



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661183 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310680430. 8

B32B 33/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 12. 12

(71) 申请人 东华大学

地址 201620 上海市松江区人民北路 2999
号

(72) 发明人 阳玉球 马岩 张前锦 杨佳慧
于利超 刘夏慧 徐芝兰 孔徐洁
肖冰

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司
31001

代理人 翁若莹

(51) Int. Cl.

B60R 19/18 (2006. 01)

B32B 1/08 (2006. 01)

B32B 27/02 (2006. 01)

B32B 27/12 (2006. 01)

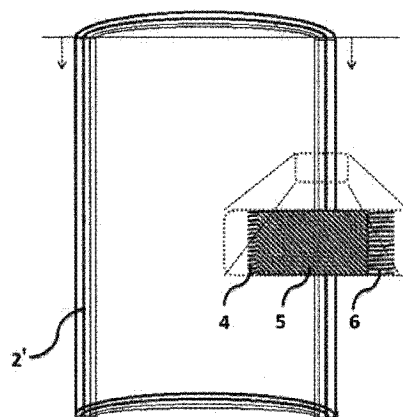
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种车用混杂型复合材料能量吸收部件及其
生产方法

(57) 摘要

本发明公开了一种车用混杂型复合材料能量吸收部件及其生产方法。所述能量吸收部件为圆形管状部件,包括从内至外的第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层。生产方法为:依次在芯模上缠绕已浸润基质的芳纶纤维、碳纤维、芳纶纤维,分别形成第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层;将缠好的能量吸收部件固化后脱去芯模即可。本发明满足汽车轻量化和安全的发展要求,且工艺路线合理,处理技术和方法成本低廉、性价比高、安全性能好,符合汽车低能耗、低污染的发展方向,顺应了节能减排、绿色环保的发展趋势。



1. 一种车用混杂型复合材料能量吸收部件,其特征在于,所述能量吸收部件(2')为圆管状部件,包括从内至外的第一芳纶纤维层(4)、碳纤维层(5)、第二芳纶纤维层(6)。

2. 如权利要求1所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件,其特征在于,所述第一芳纶纤维层(4)、第二芳纶纤维层(6)是以芳纶纤维为增强体,环氧树脂、酚醛树脂或者不饱和聚酯树脂为基质;所述碳纤维层(5)是以碳纤维为增强体,环氧树脂、酚醛树脂或者不饱和聚酯树脂为基质,且第一芳纶纤维层(4)、碳纤维层(5)、第二芳纶纤维层(6)采用的基质相同。

3. 如权利要求1所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件,其特征在于,所述第一芳纶纤维层(4)、碳纤维层(5)、第二芳纶纤维层(6)的厚度比为1:10:2.5;所述能量吸收部件(2')的管壁厚度与内管直径比为1:22。

4. 权利要求1所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件,其特征在于,用玄武岩纤维层、碳纤维层、玻璃纤维层替代所述第一芳纶纤维层(4)、第二芳纶纤维层(6),或/且用玄武岩纤维层、玻璃纤维层替代碳纤维层(5);替代第一芳纶纤维层(4)、第二芳纶纤维层(6)的材质相同,且与替代碳纤维层(5)的材质不同。

5. 权利要求1所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件的生产方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1):将芳纶纤维、碳纤维浸润基质备用;

步骤2):依次在芯模上缠绕步骤1)制备的芳纶纤维、碳纤维、芳纶纤维,分别形成第一芳纶纤维层(4)、碳纤维层(5)、第二芳纶纤维层(6),制成混杂型复合材料能量吸收部件(2');

步骤3):将步骤2)制得的混杂型复合材料能量吸收部件(2')固化后脱去芯模即可。

6. 如权利要求5所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件的生产方法,其特征在于,所述步骤1)缠绕的方法为:以芯轴的管轴轴向为 0° ,芳纶纤维的缠绕角度为 $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$,碳纤维的缠绕角度为 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

7. 如权利要求5所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件的生产方法,其特征在于,所述步骤1)缠绕的方法为:以芯轴的管轴轴向为 0° ,芳纶纤维的缠绕角度为 88° ,碳纤维的缠绕角度为 17.6° 。

