

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B32B 5/26 (2006.01)

B32B 5/28 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02825562.3

[45] 授权公告日 2006年12月20日

[11] 授权公告号 CN 1290693C

[22] 申请日 2002.12.18 [21] 申请号 02825562.3

[30] 优先权

[32] 2001.12.19 [33] US [31] 10/025,124

[86] 国际申请 PCT/US2002/040330 2002.12.18

[87] 国际公布 WO2003/053676 英 2003.7.3

[85] 进入国家阶段日期 2004.6.18

[73] 专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州威尔明顿

[72] 发明人 M·J·基欧

审查员 戴 妮

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘元金 庞立志

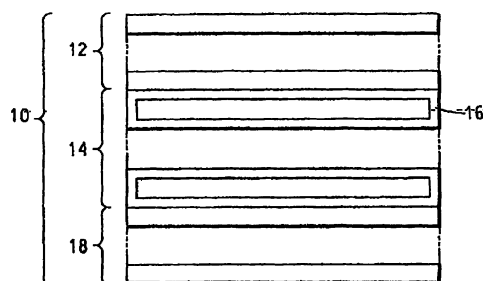
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 3 页

[54] 发明名称

抗多样威胁性刺入的物品

[57] 摘要

本发明涉及一种抗多样威胁性刺入的物品(10)。物品(10)按照顺序包括：织物层(12)，浸渍聚合物的织物层(14)，以及机织织物层(18)。物品(10)还可以包括紧密机织织物层，它们确定了该物品的攻击面。



1、一种抗刀和发射弹丸刺入的物品，依次包含：

由纤维制成的第一多层织物；

5 由纤维制成的第二多层织物，其中每层被相应的聚合物基体充分包围与浸渍，该聚合物基体包括热固性树脂、热塑性树脂或它们的混合物；以及

由纤维制成的第三多层机织织物，

10 其中第一、第二、第三多层的纤维的韧度是至少每分特 10 克，且其中，第一、第二、第三多层合在一起的面密度是不大于每平方米 6.9 千克。

2、根据权利要求 1 所述的物品，其中第一多层包括 2-10 层；第二多层包括 5-30 层；以及第三多层包括 10-40 层。

15 3、根据权利要求 1 所述的物品，其中第一、第二、第三多层的纱线的线密度是 100 分特至 3300 分特，而第一、第二、第三多层的纤维的线密度是 0.5 分特至 4 分特。

4、一种抗长钉、刀和发射弹丸刺入的物品，依次包含：

由纤维制成的第一多层织物；

20 由纤维制成的第二多层织物，其中每层被相应的聚合物基体充分包围与浸渍，该聚合物基体包括热固性树脂、热塑性树脂或它们的混合物；

由纤维制成的第三多层机织织物；以及

由纤维制成的第四多层抗刺入的紧密机织织物，该紧密机织织物的织物紧密系数是至少 0.75，

25 其中第一、第二、第三和第四多层的纤维的韧度是至少每分特 10 克，并且其中第一、第二、第三和第四多层合在一起的面密度是不大于每平方米 7.8 千克。

5、根据权利要求 4 所述的物品，其中第一多层包括 2-10 层；第二多层包括 8-25 层；第三多层包括 10-40 层；以及第四多层包括 2-20 层。

30 6、根据权利要求 4 所述的物品，其中：

第一、第二、第三多层的纱线的线密度是 100 分特至 3300 分特，而第一、第二、第三多层的纤维的线密度是 0.5 分特至 4 分特；以及

第四多层的纱线的线密度是 100 分特至 1700 分特，而第四多层的纤维的线密度是 0.5 分特至 2.5 分特。

7、根据权利要求 4 所述的物品，其中第四多层的外面是刺入威胁的攻击面。

5 8、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中每个多层的纤维选自聚酰胺纤维、聚烯烃纤维、聚苯并噁唑纤维、聚苯并噻唑纤维、聚{2,6-二咪唑并[4,5-b4',5'-e]亚吡啶-1,4-(2,5-二羟基)亚苯基}纤维与它们的混合物。

10 9、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中每个多层的纤维是对-芳族聚酰胺纤维。

10、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中每个多层纤维的断裂伸长率是至少 1.5%，弹性模数是至少每分特 200 克。

