



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102308179 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201080007221. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 02. 09

F41H 5/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/368, 539 2009. 02. 10 US

12/369, 227 2009. 02. 11 US

(56) 对比文件

US 4989266 , 1991. 02. 05,

US 5395671 A, 1995. 03. 07,

US 5619748 A, 1997. 04. 15,

US 2008/0075933 A, 2008. 03. 27,

DE 20314504 U1, 2003. 12. 04,

EP 1716770 A2, 2006. 11. 02,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 08. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/023596 2010. 02. 09

审查员 冯义威

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/093611 EN 2010. 08. 19

(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·卡巴亚尔

(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

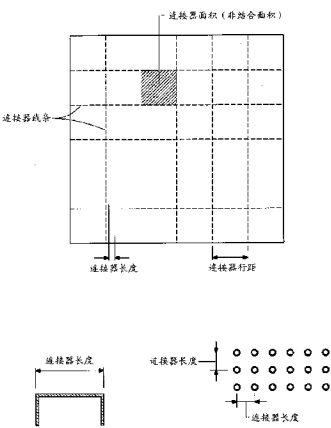
权利要求书1页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

适于抵抗弹道物体的织物组合件以及制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种尤其适合用作软质防弹衣的织物组合件,所述织物组合件具有两个独立的部分,每个部分包括多个由具有至少7.3克/分特的韧度和至少100克/分特的模量的纱线制成的织物。在所述第一部分中采用压缩织物,并且所述压缩织物通过具有不大于65N的拉伸断裂力的连接器相连接,以形成15平方毫米至350平方毫米范围内的划定面积。所述第二部分中的织物未被压缩,并且除了防止所述织物相对于彼此滑动之外并不相连。



1. 适于抵抗弹道物体的织物组合件,所述织物组合件包括:

(a) 至少一个第一部分,所述第一部分包括多个连接的和压实的织物层,所述织物层由具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量的纱线制成,

其中所述连接的和压实的织物层通过拉伸断裂力不大于 65N 的连接器固定在一起,

其中所述连接器限定所述多个织物层的内部和表面上的 15 至 350 平方毫米范围内的面积,并且

其中所述第一部分的织物层的压实率为如测试方法 A 中所述至少 2%;以及

(b) 至少一个第二部分,所述第二部分包括多个织物层,所述织物层由具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量的纱线制成,

其中所述织物层不是连接的来限定 15 至 350 平方毫米范围内的面积,并且

其中所述第二部分的织物层的压实率如测试方法 A 中所述不大于 0.5%,所述测试方法 A 是如下描述的方法:在制造后首先测量织物的厚度,而不进行减小织物厚度的进一步处理;然后在压实之后测量用于织物组合件第一部分的织物厚度;用 % 表示的压实率为织物厚度在初始织物厚度基础上的减小量。

2. 根据权利要求 1 所述的织物组合件,其中所述第二部分的织物仅以足以防止所述层相对于彼此滑动的机械强度相连。

3. 根据权利要求 1 所述的织物组合件,其中当堆叠在一起时,所述第一和第二部分的织物层总数具有小于 $5.0\text{kg}/\text{m}^2$ 的面密度。

4. 根据权利要求 1 所述的织物组合件,其中所述的连接器为线的形式,且所述线包括聚酯、对位芳族聚酰胺、弹性体聚氨酯以及它们的混合物的长丝。

5. 根据权利要求 1 所述的织物组合件,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。

6. 制备用于防弹衣制品的织物组合件的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 将由连续纱线制成的多个织物层堆叠在一起,所述连续纱线具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量,

(b) 通过使连接器插穿所述织物层来压实并固定所述多个织物层,以形成第一部分,所述连接器在所述织物的表面上形成线条图案,所述连接器进一步具有机械强度,使得每个连接器的拉伸断裂力不大于 65N,其中所述连接器线条进一步限定在所述压实织物层表面上的由所述连接器包围的压实织物的面积的周边,所述包围的压实面积大于 15 平方毫米并小于 350 平方毫米,以便提供压实率为如测试方法 A 中所述至少 2.0% 的压实的丝束,所述测试方法 A 是如下描述的方法:在制造后首先测量织物的厚度,而不进行减小织物厚度的进一步处理;然后在压实之后测量用于织物组合件第一部分的织物厚度;用 % 表示的压实率为织物厚度在初始织物厚度基础上的减小量,

(c) 将由连续纱线制成的多个织物层堆叠在一起,所述连续纱线具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量,

(d) 通过在角处和围绕边缘来固定所述多个织物层以形成第二部分,从而提供压实率如测试方法 A 中所述不大于 0.5% 的粘合性丝束,以及

(e) 将至少一个第一部分与至少一个第二部分合并,形成面密度不大于 $5.0\text{kg}/\text{m}^2$ 的织物组合件。

适于抵抗弹道物体的织物组合件以及制造方法

[0001] 发明背景

[0002] 1. 发明领域

[0003] 本发明涉及特别适合用作耐冲击软质防弹衣的织物组合件以及制造方法。

[0004] 2. 相关领域描述

[0005] 已经提出了多种用于抵御冲击威胁的防弹衣的设计,并且多种设计都已商品化。设计的目的是在不增加面密度的情况下提高穿着者的舒适度和 / 或增加额外的耐穿透性。通常通过减轻防弹衣重量并使其更加柔韧以便穿着者能够活动自如,以此来提高舒适度。然而,减轻成衣重量不应当以显著降低防弹性能为代价。

[0006] US 2008/0075933A1 公开了包括高强度纤维挠性元件的耐冲击组合件,该组合件的后部侧面上具有可与相邻元件互连的连接部件。此类组合件据称可在弹道事件过程中减轻创伤(背面变形)。

[0007] Niemi 和 Cuniff 在标题为“The Performance of Quilted Body Armor Systems Under Ballistic Impact by Right Circular Cylinders”的技术说明 Natick/TN-91/0004 中声称:“根据用 1.1g 直圆柱体获得的结果,对于所评估的 Kevlar®、Spectra® 和尼龙防弹系统而言,絮有棉花的效果只能稍微提高或根本不会提高计算的弹道限值或具体的耗能能力”。

[0008] 需要的是在不增加重量的情况下提高耐冲击性的轻量型软质防弹衣。

[0009] 发明概述

[0010] 本发明涉及适于抵抗弹道物体的织物组合件以及制造方法,其中织物组合件包括:

[0011] (a) 第一部分,所述第一部分包括多个连接的和压实的织物层,所述织物层由具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量的纱线制成,