8. 如权利要求5所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件的生产方法,其特征在于,所述步骤1)中的第一芳纶纤维层(4)、碳纤维层(5)、第二芳纶纤维层(6)的厚度比为1:10:2.5;所述能量吸收部件的管壁厚度与内管直径比为1:22。

9. 如权利要求5所述的车用混杂型复合材料能量吸收部件的生产方法,其特征在于,所述步骤3)中固化的具体方法为:在温度为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的条件下固化24小时。

一种车用混杂型复合材料能量吸收部件及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽车用能量吸收部件,尤其是涉及一种碳纤维、芳纶纤维混杂型增强三维结构能量吸收部件。

背景技术

[0002] 据官方统计,自 20 世纪 80 年代后期以来,中国道路交通事故数量、死亡人数、万车事故死亡率等都高居世界榜首。2009 年中国汽车保有量约占世界的 3%,而交通事故的死亡人数却占到 16%,提高交通工具的安全性已迫在眉睫。

[0003] 目前车辆里针对碰撞时保护乘员的部件有两种类型:高刚性框架和缓冲高能量吸收部件。高刚性材料,如保险杆和车身框架,主要在车辆发生碰撞时为乘员提供足够的物理安全空间,因而要求刚性强,变形小,但对外界的冲击能量吸收能力低,不能减少外部冲击力对乘员的伤害;另一方面,用于缓冲的高能量吸收材,例如在车辆的保险杆与前纵梁之间放置一组管型能量吸收件,可以通过部件的形变和自身的破坏来有效吸收撞击的能量,不仅降低对高刚性车厢体的冲击,而且减缓减速度的过快增加,减少碰撞对乘员的生理伤害。

[0004] 如图 1-2 所示,通常在车辆前保险杠 1 的后侧安装一组金属材质的吸能盒 2 作为能量吸收部件,吸能盒 2 通过铆钉铆接固定在前纵梁上,使车辆在碰撞过程中有效的吸收撞击的能量,充分保护乘客的人生安全。但普通金属材料通常自身较重,主要靠金属材料的塑性变形来吸能,例如现用金属材料铝,其比能量吸收值(单位质量吸收的能量值)仅为 44.6kJ/kg,能量吸收偏低,满足不了汽车轻量化、低能耗和高安全性的发展趋势。

[0005] 碳纤维具有高模量、高强度的特性,同时芳纶断裂伸长高达 2.5-3%,通过合理设计复合材料的结构来减少中央裂纹的伸展,可达到高弯曲、多纤维断裂破坏的目的,最大限度的吸收破坏能量,延缓冲击速度,降低对车载乘客的危害。

[0006] 复合材料是指由两种或者两种以上具有不同物理、化学性能的材料,以微观、介观或宏观等不同的结构层次,经过复杂的空间组合而形成的一个材料系统。通过在不同尺寸、不同层次上结构设计、优化可以得到在性能和功能上远远超过其单质组分性能与功能的新材料,目前复合材料在航空、航天、兵器、舰船等领域都有广泛应用。但作为汽车吸能部件的应用未见相关专利或报道。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的是现有车用金属能量吸收件能量吸收性能不理想、质量重、不满足安全、轻量、节能环保的要求等问题。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种车用混杂型复合材料能量吸收部件,其特征在于,所述能量吸收部件为圆形管状部件,包括从内至外的第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层。

[0009] 优选地,所述第一芳纶纤维层、第二芳纶纤维层是以芳纶纤维为增强体,环氧树脂、酚醛树脂或者不饱和聚酯树脂为基质;所述碳纤维层是以碳纤维为增强体,环氧树脂、

酚醛树脂或者不饱和聚酯树脂为基质,且第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层采用的基质相同。

[0010] 优选地,所述第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层的厚度比为 1:10:2.5;所述能量吸收部件的管壁厚度与内管直径比为 1:22。

[0011] 本发明提供的车用混杂型复合材料能量吸收部件还可用玄武岩纤维层、碳纤维层、玻璃纤维层替代所述第一芳纶纤维层、第二芳纶纤维层,或/且用玄武岩纤维层、玻璃纤维层替代碳纤维层;替代第一芳纶纤维层、第二芳纶纤维层的材质相同,且与替代碳纤维层的材质不同。

