



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107580550 A

(43)申请公布日 2018.01.12

(21)申请号 201680026818.8
 (22)申请日 2016.05.02
 (30)优先权数据
 62/158612 2015.05.08 US
 (85)PCT国际申请进入国家阶段日
 2017.11.08
 (86)PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2016/030457 2016.05.02
 (87)PCT国际申请的公布数据
 W02016/182781 EN 2016.11.17
 (71)申请人 纳慕尔杜邦公司
 地址 美国特拉华州
 (72)发明人 O.罗赞特 Y.巴德 L.布 N.彭特
 (74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 72001
 代理人 庞立志 黄希贵

(51)Int.Cl.
B32B 5/02(2006.01)
B32B 5/14(2006.01)
B32B 5/26(2006.01)
B32B 25/10(2006.01)
B32B 25/20(2006.01)
B32B 27/12(2006.01)
B32B 27/28(2006.01)
B32B 27/30(2006.01)
B32B 27/32(2006.01)
B32B 27/34(2006.01)
B32B 27/36(2006.01)
B32B 27/40(2006.01)
C08J 5/04(2006.01)
B29C 70/28(2006.01)
F41H 5/04(2006.01)

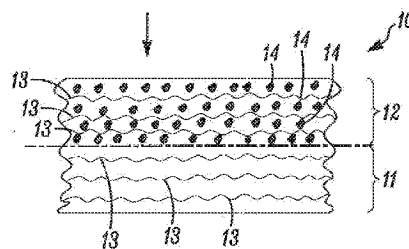
权利要求书2页 说明书15页 附图2页

(54)发明名称

防弹且防刺的复合材料

(57)摘要

一种适合用于防刀的、防镐的、防子弹的和防碎片的制品的柔性复合材料,该柔性复合材料包括(i)包含织物但不包含树脂的第一区,该第一区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,(ii)包含弹性体树脂或热塑性树脂但不包含织物的第三区,该第三区占该复合材料的总厚度的从0%至50%,以及(iii)位于该第一区与第三区之间的包含织物和弹性体树脂或热塑性树脂的第二区,该第二区占该复合材料的总厚度的从10%至90%。



1. 一种适合用于防刀的、防镐的、防子弹的和防碎片的制品的复合材料,该复合材料包括不含树脂的聚合物纤维织物芯部分(第一区),以及位于该芯部分的至少一面上的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分(第二区)

其中:

(i) 该树脂占该复合材料的从5%至79%的体积分数,

(ii) 该树脂填充该第二区的最高达100%的不含纤维体积,

(iii) 该第一区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,

(iv) 该第一区或第二区的纤维具有至少20克/旦尼尔的韧度以及至少444克/分特的拉伸模量,并且

(v) 该树脂具有在20%至1200%之间的断裂伸长率。

2. 如权利要求1所述的复合材料,其中该第一区或第二区的织物是织造的、非织造的、编织的或针织的。

3. 如权利要求1所述的复合材料,其中该第一区或第二区的织物的纤维的聚合物是芳族聚酰胺、芳族共聚酰胺或聚乙烯。

4. 如权利要求1所述的复合材料,其中该热塑性树脂是聚乙烯基类、聚烯烃、聚酰胺、聚酯、聚氨酯、聚丙烯腈或聚砜。

5. 如权利要求1所述的复合材料,其中该弹性体是橡胶或硅酮。

6. 如权利要求2所述的复合材料,其中该非织造织物是单向的、双轴向的、多轴向的。

7. 一种适合用于防刀的、防镐的、防子弹的和防碎片的制品的复合材料,该复合材料包括

(i) 包含织物但不包含树脂的第一区,该第一区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,

(ii) 包含弹性体树脂或热塑性树脂但不包含织物的第三区,该第三区占该复合材料的总厚度的从0%至50%,以及

(iii) 位于该第一区与第三区之间的包含织物和弹性体树脂或热塑性树脂的第二区,该第二区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,其中

(a) 该第一区和第二区的织物由聚合物纱线形成,这些聚合物纱线具有至少20克/旦尼尔的纱线韧度以及至少444克/分特的纱线模量,

(b) 该第二区或第三区的弹性体树脂或热塑性树脂具有在20%至1200%之间的断裂伸长率,

(c) 该树脂占该第二区的从5%至79%的体积分数,并且

(d) 该树脂填充该第二区的在80%至100%之间的不含纤维体积。

8. 如权利要求7所述的复合材料,其中该织物是织造的、非织造的或针织的。

9. 如权利要求7所述的复合材料,其中该织物的纱线的聚合物是芳族聚酰胺、芳族共聚酰胺或聚乙烯。

10. 如权利要求7所述的复合材料,其中该热塑性树脂是聚乙烯基类、聚烯烃、聚酰胺、聚酯、聚氨酯、聚丙烯腈或聚砜。

11. 如权利要求7所述的复合材料,其中该弹性体是橡胶或硅酮。

12. 如权利要求8所述的复合材料,其中该非织造织物是单向的、双轴向的、多轴向的。

13. 一种包含至少一种如权利要求1或权利要求7所述的复合材料的防护制品,该防护制品是防刀的、防镐的、防子弹的和防碎片的。

14. 如权利要求13所述的防护制品,其中该制品满足日期为2001年6月的NIJ 0101.04等级IIIA修订版A、日期为2000年9月的NIJ 0115.00以及日期为2007年的HOSDB公开号39/07/C防护等级KR1/SP1 E1标准的要求。

15. 如权利要求13所述的防护制品,其中当根据测试方法A测试时,该制品表现出不大于4000N的挠曲力。

防弹且防刺的复合材料

背景技术

1. 技术领域

[0001] 本发明涉及增强的柔性的轻重量的能量吸收材料及其制备方法。这些材料在制造个人防护设备 (PPE), 如软质护甲、子弹、碎片、刺、长钉和皮下注射针防护系统上具有实用性。

[0002] 2. 相关技术的说明

[0003] 美国专利5,866,658披露了热塑性组合物,这些热塑性组合物是分散在连续或共连续聚酰胺相中的乙烯和高重量百分比的 α,β -烯键式-不饱和的 C_3-C_8 羧酸的共聚物的高度和中和的离聚物的共混物,并进一步披露了用于制备此类共混物的方法。这些共混物特别地在应用如模制件中是有用的,其中韧性、高光泽度、耐磨蚀性/耐擦伤性、抗UV性、高温特性和刚度是所希望的。

[0004] 美国专利5,859,137披露了基于含有(甲基)丙烯酸和某些二羧酸单体两者的乙烯/酸共聚物离聚物的热塑性离聚物。与含有仅仅二羧酸单体衍生的链内酸单元的乙烯/酸共聚物离聚物对比,可以将这些聚合物如乙烯/(甲基)丙烯酸二聚物离聚物那样容易地熔融加工。具有典型水平的(甲基)丙烯酸和低水平的二酸的聚合物提供了与现有离聚物可比较的离聚物(但是具有粘合剂和聚合物共混物相容性特征),而具有较高水平二酸的聚合物将表现出取决于链内二酸衍生的单元的特性。

[0005] PCT公开W0 01/037691披露了防护材料,该防护材料包含多个单独的柔性层,每个层包含多根能够抵抗被刀或尖锐的物体如冰镐和皮下注射针穿透的高强度纤维和支撑材料,其中这些纤维的至少部分被嵌入在该支撑材料内以限制纤维在其中的相对运动。

