本发明人进行了锐意研究,提供了一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构及其制备方法,通过引入与工艺相适应的高浓度无机抗菌母粒RHA-TA,解决了面板生物安全性能问题;在蜂窝制备的浸胶过程中引入液体无机类抗菌剂CAG6000与防霉剂A02,实现了蜂窝的生物安全性能,将含量较高的面板铺层设计在表层,中间层则使用不含抗菌防霉剂的面板,能够实现生物安全性能的同时保证结构性能,从而完成本发明。

[0006] 本发明提供的技术方案如下:

[0007] 第一方面,一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,其中,该结构包括两功能层、两结构层和蜂窝层,其中,两结构层对称排布于蜂窝层两侧,结构层 $0^{\circ}$ 方向与蜂窝L向一致,两功能层对称排布于两结构层外侧;功能层为含无机抗菌母粒的树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;结构层为树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;蜂窝层为浸渍添加有抗菌剂和/或防霉剂的酚醛树脂的纸蜂窝结构。

[0008] 第二方面,一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构的制备方法,用于制备

上述第一方面所述的结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,包括以下步骤:

[0009] 步骤1,功能层原材料的制备:选取无机抗菌母粒作为添加剂,与树脂充分混合后,涂敷成膜,随后与增强材料一同制备成均匀的干法预浸料;

[0010] 步骤2,结构层原材料的制备:选取与功能层相同树脂体系与增强材料,复合成干法预浸料,结构层不含无机抗菌母粒;

[0011] 步骤3,蜂窝层原材料的制备:在纸蜂窝制备的浸胶过程中,向酚醛树脂中加入抗菌剂和/或防霉剂,浸胶,依据最终成型需求来制备半固化或固化的蜂窝;

[0012] 步骤4,成型:依据实际工况需求,设计功能层与结构层的比例,然后在面板模具上依次铺覆功能层与结构层,热压罐固化成型,形成一体化面板;

[0013] 随后在组装模具中依次放入功能层在外侧的面板、胶膜、蜂窝层、胶膜、功能层在外的面板,热压罐固化成型。

[0014] 根据本发明提供一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构及其制备方法,具有以下有益效果:

[0015] (1) 本发明中蜂窝夹层结构,实现了面板(功能层+结构层)与芳纶纸蜂窝的材料级生物安全性能,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抗菌率 $\geq 99\%$ ,对白色念珠菌的抗菌率 $\geq 80\%$ ,防霉等级为0级;

[0016] (2) 本发明中蜂窝夹层结构,通过将抗菌剂含量较高的功能层作为表层,将不含抗菌剂的结构层作为中间层,在实现生物安全性能的同时保证结构力学性能;相较于无机抗菌母粒在功能层和结构层中平均分布的体系,力学性能保持率比抗菌性能相当的体系高10%-20%,而对白色念珠菌的杀伤能力比平均含量相同的体系则高30%以上。

## 附图说明

[0017] 图1示出本发明中蜂窝夹层结构的结构示意图;

[0018] 图2示出蜂窝层抗菌性能结果,每项下第一列为金黄色葡萄球菌抗菌率,第二列为大肠杆菌抗菌率,第三列为白色念珠菌抗菌率;

[0019] 图3示出蜂窝夹层结构抗菌性能结果,每项下第一列为金黄色葡萄球菌抗菌率,第二列为大肠杆菌抗菌率,第三列为白色念珠菌抗菌率。

## 具体实施方式

[0020] 下面通过对本发明进行详细说明,本发明的特点和优点将随着这些说明而变得更加清楚、明确。

[0021] 根据本发明的第一方面,如图1所示,提供了一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,该结构包括两功能层1、两结构层2和蜂窝层3,其中,两结构层2对称排布于蜂窝层3两侧,结构层0°方向与蜂窝L向一致,两功能层1对称排布于两结构层2外侧;功能层为含无机抗菌母粒的树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;结构层为树脂胶膜与增强材料复合的预浸料固化而成;蜂窝层为浸渍添加有抗菌剂和/或防霉剂的酚醛树脂的纸蜂窝结构。其中,蜂窝L向是指蜂窝孔格拉伸方向。

