



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102084209 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 30

(21) 申请号 200980117215. 9

F41H 1/02(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 05. 14

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

12/152404 2008. 05. 14 US

US 5008959 A, 1991. 04. 23,

US 2004144244 A1, 2004. 07. 29,

CN 1502033 A, 2004. 06. 02,

US 6922847 B2, 2005. 08. 02,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 11. 12

审查员 杨冰磊

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/043924 2009. 05. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02010/019298 EN 2010. 02. 18

(73) 专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 L·A·卡巴加尔 R·G·小伊格里斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 孟慧岚 李炳爱

(51) Int. Cl.

F41H 5/04(2006. 01)

权利要求书2页 说明书18页

(54) 发明名称

防弹衣制品

(57) 摘要

本发明涉及用于防御射弹物体的防弹衣制品,所述制品包括织造织物层和片层。所述织造织物层由纱线制成,所述纱线具有至少7.3克/分特的韧度和至少100克/分特的模量。所述片层具有随机取向的非织造纤维片,每个所述片层都具有3至60重量%聚合物粘合剂和40至97重量%非原纤化纤维的均匀混合物。所述织造织物层和所述片层层叠在一起构成第一芯部分,所述第一芯部分包括依次为至少一个所述织造织物层然后至少一个所述片层的至少两个重复单元。所述片层占所述制品总重量的0.5至30重量%。

1. 用于防御射弹物体的防弹衣制品,所述防弹衣制品包括:
多个织造织物层,所述多个织造织物层由具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量的纱线织造;
多个片层,所述多个片层包括随机取向的非织造纤维片,每个所述片层都包括 3 至 60 重量%的聚合物粘合剂和 40 至 97 重量%的非原纤化纤维的均匀混合物,
所述非原纤化纤维具有至少 1.8 克 / 分特的纱线韧度和至少 75 克 / 分特的模量,并且其中每个所述片层都具有至少 0.013mm 的厚度;
所述织造织物层和所述片层层叠在一起构成第一芯部分,所述第一芯部分包括依次为至少一个所述织造织物层然后至少一个所述片层的至少两个重复单元;以及
所述片层占所述制品的总重量的 0.5 至 30 重量%。
2. 权利要求 1 的制品,其中所述纱线具有 50 至 4500 分特的线密度、10 至 65 克 / 分特的韧度、150 至 2700 克 / 分特的模量和 1%至 8%的断裂伸长率。
3. 权利要求 1 的制品,其中所述纱线由长丝制成,所述长丝由选自聚酰胺、聚烯烃、聚唑、以及它们的混合物的聚合物制成。
4. 权利要求 1 的制品,其中所述织造织物层未用基体树脂包封或涂覆。
5. 权利要求 1 的制品,其中每个所述片层都具有不超过 0.450mm(18 密耳)的厚度。
6. 权利要求 1 的制品,其中所述片层的所述非原纤化纤维选自芳族聚酰胺、聚磺酰胺、聚苯硫醚、聚烯烃、聚唑、丙烯腈、聚酰亚胺、玻璃、碳、石墨以及它们的混合物。
7. 权利要求 1 的制品,其中所述片层的聚合物粘合剂为聚合物沉析纤维。
8. 权利要求 1 的制品,其中所述聚合物粘合剂选自芳族聚酰胺、聚磺酰胺、聚苯硫醚、聚烯烃、聚唑、聚酰亚胺、丙烯腈、聚乙烯醇、二元羧酸与二羟醇的缩聚产物以及它们的混合物。
9. 权利要求 1 的制品,其中每个所述片层都具有至少 1200m/s 的平均声速。
10. 权利要求 1 的制品,其中每个所述片层都具有 1 至 5 的最大破坏应变值与最小破坏应变值的比率。
11. 权利要求 1 的制品,其中所述片层为各向同性或基本上各向同性的。
12. 权利要求 1 的制品,其中所述芯部分包括 3 至 60 个所述织造织物层和 3 至 60 个所述片层。
13. 权利要求 1 的制品,其中所述芯部分包括依次为至少一个所述织造织物层然后至少一个所述片层的至少两个重复单元。
14. 权利要求 13 的制品,其中所述重复单元依次包括一个所述织造织物层和至少两个所述非织造片层。
15. 权利要求 13 的制品,其中所述重复单元依次包括至少两个所述织造织物层和一个所述片层。
16. 权利要求 1 的制品,其中存在 3 至 50 个所述重复单元。
17. 权利要求 1 的制品,其中所述芯部分具有第一撞击端面 and 面向身体端面;并且所述制品还包括第一撞击部分和面向身体部分,所述第一撞击部分包括层叠在一起并层叠在所述芯部分的第一撞击端面上的多个织造织物层,并且所述面向身体部分包括层叠在一起并层叠在所述芯部分的面向身体的表面上的多个所述织造织物层。

18. 权利要求 17 的制品,其中所述第一撞击部分具有 2 至 30 个层叠在一起的织造织物层,并且所述面向身体部分具有 2 至 30 个层叠在一起的织造织物层。

19. 权利要求 1 的制品,其中所述芯部分具有织造织物端面和片材端面,并且还包括层叠在所述芯部分的片材端面上的至少一个织造织物层。

20. 权利要求 1 的制品,其中所述芯部分包括多个芯子部分,每个芯子部分都具有重复单元。

21. 权利要求 1 的制品,其中在射弹速度 (V_0) 为 2000 年 9 月公布的 NIJ 标准 -0101.04“个人防弹衣的抗弹性”规定的 1430 英尺 / 秒加或减 (+/-) 30 英尺 / 秒 (436m/s +/- 9m/s) 时,所述制品具有小于或等于 44mm 的背面变形。

22. 权利要求 1 的制品,其中所述织造织物层和所述片层连接的部分仅为其表面积的 10% 或更少,使得所述层的剩余部分的全部或大部分能够相对于相邻层横向移动和 / 或分开。

23. 权利要求 1 的制品,其中层叠在一起的所述织造织物层和所述片层具有 2.5 至 5.7kg/m² 的面密度。

防弹衣制品

[0001] 发明背景

1. 发明领域

[0002] 本发明涉及防弹衣。

2. 背景技术

[0003] 已经提出了用于防御射弹攻击的防弹衣的许多设计,其中许多已被商业化。通过设计来增加穿着者的舒适感以增强防弹衣的实用性。通常,通过将防弹衣制造得更轻、更柔软,可以让穿着者行动更加自由,从而增加其舒适感。然而,为了防御速度更快且质量更大的射弹,需要增加防弹衣的重量。另外也希望最大限度降低防弹衣的制造成本,但防弹衣所用传统材料却较为昂贵。