[0012] 其中连接的和压实的织物层通过机械强度不大于 65N 的连接器固定在一起,

[0013] 其中所述连接器限定多个织物层内部或表面上的 15 至 350 平方毫米范围内面积,并且

[0014] 其中第一部分的织物层的压实率为如测试方法 A 中所述至少 2%,以及

[0015] (b) 第二部分,所述第二部分包括多个织物层,所述织物层由具有至少 7.3 克 / 分特的韧度和至少 100 克 / 分特的模量的纱线制成,其中织物层不是连接的来限定 15 至 350 平方毫米范围内的面积,并且

[0016] 其中第二部分的织物层的压实率如测试方法 A 中所述不大于 0.5%。

[0017] 附图简述

[0018] 图 1A 为第一部分的外织物层(层片)的平面图,其说明了连接器线条、连接器长度、连接器行距和连接器面积。

[0019] 图 1B 为 U 形钉或夹片连接器的端视图。

[0020] 图 1C 为示出穿过织物层片的连接器的针形图案的平面图。

[0021] 图 2 为不具有连接器而是通过角处粘着缝合保持在一起的第二部分的织物层的

平面图。

[0022] 图 3A 为具有连接器的第一部分的多个织物层的截面图。这称为“A”。

[0023] 图 3B 为不具有连接器的第二部分的多个织物层的截面图。这称为“B”。

[0024] 图 4 为具有第一部分和第二部分的背心层叠件的截面图,其中第一部分为图 3A 的 A,其作为冲击面,而第二部分为图 3B 的 B,其作为背面。

[0025] 图 4A 为由许多在冲击面处的织物层 A 的子组合件和许多在背面处的织物层 B 的子组合件组合而成的背心层叠件的截面图。

[0026] 图 5 为具有 A 和 B 重复序列的背心层叠件的截面图。

[0027] 图 6A 为具有第一部分和第二部分的背心层叠件的截面图,其中第一部分为图 3A 的 A,其作为冲击面和背面,第二部分为图 3B 的 B,其为夹在两个 A 之间的芯。

[0028] 图 6B 为具有第二部分和第一部分的背心层叠件的截面图,其中第二部分为图 3B 的 B,其作为冲击面和背面,第一部分为图 3A 的 A,其为夹在两个 B 之间的芯。

[0029] 发明详述

[0030] 适于抵抗弹道物体的织物组合件包括两个独立并且不同的部分,在本文中称为第一部分和第二部分。两个部分均包括多个织物层,所述织物层由具有至少 7.3 克/分特的韧度和至少 100 克/分特的模量的纱线制成。

[0031] 如本文所用,“多个”是指至少两个。然而,在许多情况下,织物组合件的第一和/或第二部分中会使用至少 5 个、有时至少 10 个或至多 30 个织物层。

[0032] 织物组合件的第一和第二部分中的纱线

[0033] 第一和第二部分中使用的具有至少 7.3 克/分特的韧度和至少 100 克/分特的模量的纱线在本领域中是为人们所熟知的。应当理解,第一和第二部分中的纱线不必相同。合适的纱线材料包括聚酰胺、聚烯烃、聚唑以及它们的混合物。

[0034] 当聚合物为聚酰胺时,优选芳族聚酰胺。术语“芳族聚酰胺”是指其中至少 85% 的酰胺键(-CONH-)直接连接到两个芳族环的聚酰胺,。合适的芳族聚酰胺纤维描述于 Man-Made Fibres-Science and Technology, Volume 2, Section titled Fibre-Forming Aromatic Polyamides, page 297, W.Black et al., Interscience Publishers, 1968(Man-Made-Science and Technology, 第 2 卷, 名称为“Fibre-Forming Aromatic Polyamides”的章节中,第 297 页,W.Black 等人,Interscience Publishers,1968 年)。

[0035] 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,所述二甲酰氯例如 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。

[0036] 添加剂可与芳族聚酰胺一起使用,并且已发现,按重量计至多达 10% 或更多的其他聚合材料可与芳族聚酰胺共混。可使用其中多至 10% 或更多的其他二胺取代了芳族聚酰胺的二胺或者其中多至 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。

[0037] 当聚合物为聚烯烃时,优选聚乙烯或聚丙烯。术语“聚乙烯”是指分子量优选地大于一百万的占主导地位的线性聚乙烯材料,其可以包含微量的链分支或每 100 个主链碳原子中不超过 5 个改性单元的共聚单体,其还可以包含与其混合在一起的不超过约 50 重量%的一种或多种聚合物添加剂,如烯烃-1- 聚合物,具体地讲是低密度聚乙烯、丙烯等,或低分子量添加剂,如通常掺入的抗氧化剂、润滑剂、紫外线遮蔽剂、着色剂等。此类物质通常称为伸展链聚乙烯 (ECPE) 或超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)。

[0038] 在一些优选的实施方案中,聚唑为聚芳烃吡咯,如聚苯并唑和聚吡啶并唑。合适的聚唑包括均聚物和共聚物。添加剂可与聚唑一起使用,并且最多达 10 重量%的其他聚合材料可与聚唑共混。还可使用的共聚物具有多达 10% 或更多的用于替代聚唑单体的其他单体。合适的聚唑均聚物和共聚物可以用已知的工序制备。

[0039] 优选的聚苯并唑为聚苯并咪唑、聚苯并噻唑、和聚苯并𩚑唑,并且更优选地,此类聚合物为可以形成为具有 30 克 / 分特或更大的韧度的纱线的纤维的聚合物。如果聚苯并唑为聚苯并噻唑,则优选为聚(对亚苯基苯并二噻唑)。如果聚苯并唑为聚苯并𩚑唑,则优选为聚(对亚苯基苯并双𩚑唑),并且更优选为称为 PBO 的聚(对亚苯基-2,6- 苯并双𩚑唑)。

[0040] 优选的聚吡啶并唑为聚吡啶并咪唑、聚吡啶并噻唑、和聚吡啶并𩚑唑,更优选地,此类聚合物为可以形成为具有 30 克 / 分特或更大的韧度的纱线的纤维的聚合物。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(吡啶并二氧杂唑)为聚(1,4-(2,5- 二羟基)亚苯基-2,6- 吡啶并[2,3-d:5,6-d'] 二咪唑),其称为 PIPD。包括聚吡啶并二唑在内的合适的聚吡啶并唑可以用已知的工序制备。

[0041] 织物组合件的第一部分

[0042] 对织物组合件第一部分织物中纱线的要求已在上文中示出。

[0043] 对第一部分的其他要求包括:织物需 (1) 彼此相连,(2) 压实,(3) 用连接器固定在一起,所述连接器具有不大于 65N 的机械强度(拉伸断裂力),(4) 具有由连接器限定的 15 平方毫米至 350 平方毫米范围内的面积,并且 (5) 具有如测试方法 A 中所述至少 2% 的压实率。