[0006] PCT公开W0 03/053676披露了多种防威胁穿透的制品。这些制品按顺序包括织物层、聚合物浸渍的织物层和织造织物层。这些制品可以附加地包括限定该制品的冲击面的紧密织造的织物层。

[0007] PCT公开W0 2011/156577披露了用于制造用于个人弹(ballistic)、刺和刀防护的个人防护设备的热塑性组合物,其中该热塑性组合物至少包含具有不同于第二热塑性聚合物的熔点的熔点的第一热塑性聚合物。

[0008] PCT公开W0 2010/036406披露了用于生产有待用作刺和弹复合结构的浸渍有热塑性树脂的纤维复合材料的方法。

[0009] PCT公开W02008/105929涉及用于复合层状结构中以改进防弹性的粘合剂组合物,例如,其限制了来自枪的子弹的穿透。这些复合层状结构包括芳族聚酰胺或烯烃纤维层、低共熔的冲击吸收粘合剂树脂或粘合剂组合物层和离聚物层。将该芳族聚酰胺或烯烃纤维层用该低共熔的冲击吸收粘合剂树脂或粘合剂组合物层粘附地结合到该离聚物层上。在另外的实施例中,该复合层状结构包括烯烃纤维层、低共熔的无定形酸官能的聚丙烯共聚物粘合剂层和离聚物层。将该烯烃纤维层用该低共熔的无定形酸官能的聚丙烯共聚物粘合剂层粘附地结合到该离聚物层上。该烯烃纤维层在其基质内不具有极性,并且不具有对水分的

亲和力。

[0010] PCT公开W02006/069950涉及可热收缩的多层膜,该多层膜包含至少一个基于至少一种热塑性聚合物的载体层(a)、至少一个气体阻挡层和至少一个密封层。与该气体阻挡层相对的该载体层的整个自由表面被具有比该密封层的密封或熔融温度高至少30℃的塑化或熔融温度的外剥离层(release layer)覆盖。

[0011] 授予Albertone的美国专利6,645,336描述了用于制备层压件、特别是防水的湿蒸汽可渗透的层压件的方法,该层压件包含在其表面上具有热塑性聚合物树脂涂层的基底,并且还包含与该热塑性聚合物树脂的远离该基底的表面接触的可剥离的剥离层,并且任选地还包含在该基底与该热塑性聚合物树脂之间的接合层,该方法包括以下步骤:形成或提供基底层,并在其表面上提供热塑性聚合物树脂涂层和可剥离的剥离层,并且任选地在该基底与该热塑性聚合物树脂涂层之间提供接合层,其特征在于,该热塑性聚合物树脂具有根据标准ISO11443测量的小于约3000Pa.s的粘度。

[0012] PCT公开W0 2002/026463披露了同时模制多个复合层压件的有效方法,该方法包括将一层或多层由微粒热塑性聚合物和纤维增强物构成的湿法成网非织造垫层叠在一层或多层剥离膜材料之间并模制该组合以形成多个层压件。

[0013] 仍需要进一步改进在软体护甲中使用的织物-树脂复合材料的柔性,而不牺牲针对多种威胁(如子弹、刀、刺和针攻击)的防护。

发明内容

[0014] 本发明涉及一种适合用于防刀的、防镐(pick)的、防子弹的和防碎片的制品的柔性复合材料,该柔性复合材料包含不含树脂的聚合物纤维织物芯部分(第一区),以及位于该芯部分的至少一面上的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分(第二区)

[0015] 其中:

[0016] (i) 该树脂占该复合材料的从5%至79%的体积分数,

[0017] (ii) 该树脂填充该第二区的最高达100%的不含纤维体积,

[0018] (iii) 该第一区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,

[0019] (iv) 该第一区或第二区的纤维具有至少20克/旦尼尔的韧度以及至少444克/分特的拉伸模量,并且

[0020] (v) 该树脂具有在20%至1200%之间的断裂伸长率。

[0021] 本发明进一步涉及一种适合用于防刀的、防镐的、防子弹的和防碎片的制品的复合材料,该复合材料包括

[0022] (i) 包含织物但不包含树脂的第一区,该第一区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,

[0023] (ii) 包含弹性体树脂或热塑性树脂但不包含织物的第三区,该第三区占该复合材料的总厚度的从0%至50%,以及

[0024] (iii) 位于该第一区与第三区之间的包含织物和弹性体树脂或热塑性树脂的第二区,该第二区占该复合材料的总厚度的从10%至90%,其中

[0025] (a) 该第一区和第二区的织物由聚合物纱线形成,这些聚合物纱线具有至少20克/

旦尼尔的纱线韧度以及至少444克/分特的纱线模量，

[0026] (b) 该第二区或第三区的弹性体树脂或热塑性树脂具有在20%至1200%之间的断裂伸长率，

[0027] (c) 该树脂占该第二区的从5%至79%的体积分数，并且

[0028] (d) 该树脂填充该第二区的最高达100%的不含纤维体积。

[0029] 包含以上柔性复合材料中的至少一种的制品满足日期为2001年6月的规范NIJ0101.04等级IIIA修订版A (specifications NIJ 0101.04 level IIIA Revision A dated June 2001)、日期为2000年9月的NIJ 0115.00以及日期为2007年的HOSDB公开号39/07/C防护等级KR1/SP1 E1 (HOSDB publication N°39/07/C protection level KR1/SP1 E1 dated 2007)的技术要求。

[0030] 柔性复合材料意指当根据本文描述的测试方法A测试时表现出不大于4000N的挠曲测试力的复合材料。

附图说明

[0031] 图1-5示出了本发明的复合材料的实例的截面视图。

[0032] 图6是示出了通过基于图4的实验室生产的实例的截面的显微照片的扫描图像。

具体实施方式

[0033] 在本申请的上下文中，术语刀、长钉、子弹和碎片包括产生与刀、长钉、子弹或碎片的效果相似效果的任何材料或物体。

[0034] 纤维-树脂复合材料

[0035] 在一些实施例中，该纤维-树脂复合材料包含不含树脂的聚合物纤维织物芯部分(第一区)和在芯的至少一面上的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分(第二区)。图1总体上以10示出了纤维-树脂复合材料，该纤维-树脂复合材料包含不含树脂的聚合物纤维织物芯部分11(第一区)和位于该芯部分的一面上的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分12(第二区)。这些纤维元素被示出为13并且该树脂被示出为14。图2总体上以20示出了纤维-树脂复合材料，该纤维-树脂复合材料包含不含树脂的聚合物纤维织物芯部分11(第一区)和位于芯部分11的两面上的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分12(第二区)。这些纤维元素和树脂元素再次分别地被示出为13和14。

[0036] 优选地，纤维芯部分11占该复合材料的总厚度的从10%至90%。

[0037] 在一些其他实施例中，如图3中以30示出的，该纤维-树脂复合材料包含：不含树脂的聚合物纤维织物芯部分11(第一区)；具有第一表面16的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分12(第二区)，该第一表面接触芯部分11的一个表面；以及接触聚合物纤维织物部分12的第二表面17的不含聚合物纤维织物的弹性体树脂或热塑性树脂部分15(第三区)。这些纤维和树脂组分被分别示出为13和14。

[0038] 图4描绘了纤维-树脂复合材料40，该纤维-树脂复合材料包含不含树脂的聚合物纤维织物芯部分11(第一区)、两个浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分12(第二区)(一个位于芯部分11的任何一面上)以及被置于两个部分12的远离芯部分11的