[0004] 世界范围内已经提出并采纳了相关标准以确保防弹衣具备防御射弹物体的最低能力。参阅 2000 年 9 月公布的 NIJ 标准 -0101.04“个人防弹衣的抗弹性”。该标准定义了提供 IIA、II、IIIA 和 III 级保护的防弹衣的性能。要提供 II 级保护,在被诸如速度 (V_0) 限定为 1430 英尺/秒加或减 (+/-) 30 英尺/秒 (436m/s +/- 9m/s) 的 0.357 马格南手枪子弹之类的射弹射击时,防弹衣不得被穿透,并且不出现 44mm 以上的背面变形。要提供 IIIA 级保护,在被诸如速度 (V_0) 限定为 1430 英尺/秒加或减 (+/-) 30 英尺/秒 (436m/s +/- 9m/s) 的 0.44 马格南手枪子弹之类的射弹射击时,防弹衣不得被穿透,并且不出现 44mm 以上的背面变形。防弹衣常常设计成具有超出该标准要求的安全系数。然而,增加安全系数通常会增加成本和重量并降低防弹衣的柔韧性。因此,通常将防弹衣制造成以较小的安全系数来满足已公布的标准。

[0005] 也有许多防弹衣设计可以防御长钉(如碎冰锥)或刀的穿刺或砍劈性攻击。然而,这类设计通常不是最佳的,甚至未必能防御射弹攻击。已经公布了单独的标准,这些标准提供了与防弹衣标准不同的有关用于防御此类长钉或刀的铠甲的测试和要求。因此,本领域的技术人员并不认为关于制备或优化用于防御长钉或刀的铠甲的教导可用于设计防弹衣。

[0006] 符合 II 级或 IIIA 级 NIJ 防弹标准的防弹衣可以仅由高韧度复丝制成的织造织物层制成,例如由对位芳族聚酰胺制成。此类织造织物层提供了防御子弹或碎片的极好的耐穿透性能。然而,织造织物层自身提供较低的抗背面变形能力,因而需要更多的层和更大的重量才能满足安全系数甚至标准。利用多个层叠的此类织造织物层和包含单向带材的多个单向组件的组合可以制备符合 II 级或 IIIA 级防护标准的混合防弹衣,其中单向带材由基体树脂内的平行高韧度复丝阵列构成并且与相邻带材层叠在一起,使其纱线相对于相邻带材呈一定角度。通常,带材内的纱线相对于相邻带材内的纱线呈直角。这种混合防弹衣提供了良好的耐子弹穿透性能和更强的抗背面变形能力,但用单向组件代替织造织物层会降低耐碎片冲击能力并会增加刚度和提高成本。可仅利用多个单向组件来制备符合 II 级或 IIIA 级防护标准的防弹衣。该防弹衣可以提供良好的耐子弹穿透性能和极佳的抗背面变形能力,但通常只能提供最低限度的耐碎片冲击能力,并且比其他类型的防弹衣刚度更大而

且最为昂贵。

[0007] 授予 Chitrangad 的美国专利 6,030,683 描述了将纸浆层定位在织造织物层之间可增加穿着舒适性和柔韧性。纸浆通过精修短纤维（絮凝物）使短纤维原纤化而制成，从而形成展开的末端和从纤维干线延伸出的毛发样原纤。将纸浆压制成具有介于 0.5 至 5 毫米之间的厚度的纸材。评估了包括织造织物层和纸浆片材的组合件在防御 22 枚口径碎片模拟射弹方面的性能。结果显示，与只具有织造织物的等重组件相比，其防弹性减弱多达 5%。虽然此类纸浆片材组合件在防御碎片方面可视为合格的，但该组合件不能防御可变形射弹，例如具有更高冲击能量的 0.44 马格南子弹。

[0008] 本发明的目的是提供改善的防弹衣设计，该设计利用了上述织造织物层的优点，同时又不含单向组件及其相关缺点。

[0009] 本发明的这些和其他目的将通过以下描述变得显而易见。

[0010] 发明概述

[0011] 本发明涉及用于防御射弹物体的防弹衣制品，其包括：

[0012] 多个织造织物层，其由具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量的纱线织造；

[0013] 多个片层，其包括随机取向的非织造纤维片，每个片层都包括 3 至 60 重量%聚合物粘合剂和 40 至 97 重量%非原纤化纤维的均匀混合物，

[0014] 非原纤化纤维具有至少 1.8 克 / 分特的纱线韧度和至少 75 克 / 分特的模量，并且其中每个片层都具有至少 0.013mm(0.5 密耳) 的厚度；

[0015] 织造织物层和片层层叠在一起构成第一芯部分，第一芯部分包括依次为至少一个织造织物层然后至少一个片层的至少两个重复单元；以及

[0016] 片层占制品的总重量的 0.5 至 30 重量%。

[0017] 附图简述

[0018] 通过以下发明详述并结合如下所述的附图可更全面地理解本发明。

[0019] 图 1 为根据本发明的防射弹穿透制品的第一实施方案的分解透视图，该制品一端为织造织物层，另一端为非织造片层。

[0020] 图 2 为根据本发明的重复部分的分解透视图，该重复部分依次具有多个织物层和多个非织造片层。

[0021] 图 3 为根据本发明的防射弹穿透制品的第二实施方案的分解透视图，该制品每一端均为织造织物层。

[0022] 图 4 为根据本发明的防射弹穿透制品的第三实施方案的分解透视图，该制品依次具有第一撞击部分 (first strike section)、重复部分和面向身体部分 (body facing section)。

[0023] 图 5 为根据本发明的防射弹穿透制品的第四实施方案的分解透视图，该制品依次具有第一撞击部分、第一重复部分、第二重复部分和身体部分。

[0024] 图 6 示出了将各层连接在一起的第一方式。

[0025] 图 7 示出了将各层连接在一起的第二方式。

[0026] 图 8 示出了将各层连接在一起的第三方式。

[0027] 发明详述

[0028] 参考以下对例示性和优选实施方案的详细说明,可更容易地理解本发明,所述详细说明构成了本公开的一部分。应当理解,权利要求的范围并不限于本文所述和 / 或示出的具体装置、方法、条件或参数,并且本文所用术语的目的仅在于以举例的方式描述具体实施方案,并非旨在限制受权利要求书保护的本发明。而且,如包括所附权利要求的说明书中所用,单数形式“一种”、“一个”和“该”包括复数形式,并且提及的具体数值至少包括该具体值,除非上下文清楚地另有指明。当表述数值的范围时,另一个实施方案包括从所述一个具体值和 / 或到另一个具体值。类似地,当采用先行词“约”将数值表述为近似值时,应当理解,该具体值也构成了另一个实施方案。所有描述、限制和范围都包括端值在内,并且是可组合的。此外,在下列整个发明详述中,类似的附图标记在所有附图中都表示类似的元件。

[0029] 参见图 1,该图示出了本发明的一个实施方案的分解透视图,本发明涉及用于防御射弹物体的防弹衣制品 10。防弹衣制品 10 用于复合到防弹衣内,并且包括层叠在一起构成第一芯部分 16 的多个织造织物层 12 和多个非织造片层 14。第一芯部分 16 包括依次为至少一个织造织物层 12 然后至少一个非织造片层 14 的至少两个重复单元 22。非织造片层 14 占制品的总重量的 0.5 至 30 重量%。