[0044] 将要求 (1)、(3) 和 (4) 彼此结合在一起进行讨论。

[0045] 必要的是第一部分的织物要彼此物理相连。织物层是通过机械强度不大于 65N 的连接器进行连接的。机械强度优选不大于 40N,更优选不大于 35N。机械强度的下限不是特别重要,但考虑到实际情况,其将不小于 1N。

[0046] 连接器的拉伸断裂力是一种或多种连接器材料的极限拉伸应力和连接器横截面积的乘数。因此,可以将连接器的尺寸定制为可达到具体材料的所需断裂力。对于化学连接器而言,所需尺寸是两个相邻织物层之间的粘附面积。

[0047] 优选的连接器是通过使用线进行缝合,即,将单独的第一部分的织物层缝合在一起。线可以是连续长丝纱线或短纤维。在机械缝合时,通常的做法是将一根线从顶面送入、另一根从底面送入,从而使两根线成环。当使用此类缝合技术缝制连接器线时,至少一个线轴的材料必须具有不大于 65N 的断裂力。如果将合股的纱线用作连接器线,则构成此纱线的各条线的合并断裂力必须不大于 65N。合股的纱线为通过将两根或更多根单纱线

缠绕在一起而形成的纱线。合适的线材料包括芳族聚酰胺、棉、尼龙、聚酯或弹性体聚氨酯(Lycra®)。加热时收缩的连接器纱线为压实的织物层的替代装置。

[0048] 然而,应当理解,也可以使用除缝合线或纱线之外的连接器。这些连接器可以是机械的,如通过U形钉固定或通过化学装置。应当理解,连接器不必彼此接触来提供由连接器限定的面积。

[0049] 机械连接器可以采用多种形式,不仅可以使使用线,也可以使用夹子、别针、针或U形钉,并可以由聚合物、金属、陶瓷或其他无机材料制成。对于别针、夹子、针或U形钉而言,合适的材料包括碳、玻璃、陶瓷、金属或聚合物。

[0050] 化学连接器的一个实例是粘合剂。优选的是粘合剂具有不大于1379MPa的模量。粘合剂可以是热固性或热塑性材料,其优选在20℃至180℃之间、更优选在20℃至120℃之间固化。粘合剂可以是液体、糊剂、粉末或膜的形式。合适的材料包括环氧化物、酚醛树脂、氨基甲酸酯、聚酯、乙烯基酯、聚酰亚胺或马来酰亚胺。粘合剂连接器可以采用实线或虚线、圆点、椭圆、菱形和其他形状的形式。

[0051] 如上文所述,连接器需要具有不大于65N的拉伸断裂力。在使用机械连接器的情况下,可以在使用之前通过测试连接器而确定断裂力。然而,对于化学连接器,通常必须与实际与织物层一起使用时确定机械强度。

[0052] 连接器节距长度为(1)对于缝线而言,为形成一时针沿着织物表面上的连接器线条前进的最小距离,(2)对于夹子和U形钉而言,为夹子或U形钉的长度,(3)对于别针而言,为同一连接器线条上两个相邻的连接器之间的最小距离。这在图1A至1C中有详细说明。

[0053] 连接器面积为由连接器线条的边界包围的面积。

[0054] 连接器行距为相邻的平行连接器线条之间的距离。

[0055] 连接器的功能是提高防弹板的动量转移能力,而不会影响织物中的高韧度长丝的机械特性。另一个要求是不要过度约束织物中的长丝的轴向运动。

[0056] 为了提高动量转移,连接器需要能够压实织物表面上连接器所在区域中的织物层。连接器还限定织物组合件第一部分每个相连织物的表面上和内部的面积。表面面积在15至350平方毫米范围内,优选的范围为100至250平方毫米,更优选的范围为115至180平方毫米。织物组合件第一部分中的所限定面积的数量将取决于织物组合件的总体尺寸。由于组合件优选的用途是为人所穿着的软质防弹衣,由织物组合件表面上的连接器所限定面积的最小数量的实例为至少1000。

[0057] 连接器可以是任何合适的长度。该长度优选为2.54至15.24mm,更优选为3.56至14.22mm。对于粘合圆点、椭圆等,该长度为粘合圆点或椭圆的最大尺寸。连接器所包围的面积比面积形状更为重要。由连接器线条所限定的合适的面积形状包括但不限于正方形、矩形、三角形、六边形、菱形和山形。由于实际原因,小于15平方毫米的连接器的面积不太令人满意,因为连接器插入过程中有损坏纱线的风险。

[0058] 插入连接器的技术是为人们所熟知的,对于线而言,包括缝合,对于别针、针和U形钉而言,包括压力枪、超声焊接等。所有这些技术都是纺织领域为人们所熟知的。

[0059] 当连接器为缝合型时,所用缝线的类型不是特别重要,可以千差万别,前提条件是遵循节距长度与行距的所需关系。缝合和缝纫方法为可用于本发明的优选固定方法,如手

工缝合、多线链式缝合、包边缝合、平缝缝合、单线锁式缝合、锁式缝合、链式缝合、齿状缝合等。

[0060] 为了最小化织物层的纱线的损坏,并提高耐冲击性,优选的是连接器线条的放置方向使得它们与织物的经纱线和纬纱线形成介于 5 和 85 度之间的角度。更优选的是,该角度应介于 20 和 70 度之间。

[0061] 织物组合件第一部分的另一个要求是使用压实并具有如测试方法 A 中所述至少 2% 的压实率的织物。该测试限定了一种工序,其中在制造后首先测量织物的厚度,而不进行减小织物厚度的进一步处理。然后在压实之后测量用于织物组合件第一部分的织物厚度。用 % 表示的压实率为织物厚度在初始织物厚度基础上的减小量。

[0062] 织物组合件第一部分的压实织物将具有至少 2%、优选至少 5%、更优选至少 7% 的压实率。为了进行说明,压实率将不大于 20%,更小的最大值为 15%。

[0063] 织物组合件的第二部分

[0064] 织物组合件的第二部分织物中的纱线的要求已在上文中示出。第二部分的纤维可以与第一部分的纤维不同。

[0065] 第二部分的其他要求包括:(1) 织物不是相连地来限定 15 至 350 平方毫米范围内的面积,以及 (2) 织物的压实率如测试方法 A 所示不大于 0.5%。这些基本上不压实的织物在本领域中还被称为松散层。