面上的没有聚合物纤维织物的弹性体树脂或热塑性树脂部分15(第三区)。这些纤维和树脂组分被分别示出为13和14。

[0039] 图5示出了纤维-树脂复合材料50,该纤维-树脂复合材料包含:不含树脂的聚合物纤维织物芯部分11(第一区);具有第一表面16的浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分12(第二区),该第一表面接触芯部分11的一个表面;接触部分12的第二表面17的不含聚合物纤维织物的第一弹性体树脂或热塑性树脂部分15a(第三区)以及接触部分11的另一个表面的不含聚合物纤维织物的第二弹性体树脂或热塑性树脂部分15b(第三区)。这些纤维和树脂组分被分别示出为13和14。

[0040] 在一些实施例中,不含聚合物纤维织物的弹性体树脂或热塑性树脂部分15占该复合材料的总厚度的从0%至50%。在一些实施例中,浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的聚合物纤维织物部分12占该复合材料的总厚度的从5%至90%,并且在其他实施例中,不含树脂的纤维织物芯部分11占该复合材料的总厚度的从10%至90%。

[0041] 在这些实施例中,优选的是,将该树脂均匀地分布在整个该第二区上,也就是说,在整个厚度上并跨越该第二区的表面面积。还优选的是,该第二区覆盖该第一区的整个表面面积,并且当存在时,该第三区覆盖该第一和/或第二区的整个表面面积。

[0042] 不含聚合物纤维织物的弹性体树脂或热塑性树脂部分15可以增强防弹性性能,并提供了对流体和水分渗透性的阻挡,并允许进一步用于设计、组装目的的焊接操作或后层压操作。

[0043] 该第二区可以任选地在整个该区的厚度上具有树脂梯度,其中该树脂含量从该区的外表面朝向该区的中心减小。

[0044] 热塑性树脂

[0045] 将该热塑性树脂涂覆到该复合材料的部分12的织物上并部分地浸渍到该复合材料的部分12的织物内,使得该织物的总厚度的从10%至90%浸渍有树脂。可以将该树脂涂覆在该织物的一面或两面上以产生如在图1和图2中示出的复合材料。该热塑性树脂是聚合物。该树脂可以是聚乙烯基类、聚烯烃和/或缩聚物,如聚乙烯、聚乙烯共聚物、聚丙烯、聚丙烯共聚物、聚丁烯、聚丁烯共聚物、聚酰胺、聚酰胺共聚物、聚酯、聚氨酯、聚氨酯共聚物、聚丙烯腈或聚砜。优选地,该热塑性树脂聚合物具有在从60°C至250°C并且更优选地从70°C至150°C的范围内的熔点。

[0046] 合适的聚乙烯包括低密度聚乙烯、非常低密度聚乙烯、茂金属聚乙烯。聚乙烯共聚物的实例是乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物和/或用金属盐部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物。

[0047] 在其中该热塑性聚合物是乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物的情况下,该 α,β -不饱和的C3-C8羧酸可选自丙烯酸和/或甲基丙烯酸。

[0048] 该乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物优选地是乙烯、 α,β -不饱和的C3-C8羧酸和 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸的三聚物。

[0049] 该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸可选自马来酸、马来酸酐、马来酸的C1-C4烷基半酯、富马酸、衣康酸和衣康酸酐。

[0050] 优选地,该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸可选自马来酸酐、马来酸单乙酯和马来酸单甲酯。

- [0051] 最优选地,该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸是马来酸酐、马来酸单甲酯和/或其组合。
- [0052] 该乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸/ α,β -不饱和的C3-C8二羧酸聚合物可以进一步包含最高达40重量百分比的丙烯酸C1-C8烷基酯软化共聚单体,其优选地选自(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯或(甲基)丙烯酸正丁酯,更优选地选自丙烯酸正丁酯或(甲基)丙烯酸乙酯。
- [0053] 如本说明书中提及的术语软化共聚单体是本领域技术人员熟知的,并且是指共聚单体,如以上提及的丙烯酸C1-C8烷基酯。
- [0054] 如本说明书中提及的术语(甲基)丙烯酸酯分别旨在意指丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯。
- [0055] 在该乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸/ α,β -不饱和的C3-C8二羧酸聚合物中,该 α,β -不饱和的C3-C8羧酸可以是以2至25重量百分比的范围存在,并且该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸可以是以0.1至15重量百分比的范围存在,前提是该 α,β -不饱和的C3-C8羧酸和该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸是从4至26重量百分比存在,并且另外的前提是包括该丙烯酸C1-C8烷基酯软化共聚单体的总共聚单体含量不超过50重量百分比。
- [0056] 最优选地,根据本发明的热塑性聚合物是通常被称为“离聚物”的用金属离子部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物。总中和百分比是该离聚物的从5%至90%、优选地10%至70%、最优选地在25%与60%之间。
- [0057] 在其中该热塑性聚合物是用金属离子部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物的情况下,该 α,β -不饱和的C3-C8羧酸可选自丙烯酸和/或甲基丙烯酸。
- [0058] 该用金属离子部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物优选地是乙烯、 α,β -不饱和的C3-C8羧酸和 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸用金属离子部分中和的三聚物。
- [0059] 该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸可以选自与以上已经描述的相同的组分。
- [0060] 用金属离子部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸/ α,β -不饱和的C3-C8二羧酸聚合物可进一步包含最高达40重量百分比的丙烯酸C1-C8烷基酯软化共聚单体,该共聚单体优选地选自与以上已经描述的相同的组分。
- [0061] 在用金属离子部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸/ α,β -不饱和的C3-C8二羧酸聚合物中,用金属离子中和该聚合物中的 α,β -不饱和的C3-C8羧酸单元的总数的从5%至90%,并且该 α,β -不饱和的C3-C8羧酸和该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸可以是以与以上描述的相同的量存在,如以上描述的,具有关于该 α,β -不饱和的C3-C8羧酸和该 α,β -不饱和的C3-C8二羧酸的与上文所述的相同的前提以及关于包括该丙烯酸C1-C8烷基酯软化共聚单体的总共聚单体含量的与上文所述的相同的前提。
- [0062] 将该部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物用金属离子部分地中和,这些金属离子可以是周期表的第I族或第II族的任何金属离子。然而,在实践中,优选的金属离子是钠、锌、锂、镁、钙或这些中任何的混合物。更优选的是钠、锌、锂和镁。最优选地,离子是锌、锂和/或其组合。
- [0063] 可以通过如在美国专利号3,264,272中披露的标准中和技术制备根据本发明的部分中和的乙烯/ α,β -不饱和的C3-C8羧酸共聚物。
- [0064] 所得到的离聚物可以具有从0.01至100克/10分钟、优选地0.1至30克/10分钟(g/10min)的熔体指数(MI),如使用ASTM 0-1238、条件E(190°C,2160克重)测量的。

[0065] 以上离聚物可以通过自由基共聚方法、使用高压、以本领域已知的连续方式操作来制备,如被描述于美国专利4,351,931、5,028,674、5,057,593和5,859,137中。

[0066] 此外,该热塑性组合物可任选地包含反应性或非反应性添加剂,如但不限于着色剂、稀释剂、加工助剂、UV添加剂、耐火剂、矿物填充剂、有机填充剂、结合添加剂、表面活性剂、芳族聚酰胺浆粕、抗氧化剂、抗静电剂、滑爽剂、增粘剂、增塑剂和/或其组合,如本领域中已知的并且可以通过已知方法结合的。