[0030] 织造织物层

[0031] 织物层 12 是织造的。术语“织造”在本文中表示可通过编织而制成的任何织物;也就是说,通过交织通常呈直角的至少两根纱线 18 和 20 而制成的任何织物。一般来讲,此类织物由一套称为经纱的纱 18 与另一套称为纬纱的纱 20 交织而成。织造织物可具有基本上任何编织形式,例如平织、四经破缎纹织、方平织、缎面织、斜纹织、非平衡织等。平织最常见并且也是优选的。

[0032] 在一些实施方案中,每个织造织物层 12 具有 50 至 800g/m² 的基重。在一些优选实施方案中,每个织造层的基重为 100 至 600g/m²。在一些最优选实施方案中,织造层的基重为 130 至 500g/m²。

[0033] 在一些实施方案中,经线中的织物纱线数量为 5 至 100 个末端 / 英寸 (2 至 39 个末端 / 厘米),优选为 8 至 60 个末端 / 英寸 (3 至 24 个末端 / 厘米)。在一些最优选的实施方案中,经线中的纱线数量为 10 至 45 个末端 / 英寸 (4 至 18 个末端 / 厘米)。在一些实施方案中,纬纱或纬线中的织物纱线数量为 5 至 100 个末端 / 英寸 (2 至 39 个末端 / 厘米),优选为 8 至 60 个末端 / 英寸 (3 至 24 个末端 / 厘米)。在一些最优选的实施方案中,纬纱或纬线中的纱线数量为 10 至 45 个末端 / 英寸 (4 至 18 个末端 / 厘米)。

[0034] 织造织物层 12 优选未用基体树脂包封或涂覆。换句话讲,织造织物层不含基体树脂。所谓“基体树脂”是指其中嵌入纱线的基本均匀的树脂或聚合物材料。

[0035] 纱线和长丝

[0036] 织物层 12 由具有多根长丝的复丝织造而成。纱线可以被交织和 / 或缠结。就本文中的目的而言,术语“长丝”定义为相对柔韧的、宏观上均匀并且在垂直于其长度的横截面上具有较大长宽比的主体。长丝的横截面可以为任何形状但通常为圆形或豆形。在本文中,术语“纤维”与术语“长丝”可互换使用,术语“末端”与术语“纱线”可互换使用。

[0037] 长丝可以为任何长度。优选地,长丝为连续的。纺到包装内的线轴上的复丝包含多根连续长丝。复丝可被切割成短纤维并制成适用于本发明的短纤纱。短纤维可具有约 1.5 至约 5 英寸 (约 3.8cm 至约 12.7cm) 的长度。短纤维可为直的 (即,非卷曲的)、或为

卷曲的以沿其长度具有锯齿形褶皱,所述褶皱具有约 3.5 至约 18 个褶皱/英寸(约 1.4 至约 7.1 个褶皱/cm)的褶皱(或重复弯曲)频率。

[0038] 纱线具有至少 7.3 克/分特的纱线韧度和至少 100 克/分特的模量。优选地,纱线具有 50 至 4500 分特的线密度、10 至 65 克/分特的韧度、150 至 2700 克/分特的模量和 1%至 8%的断裂伸长率。更优选地,纱线具有 100 至 3500 分特的线密度、15 至 50 克/分特的韧度、200 至 2200 克/分特的模量和 1.5%至 5%的断裂伸长率。

[0039] 织物层纤维聚合物

[0040] 本发明的纱线可由能制备高强度纤维的任何聚合物形成的长丝制成,所述聚合物包括例如聚酰胺、聚烯烃、聚唑类、以及它们的混合物。

[0041] 当聚合物为聚酰胺时,芳族聚酰胺是优选的。术语“芳族聚酰胺”是指其中至少 85%的酰胺基(-CONH-)连接键直接连接到两个芳环上的聚酰胺。合适的芳族聚酰胺纤维在 Interscience Publishers 1968 年出版的“Man-Made Fibres-Science and Technology”第 2 卷第 297 页 W.Black 等人撰写的标题为“Fibre-Forming Aromatic Polyamides”的章节中有所描述。芳族聚酰胺纤维及其制备也在美国专利 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 中有所公开。

[0042] 优选的芳族聚酰胺为对位芳族聚酰胺。优选的对位芳族聚酰胺为称为 PPD-T 的聚对苯二甲酰对苯二胺。所谓 PPD-T 是指由对苯二胺和对苯二甲酰氯的等摩尔比聚合反应所得的均聚物,以及少量其他二胺与对苯二胺和少量其他二甲酰氯与对苯二甲酰氯的结合所得的共聚物。作为一般原则,其他二胺和其他二甲酰氯的使用量至多可为对苯二胺或对苯二甲酰氯的约 10 摩尔%,或者可能略高,前提条件仅为其他二胺和二甲酰氯不含干扰聚合反应的反应性基团。PPD-T 也指由其他芳族二胺和其他芳族二甲酰氯结合所得的共聚物,所述二酰氯例如 2,6-萘二甲酰氯或者氯代或二氯对苯二甲酰氯或 3,4'-二氨基二苯醚。

[0043] 添加剂可用于芳族聚酰胺,并且已经发现,高达 10 重量%或更多的其他聚合材料可与芳族聚酰胺共混。可使用其中以高达 10%或更多的其他二胺取代了芳族聚酰胺的二胺或者其中以高达 10%或更多的其他二甲酰氯取代了芳族聚酰胺的二甲酰氯的共聚物。

[0044] 当聚合物为聚烯烃时,聚乙烯或聚丙烯是优选的。术语“聚乙烯”是指分子量优选地大于一百万的并主要为线性的聚乙烯材料,该材料可包含每 100 个主链碳原子不超过 5 个修饰单元的少量链分支或共聚单体,而且还可包含与其混合的不超过约 50 重量%的一种或多种聚合物添加剂,例如烯烃-1-聚合物,具体地讲低密度聚乙烯、丙烯等,或低分子量添加剂,例如经常掺入的抗氧化剂、润滑剂、紫外线屏蔽剂、着色剂等。此类即为通常所说的伸展链聚乙烯(ECPE)或超高分子量聚乙烯(UHMWPE)。聚乙烯纤维的制备在美国专利 4,478,083、4,228,118、4,276,348 和日本专利 60-047,922、64-008,732 中有所讨论。高分子量直链聚烯烃纤维可商购获得。聚烯烃纤维的制备在美国专利 4,457,985 中有所讨论。

[0045] 在一些优选的实施方案中,聚唑类是诸如聚苯并唑和聚吡啶并唑之类的聚芳烃吡咯。适合的聚唑类包括均聚物以及共聚物。添加剂可与聚唑类一起使用,并且高达 10 重量%的其他聚合材料可与聚唑类混合。也可使用其中以高达 10%或更多的其他单体取代了聚唑类中单体的共聚物。适合的聚唑均聚物和共聚物可由已知的工序制成,例如描述于或来源于美国专利 4,533,693(授予 Wolfe 等人,1985 年 8 月 6 日)、4,703,103(授予