[0012] 本发明还提供了上述车用混杂型复合材料能量吸收部件的生产方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0013] 步骤 1):将芳纶纤维、碳纤维浸润基质备用;

[0014] 步骤 2):依次在芯模上缠绕步骤 1) 制备的芳纶纤维、碳纤维、芳纶纤维,分别形成第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层,制成混杂型复合材料能量吸收部件;

[0015] 步骤 3):将步骤 2) 制得的混杂型复合材料能量吸收部件固化后脱去芯模即可。

[0016] 优选地,所述步骤 1) 缠绕的方法为:以芯轴的管轴轴向为 0° ,芳纶纤维的缠绕角度为 $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$,碳纤维的缠绕角度为 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

[0017] 进一步地,所述步骤 1) 缠绕的方法为:以芯轴的管轴轴向为 0° ,芳纶纤维的缠绕角度为 88° ,碳纤维的缠绕角度为 17.6° 。

[0018] 优选地,所述步骤 1) 中的第一芳纶纤维层、碳纤维层、第二芳纶纤维层的厚度比为 1:10:2.5;所述能量吸收部件的管壁厚度与内管直径比为 1:22。

[0019] 优选地,所述步骤 3) 中国化的具体方法为:在温度为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的条件下固化 24 小时。

[0020] 本发明采用互补性增强纤维为增强体,碳纤维具有高强度、高模量的特性,当碳纤维发生断裂时可以实现高吸能,芳纶纤维虽然压缩性能明显差于拉伸性能,但是断裂伸长高达 2.5-3%,利用三层间隔互补缠绕结构,使得在压缩过程中芳纶纤维在 0° 方向上压缩, 90° 方向上转化为拉伸的同时,限制碳纤维的变形以及复合材料内部中央裂纹的扩展,很大程度提高纤维断裂的数量,从而吸收更大量的能量。缠绕成型工艺,由纤维直接缠绕成型,不必经过例如经纬交织、编织等工序,较大程度减少制造过程对纤维的损伤,提高纤维的使用性能。

[0021] 本发明提供的复合材料能量吸收机理与传统金属制能量吸收部件的吸收机理不同,传统的金属材料主要靠其塑性变形来吸能,其载荷在达到最大值后很快大幅度下降,其能量吸收量偏低;本发明为管状复合材料,其主要靠纤维断裂、弯曲、变形、分层等方式来吸能,其载荷在达到最大值后很小幅度下降并且保持稳定的载荷。这种特性可以进一步降低外界冲击对吸能部件后面车体与车体中乘员的伤害,即具有一定幅度的高频反复冲击减少对乘员的伤害。

附图说明

[0022] 图 1 为汽车上前保险杠的示意图;

[0023] 图 2 为现有金属材质的吸能盒使用时的示意图;

[0024] 图 3 为本发明提供的车用混杂型复合材料能量吸收部件使用时的示意图；

[0025] 图 4 为本发明提供的车用混杂型复合材料能量吸收部件的局部放大图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明更明显易懂，兹以优选实施例，并配合附图作详细说明如下。

[0027] 实施例

[0028] 1. 原料

[0029] 环氧树脂（三菱化学株式会社，308A3801）；芳纶纤维；碳纤维。

[0030] 2. 生产方法

[0031] 2.1 将芳纶纤维、碳纤维浸润环氧树脂基质备用；

[0032] 2.2 依次在芯模上缠绕步骤 2.1 制备的芳纶纤维、碳纤维、芳纶纤维，分别形成第一芳纶纤维层 4、碳纤维层 5、第二芳纶纤维层 6，制成混杂型复合材料能量吸收部件 2'；以芯模的管轴轴向为 0° ，控制芳纶纤维的缠绕角度为 88° ，碳纤维的缠绕角度为 17.6° ；缠绕时，第一芳纶纤维层 4、碳纤维层 5、第二芳纶纤维层 6 的厚度比为 1:10:2.5；能量吸收部件 2' 的管壁厚度与内管直径比为 1:22。

[0033] 2.3 将步骤 2.2 制得的混杂型复合材料能量吸收部件 2' 在温度为 20°C 、相对湿度为 65% 的条件下固化 24 小时后脱去芯模即可。

[0034] 3. 性能测试

[0035] 将上述方法制得的混杂型复合材料能量吸收部件 2' 及传统金属材料铝质的吸能盒 2 准静态压缩测试对比，测试使用型号为 WDW3100 的电子万能试验机，压缩速度为 $5\text{mm}/\text{min}$ 。对比结果如表 1 所示：