[0067] 耐火剂可以选自溴化阻燃剂、红磷、石棉、三氧化铋、硼酸盐、金属水合物、金属氢氧化物、四(羟甲基)磷盐、碳氟化合物和/或其组合。

[0068] 使用热塑性组合物的优点是与具有有限贮藏寿命的可固化热固性树脂对比,该树脂的贮藏寿命几乎是无限的。预浸渍有可固化热固性树脂的织物还需要被固化,这就是它们总体上要求更多的时间和能量来制造的原因。此外,一些与防弹织物一起使用的热固性树脂(如酚醛树脂)释放VOC(挥发性有机化合物),并且要求加工期间的附加的储存空间排放以及附加的安全措施。进一步地,可固化材料如环氧树脂或酚醛树脂比本发明中使用的热塑性组合物硬得多,这增加了穿着者的不舒适感。

[0069] 该热塑性树脂可以处于片材、织物、热熔体、粉末、液体或其组合的形式。相同的树脂可以被用作第三区15的树脂。

[0070] 弹性体树脂

[0071] 将该弹性体树脂涂覆到该复合材料的织物12上并部分地浸渍到该复合材料的织物12内,使得将织物12的总厚度的从10%至90%浸渍有树脂。可以将该树脂涂覆在该织物的一面或两面上以产生如在图1和图2中示出的复合材料。该弹性体树脂是橡胶或硅酮。合适的材料包括热塑性硅酮共聚物、热塑性弹性体嵌段共聚物(如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、聚异丙烯-聚乙烯-丁烯聚苯乙烯或聚苯乙烯-聚异戊二烯-聚苯乙烯嵌段共聚物、聚醚-酯嵌段共聚物)、热塑性聚氨酯、热塑性聚酯、具有酸单体的乙烯共聚物、乙烯丙烯酸弹性体和/或其组合。

[0072] 合适的橡胶包括天然橡胶、合成天然橡胶和合成橡胶两者。合成橡胶化合物可以是被常用有机溶剂溶解的任何化合物,并可以包括(除许多其他之外)聚氯丁二烯和硫改性的氯丁二烯、烃橡胶、丁二烯-丙烯腈共聚物、苯乙烯丁二烯橡胶、氯磺化的聚乙烯、氟弹性体、聚丁二烯橡胶、聚异戊二烯橡胶、丁基橡胶和卤化丁基橡胶等。天然橡胶、苯乙烯丁二烯橡胶、聚异戊二烯橡胶和聚丁二烯橡胶是优选的。

[0073] 优选地,该热塑性树脂或弹性体树脂占该复合材料的从5%至79%的体积分数(V_r)。优选地,该 V_r 是从10%-50%或甚至20%-50%。该复合材料的 V_r 是被树脂组分占据的该复合材料的体积。如果该 V_r 小于5%,则在压制操作期间该复合材料将具有不足的压实,这将导致差的防刀性或防刺性,这对于圆形或豆形纤维和纱线是特别真实的。如果 V_r 大于79,则将存在不足的提供防弹性或防长钉性的增强纤维。因此据信,从5%-79%的 V_r 范围提供了对于防刀性、防刺性、防长钉性和防弹性的最佳平衡。

[0074] 优选地,该热塑性树脂或弹性体树脂填充该第二区的最高达100%的不含纤维体积。不含纤维体积意指不被纤维占据的该复合材料的体积。

[0075] 优选地,该热塑性树脂或弹性体树脂具有从10至75的肖氏硬度(D)。在一些实施例中,该树脂的挠曲模量是从40MPa至10GPa或从50MPa至2GPa或甚至从60MPa至600MPa。在一

些实施例中,断裂伸长率是在20%至1200%或100%至500%或甚至200%至400%之间。优选地,该热塑性树脂或弹性体树脂具有从0.1至100并且更优选地从0.5至20的在190℃(ASTM D1238-条件E)下的熔体流动指数2160g[g/10min]。

[0076] 相同的树脂可以被用作第三区15的树脂。

[0077] 织物

[0078] 该织物可以是织造的、非织造的、三维的(3D)或针织的、编织的或微编织的。织造织物样式的实例包括平纹编织、缎纹编织、方平编织、斜纹编织、毛茛编织(crowfoot weave)、超强防撕编织(rip-stop weave)和罗纹编织。非织造织物可以是单向的、双轴向的或多轴向的织物,这些术语在纺织品领域中是熟知的。在本发明的上下文中,非织造织物还包括无规取向的短纤维的垫(matt),如针刺或水刺的毡、熔喷织物以及纺粘织物。单向织物是其中在织物的一层内的所有纱线在一个方向上对齐的织物。多轴向织物是包含多个单向织物层的不卷曲织物,其中在连续层之间的纱线取向在不同的方向上。常见的多轴向织物包含两层、四层或六层。授予Citterio的美国专利号6,000,055描述了适合用于防弹制品的多轴向织物。

[0079] 多个相邻的单向织物层可以通过在横向上缝编穿过这些单向层的平面或由置于这些相邻层之间的聚合物粘合基底而保持在一起。在一些实施例中,可以使用横向纱线缝编和聚合物粘合基底两者的组合。呈针织物形式的织物也可适合用于本申请。

[0080] 该织物包含纱线,纱线是多根长丝或纤维。术语长丝或纤维可互换地使用。纱线可以包括连续长丝,或者是短纤纱(staple spun yarn)或者拉断的纱线。在一些实施例中,这些织物是包含具有至少15克/分特的纱线韧度以及至少40克/分特的拉伸模量的纱线的那些。优选地,这些纱线具有至少20克/分特的韧度以及至少444克/分特(400克/旦尼尔)的拉伸模量。在一些实施例中,这些纱线具有从220至3300分特或甚至从440至1400分特的线密度。在另一个实施例中,这些纱线具有1100分特的线密度。

[0081] 该纱线的长丝是聚合物的。合适的聚合物包括芳族聚酰胺、芳族共聚酰胺和聚乙烯。示例性的芳族聚酰胺是从特拉华州威尔明顿杜邦公司(E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE)(以下“DuPont”)作为Kevlar®可商购的聚对苯二甲酰对苯二胺(对芳族聚酰胺(p-aramid))。其他合适的纤维包括液晶聚合物和聚唑纤维,例如,聚苯并咪唑或聚苯并噁唑,尤其是聚-对-亚苯基-2,6-苯并双噁唑(PBO)、5-氨基-2-(对-氨基苯基)-苯并咪唑或聚(2,6-二咪唑并[4,5-b-4,5-e]亚吡啶基-1,4-(2,5-二羟基)亚苯基)纤维。另一种纤维类型是高度取向的聚烯烃纤维,例如,高分子量聚乙烯(HMPE)纤维或聚丙烯纤维。还可以使用合适等级的尼龙纤维和高强度矿物纤维,例如玻璃纤维、玄武岩纤维或陶瓷纤维,前提是所得织物满足子弹性能要求。

[0082] 优选地,纤维材料可以选自高度取向的聚烯烃纤维、芳族聚酰胺纤维、PBO纤维、玻璃纤维或其组合。更优选地,纤维材料是聚对苯二甲酰对苯二胺或聚间苯二甲酰间苯二胺。优选的芳族聚酰胺是对芳族聚酰胺。如本文使用的,术语对芳族聚酰胺长丝意指由对芳族聚酰胺聚合物制成的长丝。术语芳族聚酰胺意指其中酰胺(-CONH-)键联的至少85%被直接附接到两个芳环上的聚酰胺。合适的芳族聚酰胺纤维被描述于Man-Made Fibers-Science and Technology[人造纤维-科学与技术],第2卷,in the section titled Fiber-Forming Aromatic Polyamides[在标题为纤维形成芳香族聚酰胺的部分中],第297页,W.Black等