Wolfe 等人,1987 年 10 月 27 日)、5,089,591(授予 Gregory 等人,1992 年 2 月 18 日)、4,772,678(Sybert 等人,1988 年 9 月 20 日)、4,847,350(授予 Harris 等人,1992 年 8 月 11 日)以及 5,276,128(授予 Rosenberg 等人,1994 年 1 月 4 日)中的那些。

[0046] 优选的聚苯并唑为聚苯并咪唑、聚苯并噻唑和聚苯并𫔪唑,更优选为可形成具有 30gpd 或以上纱线韧度的纤维的此类聚合物。当聚苯并唑为聚苯并噻唑时,其优选为聚(对亚苯基苯并二噻唑)。当聚苯并唑为聚苯并𫔪唑时,其优选为聚(对亚苯基苯并二𫔪唑),更优选为称为 PBO 的聚(对亚苯基-2,6-苯并二𫔪唑)。

[0047] 优选的聚吡啶并唑为聚吡啶并咪唑、聚吡啶并噻唑和聚吡啶并𫔪唑,更优选为可形成具有 30gpd 或以上纱线韧度的纤维的此类聚合物。在一些实施方案中,优选的聚吡啶并唑为聚吡啶并二唑。优选的聚(吡啶并二𫔪唑)为称为 PIPD 的聚(1,4-(2,5-二羟基)亚苯基-2,6-吡啶并[2,3-d:5,6-d']双咪唑。包括聚吡啶并二唑在内的合适的聚吡啶并唑可通过已知方法制备,例如美国专利 5,674,969 中描述的那些方法。

[0048] 片层

[0049] 片层 14 包括随机取向的非织造纤维片。所谓“随机取向的非织造纤维片”是指纤维的一体网络或构造,其中纤维没有“织造”在一起。在一些优选实施方案中,纤维的一体网络或构造是通过制备类似纸材的湿法成网结构来获得。随机取向的非织造纤维片由随机取向的非原纤化纤维制成。优选形式的非织造片材包含 40 至 97 重量%的非原纤化纤维和 3 至 60 重量%的聚合物粘合剂的均匀混合物,该纤维具有至少 1.8 克/分特的纱线韧度、至少 75 克/分特的模量和至少 2%的断裂伸长率。在一些实施方案中,非原纤化纤维可具有高达 65 克/分特的纱线韧度、高达 2700 克/分特的模量、和高达 40%或甚至 50%的断裂伸长率。在一些实施方案中,非织造片材内存在的非原纤化纤维的含量可为 40 至 60 重量%,粘合剂的含量为 60 至 40 重量%。在其他一些实施方案中,非织造片材内存在的非原纤化纤维的含量可为 70 至 90 重量%,粘合剂的含量为 10 至 30 重量%。在其他实施方案中,非原纤化纤维的含量可为 88 至 97 重量%,粘合剂的含量为 3 至 12 重量%。纤维和粘合剂的聚合物可相同或不同。例如,可将具有基本上无定形的结构的聚合物用作粘合剂,而将具有基本上结晶的结构的不同聚合物用作非原纤化纤维。

[0050] 随机取向的非织造纤维片内的非原纤化纤维可具有连续或切割纤维(絮凝物)的形式。优选絮凝物。絮凝物一般包含短纤维,短纤维通过将连续长丝切割成较短长度制成而不进行精修以免引起显著原纤化;絮凝物或短纤维的长度几乎可为任何长度,但通常该长度从约 2mm 至 60mm 变化,更优选从 2mm 至 20mm 变化。适用于本发明的短纤维包括例如公开于授予 Hoiness 的美国专利 5,474,842 中的强化纤维。如果絮凝物长度小于 2 毫米,则通常太短,不能形成具有足够强度的非织造片材或纸材;如果絮凝物长度大于 25 毫米,则很难形成均匀纤维网或纸材,尤其是在通过湿法成网工艺制备絮凝物的情况下。具有小于 5 微米、尤其小于 3 微米的直径的絮凝物很难提供足够的横截面均匀性和再现性;如果絮凝物直径大于 20 微米,则很难形成具有轻至中等基重的均匀非织造片材或纸材。絮凝物可由选自下列材料的聚合物制成:包括芳族聚酰胺在内的聚酰胺、聚磺酰胺、聚苯硫醚、聚烯烃、聚唑、丙烯腈、聚酰亚胺、以及它们的混合物。芳族聚酰胺为优选的聚合物。其他合适的非原纤化纤维材料包括玻璃纤维、碳纤维和石墨纤维。碳纤维和石墨纤维可由聚丙烯腈或沥青制成。

[0051] 优选的粘合剂为聚合物沉析纤维。术语“沉析纤维”是指非粒状的纤维状或薄膜状颗粒。沉析纤维不是纤维,而是纤维状的,因为其具有用纤维网连接的纤维状区域。在许多情况下,沉析纤维具有 0.1 至 1mm 的平均长度。在一些实施方案中,其具有约 5 : 1 至 10 : 1 的宽长纵横比。沉析纤维的厚度尺寸为 0.1 至 2 微米,通常大约零点几微米。沉析纤维可通过任何方法制备,包括使用美国专利 3,018,091 中所公开类型的原纤化设备制备,该设备将聚合物溶液的沉淀和剪切在一个步骤内完成。沉析纤维通常通过将聚合物溶液流出为与溶液的溶剂不混溶的液体的凝固浴而制成。当聚合物凝固时,聚合物溶液的液流经受巨大的剪切力和湍流。

[0052] 在一些实施方案中,沉析纤维具有 320℃ 以上的熔点或分解点。在一些实施方案中,可用于制备沉析纤维的优选聚合物包括:包括芳族聚酰胺在内的聚酰胺、聚磺酰胺、聚苯硫醚、聚烯烃、聚唑、聚酰亚胺、以及它们的混合物。在一些其他实施方案中,合适的沉析纤维材料为聚丙烯腈、聚己酰胺、聚乙烯醇、二元羧酸与二羟醇的缩聚产物(聚酯)等。合适的聚酯包括饱和聚酯,例如聚对苯二甲酸乙二酯、聚碳酸酯和聚丁酸酯。相比其他所述材料,芳族聚酰胺材料制成的沉析纤维可提供热稳定性更佳的纸材。沉析纤维的优选聚合物为芳族聚酰胺,具体地讲,为间位芳族聚酰胺,更具体地讲,为聚间苯二甲酰间苯二胺。

[0053] 絮凝物和粘合剂在非织造片材组合体内的期望相对量取决于所用絮凝物和粘合剂的类型、用来制备非织造片材的方法、以及期望的各向同性或基本上各向同性的非织造片材的破坏应变特性。例如,当在长网造纸机上将间位芳族聚酰胺沉析纤维和间位芳族聚酰胺纤维制成纸材时,在一些实施方案中非织造片材内存在的纤维的含量可为 40 至 60 重量%,沉析纤维的含量也可 60 至 40 重量%。当在斜网造纸机上将间位芳族聚酰胺沉析纤维和对位芳族聚酰胺纤维制成纸材时,在一些实施方案中非织造片材内存在的纤维的含量可为 70 至 90 重量%,沉析纤维的含量为 10 至 30 重量%。

