(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114485273 A
(43)申请公布日 2022.05.13

(21)申请号 202210054834.5

(22)申请日 2022.01.18

(71)申请人 株洲时代新材料科技股份有限公司
地址 412000 湖南省株洲市天元区海天路18号

(72)发明人 杨海洋 胡梦龙 甘顺昌 郑永谷元 许双喜 张亚新 谭平华 彭超义 向中华

(74)专利代理机构 长沙朕扬知识产权代理事务所(普通合伙) 43213
专利代理师 杨斌

(51)Int.Cl.
F41H 5/04(2006.01)

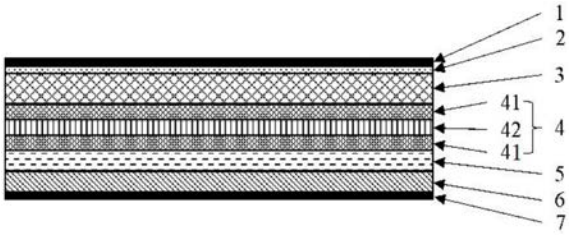
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种电磁屏蔽防侵彻材料及其制备方法和应用

(57)摘要

一种电磁屏蔽防侵彻材料及其制备方法和应用，所述防侵彻材料由外至内包括：上涂层(1)、约束层(2)、陶瓷层(3)、电磁屏蔽层(4)、第二纤维复合层(6)，下涂层(7)，所述电磁屏蔽层(4)包括n层第一纤维复合层(41)和粘接在第一纤维复合层(41)之间的m层芳纶蜂窝纸板(42)，n＞m，n、m均为正整数；本发明的防侵彻材料是通过综合考虑防护性、机动性和电磁屏蔽性等因素而设计的一种复合装甲，能降低防护结构的面密度与厚度，并具有一定的电磁屏蔽性能，能将侵彻破坏限制在小范围内。



CN 114485273 A

1.一种电磁屏蔽防侵彻材料,其特征在于,所述防侵彻材料由外至内包括:上涂层(1)、约束层(2)、陶瓷层(3)、电磁屏蔽层(4)、第二纤维复合层(6)和下涂层(7),所述电磁屏蔽层(4)包括n层第一纤维复合层(41)和粘接在第一纤维复合层(41)之间的m层芳纶蜂窝纸板(42),n＞m,n、m均为正整数。

2.如权利要求1所述的电磁屏蔽防侵彻材料,其特征在于,所述第一纤维复合层(41)与芳纶蜂窝纸板(42)通过胶粘剂粘接,热压成型得到电磁屏蔽层(4),所述胶粘剂包括环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯、聚醋酸乙烯脂、乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇缩醛中的至少一种。

3.如权利要求1所述的电磁屏蔽防侵彻材料,其特征在于,所述第一纤维复合层(41)中包括导电填料,所述导电填料包括炭黑、石墨烯和碳纳米管中的至少两种,不同的第一纤维复合层中导电填料的配比根据屏蔽设计要求进行不同的调整。

4.如权利要求1所述的电磁屏蔽防侵彻材料,其特征在于,所述电磁屏蔽层(4)与所述第二纤维复合层(6)之间还设有橡胶层(5)。

5.如权利要求4所述的电磁屏蔽防侵彻材料,其特征在于,所述橡胶层(5)中设置有帘子布作为支撑骨架,所述橡胶包括天然橡胶、丁基橡胶或氯丁橡胶中的至少一种。

6.如权利要求1-5任一项所述的电磁屏蔽防侵彻材料,其特征在于,所述的陶瓷层(3)选用陶瓷整板或由规则多边形陶瓷片拼接而成的陶瓷拼接板,其材质包括Al_2O_3、SiC、B_4C、BN或Si_3N_4中的至少一种;所述的约束层(2)包括芳纶ⅡUD布、芳纶ⅢUD布或超高分子量聚乙烯UD布中的至少一种;所述上涂层(1)和下涂层(2)包括聚脲涂层。