人,Interscience Publishers[国际科学出版商],1968中。芳族聚酰胺纤维及其生产还被披露于美国专利3,767,756;4,172,938;3,869,429;3,869,430;3,819,587;3,673,143;3,354,127;和3,094,511中。

[0083] 防护制品

[0084] 本发明的纤维-树脂复合材料可被组装成防护制品。在一些实施例中,多种纤维-树脂复合材料被组装成防护制品。所要求的复合材料的数量将取决于制品的特定性能要求,但可能是在四与四十之间。在一些实施例中,优选的是,将该纤维-树脂复合材料组装在如在图1-5中示出的制品中以面对到来的威胁,该威胁由向下指向的箭头示出。该制品可以包括其他部件,如泡沫、织物、非织造布、层压件、塑料片、金属、玻璃或陶瓷。优选地,该制品的单独的纤维-树脂复合材料不以限制它们相对于彼此的移动的方式、而是仅以形成包含游离的单独复合材料的内聚束的叠层的方式彼此连接。这可例如通过以仅非常小百分比,也就是说小于10%或5%的复合材料表面被缝编在一起的这样的方式来缝编复合材料的组件来进行。这可以例如通过边缘或拐角缝编来进行,这些技术在本领域中是熟知的。可替代地,织物层可以被堆叠在彼此的顶部上并且被放置到小袋或袋中。当第三区作为该复合材料的外层存在时,这可以促进该小袋的形成和密封。因此,本发明的每个单独的增强织物层能够在由该单独的增强织物层限定的平面内相对于其他织物层移动。可替代地,该叠层可以沿着边缘胶粘。

[0085] 该制品可能在不同的应用中是有用的,如其中寻找针对多种威胁(例如像刀和长钉威胁)而且针对弹威胁的对身体(包括胸部、手臂、手和膝盖)的防护。

[0086] 制备复合材料的方法

[0087] 可以使用复合材料领域中熟知的方法将该树脂部分地灌注到该织物中。此类方法包括在压板式压机或连续带式压机中的热压制、真空灌注技术如树脂膜灌注(resin film infusion)(RFI)、压延、粉末涂覆、液体涂覆、浸渍和挤出涂覆。完成所希望的树脂到织物中的灌注程度所施加的温度和压力将取决于因素如织物样式、树脂类型和所希望的浸渍水平而变化。一种这样的方法的实例包括以下步骤:

[0088] (a) 提供组件,该组件按顺序包含剥离层、热塑性树脂层、织物以及任意的第二热塑性树脂层和剥离层,

[0089] (b) 将多个步骤(a)的组件组合成叠层,

[0090] (c) 使来自步骤(b)的叠层经受热压制过程,其中该过程包括最少两个循环,其中每个循环包括

[0091] (i) 在限定的温度和压力下将该叠层热压制持续限定的时间段,并且

[0092] (ii) 释放在该叠层上的压力持续限定的时间段,

[0093] (d) 冷却该叠层,

[0094] (e) 从该叠层中移除单独的组件,并且

[0095] (f) 从每个组件中移除该一个或多个剥离层以留下复合材料,

[0096] 其中每个热压制循环的限定的时间段、温度和压力是使得该复合材料具有最高达100%的织物的空隙体积填充有树脂。更优选地,在50%至100%之间的该织物的空隙体积填充有树脂。

[0097] 在浸渍到该织物中之前的该树脂层的厚度由最终用途应用控制。在一些实施例

中,当该织物的仅一面必须被浸渍时,那么该树脂层的厚度优选地是从10至200微米。如果该织物的两面必须被浸渍,那么每个树脂层的厚度应优选地是从5至150微米并且更优选地从15至100微米。

[0098] 在其下用该树脂浸渍该织物的温度必须至少在或高于该树脂的熔点,前提是该温度不超过不利影响该织物纤维的温度。这些温度是例如在230℃(对于芳族聚酰胺)、140℃(对于高分子量聚乙烯(HMPE))、300℃(对于PBO)和450℃(对于玻璃纤维)下。

[0099] 在一些实施例中,本发明的热压制处理阶段以多个步骤进行。热压制步骤的数量可以是两个、三个、四个或甚至更多个。

[0100] 在区3中描述的结构类型可以在随后的处理活动中具有实用性,如提供粘附性、封装、热成形可实施性或密封。

[0101] 测试方法

[0102] 通过在双眼型显微镜下的层压件横截面的图像分析来确定穿过该层压件的厚度的浸渍程度。浸渍过的面积与纤维面积的比率给出了该层压件的浸渍体积百分比。该复合材料(第一区、第二区或第三区)的层的浸渍程度由纤维与树脂的重量比以及纤维与树脂的密度比确定。假设纤维材料是均匀的,因此纤维(比)重量被计算为纤维材料的面密度乘以在此以上确定的层压件的浸渍百分比。树脂(比)重量是树脂膜面密度。在其中不知道面密度的情况下,测量纤维材料和复合材料重量。树脂重量是在该复合材料重量与纤维重量之间的差异。一旦确定了纤维重量和树脂重量两者,纤维与树脂的体积比被计算为:

$$[0103] \quad \frac{V_f}{V_r} = \frac{W_f}{W_r} \cdot \frac{\rho_r}{\rho_f}$$

[0104] 基质体积比被确定为:

$$[0105] \quad V_m = \frac{1}{1 + \frac{V_f}{V_r}}$$

[0106] 纤维体积比被推导为:

$$[0107] \quad V_f = 1 - V_m - V_{\text{空隙}}$$

[0108] 假设空隙体积含量是可以忽略的。

[0109] 包含多种本发明的复合材料的制品的防刀性和防长钉性根据日期为2007的来自the United Kingdom Home Office[英国内政部],Police Science and Development Branch (PSDB) HOSDB 07 Standards[警察科学与发展部门(PSDB) HOSDB 07标准]“PSDB Body Armor standards for UK Police,Part 3,Knife and Spike resistance[对于UK警察的PSDB防弹衣标准,第3部分,防刀性和防长钉性]”的使用P1B测试刀片的HOSDB07标准来测试。

[0110] 该制品的挠曲测试如下。将Zwick压缩测试机配备有具有15cm直径孔的5cm厚的聚乙烯板。在保持塞的帮助下以使得该孔以载荷的轴线为中心的这样的方式将该板固定到该测试机的底部部分,该载荷的轴线也是该机器的轴线。将具有5cm直径的半球形聚乙烯冲头固定到牵引机的移动部分上。测试包含三十层纤维-树脂浸渍的复合材料的制品的包柔性(pack flexibility)。样品尺寸是40cm×40cm。测试由测量将该复合材料向下推40mm穿过该孔所需要的该冲头上的力组成。该力在表1中被称为“挠曲测试力”。该测试方法在本文中被称为测试方法A。

[0111] 防弹性值被报告为V50,V50是统计学上的测量值,其确定在射击的50%中,子弹或碎片穿透护甲设备,而另外50%不穿透的平均速度。所测量的参数是在零度下的V50,其中角度是指弹射体对目标的倾斜度。所报告的值是每个实例发射的射击数量的平均值。根据STANAG 2920版本2测试对9mm全金属外壳(FMJ) Remington子弹和44magnum SJHP Remington弹射体的V50抗性。