11、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中第一或第二层中至少一层的纱线是被织造的。

15 12、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中第一或第二层中至少一层的纱线是被非织造的。

20 13、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中该物品满足在 NIJ 标准-0115.00 中所描述的防御刃口刀的至少等级 1 的性能要求，且该物品还满足在 NIJ 标准-0101.04 中所描述的至少类 IIA 的弹丸性能要求。

14、根据权利要求 4 所述的物品，其中该物品满足在 NIJ 标准-0115.00 中所描述的防御长钉的至少等级 1 的性能要求。

25 15、根据权利要求 1 或 4 所述的物品，其中根据 ASTM D-790，该聚合物基体的拉伸强度是至少 10MPa，且根据 ASTM D-790，该聚合物基体的弯曲模数是至少 50 MPa。

抗多样威胁性刺入的物品

技术领域

- 5 本发明涉及抗刀和发射弹丸刺入的物品，更具体地涉及抗长钉、刀和发射弹丸刺入的物品。

背景技术

- 10 警察、教养员、政府官员、保安人员，甚至私人都不断增加需要穿专一的防护服，同时保护不受多种类型刺入的威胁，其中包括长钉、刀和冲击性威胁。

- 人们已知可防多样威胁性刺入，其中包括刀具刺入的防弹服材料。GB 2 304 350A 和 WO 01/37691A1 公开了为保护不受刀和冲击性威胁所设计的材料。US 6 133 169 公开了一种抗刀、冰镐和冲击性刺入的结构，该结构包括金属锁子甲、紧密机织织物层和高韧性的抗冲击层。

- 15 防御刀威胁的已知材料典型地具有 (1) 柔软的金属板或金属锁子甲 (例如 US 5 472 769 和 6 133 169) 或 (2) 层压或涂层织物 (例如 US 6 022 601、US 5 880 042、GB 2 304 350A、WO 00/08411 和 WO 20 01/37691A1)。但是，柔软的金属部分易于增加衣服的重量，并且还难以裁剪成合身的不规则形状。另外，有层压或涂层织物的材料在加入穿着物品中后是硬的，不柔软的，也是不舒适的。

- 25 另外，只是将单个材料组合起来，已知每种材料可防一种威胁，还已知一种或多种其它的材料可防一种或多种其它的威胁，这种组合通常不能提供一种柔软质轻，身体穿着舒适，还具有适当防多样威胁的结构。

本发明的一个目的是提供一种柔软质轻的结构，这种结构能抗发射弹丸和刀具的刺入。本发明的另一个目的是提供一种柔软质轻的结构，这种结构能抗冲击、刀具和长钉样威胁的刺入。

- 30 通过下面的说明将会使本发明这些目的和其它目的变得更加清楚。

发明内容

本发明涉及抗刀和发射弹丸刺入的物品，该物品按顺序包括第一多层用纤维制成的织物；第二多层用纤维制成的织物，其中每层被相应的聚合物基体结实包围与充分浸渍，该聚合物基体包括热固性树脂、热塑性树脂或它们的混合物；以及第三多层用纤维制成的机织织物。第一、第二、第三多层纤维的初度是至少每分特 10 克。另外，第一、第二、第三多层合在一起的面密度是不大于每平方米 6.9 千克。

本发明还涉及抗长钉、刀和发射弹丸刺入的物品，它按顺序包括第一多层用纤维制成的织物；第二多层用纤维制成的织物，其中每层被相应的聚合物基体结实包围与充分浸渍，该聚合物基体包括热固性树脂、热塑性树脂或它们的混合物；第三多层用纤维制成的机织织物；以及第四多层抗刺入的紧密机织织物。紧密机织织物的织物紧密系数是至少 0.75。第一、第二、第三和第四多层纤维的初度是至少每分特 10 克。另外，第一、第二、第三和第四多层合在一起的面密度是不大于每平方米 7.8 千克。