[0022] 在本发明中,蜂窝层3选自芳纶纸蜂窝或玻璃钢蜂窝中的任意一种。蜂窝层3可以为开槽或不开槽多种规格的蜂窝。

[0023] 进一步地,蜂窝层3成型过程中浸渍的酚醛树脂中添加有抗菌剂和防霉剂,得到具备生物安全性的蜂窝结构,抗菌剂为液体无机类抗菌剂CAG6000,防霉剂为防霉剂A02。其中,CAG6000为纯无机纳米银抗菌剂,为纳米银溶液,含银量达到6000ppm以上;防霉剂A02为高效液体抗菌防霉剂,为非离子体系,采用有机无机复合抗霉剂,具有广谱的抗菌防霉性能。。

[0024] 抗菌剂的添加量为酚醛树脂干胶的5wt%~45wt%,防霉剂的添加量为酚醛树脂干胶的5wt%~10wt%。为了浸渍蜂窝或者涂敷成膜,树脂中会加入溶剂,其中,不含有溶剂的树脂本身称为干胶。上述添加范围的抗菌剂和防霉剂,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抗细菌率 $\geq 99\%$ ,对白色念珠菌的抗细菌率 $\geq 80\%$ ,防霉等级为0级。

[0025] 在本发明中,功能层中,无机抗菌母粒为无机抗菌母粒RHA-TA,其为银、锌为活性组分的无机抗菌防霉剂,活性组分含量 $\geq 93\%$ ,耐温性达到500℃,适用于注塑等工艺。本发明人在功能层中采用母粒形态的抗菌剂而不选择液态抗菌剂,原因在于树脂制成胶膜阶段需要保证树脂的粘度,如若使用液态抗菌剂会降低体系粘度,影响预浸料制备工艺;选择RHA-TA的原因在于该无机抗菌防霉剂有良好的耐热性能,并且工艺适应性较好,缓释性抗菌,抗菌性能时效长。银系抗菌对细菌真菌细胞膜有接触反应,能够造成细菌固有成分被破坏或产生功能障碍从而导致细菌死亡。

[0026] 功能层中,无机抗菌母粒的添加量为树脂干胶的2wt%~20wt%。经过试验发现,当添加量大于2wt%时,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抗细菌率 $\geq 99\%$ ,对白色念珠菌的抗细菌率 $\geq 80\%$ ,防霉等级为0级;当添加量超过20wt%时,树脂涂敷形成的胶膜质量不均一,无法均匀涂敷成膜。

[0027] 功能层中,增强材料可以选自T300、T700、T800、M40J高性能碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维单向带或二维织物中的一种或组合。

[0028] 功能层中,树脂可以选自环氧树脂、双马来酰亚胺树脂、氰酸脂树脂、聚酰亚胺树脂或邻苯二甲腈树脂体系的一种或其组合。

[0029] 在本发明中,结构层中,增强材料可以选自T300、T700、T800、M40J高性能碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维单向带或二维织物中的一种或组合。

[0030] 结构层中,树脂可以选自环氧树脂、双马来酰亚胺树脂、氰酸脂树脂、聚酰亚胺树脂或邻苯二甲腈树脂体系的一种或其组合。

[0031] 结构层中,树脂中不含抗菌剂,以保证结构层的力学性能,从而实现整体结构的力学性能。在本发明中,功能层主要提供蜂窝夹层结构面板的生物安全性功能,结构层主要提供蜂窝夹层结构面板的力学功能,结构层层数要远大于功能层层数,功能层层数尽量控制在4层以下。功能层和结构层的分别设置,相较于均一化功能层和结构层,在提高内外抗菌能力的同时,利于保证蜂窝夹层结构的力学强度。

[0032] 上述蜂窝夹层结构,保证对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抗细菌率 $\geq 99\%$ ,对白色念珠菌的抗细菌率 $\geq 80\%$ ,防霉等级为0级;蜂窝夹层结构中蜂窝层对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抗细菌率 $\geq 99\%$ ,对白色念珠菌的抗细菌率 $\geq 80\%$ ,防霉等级为0级,面板及夹层结构测试标准为GJB150.10A-2009与QB/T2591-2003,蜂窝测试标准为GB/T20944.3。

[0033] 上述蜂窝夹层结构的功能层和结构层作为整体,相较于无机抗菌母粒在功能层和结构层中平均分布的体系,力学性能保持率比抗菌性能相当的体系高10-20%,而对白色念

珠菌的杀伤能力比平均含量相同的体系则高30%以上。

[0034] 根据本发明的第二方面,提供了一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构的制备方法,用于制备上述第一方面所述的结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,包括以下步骤:

[0035] 步骤1,功能层原材料的制备:选取无机抗菌母粒作为添加剂,与树脂充分混合后,涂敷成膜,随后与增强材料一同制备成均匀的干法预浸料;

[0036] 步骤2,结构层原材料的制备:选取与功能层相同的树脂体系与增强材料,复合成干法预浸料,结构层不含无机抗菌母粒;

[0037] 步骤3,蜂窝层原材料的制备:在纸蜂窝制备的浸胶过程中,向酚醛树脂中加入适量抗菌剂和/或防霉剂,浸胶,依据最终成型需求来制备半固化或固化的蜂窝;

[0038] 步骤4,成型:依据实际工况需求,设计功能层与结构层的比例,然后在面板模具上依次铺覆功能层与结构层,热压罐固化成型;

[0039] 随后在组装模具中依次放入功能层在外侧的面板、胶膜、蜂窝层(视结构不同判断是否需要定型蜂窝)、胶膜、功能层在外的面板,热压罐固化成型。

[0040] 在本发明中,步骤1中,无机抗菌母粒为无机抗菌母粒RHA-TA。无机抗菌母粒的添加量为树脂干胶的2wt%~20wt%。

[0041] 增强材料可以选自T300、T700、T800、M40J高性能碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维单向带或其二维织物中的一种或组合。树脂可以选自环氧树脂、双马来酰亚胺树脂、氰酸脂树脂、聚酰亚胺树脂或邻苯二甲腈树脂体系的一种或其组合。

[0042] 预浸料固化后单层功能层的厚度控制在0.05~0.3mm的范围内。

[0043] 在本发明中,步骤2中,增强材料可以选自T300、T700、T800、M40J高性能碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维单向带或其二维织物中的一种或组合。树脂可以选自环氧树脂、双马来酰亚胺树脂、氰酸脂树脂、聚酰亚胺树脂或邻苯二甲腈树脂体系的一种或其组合。

[0044] 预浸料中不含抗菌剂。

[0045] 预浸料固化后单层结构层的厚度控制在0.05~0.3mm的范围内。

[0046] 在本发明中,步骤3中,蜂窝层选自芳纶纸蜂窝或玻璃钢蜂窝中的任意一种。蜂窝层可以为开槽或不开槽多种规格的蜂窝。

[0047] 进一步地,蜂窝层浸渍的酚醛树脂中添加有抗菌剂和防霉剂,得到具备生物安全性的蜂窝结构,抗菌剂为液体无机类抗菌剂CAG6000,防霉剂为防霉剂A02。抗菌剂的添加量为酚醛树脂干胶的5wt%~45wt%,防霉剂的添加量为酚醛树脂干胶的5wt%~10wt%。

[0048] 在本发明中,步骤4中,结构层中预浸料铺层数远大于功能层中层数,功能层层数控制在4层以下。

[0049] 步骤4中,胶膜选自J-47C胶膜、J-116A、或SJ-2C等中的任意一种或其组合。

[0050] 实施例 实施例1

[0051] 一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,其结构如图1所示,包括功能层1、结构层2和芳纶纸蜂窝3。功能层/结构层的增强材料为碳纤维单向带T700(日本东丽),树脂为增韧604环氧树脂(航天材料及工艺研究所),无机抗菌母粒RHA-TA(上海润河纳米材料科技有限公司),芳纶纸蜂窝NH-2.75-32-10mm(苏州芳磊蜂窝复合材料有限公司),液体无机类抗菌剂CAG6000(北京崇高纳米科技有限公司),防霉剂为防霉剂A02(北京崇高纳米科技

有限公司);J-47C胶膜(黑龙江省科学院石油化学研究院)。

[0052] 蜂窝夹层结构的制备方法,包括以下步骤:

[0053] 选取无机抗菌母粒RHA-TA作为添加剂,添加比例为树脂干胶质量分数的7.5%,与604环氧树脂充分混合后,涂敷成膜,随后与增强材料一同制备成均匀的干法预浸料;固化后单层厚度为0.05mm;

[0054] 通过同样的工艺制备不含添加剂的T700/604预浸料,固化后单层厚度为0.05mm。功能层为2层,结构层为8层,最终面板RHA-TA添加剂的平均含量为1.5wt%(树脂干胶);