[0036] 表 1

[0037]

	密度 (g/cm^3)	比能量吸收值 $E_s(\text{kJ}/\text{kg})$
现有铝质吸能盒	2.7	44.6
混杂型复合材料 能量吸收部件	1.5	100

[0038] 由表 1 可知，实施例制得的混杂型复合材料能量吸收部件 2' 采用碳 / 芳纶混杂型复合材料，其比能量吸收值高达 $100\text{kJ}/\text{kg}$ ，是现有铝质的吸能盒 2 的能量吸收性能的两倍以上；即在吸收相同能量的前提下，所需碳 / 芳纶混杂型复合材料的重量还不到所需金属铝材料的一半。由此可见，本发明满足了汽车轻量而且安全的发展要求的同时，工艺路线合理，处理技术和方法成本低廉、性价比高、安全性能好，符合汽车低能耗、低污染的发展方向，也极大的顺应了节能减排、绿色环保的发展趋势。

[0039] 4. 使用安装

[0040] 如图 3 所示，混杂型复合材料能量吸收部件 2' 安装位置与金属材质的吸能盒 2 的位置相同，安装在前保险杠 1 与前纵梁 3 之间，可在前纵梁 3 上安装与芯模形状相同的金属圆柱体，将混杂型复合材料能量吸收部件 2' 套在该金属圆柱体上，或采用其他现有连接方式将混杂型复合材料能量吸收部件 2' 安装在前保险杠 1 与前纵梁 3 之间。