附图说明

下面结合下述附图详细描述本发明，将能更充分地理解本发明。

图 1 是本发明抗刀和发射弹丸刺入物品的透视图。

图 2 是本发明抗长钉、刀和发射弹丸刺入物品的透视图。

图 3 是示意性说明平纹组织机织织物。

图 4 是图 3 沿箭头方向按照线 4-4 绘出的部分机织织物布边图。

图 5 是示意性说明非机织织物。

图 6 是示意性说明被基体树脂包围与浸渍的机织织物，其机织织物用于本发明的复合结构。

具体实施方式

本发明涉及抗两种或三种威胁性刺入的物品。抗两种威胁性刺入的物品可抗刀具和发射弹丸的刺入。抗三种威胁性刺入的物品可抗长钉、刀具和发射弹丸的刺入。

抗刺入的复合结构

参看图 1, 抗刀具和发射弹丸刺入的物品包括第一种复合结构 10, 它按顺序包括第一多层 12 用纤维制成的织物; 第二多层 14 用纤维制成的织物, 第二多层 14 的每层都被相应的聚合物基体结实包围与充分浸渍, 该聚合物基体包括热固性树脂、热塑性树脂或它们的混合物 16; 5 以及第三多层 18 用纤维制成的机织织物。第一、第二、第三多层 12、14、18 纤维的韧度是至少每分特 10 克。另外, 第一、第二、第三多层 12、14、18 合起的面密度是不大于每平方米 6.9 千克(即每平方英尺 1.4 磅)。

参看图 2, 抗长钉、刀具和发射弹丸刺入的物品包括第二种复合结 10 构 20, 它按顺序包括第一多层 12, 第二多层 14, 第三多层 18, 以及第四多层 22 抗刺入的用纤维制成的紧密机织织物。该紧密机织织物的织物紧密系数是至少 0.75。第一、第二、第三和第四多层 12、14、18、22 纤维的韧度是至少每分特 10 克。第一、第二、第三和第四多层 12、14、18、22 合起的面密度是不大于每平方米 7.8 千克(即每平方英尺 15 1.6 磅)。

本发明的物品优选地应满足, 如在注明日期 2000 年 9 月, 题为“个人防弹服的刺入强度”的 N I J 标准-0115.00 中所描述的对刃口刀的至少等级 1 的性能要求, 还应满足如在注明日期 2000 年 9 月, 题为“个人防弹服的冲击强度”的 N I J 标准-0101.04 中所描述的至少类 IIA, 20 优选地至少类 II 的冲击性能要求。本发明的物品更优选地还应满足如在注明日期 2000 年 9 月, 题为“个人防弹服的刺入强度”的 N I J 标准-0115.00 中所描述的防御长钉的至少等级 1 的性能要求。

本文使用的术语“物品”是指本文描述的第一和第二复合结构 10、20, 以及由这样一些结构 10、20 制成的产品。这样一些产品可以包括 25 其它的层或材料, 例如防水材料、防外伤材料, 以及将层保持在一起的载体或罩。这样一些产品包括防弹服或其它固定或活动的防具, 例如软垫、毯或窗帘。这样一些产品可以是防护服装, 例如背心、夹克、手套、袖子、鞋和其它工作服和运动服。这样一些产品还可以用于包装。

30 本文使用的术语“弹丸”是指子弹或其它物体或其片段, 例如从枪发射出的子弹或其它物体或其片段。

纱与纤维

每种织物都是用纱制成的，这些纱是用纤维制成的。对于本发明的目的，术语“纤维”定义为相对柔软的、宏观均匀的物体，它的长度与宽度之比很高，而其宽度是通过与其长度垂直的截面积。纤维的截面可以是任何形状，但典型地是圆的。本文中，术语“长丝”与术语“纤维”可互换使用。

在第一多层 12 中的纤维可以是任何长度的。这样一些纤维可以切成短纤维。在第二、第三和第四多层 14、18、22 中的纤维可以是“连续”纤维，其纱长度延伸穿过该织物的经纱或纬纱方向。

10 第一、第二和第三多层 12、14、18 纱的线密度是约 100 分特至约 3300 分特，优选地约 200 分特至约 1100 分特。第四多层 22 纱的线密度是约 100 分特至约 1700 分特，优选地约 200 分特至约 660 分特。