[0066] 对于织物组合件第二部分的要求 (1) 而言,织物层优选彼此不相连。然而,应当理解,在制造整体织物组合件时,可能可取的是将各层对齐,使其不会滑动。因此,如本文所用,“基本上不相连”是指连接量为防止滑动所需但不足以使各层彼此压实的量。这种情况的一个实例是图 2 所示的角缝合。因此,第二部分的织物之间和之中(如果织物多于两个)优选地基本上不相连。对于织物组合件第二部分的要求 (2) 而言,优选的是织物没有压实。然而,在通常的处理和制造中,可以具有最小的压实率。因此,测试方法 A 中所列的最大压实率不大于 0.5%,优选为 0.2%,更优选为 0%。

[0067] 织物的构造

[0068] 应当理解,织物组合件第一和第二部分的织物可以使用多种构造技术。例如,织物可以是织造织物,可以是具有或不具有粘合剂的单向织物,可以是具有不同取向纱线层的多轴向织物,或者可以是三维织物。这些织物样式中的每一种均是本领域所熟知的。还应当理解,织物组合件的第一部分和第二部分中可以使用不同织物构造和组成的组合。

[0069] 防弹衣制品

[0070] 防弹衣制品包括至少两种织物层子组合件,一种子组合件包括具有连接器的织物层,其为第一部分;另一种子组合件包括不具有连接器的织物层,其为第二部分。每种子组合件均可以具有 2 至 30 个堆叠在一起的织造织物层。不同子组合件中的织造织物层可以相同或不同。最终组合件包括至少一种类型的每种子组合件。然后将最终组合件安装到背心外皮或防弹衣制品中。

[0071] 构成最终组合件的所有子组合件的全部织物层堆叠在一起时,应优选具有不大于 $5.0\text{kg}/\text{m}^2$ 、并优选不大于 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$ 的面密度。

[0072] 根据防弹背心设计,需要连接器的织物层的数量将有所不同。具有连接器的层和不具有连接器的层在组合件内的位置可以有所不同,如参见图 4、4A、5、6A 和 6B。在这些图

中,标为“A”的织物层具有连接器,标为“B”的织物层不具有连接器。也可以使用与图中所示不同的子组合件的组合。

[0073] 在图 4 所示的第一个实施方案中,包括具有连接器的织物层的子组合件“A”面向攻击方向,而包括不具有连接器的织物层的子组合件“B”面向非攻击方向。

[0074] 在第二个实施方案中,各自包括具有连接器的织物层的多个子组合件面向攻击方向,而各自包括不具有连接器的织物层的多个子组合件面向非攻击方向。如图 4A 所示,该图示出了三个面向发射体的具有连接器的织物层子组合件 A1、A2 和 A3,以及三个面向非攻击方向的不具有连接器的织物层子组合件 B1、B2 和 B3。

[0075] 如图 5 所示,第三个实施方案为具有连接器的织物层子组合件“A”与不具有连接器的织物层子组合件“B”的交替排列方式。

[0076] 在第四个实施方案中,各自包括具有连接器的织物层的两个子组合件形成最终组合件的两个外层,包括不具有连接器的织物层的子组合件形成最终组合件的芯。这示于图 6A 中。

[0077] 在第五个实施方案中,各自包括不具有连接器的织物层的两个子组合件形成最终组合件的两个外层,包括具有连接器的织物层的子组合件形成最终组合件的芯。这示于图 6B 中。

[0078] 必须将不具有连接器的部分的织物层保持在一起,以维持一定程度的连贯性。例如,可以通过在织物边缘处和 / 或角处使用缝线或粘合剂或熔融粘合将这些层粘附在一起。织物层中的这些缝线不会像连接器那样压实各层,也不会影响防弹性能。可以用任何合适的线缝合边缘和角。芳族聚酰胺线尤其适用于边缘和角缝合。边缘或角缝合是用于具有连接器的织物层的任选工序,其优点是可有助于最终组合件的加工。

[0079] 用 9mm 发射体测试时,耐冲击织物最终组合件优选具有至少 465 米 / 秒的 V50 值,和 / 或用 17 格令重的发射体测试时,其具有至少 579 米 / 秒的 V50 值,并且织物层堆叠在一起时,具有不超过 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$ 的堆叠面密度。V50 值为统计计量,其指示子弹或碎片击中防弹设备时,其中 50% 穿透防弹设备,而另外 50% 未穿透时的平均速度。测量的参数为 0 度时的 V50 值,其中角度数是指发射体相对于靶标的倾斜度。

[0080] 装配方法

[0081] 制备用于软质防弹衣制品的织物组合件的方法包括以下步骤:(1) 形成具有连接器的织物层组合件或子组合件,所述连接器具有不大于 65N 的断裂力,使得连接器所包围的面积为 30 至 350 平方毫米,(2) 形成不具有连接器的织物层组合件或子组合件,并沿着边缘和 / 或角将这些层缝合在一起,(3) 以所需的顺序将组合件或子组合件结合在一起,使得所有织物层的总重量小于 $5.0\text{kg}/\text{m}^2$,更优选小于 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$,以及(4) 将最终织物组合件放入袋或背心外皮中。

[0082] 测试方法

[0083] 温度:所有温度均以摄氏度($^{\circ}\text{C}$)为单位测量。

[0084] 线密度:根据 ASTM D1907-97 和 D885-98 中所述的步骤,通过称量已知长度的纱线或纤维来确定纱线或纤维的线密度。分特的定义为 10,000 米纱线或纤维的重量(克)。旦尼尔(d)为 9/10 乘以分特。

[0085] 拉伸特性:理顺要测试的纤维,然后根据 ASTM D885-98 中所述的步骤进行拉伸测

试。通过在 Instron 通用测试机上将测试纤维拉断来确定韧度（抗断韧度）、弹性模量、断裂力和断裂伸长率。

[0086] 面密度：通过测量每个选定尺寸（如 10cm×10cm）的单个层的重量确定织物层的面密度。复合结构的面密度用各层的面密度总和确定。

[0087] 弹道穿透性能：根据如采购文件 FQ/PD 07-05B (Body Armor, Multiple Threat/Interceptor Improved Outer Tactical Vest) 和 MIL STD-662F (V50 Ballistic Test for Armor) 中所述的标准步骤进行多层板的弹道测试。对大部分实施例，测试四个靶标，射击次数介于 6 至 9 次之间，倾斜度为零度，向每个干靶进行射击。报告的 V50 值为向每个实施例开火的射击数量的平均值。

实施例

[0088] 根据本发明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。与比较实施例和本发明的实施例相关的数据和测试结果示出于表 1 中。

[0089] 层的说明

[0090] 制备下列高强纤维织物和片状结构的层，并将其制成多个用于以下弹道测试的复合材料组合件。

[0091] (S15351F) 织物层“F1”为以商品名 Kevlar® 对位芳族聚酰胺 KM2 牌纱线 (Kevlar® para-armid brand KM2 yarn) 得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的 600 旦尼尔 (660 分特) 的聚（对苯二甲酰对苯二胺）（或 PA）纱线的平织织造织物，其以每厘米 11.1×11.1 根纱线（每英寸 28×28 根纱线）的密度编织。