[0054] 也可使用诸如水溶性树脂的其他聚合物粘合剂或不同类型聚合物粘合剂的组合。用作粘合剂的树脂可以直接添加到制纸分散体中的水溶性或可分散的聚合物形式存在,或者以作为粘合剂的树脂材料的热塑性粘合剂纤维形式存在,该纤维在干燥过程中或在额外的压缩和/或加热处理之后通过施加热量与待活化芳族聚酰胺纤维混合在一起。用于水溶性或可分散的粘合剂聚合物的优选材料通常为水溶性或水分散性热固性树脂,例如聚酰胺树脂、环氧树脂、酚醛树脂、聚脲、聚氨酯、三聚氰胺甲醛树脂、聚酯和醇酸树脂。尤其可用的是水溶性聚酰胺树脂,例如阳离子湿强度树脂,例如可以商品名 KYMENE[®] 557LX 获得的产品。也可使用非固化聚合物的水溶液和分散体,例如聚(乙烯醇)、聚醋酸乙烯酯等。当采用水溶性粘合剂时,在一些实施方案中,非织造片材内存在的纤维含量可为 88 至 97 重量%,粘合剂的含量为约 3 至 12 重量%。

[0055] 也可以使用其他聚合物粘合剂,例如在干燥或压延过程中可以熔融的热塑性粘合剂絮凝物。在一些实施方案中,热塑性粘合剂絮凝物可由诸如聚(乙烯醇)、聚丙烯、聚酯之类聚合物制备并应具有类似于上述絮凝物的长度和直径。如果需要,可以在纸组合体中添加具有粉末或纤维形式的附加成分,例如用于调节纸材传导性和其他属性的填料、颜料、抗氧化剂等。

[0056] 在一些实施方案中,在常规造纸设备上制备非织造片材。该设备可具有从实验室筛网到商业规格设备的任何尺寸,包括长网造纸机或斜网造纸机之类常用设备。典型方法

涉及：在含水液体中制备絮凝物之类纤维材料和粘合剂（通常为沉析纤维）的分散体；从分散体内排掉液体以产生湿组合物；以及干燥湿纸组合物。通过分散纤维，然后添加沉析纤维；或者通过分散沉析纤维，然后添加纤维，可以制备分散体。最终分散体也可以通过将纤维分散体与沉析纤维分散体混合来制备；分散体可任选包括诸如无机材料之类的其他添加剂。按分散体的总重量计，来自絮凝物的纤维在分散体中的浓度可在 0.01 至 1.0 重量% 的范围内。按固体的总重量计，粘合剂在分散体中的浓度可至多 30 重量%。在典型方法中，分散体的含水液体通常为水，但可包括各种其他材料，例如 pH 调节材料、成型助剂、表面活性剂、消泡剂等。通常通过以下方法排掉分散体中的含水液体：将分散体传输至筛网或其他多孔支撑件上，保留分散的固体，然后让液体通过，以形成湿纸组合物。在支撑件上成形之后，通常还会利用真空或其他压力对湿组合物脱水，并且通过蒸发剩余液体进一步干燥。

[0057] 在一个优选的实施方案中，可以将纤维和粘合剂调成浆料以形成混合物，然后在金属筛网或网带上将混合物转化为纸材。有关由芳族聚酰胺纤维和芳族聚酰胺沉析纤维形成纸材的示例性方法，请参见授予 Tokarsky 的美国专利 4,698,267 和 4,729,921；授予 Hesler 等人的美国专利 5,026,456；授予 Kirayoglu 等人的美国专利 5,223,094 和 5,314,742。

[0058] 形成非织造片材或纸材之后，如果需要，还可在热辊之间压延片材或纸材以进一步压实或捣实，具体取决于最终期望的密度和厚度。此外，在形成纸材过程中，可通过调节施加在纸浆上的真空量（当位于网案上时）和 / 或调节湿压机中的辊隙压力来对最终纸密度进行一定的调节。在一些实施方案中，优选压光纸，并且在所需的辊温度和 / 或压力下进行压延以提供所需的纸密度和厚度。造纸过程中的任选最终步骤可包括在电晕或等离子气氛中对纸材进行表面处理以进一步改善非织造片材的表面特性。

[0059] 每个片层 14 都具有至少 0.013mm(0.5 密耳) 的厚度，每个非织造片层的厚度通常为 0.013 至 0.450mm(0.5 至 18 密耳)，更优选 0.025 至 0.300mm(1 至 12 密耳)，最优选 0.025 至 0.150mm(1 至 6 密耳)。优选地，每个片层 14 具有至少 1200m/s、更优选至少 1500m/s、甚至更优选地至少 2000m/s 的平均声速。

[0060] 当按照 ASTM 方法 D882 测试时，每个片层 14 都具有 1 : 5、优选 1 : 3、最优选 1 : 1 的最大破坏应变值与最小破坏应变值的比率。换句话讲，就其破坏应变特性而言，片层 14 为各向同性或基本各向同性的。

[0061] 片层 14 占制品 10、26、40、48 的总重量的百分比为 0.5 至 30 重量%，更优选地为 3 至 28 重量%，甚至更优选地为 5 至 26 重量%。

[0062] 合适的非织造片材的实例包括对位芳族聚酰胺和 / 或间位芳族聚酰胺絮凝物和粘合剂，优选间位芳族聚酰胺粘合剂。用 Kevlar® 芳族聚酰胺纤维和 Nomex® 芳族聚酰胺纤维制备的纸材可从 E. I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, DE) 商购获得。优选 Kevlar® N636 和 Nomex® T412 等级。

[0063] 芯部分

[0064] 织造织物层 12 和片层 14 层叠在一起构成第一芯部分 16。第一芯部分 16 优选地包括 3 至 60 个织造织物层 12、以及 3 至 60 个片层 14。更优选地，第一芯部分包括 8 至 50 个织造织物层 12、以及 5 至 50 个片层 14。甚至更优选地，第一芯部分包括 10 至 45 个织造织物层 12、以及 8 至 45 个片层 14。

[0065] 优选地,芯部分 16 包括依次为至少一个织造织物层 12 然后至少一个片层 14 的至少两个重复单元 22。重复单元 22 可任选按顺序包括仅一个织造织物层 12 和至少两个片层 14。重复单元 22 作为另外一种选择或除此之外可按顺序包括至少两个织造织物层 12 和仅一个片层 14。图 2 示出了重复单元 23 的一个实施方案,该重复单元具有与相邻的多个片层层叠的多个织造织物层。优选地,重复单元 22 和 23 有 3 至 50 个,更优选 5 至 40 个,甚至更优选 8 至 35 个。

[0066] 如图 1 所示,芯部分 16 可在一端具有织造织物层 12,另一远端具有片层。作为另外一种选择,如图 3 所示,芯部分 24 可在每一端都具有织造织物层 12。