[0055] 在蜂窝层制备的浸胶过程中,向酚醛树脂中加入液体无机类抗菌剂CAG6000和防霉剂A02,浸胶,烘干,A02加入量为酚醛树脂干胶的10wt%,CAG6000加入量为酚醛树脂干胶的20wt%;

[0056] 依次铺放2层功能层、8层结构层,热压罐固化成型面板;

[0057] 随后在组装模具中依次放入成型后的面板、J-47C胶膜、芳纶纸蜂窝、J-47C胶膜、成型后的面板,注意面板的不对称性,控制功能层露在外表面,热压罐固化成型。

[0058] 实施例2

[0059] 一种结构与生物安全一体化轻质蜂窝夹层结构,其结构如图1所示,包括功能层1、结构层2和芳纶纸蜂窝3。功能层/结构层的抗菌增强布/增强布基材为芳纶纤维锻纹织物,八枚三飞锻纹F-8H3(宜兴天鸟),树脂为增韧602环氧树脂(航天材料及工艺研究所),无机抗菌母粒RHA-TA(上海润河纳米材料科技有限公司),芳纶纸蜂窝NH-5.5-48-20mm(苏州芳磊蜂窝复合材料有限公司),液体无机类抗菌剂CAG6000(北京崇高纳米科技有限公司),防霉剂为防霉剂A02(北京崇高纳米科技有限公司);J-47C胶膜(黑龙江省科学院石油化学研究院)。

[0060] 蜂窝夹层结构的制备方法,包括以下步骤:

[0061] 选取无机抗菌母粒RHA-TA作为添加剂,添加比例为树脂干胶质量分数6%,与602环氧树脂充分混合后涂敷成膜,随后与增强材料一同制备成均匀的干法预浸料;固化后单层厚度为0.12mm;

[0062] 通过同样的工艺制备不含RHA-TA添加剂的F-8H3/602预浸料,固化后单层厚度为0.12mm。功能层与结构层分别为3层,最终面板添加剂的平均含量为3wt%(树脂干胶);

[0063] 在蜂窝层制备的浸胶过程中,向酚醛树脂中加入液体无机类抗菌剂CAG6000和防霉剂A02,浸胶,烘干,A02加入量为酚醛树脂干胶的10wt%,CAG6000加入量为酚醛树脂干胶的30wt%;

[0064] 依次铺放3层功能层、3层结构层,热压罐固化成型面板;

[0065] 随后在组装模具中依次放入成型后的面板、J-47C胶膜、芳纶纸蜂窝、J-47C胶膜、成型后的面板,注意面板的不对称性,控制功能层露在外表面,热压罐固化成型。

[0066] 实验例

[0067] 实验例1

[0068] 对于蜂窝夹层结构的蜂窝层材料需按照《纺织品抗菌性能的评价第3部分:振荡法》(GB/T 20944.3-2008)规定的方法进行材料抗菌性能试验,防霉性能则按照GJB150.10A-2009标准进行防霉试验。采用实施例1的方式制备蜂窝层,蜂窝层制备过程中,分别加入10%、30%、40%的添加剂(防霉剂A02的添加量为5%,其余均为抗菌剂CAG6000),

制备的蜂窝层进行抗菌能力检测。

[0069] 蜂窝层的抗菌性能试验结果如图2所示,从图2中可见,传统方式的蜂窝对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、白色念珠菌的抗菌率均低于70%,而加入添加剂10%、30%、40%的蜂窝层则均大于90%。而防霉性能等级来看,传统方式蜂窝为2级轻度,材料表面霉菌断续蔓延,霉菌下面的表面依然可见;而其他试样均为0级,材料无霉菌生长。

#### [0070] 实验例2

[0071] 对于蜂窝夹层结构的面板材料需按照《抗菌塑料抗菌性能试验方法和抗菌效果》(QB/T 2591-2003)附录A规定的方法进行材料抗菌性能试验,防霉性能则按照GJB150.10A-2009标准进行防霉试验。面板材料的抗菌性能试验结果如表1所示,表1中0%为结构层;1.0%、1.5%、2.0%、3.0%、6.0%、10.0%、20.0%指纯功能层添加量;1.5A%、3.0A%、1.5B%、3.0B%指实施例1与2的面板,A代表实验面为功能面,B代表实验面为结构面。