[0112] 根据ISO 3801确定面积重量。按照ISO 5084测量厚度。

[0113] 实例

[0114] 本发明进一步通过以下实例例证。应当理解的是,这些实例仅是通过说明的方式给出的。除非另外指明,否则所有份数和百分比是按照体积分数。根据本发明制备的实例由数值来指明。对照实例或对比实例由字母来指明。与对比实例和本发明的实例相关的数据和测试结果示出于表1中。

[0115] 在对比实例A、B和C中以及在实例1和2中,该织物是从DuPont在商品名Kevlar® merge 1K1533下可商购的包含1100分特的聚对苯二甲酰对苯二胺纱线的平纹编织的织物。该织物在经向和纬向两者上具有8.5根纱/cm,并且具有185gsm的面积重量。

[0116] 在对比实例A和C中,通过吹膜挤出制备聚合物膜。该膜是离聚物组合物,该离聚物组合物包含:(i) 乙烯和19wt-%的MAA(甲基丙烯酸)的共聚物,其中45%的可用羧酸部分被钠阳离子中和,该共聚物是从DuPont获得的;以及(ii) 1.1wt-%的基于EVA基质的色母料。挤出的膜是55微米厚的。在对比实例B和实例1和2中生产并且使用相似的膜,除了膜厚度是40微米之外。

[0117] 对比实例A

[0118] 通过按顺序手动地堆叠硅酮纸剥离层、挤出的热塑性膜层、织物层、挤出的热塑性膜层和硅酮纸剥离层制成组件。将三十个组件放置在彼此的顶部上以形成叠层。

[0119] 将该叠层放置在加热压机(来自SATIM的50吨压机)中,并用以下循环进行热压制:

[0120] (a) 在105°C下加热该压机持续21分钟;

[0121] (b) 插入该叠层;

[0122] (c) 在135°C和10巴下热压制该叠层持续10分钟;

[0123] (d) 在135°C和20巴下热压制该叠层持续20分钟;

[0124] (e) 在20巴的压力下将该叠层冷却至50°C持续20分钟,

[0125] (f) 从该叠层中取回每个组件,(g) 将每个组件冷却至室温并从每个组件中移除这些硅酮纸剥离层以留下树脂灌注的织物复合材料。

[0126] 该复合材料具有290gsm的面积重量以及251微米的平均厚度。体积质量是1160kg/cu.m。在这些加工条件下,实现了穿过该织物的厚度的树脂的完全浸渍。基于织物和膜特征,并且假设小于百分之五的穿过厚度所分布的孔隙,不存在剩余的纤维(区1),穿过厚度的浸渍程度(区2)是65%,树脂护套(区)是35%。整体纤维体积含量 V_f 是51%并且树脂体积含量 V_r 是44%。

[0127] 制备了包含二十五层复合材料和一個闭孔泡沫层的用于防刺性测试的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在根据HOSDB 07标准测试之前,将该包在室温下保持24小时。使用P18测试刀片。验证板是泡沫。每个测试包包括在24或36焦耳的攻击(入射)能量下的10次新刀片投掷。不存在该刀片到该验证板内的刺

入,也就是说,该刀片没有穿过测试包制品。重复测试(但在36焦耳的攻击能量下)导致13.8mm的到该验证板内的平均刀片刺入。

[0128] 重复以上测试,但这次使用SPB测试长钉。在24焦耳的攻击能量下,不存在该长钉到该验证板内的刺入。40mm偏转下的挠曲测试力是9998N。

[0129] 对于防弹性测试,制备了包含与闭孔泡沫层相邻的三十层复合材料的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在室温下调理24小时的干燥的样品上测量防弹性。对9mm FMJ子弹的V50抗性是522m/s。对44Mag SJHP子弹的V50抗性是481m/s。

[0130] 对比实例B

[0131] 按照对比实例A,通过按顺序手动地堆叠硅酮纸剥离层、挤出的热塑性膜层、织物层、挤出的热塑性膜层和硅酮纸剥离层制成组件。将这些组件中的两个形成为叠层。将该叠层放置在加热压机(来自SATIM的50吨压机)中,并用以下循环使其经受以下热压制循环:

[0132] (a) 在90°C下加热该压机的第一区,

[0133] (b) 插入该叠层,

[0134] (c) 在90°C和30巴下热压制该叠层持续20秒,

[0135] (d) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒,

[0136] (e) 将该压机加热至180°C,

[0137] (f) 在180°C和30巴下热压制该叠层持续20秒,

[0138] (g) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒,

[0139] (h) 将该压机加热至80°C,

[0140] (i) 在80°C和30巴下热压制该叠层持续20秒,

[0141] (j) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒,

[0142] (k) 将该压机加热至30°C,

[0143] (l) 在30°C下热压制该叠层持续20秒,

[0144] (m) 打开该压机,从该压机中移除该叠层并从该叠层中移除这些组件。在室温下在无压力下将这些组件冷却持续10分钟,并且

[0145] (n) 从每个组件中移除这些硅酮纸剥离层,以给出树脂灌注的织物复合材料。

[0146] 该复合材料具有263gsm的面积重量以及216微米的平均厚度。体积质量是1216kg/cu.m。在这些加工条件下,实现了穿过该织物的厚度的树脂的完全浸渍。基于织物和膜特征,并且假设小于百分之三的穿过厚度所分布的孔隙,不存在剩余的纤维(区1),穿过厚度的浸渍程度(区2)是71%,树脂护套(区)是29%。整体纤维体积含量 V_f 是59%并且树脂体积含量 V_r 是37%。

[0147] 进行与对比实例A的那些相似的刀片和长钉测试。制备了包含二十九层复合材料和一個闭孔泡沫层的用于防刺性测试的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在根据HOSDB 07标准测试之前,将该包在室温下保持24小时。使用P18测试刀片。验证板是泡沫。每个测试包括在24或36焦耳的攻击(入射)能量下的10次新刀片投掷。刀片测试示出了,对于24焦耳的攻击能量,没有刺入验证板,并且对于36焦耳的攻击能量,到验证板内的8.0mm的平均刀片刺入。使用SPB测试长钉的长钉测试没有给出在24焦耳的攻击能量下的刺入,再次示出没有刺入。

[0148] 40mm偏转下的挠曲测试力是5546N。

[0149] 对于防弹性测试,制备了包含与闭孔泡沫层相邻的二十九层复合材料的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。弹测试给出了519m/s的对9mm FMJ子弹的V50抗性。

[0150] 对比实例C

[0151] 通过按顺序手动地堆叠硅酮纸剥离层、挤出的热塑性膜层、织物层和硅酮纸剥离层制成组件。将三十个组件放置在彼此的顶部上以形成叠层。

[0152] 将该叠层放置在加热压机(来自SATIM的50吨压机)中,并用以下循环进行热压制:

[0153] (a) 在105°C下加热该压机持续21分钟;

[0154] (b) 插入该叠层;

[0155] (c) 在135°C和10巴下热压制该叠层持续10分钟;

[0156] (d) 在135°C和20巴下热压制该叠层持续20分钟;

[0157] (e) 在20巴的压力下将该叠层冷却至50°C持续20分钟,

[0158] (f) 从该叠层中取回每个组件,(g) 将每个组件冷却至室温并从每个组件中移除这些硅酮纸剥离层以留下树脂灌注的织物复合材料。

[0159] 该复合材料具有238gsm的面积重量以及198微米的平均厚度。体积质量是1206kg/cu.m。在这些加工条件下,实现了穿过该织物的厚度的树脂的完全浸渍。基于织物和膜特征,并且假设小于百分之七的穿过厚度所分布的孔隙,不存在剩余的纤维(区1),穿过厚度的浸渍程度(区2)是95%,树脂护套(区)是5%。整体纤维体积含量 V_f 是65%并且树脂体积含量 V_r 是28%。