7.一种如权利要求1-6中任一项所述的电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)制备电磁屏蔽层:将n层芳纶蜂窝纸板插排入m层第一纤维复合层之间,粘接,热压成型得到电磁屏蔽层;

(2)将约束层、陶瓷层、电磁屏蔽层、橡胶层、第二纤维复合层依次粘接,热压成型,得到防侵彻材料主体;

(3)打磨防侵彻材料主体,喷涂上下涂层,得到电磁屏蔽防侵彻材料。

8.如权利要求7所述的电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法,其特征在于,所述第一纤维复合层、第二纤维复合层通过高性能纤维预浸热压粘结得到,所述第一纤维复合层中包括导电填料,制备方法为:将导电填料加入预浸胶粘剂溶液中,均匀分散,浸渍处理高性能纤维单向增强织物,得到含导电材料的纤维预浸布,将含有导电填料的纤维预浸布堆叠,相邻两层纤维预浸布纤维取向方向相互垂直,热压成型制得第一纤维复合层。

9.如权利要求7所述的电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法,其特征在于,步骤(1)所述热压成型温度为120～130℃,压力为10～15MPa。

10.如权利要求8所述的电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法,其特征在于,所述高性能纤维的材质包括碳纤维、芳纶Ⅱ、芳纶Ⅲ或超高分子量聚乙烯中的至少一种,预浸采用的浸渍预浸胶粘剂包括环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯中的至少一种。

11.如权利要求7所述的电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法,其特征在于,步骤(1)、(2)所述粘接采用胶粘剂,其中橡胶层与相邻的电磁屏蔽层和第二纤维复合层之间采用双涂层胶粘剂进行粘结,所述胶粘剂包括环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯、聚醋酸乙烯脂、乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇缩醛中的至少一种。

12.如权利要求7所述的电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法,其特征在于,步骤(2)中热压温度控制为110～120℃,压力控制为2～2.5MPa;步骤(3)中所述喷涂上下涂层为在装甲主体的上表面与下表面喷涂聚脲涂层。

13.一种如权利要求1-6中任一项所述的电磁屏蔽防侵彻材料的应用,其特征在于,所述电磁屏蔽防侵彻材料应用在防弹装备中。

一种电磁屏蔽防侵彻材料及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于防护装甲领域，尤其涉及一种电磁屏蔽防侵彻材料及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 随着现代武器侵彻能力不断提高，对直升机装甲、坦克装甲的防护性提出了更高的要求，防弹装甲的重量也越来越重。然而为保证作战设备的机动性，装甲重量与其防护性之间的矛盾成为需要解决的首要问题。

[0003] 金属材质防弹装甲要达到有效防护弹侵彻的效果，需要不断提高防弹钢的厚度，会大大牺牲作战设备的机动性。因此，研究者们对非金属材质的防侵彻材料进行了开发。非金属陶瓷材料因其密度低、模量高、刚度强，在高温下不丧失硬度的特点，近些年被广泛用于防弹装甲替代金属材料。然而，陶瓷材料应用于防侵彻材料仍有其局限性，子弹的侵彻作用容易使其发生整体碎裂，无法抵御连续的弹丸侵彻破坏。现有的装甲抵御弹丸侵彻时无法完全吸收其动能，仍有部分冲击传递至作战设备，造成冲击，影响作战设备运行的稳定性。同时，为应对现代化战争中复杂多变的战场情况，要求赋予防侵彻材料一些特殊性能，如电磁屏蔽性，避免被敌方电子干扰，提高作战设备的战场生存能力。因此，选用多种材质进行复合是制备现代化防弹装甲的发展趋势。

[0004] 目前，防侵彻材料的制备仍有诸多方面亟需改进，主要表现为以下几个方面：(1)防护性要求制约了装甲重量的轻量化；(2)装甲的抵御连续侵彻破坏能力不足；(3)无法满足现代化战争对装甲的电磁屏蔽性的需求；(4)为保证作战设备的稳定运行对装甲的阻尼吸能性仍待提高。