15 第一、第二和第三多层 12、14、18 纤维的线密度是约 0.5 分特至约 4 分特，优选地约 0.7 分特至约 2.0 分特。第四多层 22 纤维的线密度是约 0.5 分特至约 2.5 分特，优选地约 0.7 分特至约 2.0 分特。层 12、14、18、22 纤维的韧度是至少每分特 10 克，优选地至少每分特 15 克。第一、第二、第三和第四多层 12、14、18、22 纤维的断裂伸长率是至少 1.5%，优选地约 2.0% 至 10%。层 12、14、18、22 纤维的弹性模数是至少每分特 200 克，优选地约每分特 270 克至约每分特 3000 克。

20 在复合结构 10、20 中，这些纤维可以是未涂布或涂布形式，或用其它方式预处理的（例如预拉伸或热处理的）形式。在使用芳族聚酰胺纤维的情况下，一般不需要涂布这种纤维或用其它方式预处理这种纤维，这种纤维排列在适当机织或非-机织层中除外。但是，在第二多层 25 14 中的纤维情况下，可以将涂料涂布到这些纤维上，以便增加这些纤维与相应聚合物基体的结合。

纤维聚合物

30 第一、第二、第三和第四多层的纤维是用下述纤维制得的：聚酰胺纤维、聚烯烃纤维、聚苯并噁唑纤维、聚苯并噻唑纤维、聚(2,6-二咪唑并[4,5-b4',5'-e]亚吡啶-1,4-(2,5-二羟基)亚苯基)(PIPD)纤维或它们的混合物。优选地，这些纤维是用聚酰胺制得的。

该聚合物是聚酰胺时，芳族聚酰胺纤维是优选的。“芳族聚酰胺纤维”是指一种聚酰胺，其中至少 85%酰胺(-CO-NH-)键直接与两个芳族环连接。W. Black 等人在《人造纤维 - 科学与技术 (Man-Made Fibers-Science and Technology)》，第 2 卷，题为“成纤维芳族聚酰胺”节，第 297 页，Interscience Publishers, 1968 年中描述过合适的芳族聚酰胺纤维。在 US 4 172 938、3 869 429、3 819 587、3 673 143、3 354 127 和 3 094 511 中也公开了芳族聚酰胺纤维。

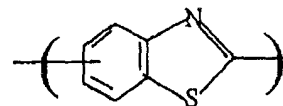
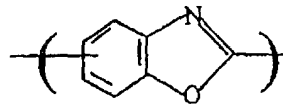
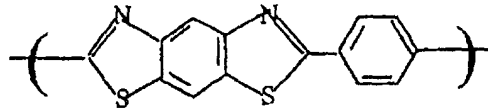
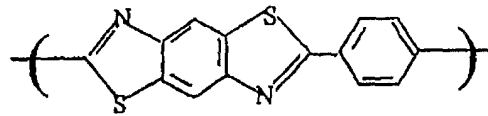
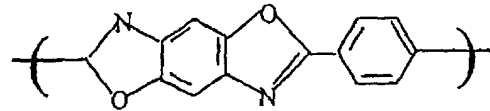
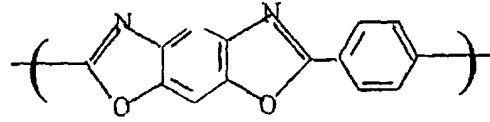
使用芳族聚酰胺纤维可以使用添加剂，曾发现与芳族聚酰胺纤维掺混的其它聚合物材料以重量计可以高达直到 10%，或可以使用含有高达 10%取代芳族聚酰胺纤维二胺的其它二胺的共聚物，或使用含有高达 10%取代芳族聚酰胺纤维二酸的其它二酸的共聚物。

优选的芳族聚酰胺纤维是对-芳族聚酰胺纤维，聚(对-亚苯基对苯二酰胺) (PPD-T) 是优选的对-芳族聚酰胺纤维。PPD-T 是指由对-苯二胺与对苯二甲酰氯的摩尔对摩尔聚合反应所得到的均聚物，也是指由加入少量其它二胺与对-苯二胺和少量其它二酰氯与对苯二甲酰氯所得到的均聚物。通常，其它二胺和其它二酰氯的使用量可以高达直到约 10 摩尔%对-苯二胺或对苯二甲酰氯，或许更高一些，只要其它二胺和二酰氯没有任何能干扰该聚合反应的活性基团。PPD-T 也是指由加入其它芳族二胺和其它芳族二酰氯得到的共聚物，例如像 2,6-萘甲酰氯，或氯代-或二氯代对苯二甲酰氯或 3,4'-二氨基二苯醚。