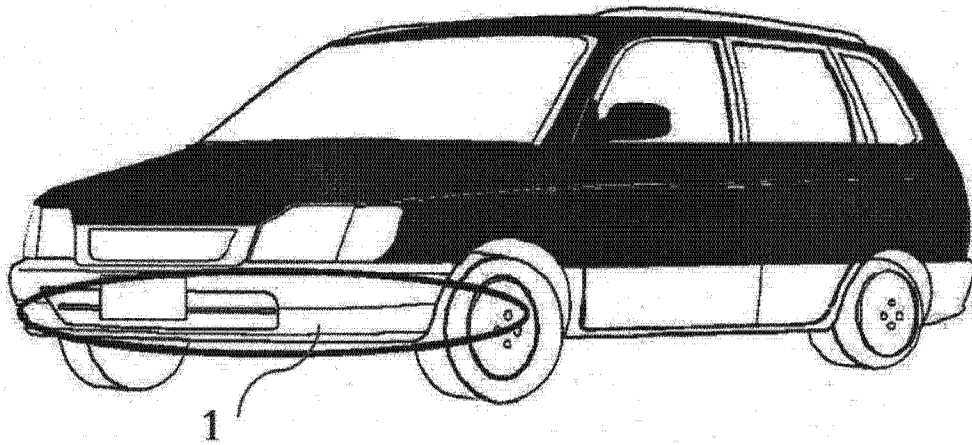


图 1

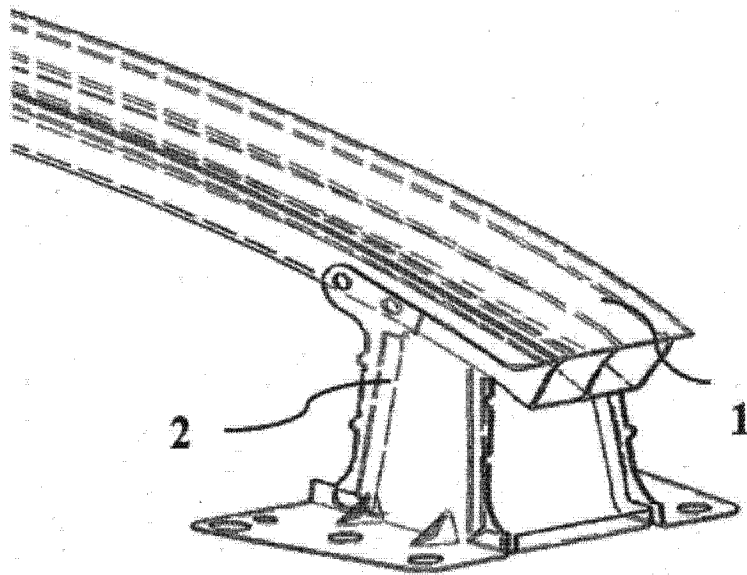


图 2

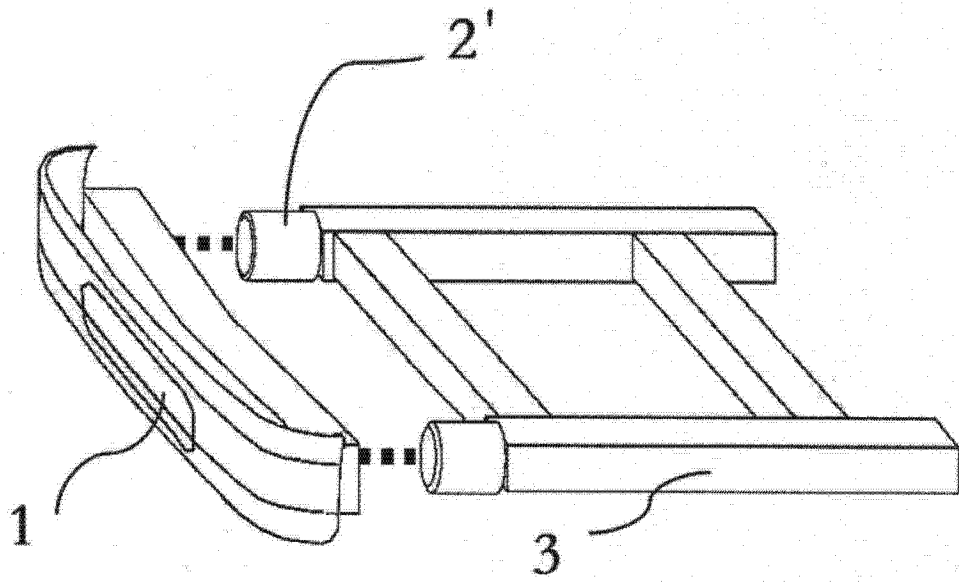


图 3

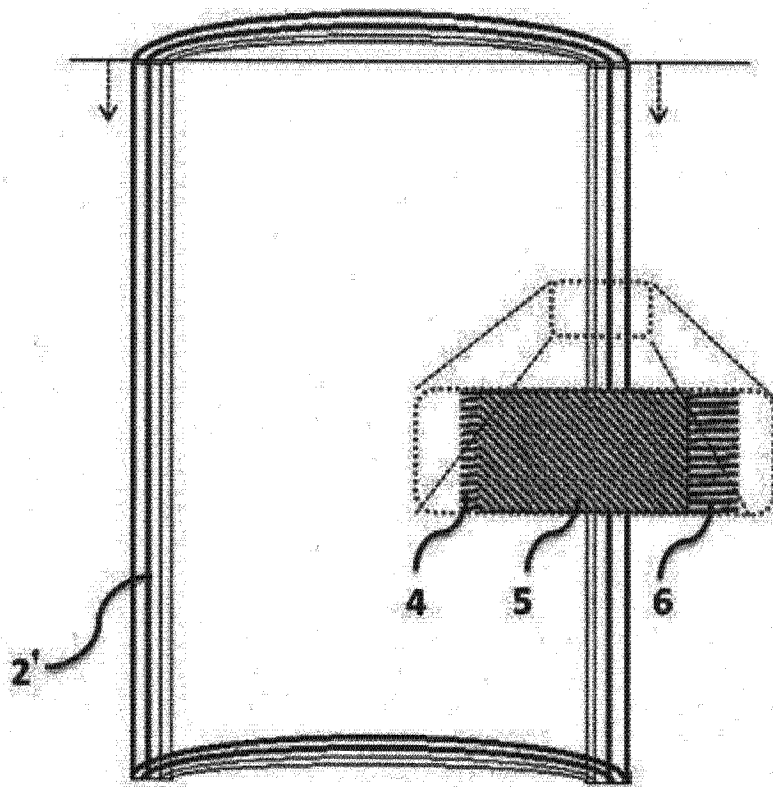


图 4