[0005] 为解决上述问题，需对防侵彻材料的材料和整体结构进行系统性研究开发。

发明内容

[0006] 本发明克服以上背景技术中提到的不足和缺陷，提供一种电磁屏蔽防侵彻材料及其制备方法和应用。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明提出的技术方案为：

[0008] 一种电磁屏蔽防侵彻材料，所述防侵彻材料由外至内包括：上涂层、约束层、陶瓷层、电磁屏蔽层、第二纤维复合层，下涂层，所述电磁屏蔽层包括n层第一纤维复合层和粘接在第一纤维复合层之间的m层芳纶蜂窝纸板，n＞m，n、m均为正整数。

[0009] 本发明的电磁屏蔽层能够根据需求选择多层电磁屏蔽结构，可以通过调整导电填料配比，赋予各层不同的电磁屏蔽性能，相比于具有相同总厚度且导电填料单一配比的单层电磁屏蔽结构，多层结构有更高的屏蔽效能和更宽的屏蔽频带。当m、n大于1时，在电磁屏蔽层中，各第一纤维复合层所添加的导电填料可有所不同，如此搭配，可以达到满足屏蔽更宽波段、不同频率电磁波的效果。同时，各第一纤维复合层之间的芳纶蜂窝纸板具有高的比强度和比刚度，能减轻装甲重量。

[0010] 第二纤维复合层能吸收并耗散子弹的剩余能量，确保装甲的防护性。

[0011] 以上各层中，电磁屏蔽层既起电磁屏蔽作用，又能够为陶瓷层提供支撑；橡胶层则起阻尼吸能作用，缓冲弹道冲击；第二纤维复合层则是通过变形吸收剩余能量，保证防护效果。以上结构可以实现装甲对弹丸侵彻过程的阻力恒定，而且一开始就是以最大的阻力作用在弹丸上，起到最佳的防护效果。优选的，所述第一纤维复合层与芳纶蜂窝纸板通过胶粘剂粘接，热压成型得到电磁屏蔽层，所述胶粘剂包括环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯、聚醋酸乙烯脂、乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇缩醛中的至少一种。

[0012] 优选的，所述第一纤维复合层中包括导电填料，所述导电填料包括炭黑、石墨烯和碳纳米管中的至少两种，不同的第一纤维复合层中导电填料的配比根据屏蔽设计要求进行不同的调整。

[0013] 具体的导电填料配比依据需要屏蔽的电磁波波段和频率给出，技术人员能够查阅相关文献资料自行获取相关填料的配比范围。

[0014] 优选的，所述电磁屏蔽层与所述第二纤维复合层之间还设有橡胶层。

[0015] 橡胶层能有效耗散子弹的冲击能量，起缓冲减震与阻尼吸能的作用。

[0016] 橡胶层介于电磁屏蔽层与第二纤维复合层之间，一是起阻尼吸能作用，缓冲弹道冲击；二是由于橡胶层的刚度和模量较小，当弹丸侵彻到达橡胶层时，易于发生弹道偏转，达到增强防护效果的目的。

[0017] 优选的，所述橡胶层中设置有帘子布作为支撑骨架，所述橡胶包括天然橡胶、丁基橡胶或氯丁橡胶中的至少一种。

[0018] 本发明在防侵彻材料层合结构中引入橡胶层，提高了装甲整体的阻尼吸能性，橡胶层中设置有帘子布作为支撑骨架，提升橡胶层的吸能能力，能更好地吸收弹丸动能释放产生的冲击，保证作战设备运行的稳定性。

[0019] 优选的，所述的陶瓷层选用陶瓷整板或由规则多边形陶瓷片拼接而成的陶瓷拼接板，其材质包括Al_2O_3、SiC、B_4C、BN或Si_3N_4中的至少一种；所述的约束层包括芳纶ⅡUD布、芳纶ⅢUD布或超高分子量聚乙烯UD布中的至少一种；所述上涂层和下涂层包括聚脲涂层。所述的聚脲涂层具有耐磨、高硬的特点，能有效抗子弹侵彻。