[0092] (S706F) 织物层“F2”为以商品名 Kevlar® 对位芳族聚酰胺 KM2 牌纱线得自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的 600 旦尼尔 (660 分特) 的聚（对苯二甲酰对苯二胺）（或 PA）纱线的平织织造织物，其以每厘米 13.5×13.5 根纱线（每英寸 34×34 根纱线）的密度编织。

[0093] 根据以下实施例组合上述织物层，然后在射击之前，将其放入约 38cm×38cm(15"×15") 的尼龙袋中。面向发射体的袋子的一面为 900 分特 (1000 旦尼尔) 的 Woodland Camouflage Cordura 防破裂织物，另一面为 450 分特 (500 旦尼尔) 的 Black Cordura 防破裂织物。两种织物均得自 Bradford Printing & Finishing LLC (Bradford, RI)。

[0094] 连接器线全部用 LU 563 型 Juki 缝纫机缝制。

[0095] 实施例 A

[0096] 用缝线在层的四个角处将约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F2 的 28 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 5.23kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. (Northbrook, IL) 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 478 和 500 米/秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 488 米/秒。

[0097] 实施例 B

[0098] 在该实施例中，用缝线在层的四个角处将约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F2

的 26 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 4.88kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特（720 旦尼尔）的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 474 和 497 米 / 秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 483 米 / 秒。

[0099] 实施例 C

[0100] 用缝线在层的四个角处将约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物层 F1 的 35 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 5.28kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特（720 旦尼尔）的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 496 和 525 米 / 秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 511 米 / 秒。

[0101] 实施例 D

[0102] 用缝线在层的四个角处将约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物层 F1 的 31 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 4.68kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特（720 旦尼尔）的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 454 和 466 米 / 秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 462 米 / 秒。

[0103] 实施例 E

[0104] 用缝线在层的四个角处将约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F2 的 28 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 5.23kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特（720 旦尼尔）的 Kevlar®。用 17 格令重的碎片模拟发射物 (FSP) 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 563 和 612 米 / 秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 577 米 / 秒。

[0105] 实施例 F

[0106] 用缝线在层的四个角处将约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F2 的 26 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 4.88kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特（720 旦尼尔）的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 532 和 582 米 / 秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 558 米 / 秒。

[0107] 实施例 G

[0108] 用缝线在层的四个角处将约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物层 F1 的 35 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 5.28kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特（720 旦尼尔）的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 573 和 606 米 / 秒之间的 V50 值，V50 值的平均值为 592 米 / 秒。

[0109] 实施例 H

[0110] 用缝线在层的四个角处将约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物层 F1 的 31 个层保持（角缝合）在一起，形成具有 4.68kg/m^2 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得

自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0. 20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 553 和 578 米 / 秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 565 米 / 秒。

[0111] 实施例 J

[0112] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 13 个层将这 13 个层保持在一起。连接器材料为得自 Saunders Thread 公司 (Gaston, NC)、具有 69. 8N 的断裂力的 961 分特 (865 旦尼尔) 的 Kevlar® 纺线。连接器节距长度为 6. 4mm, 连接器行距为 12. 8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 13 个松散层结合在一起, 形成具有 4. 88kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的碎片模拟发射物 (FSP) 对由铝 24ga, 0. 20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。在测试中, 使测试制品具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 521 和 562 米 / 秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 547 米 / 秒。

[0113] 实施例 K

[0114] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 Saunders Thread 公司、具有 69. 8N 的断裂力的 961 分特 (865 旦尼尔) 的 Kevlar® 纺线。连接器节距长度为 6. 4mm, 连接器行距为 12. 8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4. 68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的碎片模拟发射物 (FSP) 对由铝 24ga, 0. 20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。在测试中, 使测试制品具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 554 和 586 米 / 秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 571 米 / 秒。

[0115] 实施例 L

[0116] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 26 个层将所有的层保持在一起。连接器材料为得自 United Mills、具有 18. 5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6. 4mm, 连接器行距为 12. 8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。此外, 缝线位于层的四个角处 (角缝合), 得到面密度为 4. 68kg/m² 的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0. 20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 499 和 532 米 / 秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 518 米 / 秒。

[0117] 实施例 1

[0118] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 13 个层将这 13 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18. 5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6. 4mm, 连接器行距为 12. 8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件

与 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 13 个松散层结合在一起,形成具有 4.88kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 RomaPlastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。在测试中,使测试制品具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 484 和 493 米 / 秒之间的 V50 值,V50 值的平均值为 487 米 / 秒。

[0119] 在实施例 B 的一次射击中观察到异常的高 V50 值,从而获得了较高的平均值。然而,与对照实施例 A 相比,比实施例 A 的面密度低 7%、在组合件中具有包括连接器的织物层的实施例 1 未显示 V50 值降低。

[0120] 实施例 2

[0121] 在该实施例中,通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm,连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起,形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。在测试中,使测试制品具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 483 和 498 米 / 秒之间的 V50 值,V50 值的平均值为 492 米 / 秒。

[0122] 实施例 C、D 和 2 的结果对比显示,制品重量为 5.28kg/m² 的实施例 C 具有可接受的 V50 值,而具有较低面密度 4.68kg/m² 的实施例 D 的 V50 值降低了 10%,刚好低于所需的目标值。与实施例 B 的织物层数量和密度相等、但在冲击面处于开始的 15 个织物层中结合了连接器的实施例 2 的 V50 值性能恢复了 6%,达到了可接受的值。

[0123] 实施例 3

[0124] 在该实施例中,通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 13 个层将这 13 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm,连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F2 的 13 个松散层结合在一起,形成具有 4.88kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga,0.20,2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品,使得具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 552 和 575 米 / 秒之间的 V50 值,V50 值的平均值为 569 米 / 秒。

[0125] 实施例 E、F 和 3 的结果对比显示,面密度减小 7%使 V50 值降低了约 4%。在冲击面处于开始的 13 个织物层中结合连接器使 V50 值性能都得到了恢复,但仅恢复了 1%。实施例 L 证明,贯穿所有的织物层缝合连接器导致非常低的 V50 值。使用断裂力大于 65N 的连接器材料也得到了低的 V50 值,如实施例 J 所示。

[0126] 实施例 4

[0127] 在该实施例中,通过使连接器穿缝并正交于约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm,连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起,形成具有 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$ 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品,使得具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 564 和 605 米/秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 585 米/秒。