聚合物是聚烯烃时，聚乙烯或聚丙烯是优选的。聚乙烯是指主要线性聚乙烯材料，其分子量优选地是一百万以上，它们可以含有少量的支链或共聚单体，它们是每 100 个主链碳原子不超过 5 个改性单位，并且它们还可以含有与其混合的一种或多种聚合物添加剂，其量不高于约 50 重量%，例如链烯-1-聚合物，特别是低密度聚乙烯，丙烯等，或低分子量添加剂，例如通常加入的抗-氧化剂、润滑剂、紫外光防晒剂、着色剂等。这些都是人们共知的，如伸展链聚乙烯 (ECPE)。类似地，聚丙烯是主要线性聚丙烯材料，其分子量优选地是一百万以上。高分子量的线性聚烯烃纤维是可从市场上获得的。US 4 457 985 公开了聚烯烃纤维的制备方法。

聚苯并噁唑纤维 (PBO) 和聚苯并噻唑纤维 (PBZ) 是合适的，例如 WO 93/20400 中描述的。

聚苯并噁唑和聚苯并噻唑优选地是由下述结构的重复单元构成的：



- 5 与氮原子结合的所示芳族基团可以是杂环时，它们优选地是碳环，而它们可以是熔合或未熔合的多环系统时，它们优选地是单六元环。在双唑主链中示出的基团是优选的对-亚苯基时，可用不干扰制备该聚合物的任何二价有机基团取代那个基团，或根本没有任何基团。例如那个基团可以是直到十二个碳原子的脂族基团，苯亚甲基、亚联苯基、亚联苯醚等。
- 10

聚苯并噁唑和聚苯并噻唑用于生产本发明的纤维，它们应该具有至

少 25, 优选地至少 100 重复单元。在上述国际公开 WO 93/20400 中公开了这些聚合物的制备方法与这些聚合物的纺纱。

织物

- 5 优选地, 第一和第二多层 12、14 中至少一层的织物是机织的。更优选地, 第一和第二多层 12、14 的所有织物都是机织的。然而, 这样的织物可以是机织的、针织的或非机织的结构。第三和第四多层 18、22 的织物是机织的。第四多层 22 的织物是紧密机织的。非机织的是指一种纤维网格, 其中包括单向(如果在基体树脂内含有的)纤维网格, 10 带等。机织是指任何织物组织, 例如平纹组织、四经破缎纹、方平组织、缎纹组织、斜纹组织等。平纹组织是最普遍的。

图 3 和 4 示意性地说明了, 这样的织物是以平纹组织机织时层 12、14、18 和 22 的织物 30。图 3 和 4 示出了经纱方向的纱 32 和纬纱方向的纱 34。还说明了构成纱 32、34 的纤维 36。图 5 示意性地说明了, 15 这样的织物是非机织的时, 层 12、14 中织物 40 的一种具体实施方案。非机织织物 40 包括第一组纱 42 和第二组纱 44。第一组纱 42 一般排列在彼此平行的平面中。第二组纱 44 一般排列在彼此平行的平面中。第二组纱 44 与第一组纱 42 相邻, 并与其正交。但是, 第二组纱 44 可以相对于第一组以任意的角度放置。

- 20 机织时, 第一和第二多层 12、14 织物的紧密系数, 以及第三多层 18 机织织物的紧密系数不是特别重要的, 只是不应该太紧, 以避免造成在机织区域损伤纱纤维, 但也不应该太松, 以致变得难以处理。第四多层 22 的织物是“紧密机织”织物, 这意味着它的紧密系数是至少 0.75, 优选地约 0.90 至约 1.50。非常优选的是, 紧密机织织物层在 25 纱线密度(分特)与织物紧密系数之间有一个如下的关系:

$$Y > X \cdot 6.25 \text{ 倍 } 10^{-4} + 0.69 \quad (1)$$

30 式中 Y = 织物紧密系数, X = 纱的线密度, 如前面提到的 US 5 578 358 中所公开的。

“织物紧密系数”和“布面覆盖系数”是为织物的织纹密度所给出的名称。布面覆盖系数是一个相对于织纹几何结构的计算值, 该值

表示织物的纱覆盖织物总面积的百分数。采用在该技术中熟知的各种方法可以计算布面覆盖系数。例如用于计算布面覆盖系数的方法可以是如下方法(取自《机织工艺: 纱向织物的转化(Weaving: Conversion of Yarns to Fabric)》, Lord and Mohamed, Merrow 5 出版(1982), 第 141-143 页):

d_w = 织物经纱的宽度

d_f = 织物纬纱的宽度

P_w = 经纱的节距(每单位长度的经纱数)