[0020] 在同一个技术构思下，本发明还提供一种电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法，包括以下步骤：

[0021] (1)制备电磁屏蔽层：将n层芳纶蜂窝纸板插排入m层第一纤维复合层之间，粘接，热压成型得到电磁屏蔽层；

[0022] (2)将约束层、陶瓷层、电磁屏蔽层、橡胶层、第二纤维复合层依次粘接，热压成型，得到防侵彻材料主体；

[0023] (3)打磨防侵彻材料主体，喷涂上下涂层，得到电磁屏蔽防侵彻材料。

[0024] 优选的，所述第一纤维复合层、第二纤维复合层通过高性能纤维预浸热压粘结得到，所述第一纤维复合层中包括导电填料，制备方法为：将导电填料加入预浸胶粘剂溶液中，均匀分散，浸渍处理高性能纤维单向增强织物，得到含导电材料的纤维预浸布，将含有导电填料的纤维预浸布堆叠，相邻两层纤维预浸布纤维取向方向相互垂直，热压成型制得第一纤维复合层。

[0025] 所述的第一纤维复合层，由于含有导电填料，故除具有缓冲、偏转弹头并耗散其能

量的作用外，还具有电磁屏蔽的效果，同时还可以通过调整导电填料的配比满足相应的屏蔽需求。

[0026] 优选的，步骤(1)所述热压成型温度为120～130℃，压力为10～15MPa。

[0027] 优选的，所述高性能纤维的材质包括碳纤维、芳纶Ⅱ、芳纶Ⅲ或超高分子量聚乙烯中的至少一种，更优选的，第一纤维复合层材质为碳纤维，第二纤维复合层材质为超高分子量聚乙烯纤维；预浸采用的预浸胶粘剂包括环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯中的至少一种。

[0028] 第一纤维复合层的纤维为陶瓷层提供支撑，使陶瓷层充分发挥抗压缩吸能，需要优选刚度和模量较大的纤维，碳纤维最佳，次之选择芳纶纤维，超高分子量聚乙烯纤维不推荐选择。

[0029] 第二纤维复合层纤维的选择出于以下考虑：在弹丸侵彻装甲的过程中，装甲受到的是压缩-剪切-拉伸载荷的变化，纤维的选取主要考虑拉伸性能，最优的选择为超高分子量聚乙烯纤维。

[0030] 此处浸渍树脂需考虑导电填料在胶粘剂溶液中的分散，对粘胶剂进行优选，其余胶粘剂存在不利于导电填料分散或呈非溶液状态等问题。

[0031] 优选的，步骤(1)(2)所述粘接采用胶粘剂，其中橡胶层与相邻的电磁屏蔽层和第二纤维复合层之间采用双涂层胶粘剂进行粘结，所述胶粘剂包括环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯、聚醋酸乙烯脂、乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇缩醛中的至少一种。

[0032] 橡塑界面的复合是影响防侵彻材料性能的关键，橡胶层与相邻层之间的理化性能有较大差异，不易粘结，使用双涂层胶粘剂能起很好的连接作用，避免界面脱粘。

[0033] 优选的，步骤(2)中热压温度控制为110～120℃，压力控制为2～2.5MPa；步骤(3)中所述喷涂上下涂层为在装甲主体的上表面与下表面喷涂聚脲涂层。

[0034] 与现有技术相比，本发明的有益效果为：

[0035] (1)本发明的防侵彻材料是通过综合考虑防护性、机动性和电磁屏蔽性等因素而设计的一种复合装甲，通过约束层、陶瓷层、电磁屏蔽层、橡胶层、第二纤维复合层的结合，能降低防护结构的面密度与厚度，并具有一定的电磁屏蔽性能，能将侵彻破坏限制在小范围内。

[0036] (2)本发明中的电磁屏蔽层采用芳纶蜂窝纸板与第一纤维复合层插的结构，相比于单层电磁屏蔽结构具有更高的屏蔽效能、更宽的屏蔽频带和更轻的质量。第一纤维复合层的导电填料可以根据防护需求进行调整，具有更好的灵活性。