[0067] 再次参见图 1,芯部分 16 具有第一撞击端面 30 和第二面向身体端面 32。参见图 4,制品 40 还可任选地包括第一撞击部分 42 和面向身体部分 44。第一撞击部分 42 可具有层叠在一起并层叠在芯部分 16 的第一撞击端面 30 上的多个织造织物层 12。面向身体部分 44 可具有层叠在一起并层叠在芯部分 16 的面向身体的表面 32 上的多个织造织物层 12。

[0068] 第一撞击部分 42 可具有 2 至 30 个层叠在一起的织造织物层,面向身体部分 44 可具有 2 至 30 个层叠在一起的织造织物层。根据需要,第一撞击部分 42 和面向身体部分 44 的织造织物层 12 可相同或不同。

[0069] 参见图 5,芯部分 50 可具有多个芯子部分 52 和 54,每个芯子部分 52 和 54 都具有重复单元 56。

[0070] 防弹衣制品

[0071] 优选地,当射弹速度 (V_0) 为 2000 年 9 月公布的 NIJ 标准 -0101.04 “个人防弹衣的抗弹性”规定的 1430 英尺 / 秒加或减 (+/-) 30 英尺 / 秒 (436m/s +/- 9m/s) 时,制品 10、26、40 和 48 具有小于或等于 44mm 的背面变形。

[0072] 优选地,织造织物层 12 和片层 14 连接在一起的部分仅为其表面积的 10% 或更少,使得层剩余部分的全部或大部分可相对于相邻层横向移动和 / 或分开。层之间可通过缝线或粘合剂或熔结方式在边缘处和 / 或以十字 (X) 图案连接在一起,如图 6 所示;或者以通常在被褥上形成的正方形图案连接在一起,如图 7 和 8 所示。图 7 所示缝纫图案称为具有附加边缘线迹的绗缝缝纫图案。更优选地,层之间的连接部分小于层的表面积的 5%,甚至更优选地小于 3%。此外,参见图 8,当缝纫图案为正方形时,优选地,线距 60 为约 48 至约 54mm,更优选为约 50 至约 52mm。“线距”被定义为层表面的正方形缝纫图案内的相邻平行缝线之间的距离 60。还优选地,线迹长度 62 为约 3 至约 7mm,更优选为约 4 至约 6mm。“线迹长度”被定义为横跨层表面的缝线的最短重复长度 62。

[0073] 优选地,制品 10、26、40 和 48 不包括任何单向带材或单向组合件。所谓“单向带材”是指大致位于基体树脂内的平面内的大致平行的高韧度复丝阵列。所谓“单向组合件”是指与相邻带材层叠在一起且其纱线相对于相邻带材呈倾斜角度的多个单向带材。通常,带材内的纱线相对于相邻带材内的纱线呈直角。单向带材和组合件在授予 Li 等人的美国专利 5,160,776 中有所公开。

[0074] 优选地,层叠在一起的织造织物层 12 和片层 14 具有 2.5 至 5.7kg/m²、更优选地 3.0 至 5.2kg/m² 的面密度。

[0075] 工业适用性

[0076] 该制品包括保护身体部位不受射弹伤害的防护服装或防弹衣,例如背心、夹克等。

本文所用术语“射弹”是指由例如枪发射的子弹或其他物体或其碎片。

[0077] 测试方法

[0078] 以下实施例中使用下列测试方法。

[0079] 温度 :所有温度均以摄氏度 (°C) 来测量。

[0080] 线密度 :纱线或纤维的线密度是通过按 ASTM D1907-97 和 D885-98 中所述方法称量已知长度的纱线或纤维来确定。分特被定义为以克为单位的 10,000 米纱线或纤维的重量。旦尼尔 (d) 为 9/10 分特 (dtex)。

[0081] 拉伸特性 :对待测纱线进行调理,然后按 ASTM D885-98 中所述方法进行拉伸测试。通过在 Instron 试验机上对纱线进行断裂测试来确定韧度 (抗断韧度)、弹性模量和断裂伸长率。

[0082] 面密度 :织物层的面密度通过测量所选尺寸 (如 10cm×10cm) 的每个单层的重量来确定。复合结构的面密度通过将各层的面密度求和来确定。

[0083] 平均声速 :声速是指拉伸应力波经材料传播的速度,按照 ASTM E494 中的方法在各个方向测量声速并计算平均声速。以单位 m/s 记录声速。所记录的平均声速为在下列条件下测得的声速的平均值 :声波相对于正 X 轴以 0°、45°、90°、135°、180°、-45°、-90° 和 -135° 的角度从片层内的冲击点 (0,0) 径向穿过,并且纵向或压延方向沿 X 轴设置,横向沿 Y 轴设置。

[0084] 射弹穿透和背面变形性能 :多层面板的弹道测试按照 2000 年 9 月公布的 NIJ 标准 -0101.04 “个人防弹衣的抗弹性”进行。记录的 V50 值为对应于每个实施例的射击数的平均值。每个实施例射击两次或四次。

实施例

[0085] 给出以下实施例来举例说明本发明,并且所述实施例不应被理解为以任何方式限制本发明。除非另外指明,所有份数和百分比均按重量计。根据本发明的方法制备的实施例用数值来指示。对照实施例或比较实施例用字母来指示。与比较实施例或本发明实施例相关的数据和测试结果示于表 1 和 2 中。

[0086] 层的说明

[0087] 将下列高强纤维织物和非织造片材结构的层制备成用于进行如下弹道测试的各种复合材料组件。

[0088] 织物层“F1”是以商品名 Kevlar® 对位芳族聚酰胺 129 号纱线得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的 840 旦尼尔 (930 分特) 聚 (对亚苯基对苯二甲酰) (或 PA) 纱线的平织织造织物,并且被织成 26×26 末端 / 英寸 (10.2×10.2 末端 / 厘米)。

[0089] 织物层“F2”是以商品名 Kevlar® 对位芳族聚酰胺 X300 号纱线得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的 600 旦尼尔 (660 分特) 聚 (对亚苯基对苯二甲酰) (或 PA) 纱线的平织织造织物,并且被织成 34×34 末端 / 英寸 (13.4×13.4 末端 / 厘米)。

[0090] 片层“S1”是按照美国专利 6,030,683 中的方法使用得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的 Kevlar® 1F-361 纸浆制备的聚对苯二甲酰对苯二胺纸浆片材或片材结构,平均声速 990m/s,厚度 15 密耳 (0.375mm),任意两个给定方向的断裂伸长率最大值与最小值的比率为 1.45。

[0091] 片层“S2”是以商品名Kevlar® N636 得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的聚对苯二甲酰对苯二胺纸片或片材结构, 平均声速 3550m/s, 厚度 1.4 密耳 (0.035mm), 任意两个给定方向的断裂伸长率最大值与最小值的比率为 1.10。