[0128] 实施例 G、H 和 4 的结果对比显示,制品重量为 $5.28\text{kg}/\text{m}^2$ 的实施例 G 具有可接受的 V50 值,而具有降低的面密度 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$ 的实施例 H 的 V50 值降低了 5%,低于所需的目标值。与实施例 H 的织物层数和密度相同、但在冲击面处于开始的 15 个织物层中结合了本发明连接器的实施例 4 的 V50 值性能几乎完全恢复。

[0129] 实施例 5

[0130] 在该实施例中,通过使连接器穿缝并正交于约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm,连接器行距为 19.1mm。连接器线条包围着 363 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起,形成具有 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$ 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的碎片模拟发射物 (FSP) 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。在测试中,使测试制品具有连接器的层面向发射体。两个靶标的弹道测试结果获得了 558 和 570 米/秒的 V50 值, V50 值的平均值为 564 米/秒。

[0131] 实施例 6

[0132] 在该实施例中,通过使连接器穿缝并正交于约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm,连接器行距为 25.4mm。连接器线条包围着 645 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起,形成具有 $4.68\text{kg}/\text{m}^2$ 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的碎片模拟发射物 (FSP) 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。在测试中,使测试制品具有连接器的层面向发射体。三个靶标的弹道测试结果获得了 562 和 589 米/秒的 V50 值, V50 值的平均值为 574 米/秒。

[0133] 实施例 7

[0134] 在该实施例中,通过使连接器穿缝并正交于约 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ ($15'' \times 15''$) 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、具有 18.5N

的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm, 连接器行距为 6.4mm。连接器线条包围着 40 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的碎片模拟发射物 (FSP) 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。在测试中, 使测试制品具有连接器的层面向发射体。两个靶标的弹道测试结果获得了 571 和 576 米/秒的 V50 值, V50 值的平均值为 574 米/秒。

[0135] 实施例 4 至 7 的结果对比显示, 连接器包围的面积为约 161 平方毫米的织物组合件的 V50 防弹性能非常好, 而约 363 平方毫米和约 40 平方毫米的包围面积分别代表提供可接受的防弹性能的包围面积的上限和下限。

[0136] 实施例 8

[0137] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 Saunders Thread 公司、断裂力为 40.1N 的 2400 分特 (2160 旦尼尔) 棉线 G4-Tx240。连接器节距长度为 6.4mm, 连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品, 使得具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 562 和 576 米/秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 571 米/秒。

[0138] 实施例 9

[0139] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm, 连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品, 使不具有连接器的层面向发射体, 即, 使具有连接器的层位于被保护体的一面。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 576 和 590 米/秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 583 米/秒。

[0140] 该实施例显示, 与不具有相连层的组合件相比, 其中相连织物层背离攻击方向的组合件的 V50 值有所提高, 前提条件是连接材料具有低于 65N 的断裂力, 并且连接器包围着介于 50 至 350 平方毫米之间的面积。

[0141] 实施例 10

[0142] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝并正交于约 38cm×38cm(15" ×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、断裂力

为 29N 的 351 分特 (316 旦尼尔) 的 Kevlar® 线。连接器节距长度为 6.4mm, 连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器的面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 17 格令重的 FSP 对由铝 24ga, 0.20, 2024-T3 机架和夹具背衬板支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品, 使得具有连接器的层面向发射体。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 583 和 594 米/秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 588 米/秒。

[0143] 实施例 J、K 和 10 的结果对比显示, 与使用具有高断裂力 (69.8N) 的连接器的材料相比, 使用具有低断裂力 (29N) 的连接器的材料提供明显更佳的 V50 值。

[0144] 实施例 11

[0145] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Mills、具有 18.5N 的断裂力的 453 分特 (408 旦尼尔) 棉线。连接器节距长度为 6.4mm, 连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器的面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品, 使不具有连接器的层面向发射体, 即使具有连接器的层位于被保护体的一面。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 465 和 480 米/秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 473 米/秒。

[0146] 与实施例 9 一样, 该实施例显示, 与不具有相连层的组合件相比, 其中相连织物层背离攻击方向的组合件的 V50 值有所提高, 前提条件是连接材料具有低于 65N 的断裂力, 并且连接器包围着介于 50 至 350 平方毫米之间的面积。

[0147] 实施例 12

[0148] 在该实施例中, 通过使连接器穿缝约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F1 的 15 个层将这 15 个层保持在一起。连接器材料为得自 United Thread Mills、断裂力为 29N 的 351 分特 (316 旦尼尔) 的 Kevlar® 线。连接器节距长度为 6.4mm, 连接器行距为 12.8mm。连接器线条包围着 161 平方毫米的连接器的面积。然后通过角缝合将具有连接器的子组合件与约 38cm×38cm(15"×15") 的织物 F1 的 16 个松散层结合在一起, 形成具有 4.68kg/m² 的面密度的制品。角缝合线为以商品名 B-92 得自 Imperial Threads Inc. 的 800 分特 (720 旦尼尔) 的 Kevlar®。用 9mm 的 124 格令重 FMJ 子弹对由 Roma Plastina 1 号粘土背衬介质支承的靶标进行弹道测试。布置测试制品, 使不具有连接器的层面向发射体, 即使具有连接器的层位于被保护体的一面。四个靶标的弹道测试结果获得了介于 492 和 505 米/秒之间的 V50 值, V50 值的平均值为 498 米/秒。

[0149] 下表提供了实施例测试结果的总结。

[0150]

A	F2	无	28	无	无	无	无	无	无	无	5.23	9mm & 粘土	488
B	F2	无	26	无	无	无	无	无	无	无	4.88	9mm & 粘土	483
1	F2	13	13	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.88	9mm & 粘土	487
C	F1	无	35	无	无	无	无	无	无	无	5.28	9mm & 粘土	511
D	F1	无	31	无	无	无	无	无	无	无	4.68	9mm & 粘土	462
2	F1	15	16	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.68	9mm & 粘土	492
11	F1	15	16	背面 (远离子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.68	9mm & 粘土	473
12	F1	15	16	正面 (面向子弹)	Kevlar	351 分特	29	6.4	12.8	161	4.68	9mm & 粘土	498
E	F2	无	28	无	无	无	无	无	无	无	5.23	17 格令重机架 & 夹具	577
F	F2	无	26	无	无	无	无	无	无	无	4.88	17 格令重机架 & 夹具	558
3	F2	13	13	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.88	17 格令重机架 & 夹具	569
L	F2	26	无	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.88	17 格令重机架 & 夹具	518
J	F2	13	13	正面 (面向子弹)	Kevlar	961 分特	69.8	6.4	12.8	161	4.88	17 格令重机架 & 夹具	547
G	F1	无	35	无	无	无	无	无	无	无	5.28	17 格令重机架 & 夹具	592
H	F1	无	31	无	无	无	无	无	无	无	4.68	17 格令重机架 & 夹具	565
K	F1	15	16	正面 (面向子弹)	Kevlar	961 分特	69.8	6.4	12.8	161	4.68	17 格令重机架 & 夹具	571
4	F1	15	16	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.68	17 格令重机架 & 夹具	585
5	F1	15	16	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	19.1	363	4.68	17 格令重机架 & 夹具	564
6	F1	15	16	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	25.4	645	4.68	17 格令重机架 & 夹具	574
7	F1	15	16	正面 (面向子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	6.4	40	4.68	17 格令重机架 & 夹具	574
8	F1	15	16	正面 (面向子弹)	棉	2400 分特	40.1	6.4	12.8	161	4.68	17 格令重机架 & 夹具	571
9	F1	15	16	背面 (远离子弹)	棉	453 分特	18.5	6.4	12.8	161	4.68	17 格令重机架 & 夹具	583
10	F1	15	16	正面 (面向子弹)	Kevlar	351 分特	29	6.4	12.8	161	4.68	17 格令重机架 & 夹具	588