P_f = 纬纱节距

10

在经纱方向的布面覆盖系数 $C_v = d_w / P_w$ (2)

在纬纱方向的布面覆盖系数 $C_r = d_f / P_f$ (3)

15 织物的布面覆盖系数 $C_{总} = \text{模糊总面积} / \text{包围的面积}$ (4)

$C_{总} = [(P_w - d_w) d_r + d_w P_r] / P_w P_r = (C_r + C_v - C_r C_v)$ (5)

20 取决于织物的织纹种类, 最大的布面覆盖系数可以相当低, 尽管这种织物纱的靠近在一起的。因此, 一种更有用的织纹紧密度指示器称之为“织物紧密系数”。织物紧密系数是与最大织纹紧密度相比的织物织纹紧密度随布面覆盖系数而变化的一种度量。

织物紧密系数 = 实际的布面覆盖系数 / 最大的布面覆盖系数 (6)

25

例如, 平纹组织织物的可能最大布面覆盖系数是 0.75; 而实际布面覆盖系数 0.68 的平纹组织织物因此会具有织物紧密系数 0.91。实施本发明的优选织纹是平纹组织。

30 层

每层增加了复合结构的厚度与重量, 从而降低了其柔软性、服用性能与舒适性。因此, 每个部分的层数已如此选择, 以致设计出总复

合结构，并用于防每种威胁，而不是设计出各个部分的结构，用于防各个威胁。

在这点上，第一多层 12 包括约 2 层至约 10 层，优选地约 4 层至约 8 层。第二多层 14 包括约 5 层至约 30 层，优选地约 8 层至约 25 层。
5 第三多层 18 包括约 10 层至约 40 层，优选地约 15 层至约 30 层。第四多层 22 包括约 2 层至约 20 层，优选地约 5 层至约 15 层。

第二多层 14 中的每层织物是被相应的聚合物基体结实包围与充分浸渍的，该聚合物基体包括热固性树脂或热塑性树脂或它们的混合物。各种各样合适的热固性树脂或热塑性树脂或它们的混合物在现有技术中是人们熟知的，并且可以用作基体材料。例如，热塑性树脂可以包括一种或多种聚氨酯、聚酰亚胺、聚乙烯、聚酯、聚醚醚酮、聚酰胺、聚碳酸酯等。热固性树脂可以是一种或多种环氧-基树脂、聚酯基树脂、酚基树脂等，优选地聚乙烯醇缩丁醛苯酚树脂。混合物可以是热塑性树脂与热固性树脂的任何组合。在第二多层 14 的每层织物
10 中，基体材料的比例是以织物重量计约 10-80%，优选地以织物重量计 20-60%。对于高刺入强度，根据 ASTM D-790，该聚合物基体的拉伸强力应该是至少 10MPa，优选地至少 20 MPa。根据 ASTM D-790，该聚合物基体的弯曲模数优选地是至少 50 MPa。弯曲模数上限不是关键的时，优选的是聚合物基体的弯曲模数不大于 20 000MPa，因此，第二
15 多层 14 中的这些层织物不太硬。

图 6 示意性地说明了浸渍树脂的织物为机织时层 14 的一层织物。该层用数 50 表示，它包括图 3 和 4 说明的被相应的聚合物基体 16 结实包围与充分浸渍的机织织物 30。每层 14 的基体 16 是与其它层 14 的基体 16 分开的单个树脂单元或网格。这样提供了所希望的服装产品
20 使用柔软性和舒适性。这种树脂充满或充分充满了纱与树脂连接的纤维之间的空间，于是涂布了织物 30 总体平的面。切开该层，沿织物 30 边缘露出纱 32 和/或 34。