[0160] 制备了包含三十层复合材料和一个闭孔泡沫层的用于防刺性测试的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在根据HOSDB 07标准测试之前,将该包在室温下保持24小时。使用P18测试刀片。验证板是泡沫。每个测试包括在24或36焦耳的攻击(入射)能量下的10次新刀片投掷。存在0.6mm的该刀片到该验证板内的刺入。重复测试(但在36焦耳的攻击能量下)导致19.0mm的到该验证板内的平均刀片刺入。

[0161] 重复以上测试,但这次使用SPB测试长钉。在24焦耳的攻击能量下,不存在该长钉到该验证板内的刺入。40mm偏转下的挠曲测试力是4179N。

[0162] 对于防弹性测试,制备了包含与闭孔泡沫层相邻的三十层复合材料的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在室温下调理24小时的干燥的样品上测量防弹性。对9mm FMJ子弹的V50抗性是505m/s。对44Mag SJHP子弹的V50抗性是482m/s。

[0163] 实例1

[0164] 组件堆叠顺序和加工设备是与对于对比实例B相同的。加工循环是:

[0165] (a) 在90°C下加热该压机的第一区,

[0166] (b) 插入该叠层,

[0167] (c) 在90°C和30巴下热压制该叠层持续20秒,

[0168] (d) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒,

[0169] (e) 将该压机加热至165°C,

- [0170] (f) 在165℃和30巴下热压制该叠层持续20秒，
- [0171] (g) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒，
- [0172] (h) 将该压机加热至80℃，
- [0173] (i) 在80℃和30巴下热压制该叠层持续20秒，
- [0174] (j) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒，
- [0175] (k) 将该压机加热至30℃，
- [0176] (l) 在30℃下热压制该叠层持续20秒，
- [0177] (m) 打开该压机，从该压机中移除该叠层并从该叠层中移除这些组件。在室温下在无压力下将这些组件冷却持续10分钟，并且
- [0178] (n) 从每个组件中移除这些硅酮纸剥离层，以给出树脂灌注的织物复合材料。
- [0179] 在这些加工条件下，没有实现穿过该织物的厚度的完全浸渍，并且实现了根据图4的结构。

[0180] 该复合材料具有263gsm的面积重量以及252微米的平均厚度。体积质量是1044kg/cu.m。不含聚合物纤维织物的弹性体树脂或热塑性树脂部分15是该复合材料的总厚度的25%。浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的两个聚合物纤维织物部分12是该复合材料的总厚度的33%。不含树脂的纤维织物芯部分11是该复合材料的总厚度的42%。整体纤维体积含量 V_f 是51%并且树脂体积含量 V_r 是32%。

[0181] 进行与对比实例A的那些相似的刀片和长钉测试。制备了包含二十九层复合材料和一个闭孔泡沫层的用于防刺性测试的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在根据HOSDB 07标准测试之前，将该包在室温下保持24小时。使用P18测试刀片。验证板是泡沫。每个测试包括在24或36焦耳的攻击（入射）能量下的10次新刀片投掷。刀片测试示出了，对于24焦耳的攻击能量，没有刺入验证板，并且对于36焦耳的攻击能量，到验证板内的13.5mm的平均刀片刺入。使用SPB测试长钉的长钉测试没有给出在24焦耳的攻击能量下的刺入，如对比实例的情况。

[0182] 40mm偏转下的挠曲测试力是3344N。

[0183] 对于防弹性测试，制备了包含与闭孔泡沫层相邻的二十九层复合材料的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。弹测试给出了522m/s的对9mm FMJ子弹的V50抗性以及486m/s的对44Mag SJHP子弹的V50抗性。

[0184] 实例2

[0185] 组件堆叠顺序和加工设备是与对于对比实例B相同的。加工循环是：

- [0186] (a) 在90℃下加热该压机的第一区，
- [0187] (b) 插入该叠层，
- [0188] (c) 在90℃和15巴下热压制该叠层持续10秒，
- [0189] (d) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒，
- [0190] (e) 将该压机加热至165℃，
- [0191] (f) 在165℃和15巴下热压制该叠层持续10秒，
- [0192] (g) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒，
- [0193] (h) 将该压机加热至80℃，
- [0194] (i) 在80℃和15巴下热压制该叠层持续10秒，

- [0195] (j) 通过打开该压机释放该叠层上的压力持续20秒,
- [0196] (k) 将该压机加热至30℃,
- [0197] (l) 在30℃下热压制该叠层持续10秒,
- [0198] (m) 打开该压机,从该压机中移除该叠层并从该叠层中移除这些组件。在室温下在无压力下将这些组件冷却持续10分钟,并且
- [0199] (n) 从每个组件中移除这些硅酮纸剥离层,以给出树脂灌注的织物复合材料。
- [0200] 在这些加工条件下,没有实现穿过该织物的厚度的完全浸渍,并且实现了根据图4的结构。
- [0201] 该复合材料具有263gsm的面积重量以及269微米的平均厚度。体积质量是976kg/cu.m。不含聚合物纤维织物的弹性体树脂或热塑性树脂部分15是该复合材料的总厚度的22%。浸渍有弹性体树脂或热塑性树脂的两个聚合物纤维织物部分12是该复合材料的总厚度的11%。不含树脂的纤维织物芯部分11是该复合材料的总厚度的67%。整体纤维体积含量 V_f 是48%并且树脂体积含量 V_r 是30%。
- [0202] 进行与对比实例A的那些相似的刀片和长钉测试。制备了包含二十九层复合材料和一个闭孔泡沫层的用于防刺性测试的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。在根据HOSDB 07标准测试之前,将该包在室温下保持24小时。使用P18测试刀片。验证板是泡沫。每个测试包括在24或36焦耳的攻击(入射)能量下的10次新刀片投掷。刀片测试示出了对于24焦耳攻击的3.3mm的验证板的刺入。使用SPB测试长钉的长钉测试没有给出在24焦耳的攻击能量下的刺入,如对比实例的情况。
- [0203] 40mm偏转下的挠曲测试力是3271N。
- [0204] 对于防弹性测试,制备了包含与闭孔泡沫层相邻的二十九层复合材料的测试包制品。被定位在测试包的背面的泡沫层是3mm厚并且具有100gsm的面积重量。弹测试给出了476m/s的对44Mag SJHP子弹的V50抗性。
- [0205] 当与对比实例相比时,本发明实例的相似面积重量下的优越的柔性对用户是非常有吸引力的。结果汇总在表1中。
- [0206] 表1

[0207]

测试	单位	对比 实例 A	对比 实例 B	对比 实例 C	实例 1	实例 2
复合材料重量	g/m ²	292	263	238	263	263
区 1-纤维的 (测量的)	%	0%	0%	0%	42%	67%
区 2-复合材料 (测量的)	%	65%	71%	95%	33%	11%
区 3-树脂护套 (测量的)	%	35%	29%	5%	25%	22%
树脂含量 W _r (计算的)	%	37%	30%	22%	30%	30%
体积质量 (计算的)	kg/m ³	1160	1216	1206	1044	976
厚度 (从图片测量的)	微米	251	216	198	252	269
穿刺测试的层数	-	25	29	30	29	29
平均刀片刺入 P1B 24 J	mm	未测试的	未测试的	0.6	3.4	3.3
平均刀片刺入 P1B 36 J	mm	13.8	8.0	19.0	13.5	未测试的
平均长钉刺入 SP1B 24 J	mm	0	0	0	0	0
弹和挠曲测试的层数	-	30	29	30	29	29
对 9 mm 弹射体的 V50	m/s	522	519	505	522	未测试的
对于 44 Mag 子弹的 V50	m/s	481	未测试的	482	486	476
40 mm 下的挠曲测试力	N	9998	5546	4179	3581	3271