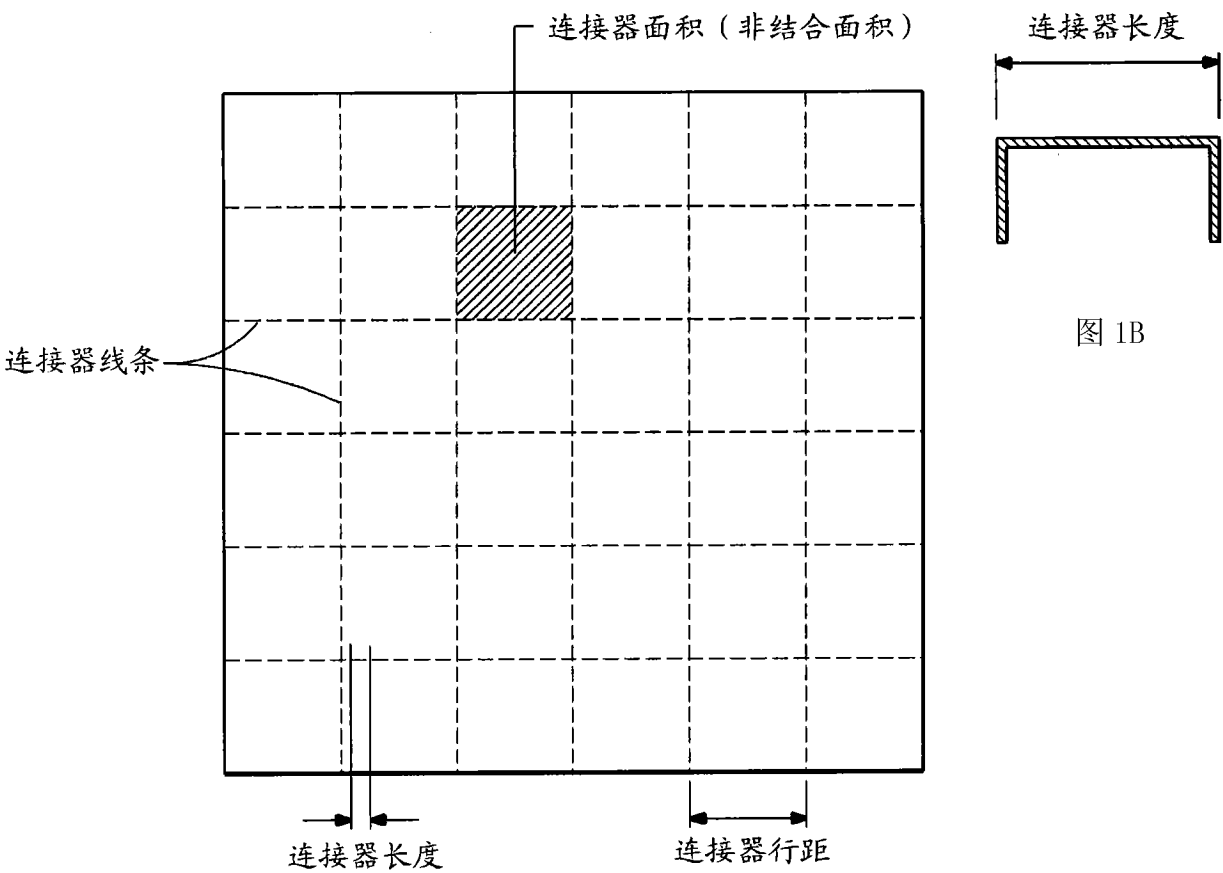


图 1A

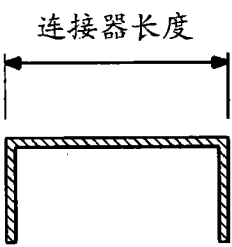


图 1B

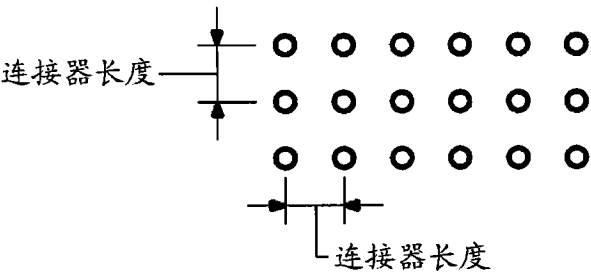


图 1C

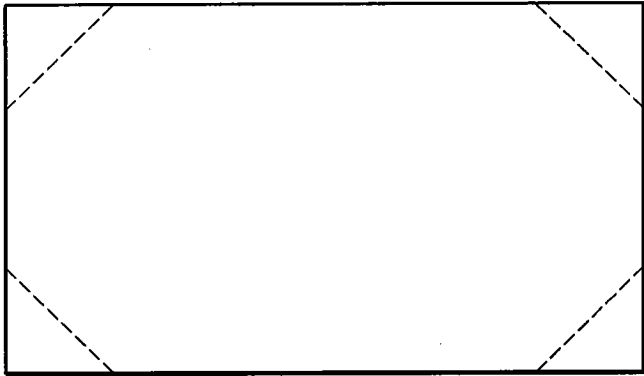


图 2

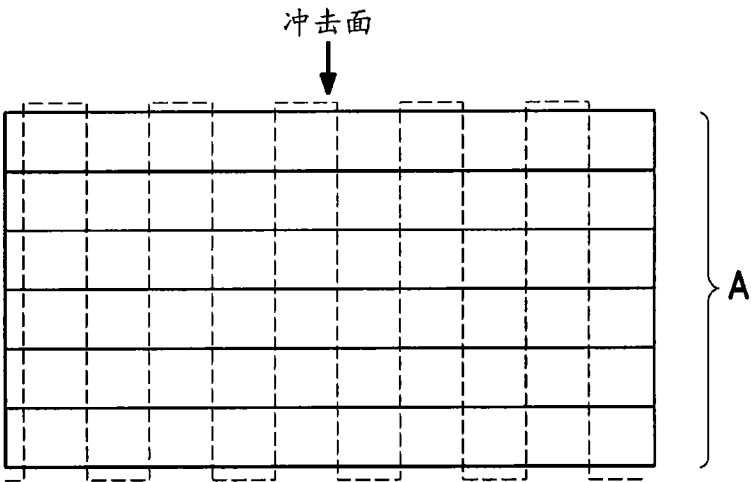


图 3A