[0092] 片层“S3”是以商品名Nomex® T412 得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纸片或片材结构, 平均声速 2180m/s, 厚度 1.4 密耳 (0.035mm), 任意两个给定方向的断裂伸长率最大值与最小值的比率为 2.41。

[0093] 片层“S4”是得自 Hollingsworth&Vose Company 的 Advanced FiberNonwovens Division(Hawkinsville,GA) 的 8000056 等级聚对苯二甲酰对苯二胺非织造片材或片材结构, 平均声速 2445m/s, 厚度 4.2 密耳 (0.11mm), 任意两个给定方向的断裂伸长率最大值与最小值的比率为 1.23。粘合剂为含量 12% 的解卷曲聚酯。

[0094] 实施例 A

[0095] 用缝线将约 15”×15”的 24 层织物层 F1 缝合在一起形成面密度为约 4.73kg/m² 的制品, 其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝纫图案。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案, 使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的八次射击的弹道测试结果如表 2 所示, 结果显示背面变形高达 61mm, 但弹道 V50 良好。

[0096] 实施例 B

[0097] 在该实施例中, 制备了依次包括下列部分的层叠制品: (a) 具有 5 个织物层 F1 的第一撞击部分, (b) 具有织物层 F1 与片层 S1 的重复单元的芯部分, 所述单元重复 8 次, 以及 (c) 具有 6 个织物层 F1 的面向身体部分。本文将该制品构造记为 5F1+8(F1+S1)+6F1。该层叠制品由约 15 英寸×15 英寸 (38cm×38cm) 的各层用缝线固定在一起而制成, 其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 4.91kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案, 使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示, 结果显示背面变形值为 60mm, 而第二次射击彻底失败, 没有记录到变形值。V50 性能较差。

[0098] 实施例 D

[0099] 在该实施例中, 制备了依次包括下列部分的层叠制品: (a) 具有 9 个织物层 F1 的第一撞击部分, (b) 具有织物层 F1 与片层 S1 的重复单元的芯部分, 所述单元重复 4 次, 以及 (c) 具有 9 个织物层 F1 的面向身体部分。本文将该制品构造记为 9F1+4(F1+S1)+9F1。该层叠制品由约 15 英寸×15 英寸 (38cm×38cm) 的各层用缝线固定在一起而制成, 其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 4.98kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案, 使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示, 结果显示背面变形值为 53mm, 而第二次射击彻底失败, 没有记录到变形值。V50 性能较差。

[0100] 实施例 E

[0101] 在该实施例中, 制备了依次包括下列部分的层叠制品: (a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分, 以及具有片层 S4 和织物层 F1 的重复单元的芯部分, 所述单元重复 22 次。

本文将该制品构造记为 1F1+22(S4+F1)。该层叠制品由约 15 英寸 × 15 英寸 (38cm × 38cm) 的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝绉图案。制品的面密度为约 4.93kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值为 46mm 和 49mm。V50 性能良好。

[0102] 实施例 F

[0103] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 8 个织物层 F 1 的第一撞击部分,(b) 19 个片层 S4,(c) 6 个织物层 F1,(d) 19 个片层 S5,以及 (e) 8 个织物层 F1。本文将该制品构造记为 8F1+19S4+6F1+19S4+8F1。该层叠制品由约 15 英寸 × 15 英寸 (38cm × 38cm) 的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝绉图案。制品的面密度为约 5.08kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值为 45mm 和 46mm。V50 性能合格。

[0104] 实施例 1

[0105] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分,(b) 具有织物层 F1 与片层 S2 的重复单元的芯部分,所述单元重复 21 次。本文将该制品构造记为 1F1+21(F1+S2)。该层叠制品由约 15 英寸 × 15 英寸 (38cm × 38cm) 的各层用缝线固定在一起,其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝绉图案。制品的面密度为约 5.03kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的四次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值介于 34mm 和 41mm 之间,弹道 V50 良好。

[0106] 实施例 2

[0107] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分,(b) 具有织物层 F1 与片层 S3 的重复单元的芯部分,所述单元重复 21 次。本文将该制品构造记为 1F1+21(F1+S3)。该层叠制品由约 15 英寸 × 15 英寸 (38cm × 38cm) 的各层用缝线固定在一起,其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝绉图案。制品的面密度为约 4.98kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 I 所示,结果显示背面变形值为 41mm,弹道 V50 良好。

[0108] 实施例 1 和 2 显示,具有类似于比较实施例 A 的面密度的根据本发明的结构具有显著低于比较实施例 A 的背面变形,并且穿透安全系数 (V50 减 Vo) 显著高于工业中通常所需的标准 (即 28m/s)。比较实施例 B 和 D 基于美国专利 6,030,683 中的公开内容,并且显示本专利的纸浆片材对于 0.44 马格南手枪子弹不能提供合格的弹道性能。实施例 B 具有实施例 D 两倍数量的纸浆片材。另一方面,实施例 1 和 2 显示,即使片材厚度仅为实施例 B 中的 2%,也可以获得满意的防弹性能。

[0109] 实施例 4

[0110] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分,以及具有 2 个片层 S4 与织物层 F1 的重复单元的芯部分,所述单元重复 21 次。本文将该制品构造记为 1F1+21(2S4+F1)。该层叠制品由约 15 英寸×15 英寸(38cm×38cm)的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸(5cm)、线迹长度约 0.2 英寸(0.5cm)的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 4.94kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值为 42mm 和 43mm。V50 性能良好。

[0111] 实施例 5

[0112] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分,以及具有 3 个片层 S4 与织物层 F1 的重复单元的芯部分,所述单元重复 20 次。本文将该制品构造记为 1F1+20(3S4+F1)。该层叠制品由约 15 英寸×15 英寸(38cm×38cm)的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸(5cm)、线迹长度约 0.2 英寸(0.5cm)的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 4.94kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值为 38mm 和 40mm。V50 性能良好。

[0113] 实施例 4

[0114] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分,以及具有 2 个片层 S4 与织物层 F1 的重复单元的芯部分,所述单元重复 21 次。本文将该制品构造记为 1F1+21(2S4+F1)。该层叠制品由约 15 英寸×15 英寸(38cm×38cm)的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸(5cm)、线迹长度约 0.2 英寸(0.5cm)的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 4.94kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值为 42mm 和 43mm。V50 性能良好。

[0115] 实施例 5

[0116] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 1 个织物层 F1 的第一撞击部分,以及具有 3 个片层 S4 与织物层 F1 的重复单元的芯部分,所述单元重复 20 次。本文将该制品构造记为 1F1+20(3S4+F1)。该层叠制品由约 15 英寸×15 英寸(38cm×38cm)的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸(5cm)、线迹长度约 0.2 英寸(0.5cm)的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 4.94kg/m²。按照题目为“个人防弹衣的抗弹性”的 NIJ 标准 -0101.04 中描述的 NIJ IIIA 级测试方案,使用 0.44 马格南手枪子弹进行弹道测试。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 2 所示,结果显示背面变形值为 38mm 和 40mm。V50 性能良好。