[0208] 在以上的结果表中汇总的所有实例 (对比的和发明的) 由相同的材料组成构造并且在相同的条件下测试。这些实例的制造在可商购的设备上进行。结果表明, 如由实例 1 和 2 所例证的, 要求保护的发明的产品表现出比对比实例 A、B 和 C 高得多的按照 40mm 下的挠曲测试力测量的挠曲性能。实例 1 和 2 示出了从约 10% 至约 70% 的挠曲性能的改进。此外, 热压制时间从例如对于对比实例 A 和 C 的约 20 分钟显著地减少至对于实例 1 和 2 的几秒 (取决于最合适的温度选择)。此外, 根据当前标准进行的刀-刀片穿透、长钉穿透和弹 V50 测试均符合那些标准要求。

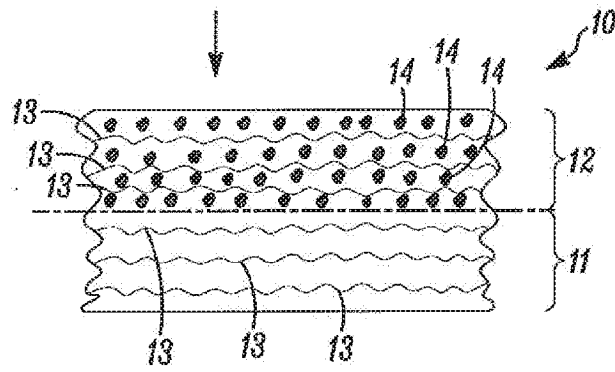


图 1

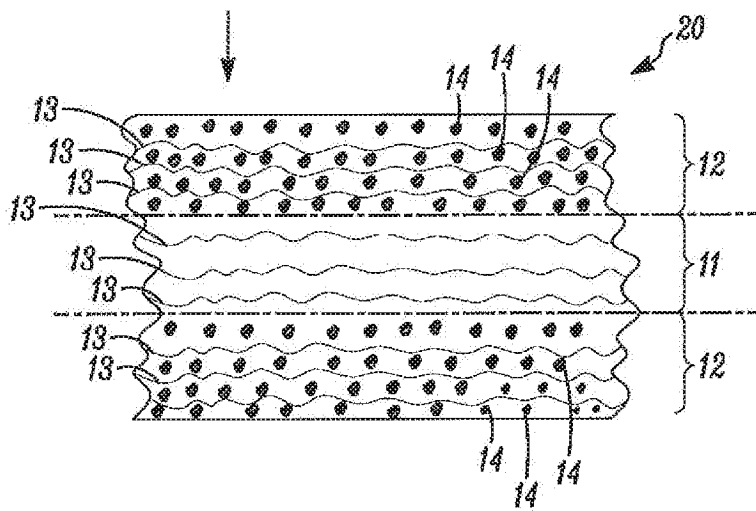


图 2

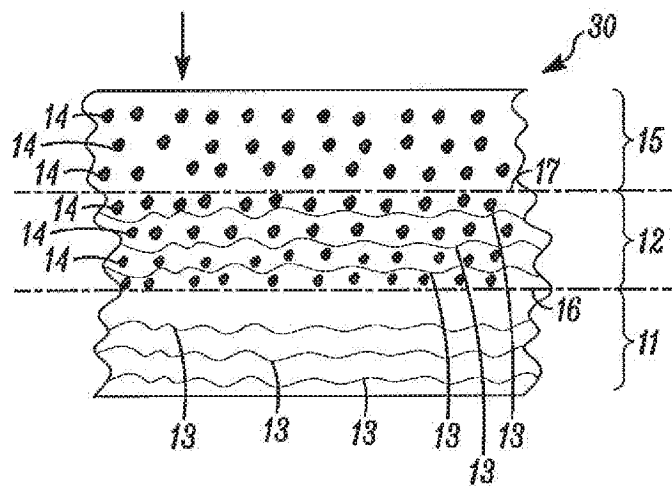


图 3

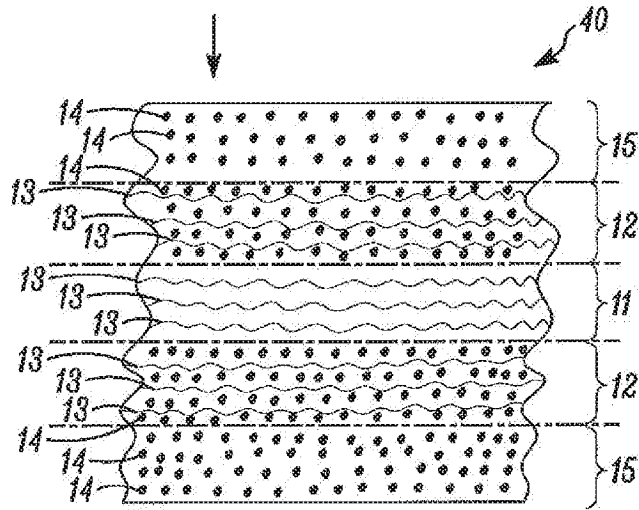


图 4

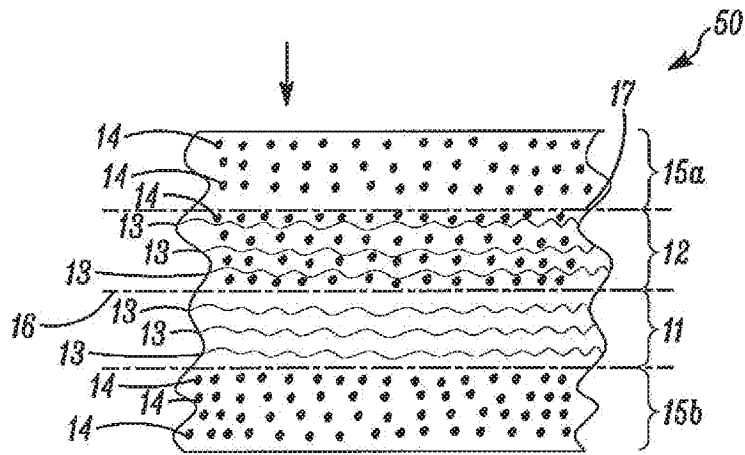


图 5

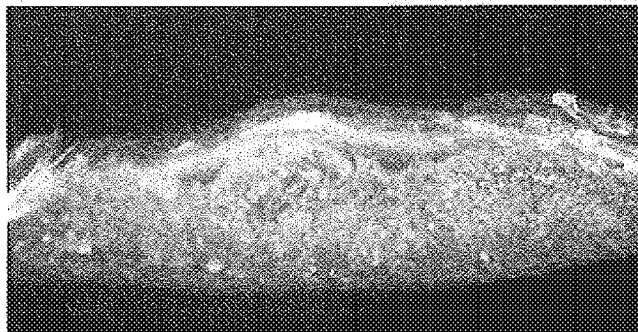


图 6