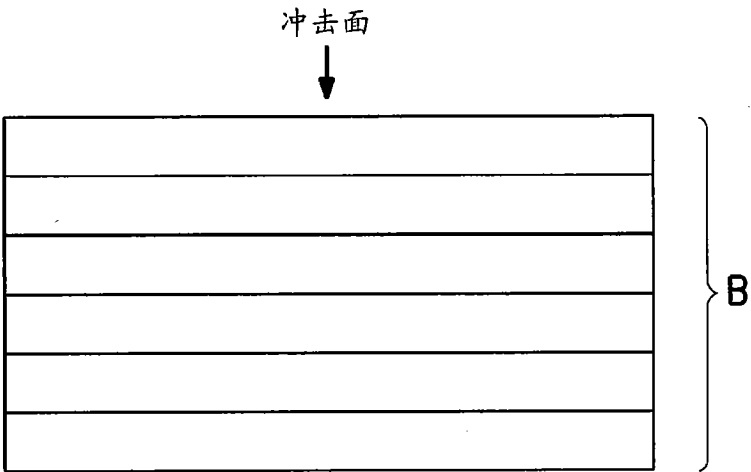


图 3B

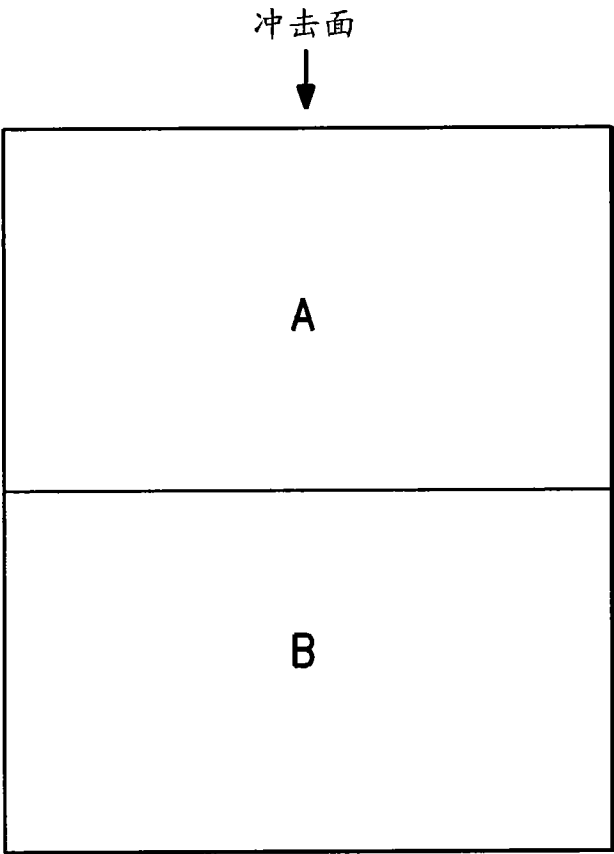


图 4

A1
A2
A3
B1
B2
B3

图 4A

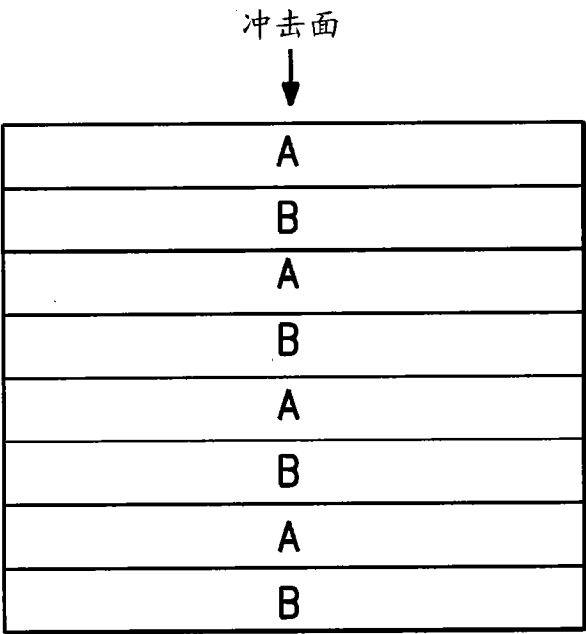


图 5

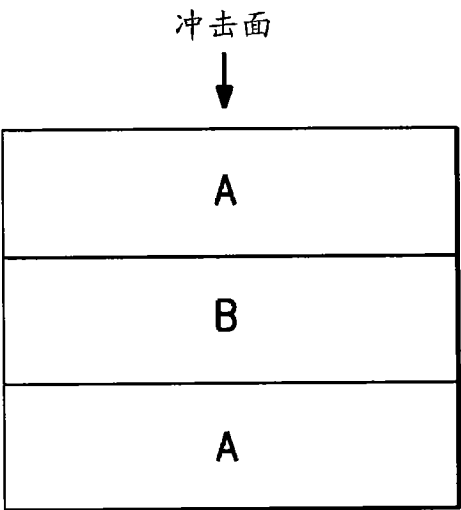


图 6A

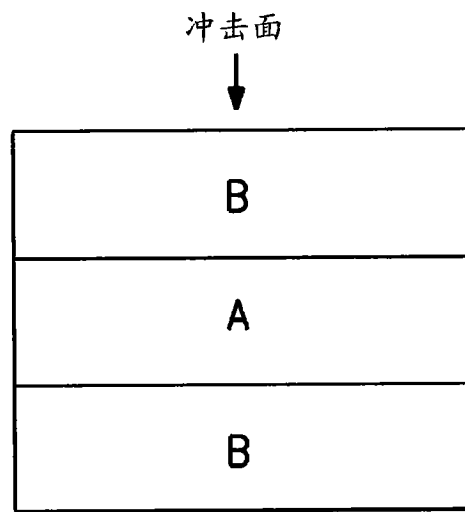


图 6B