[0037] (3)本发明在防侵彻材料层合结构中引入橡胶层，且内有帘子布作为支撑骨架，提高了装甲整体的阻尼吸能性，能更好地吸收弹丸动能释放产生的冲击，保证作战设备运行的稳定性。

[0038] (4)本发明中的约束层主要用于防止陶瓷层整体碎裂与碎片飞出，提高装甲的抵御连续的侵彻破坏能力。

附图说明

[0039] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例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发明的一些实施例，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。

[0040] 图1为实施例1电磁屏蔽防侵彻材料横截面示意图；

[0041] 图中：1、上涂层；2、约束层；3、陶瓷层；4、电磁屏蔽层；41、第一纤维复合层；42、芳纶蜂窝纸板；5、橡胶层；6、第二纤维复合层；7、下涂层。

具体实施方式

[0042] 为了便于理解本发明，下文将结合说明书附图和较佳的实施例对本发明做更全面、细致地描述，但本发明的保护范围并不限于以下具体实施例。

[0043] 除非另有定义，下文中所使用的所有专业术语与本领域技术人员通常理解含义相同。本文中所使用的专业术语只是为了描述具体实施例的目的，并不是旨在限制本发明的保护范围。

[0044] 除非另有特别说明，本发明中用到的各种原材料、试剂、仪器和设备等均可通过市场购买得到或者可通过现有方法制备得到。

[0045] 实施例1：

[0046] 一种电磁屏蔽防侵彻材料的制备方法，包括以下步骤：

[0047] (1)将石墨烯、碳纳米管加入环氧树脂溶液中，先搅拌分散均匀，再超声震荡30min，待均匀分散后得含有石墨烯和碳纳米管的环氧树脂，其质量配比为环氧树脂:石墨烯:碳纳米管＝80:15:5；

[0048] 将芳纶Ⅲ纤维单向增强织物经含石墨烯和碳纳米管的环氧树脂浸渍处理，得到含有石墨烯和碳纳米管的纤维预浸布，其中含有石墨烯和碳纳米管的环氧树脂占纤维预浸布总重量的40％～50％；

[0049] 将纤维预浸布堆叠，其中相邻两层纤维预浸布纤维取向方向相互垂直，控制热压成型压力为10～15MPa，热压成型温度为120～130℃，保温保压30min，得到厚度为3mm的第一纤维复合层一。

[0050] 重复上述步骤，但将添加的导电填料调整为炭黑与石墨烯，质量配比调整为环氧树脂:炭黑:石墨烯＝85:10:5，制备得到厚度为3mm的第一纤维复合层二。

[0051] (2)将厚度为2mm的芳纶蜂窝纸板层插入第一纤维复合层一与二之间，界面处用环氧树脂粘接结合，控制热压成型压力为15～25MPa，热压成型温度为100～130℃，保温保压1h，得到厚度为8mm的电磁屏蔽层。

[0052] (3)第二纤维复合层由多层超高分子量聚乙烯纤维预浸机织布通过热压粘结在一起得到，所用预浸树脂为环氧树脂，环氧树脂占第二纤维复合层的质量比为30～40％，在120～150℃，压力18～25MPa条件下，保温保压30min，得到厚度为5mm的第二纤维复合层。

[0053] (4)将约束层、陶瓷层、电磁屏蔽层、橡胶层、第二纤维复合层依次叠放，其中约束层材质为超高分子量聚乙烯UD布，陶瓷层为厚度为10mm的B4C陶瓷整板，橡胶层为5mm厚的氯丁橡胶层且内有帘子布作为增强骨架；橡胶层与相邻的电磁屏蔽层和第二纤维复合层之间采用双涂层胶粘剂进行粘结，其余各层界面由环氧树脂粘结，在室温空气中静置12h后，再在热压罐中热压复合，热压工艺条件：温度控制为110～120℃，压力控制为2～2.5MPa，保温保压1h，得到装甲主体，装甲主体表面用砂轮打磨平整后，再在装甲主体上表面与下表面分别喷涂厚度为0.5mm聚脲涂层。