[0072] 从表1中可见,结构层对应的是0%的试验结果,对三种菌的抗菌率均低于50%;当添加剂含量为1.5%时,对白色念珠菌的抗菌率仅有49%,远低于80%。

[0073] 1.5A%与3.0A%分别对应实施例1与2的面板抗菌性能(实验面为功能面),对三种菌的抗菌率均高于90%,与其对照的1.5B%与3.0B%为结构相同的面板,但实验面从功能层变化至结构层,可以看到抗菌率急剧下降;通过对比1.5%与1.5A%结果可以看到,采用该方法可提高白色念珠菌抗菌率30%。

[0074] 表1

序号	抗菌率			防霉	
	添加量	金黄色葡萄球菌/%	大肠杆菌/%		白色念珠菌/%
	0%	7.5	50	0	0级
	1.0%	99	99	18	0级
	1.5%	99	99	49	0级
	1.5A%	99	99	93	0级
[0075]	1.5B%	34	28	11	0级
	2.0%	99	99	85	0级
	3.0%	99	99	87	0级
	3.0A%	99	99	94	0级
	3.0B%	40	32	21	0级
	6.0%	99	99	91	0级
	10.0%	99	99	92	0级
	20.0%	99	99	95	0级

#### [0076] 实验例3

[0077] 对于蜂窝夹层结构整体需按照《纺织品抗菌性能的评价第3部分:振荡法》(GB/T 20944.3-2008)规定的方法进行材料抗菌性能试验,防霉性能则按照GJB150.10A-2009标准进行防霉试验。

[0078] 实施例1和实施例2中蜂窝夹层结构的抗菌性能试验结果如图3所示,从图3中可见,传统方式的夹层结构对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、白色念珠菌的抗菌率均低于60%,而实施例1与实施例2对应的夹层结构试样则均大于90%。而防霉性能等级来看,传统方式与两实施例均为0级,材料无霉菌生长。

#### [0079] 实验例4

[0080] 对实施例1的纯功能层、纯结构层和两者混杂结构(面板)的力学性能进行系统研究,试验结果列于表2中。结构层对应的力学性能为0%列,功能层为7.5%列,混杂为1.5A%列。从表2中可见,随着抗菌防霉剂的添加,整体的力学性能呈现下降趋势,但最终产品面板混杂结构的力学性能普遍均比纯功能层高10-20%以上,既实现了更高的生物安全性能,也比抗菌性能相当的体系高10%-20%。

[0081] 表2

[0082]

参数	0%	7.50%	1.50A
纵向拉伸强度/MPa	793	530	605
纵向拉伸模量/GPa	49.5	30.2	34.5
横向拉伸强度/MPa	798	515	654
横向拉伸模量/GPa	51.1	30.6	37.5
纵向压缩强度/MPa	635	415	473
纵向压缩模量/GPa	63.3	33.6	40.1
横向压缩强度/MPa	644	398	455
横向压缩模量/GPa	69.4	31.1	38.3
纵向弯曲强度/MPa	906	661	767
纵向弯曲模量/GPa	44.5	32.1	35.6
横向弯曲强度/MPa	901	559	668
横向弯曲模量/GPa	42.8	30.4	33.9
纵向层剪强度/MPa	59.0	56.1	69
横向层剪强度/MPa	56.0	54.0	59.9

[0083] 以上结合具体实施方式和范例性实例对本发明进行了详细说明,不过这些说明并不能理解为对本发明的限制。本领域技术人员理解,在不偏离本发明精神和范围的情况下,可以对本发明技术方案及其实施方式进行多种等价替换、修饰或改进,这些均落入本发明的范围内。本发明的保护范围以所附权利要求为准。