[0117] 通过对实施例 4 和 5 与实施例 E 和 F 进行比较发现,存在为提供充分的背面变形抵抗力所必需的最少非织造片层数量。实施例 E 中的 22 个片层不够,实施例 F 中的 38 层和实施例 4 中的 42 层几乎不够,而实施例 5 中的 60 层则提供了良好的性能。对于不同片

材材料,所需片层数量将有所变化。

[0118] 实施例 C

[0119] 用缝线将约 15"×15" 的 28 层织物层 F2 缝合在一起形成面密度为约 5.08kg/m² 的制品,其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝纫图案。使用 9mm 子弹进行了弹道测试,并测量了速度 1430 英尺/秒加或减 (+/-) 30 英尺/秒 (436m/s+/-9m/s) 时的背面变形。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 I 所示,结果显示背面变形良好,为 31mm, V50 也令人满意。

[0120] 实施例 3

[0121] 在该实施例中,制备了依次包括下列部分的层叠制品:(a) 具有 7 个织物层 F2 的第一撞击部分,(b) 具有 1 个织物层 F2 与 1 个片层 S2 的重复单元的芯部分,所述单元重复 11 次,以及 (c) 具有 7 个织物层 F2 的面向身体部分。本文将该制品构造记为 7F2+11(F2+S2)+7F2。该制品由约 15 英寸×15 英寸 (38cm×38cm) 的各层用缝线固定在一起而制成,其中缝线形成线距约 2 英寸 (5cm)、线迹长度约 0.2 英寸 (0.5cm) 的绗缝缝纫图案。制品的面密度为约 5.12kg/m²。使用 9mm 子弹进行了弹道测试,并测量了速度 1430 英尺/秒加或减 (+/-) 30 英尺/秒 (436m/s+/-9m/s) 时的背面变形。包括 V50 和背面变形在内的两次射击的弹道测试结果如表 I 所示,结果显示出极好的背面变形和优异的弹道 V50。

[0122] 通过比较实施例 3 和实施例 C 发现,虽然实施例 C 本身具有良好的背面变形,但使用本发明的组件获得了超过 20% 的改善。

[0123]

实施例 编号	制品构造	纤维材料	每根纱线 的长丝数	纤维线密 度(分特/ 长丝)	纱线线密 度(分 特)	纱线初度 (克/分 特)	纱线模量 (克/分 特)	纱线断裂 伸长率(%)	经向和纬 向的织造 织物末端 (cm×cm)	织物层 数量
				表1						
A	24层PA 930分特F1	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	24
B	5F1+8(F1 + S1) + 6F1, 其中S1为纸浆片材, F1 为930分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	19
D	9F1+4(F1 + S1) + 9F1, 其中S1为纸浆片材, F1 为930分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	22
E	1F1+22(S4 + F1), 其中 S4为8000056等级芳族聚 酰胺非织造垫, F1为930 分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	23
F	6F1+19S4 + 6F1 + 19S4 +8F1, 其中S4为8000056 等级芳族聚酰胺非织造 垫, F1为930分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	20
1	1F1+21(F1 + S2), 其中 S2为1.4密耳N636纸材, F1为930分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	22

[0124]

2	1F1+21(F1 + S3), 其中 S3为1.4密耳T412 Nomex 纸材, F1为930分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	22
4	1F1+21(2S4+F1), 其中 S4为8000056等级芳族聚 酰胺非织造垫, F1为930 分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	22
5	1F1+20(3S4+F1), 其中 S4为8000056等级芳族聚 酰胺非织造垫, F1为930 分特织物	对位芳族 聚酰胺	560	1.66	930	24.3	676	3.4	10.2×10.2	21
C	28层PA 660分特F2	对位芳族 聚酰胺	400	1.66	660	25.7	703	3.4	13.4×13.4	28
3	7F2+11(F2 +S2)+7F2, 其中S2为1.4密耳N636纸 材, F2为660分特织物	对位芳族 聚酰胺	400	1.66	660	25.7	703	3.4	13.4×13.4	25

[0125]

表 2												
实施例 编号	制品构造	片层材料	片层 数量	单个片层 厚度(mm)	每个片层 的声速比 率(m/s)	重复部 分数量	制品面 密度 (kg/m ²)	子弹类型	速度为 436 +/- 10m/s 时 的背面变形 (mm)	V50 (m/s)	Vo 穿透安 全系数 (T 或 V50- 436) (m/s)	片层的 重量% (%)
A	24 层 PA 930 分特 F1	不适用	0	不适用	不适用	不适用	4.73	0.44 马格南	48; 61; 50; 51; 44; 55; 41; 49	477	41	0%
B	5F1+8(F1 + S1) + 6F1, 其中 S1 为纸 浆片材, F1 为 930 分特织物	Kevlar 纸浆片材	8	0.375	990	8	4.91	0.44 马格南	彻底失败; 60	443	7	21%
D	9F1+4(F1 + S1) + 9F1, 其中 S1 为纸 浆片材, F1 为 930 分特织物	Kevlar 纸浆片材	4	0.375	990	4	4.98	0.44 马格南	彻底失败; 53	456	20	9%
E	1F1+22(S4+ F1), 其中 S4 为 8000056 等级芳族 聚酰胺非织造垫, F1 为 930 分特织 物	对位芳族 聚酰胺非 织造垫	22	0.110		22	4.93	0.44 马格南	46; 49	498	62	4%

[0126]

F	6F1+19S4+6F1+19S4+8F1, 其中S4为8000056等 级芳族聚酰胺非织造垫, F1为930分特织物	对位芳族聚酰胺非织造垫	38	0.110		不适用	5.08	0.44 马格南	45; 46	500	64	8%
1	1F1+21(F1+S2), 其中S2为1.4密耳 N636 纸材, F1为930分特织物	N636 Kevlar 纸材	21	0.035	3550	21	5.03	0.44 马格南	34; 41; 39; 41	506	70	11%
2	1F1+21(F1+S3), 其中S3为1.4密耳 T412 Nomex 纸材, F1为930分特织物	T412 Nomex 纸材	21	0.035	2180	21	4.98	0.44 马格南	41; 41	497	61	10%
4	1F1+21(2S4+F1), 其中S4为8000056等级芳族聚酰胺非织造垫, F1为930分特织物	对位芳族聚酰胺非织造垫	42	0.11		21	4.94	0.44 马格南	42; 43	503	67	8%
5	1F1+20(3S4+F1), 其中S4为8000056等级芳族聚酰胺非织造垫, F1为930分特织物	对位芳族聚酰胺非织造垫	60	0.11		20	4.94	0.44 马格南	38; 40	497	61	12%

[0127]

C	28 层 PA 660 分特 F2	不适用	0	不适用	不适用	不适用	5.08	9mm	31; 31			0%
3	7F2+11(F2 +S2)+7F2, 其中 S2 为 1.4 密耳 N636 纸材, F2 为 660 分特织物	N636 Kevlar 纸材	11	0.035	3550	11	5.12	9mm	24; 24			11%