[0054] 一种电磁屏蔽防侵彻材料，防侵彻材料由外至内包括：上涂层1、约束层2、陶瓷层3、电磁屏蔽层4、橡胶层5、第二纤维复合层6，下涂层7，电磁屏蔽层4包括第一纤维复合层一与二和粘接在第一纤维复合层一与二之间的1层芳纶蜂窝纸板42。

[0055] 一种电磁屏蔽防侵彻材料，运用在电磁屏蔽防弹装甲中。

[0056] 图1为实施例1电磁屏蔽防侵彻材料横截面示意图；由图可以看出，上涂层1、约束层2、陶瓷层3、电磁屏蔽层4、橡胶层5、第二纤维复合层6、下涂层7，按顺序依次排列，复合而成电磁屏蔽防侵彻材料。

[0057] 实施例2：

[0058] 实施例2与实施例1的区别在于电磁屏蔽层由两层厚度为1mm的芳纶蜂窝纸板层插入厚度为2mm的第一纤维复合层一、二与三之间制备得到，其中制备第一纤维复合层三选用的导电填料相应质量配比为环氧树脂:炭黑:石墨烯:碳纳米管＝85:5:5:5。

[0059] 一种电磁屏蔽防侵彻材料，防侵彻材料由外至内包括：上涂层1、约束层2、陶瓷层3、电磁屏蔽层4、橡胶层5、第二纤维复合层6，下涂层7，电磁屏蔽层4包括3层第一纤维复合层一、二与三和粘接在第一纤维复合层一、二与三之间的2层芳纶蜂窝纸板42。

[0060] 对比例1：

[0061] 对比例1与实施例1的区别在于橡胶层内无帘子布作为支撑骨架。

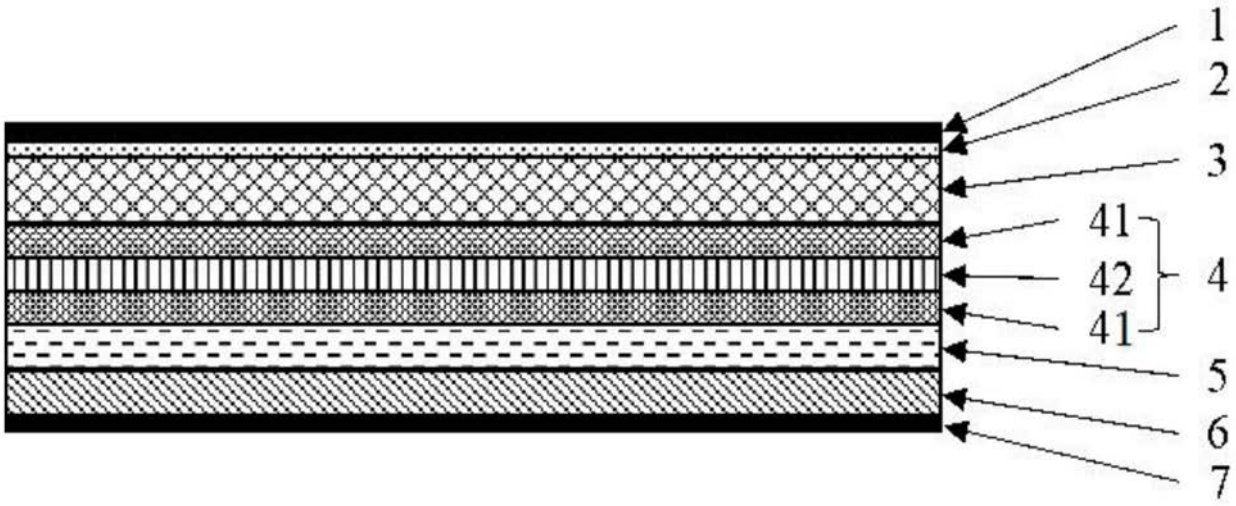


图1