[0084] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

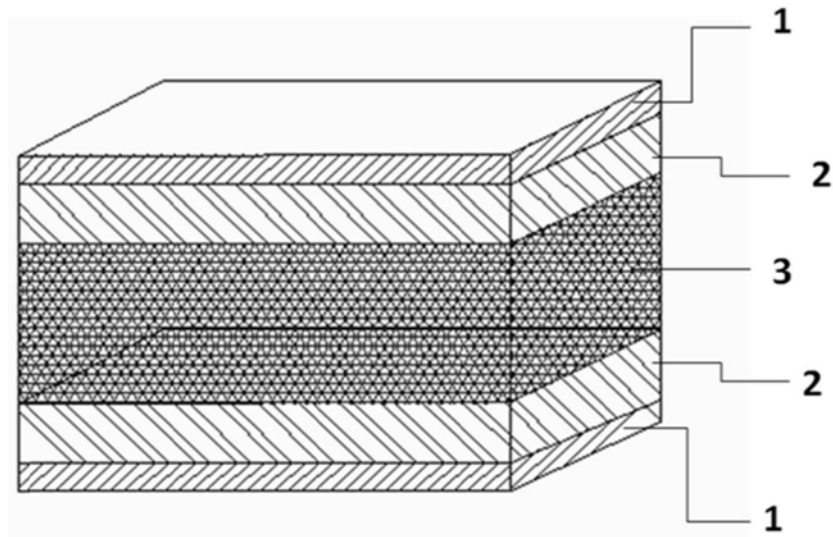


图1

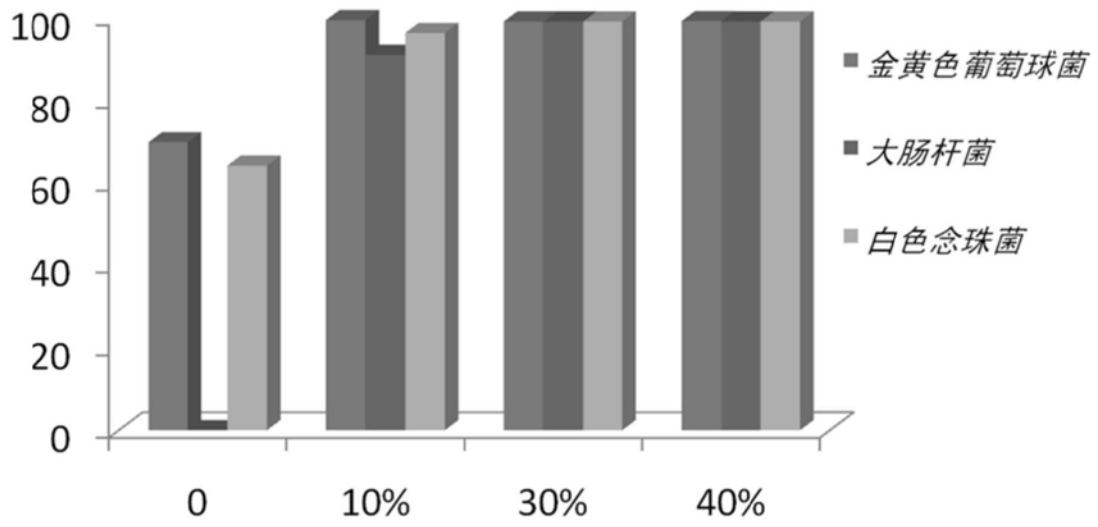


图2

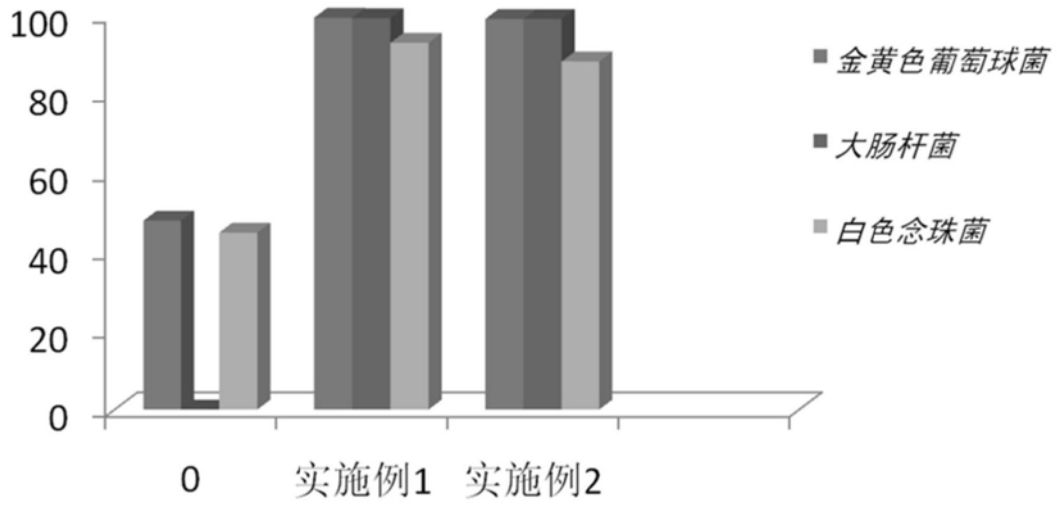


图3