可以采用任何方式，例如通过缝制在一起，将这些层保持在一起或连接起来，或它们可以堆叠在一起与可以例如装在织物套或载体
25 中。第一、第二、第三和第四多层 12、14、18、22 中每层都可以理解为一个独立部分。构成这些部分的层可以分开堆叠与连接，或所有多层可以作为单个单元堆叠和连接起来。

将本发明的这些部分以面对面的关系放在一起，如所希望的，在其间有或没有其它的层材料，这样可以实现这些部分的组合，可以放在这些部分之间的其它层材料例如包括防水材料、防外伤材料等。

5 面密度

在第一个复合结构 10 中，第一、第二、第三和第四多层 12、14、18、22 合起的面密度不大于每平方米 6.9 千克（即每平方英尺 1.4 磅），优选地约每平方米 2.9 千克（即每平方英尺 0.6 磅）至约每平方米 5.9 千克（即每平方英尺 1.2 磅）。在第一个复合结构 20 中，第一、第二、第三和第四多层 12、14、18、22 合起的面密度不大于每平方米 7.8 千克（即每平方英尺 1.6 磅），优选地约每平方米 2.9 千克（即每平方英尺 0.6 磅）至约每平方米 6.9 千克（即每平方英尺 1.4 磅）。

合并多层的面密度超过每平方米 7.8 千克时，该复合结构通常变得体积大，重和硬。不利地，该复合结构的蓬松性、沉重和硬度使其变得穿着不舒适，妨碍穿着者快速运动与移动，穿着者长期穿着时会感到非常疲劳。

试验方法

下面的实施例使用了下述试验方法。

20

线密度

按照 ASTM D1907-97 和 D885-98 中描述的程序，通过称取已知长度的纱或纤维，可测定纱或纤维的线密度。分特 (decitex 或 dtex) 定义为 10 000 米纱或纤维的重量（以克表示）。

25

张力性质

待试验纤维进行调节，然后按照 ASTM D885-98 中描述的程序测试张力。通过在 Instron 测试仪上使测试纤维断裂可测定出韧度（断裂韧度）、断裂伸长率和弹性模数。

30

面密度

测量每个选定大小（例如 10 厘米 × 10 厘米）单层的重量，可测定织

物层的面密度。可用单个层的面密度之和确定复合结构的面密度。

刀刺入强度

5 根据 2000 年 9 月出版的 N I J 标准-0115.00, 有关刃口刀防护类的“个人防弹服的刺入强度”, 进行了多层板的刀刺入强度测试。

长钉刺入强度

根据 2000 年 9 月出版的 N I J 标准-0115.00, 有关长钉保护类的“个人防弹服的刺入强度”, 进行了多层板的刺入强度测试。

10

冲击性能

根据 2000 年 9 月出版的 N I J 标准-0101.04 “个人防弹服的冲击强度”, 进行了多层板的冲击测试。

15

实施例

现在通过下面的特定实施例说明本发明。所有的份与百分数都是以重量计的, 除非另外指出。

层的制备

20 将几种不同芳族聚酰胺纤维、聚烯烃和聚(对-亚苯基-2,6-苯并双噁唑)材料的纱制成下面的织物或浸渍树脂的织物层。

1. 从市场上获得的聚(对亚苯基对苯二酰胺)纱的平纹组织织物, 是由 E. I. du Pont de Nemours and Company (“DuPont”) 以商标 Kevlar® 销售的, 它是 400 旦尼尔(即 440 分特), 它的初度是每分特 24.5 克, 模数是每分特 670 克, 以及断裂伸长率是 3.4%, 以每英寸 31 × 31 根数(即每厘米 12.2 × 12.2 根数)制成。然后约 50 重量%总层重的聚乙烯醇丁缩醛/苯酚热固性树脂浸渍了该织物。根据 ASTM D-638, 该树脂的拉伸强力大于 15MPa, 根据 ASTM D-790, 该树脂的弯曲模数大于 500MPa。(这些树脂的性能基于该技术中的一般知识, 并且在这个实验中没有测定)。这层在下面定为层“A”。这个织物层是从市场上获得的, 由 DuPont 以产品号 AS299 销售, 是根据 UK 专利申请 GB 2 304 350A 描述的生产方法生产的。

30

2. 单向伸长链的聚乙烯纤维 (UDECPPE), 其纤维以 0/90 度取向相交 (例如图 5 所说明的), 其间夹有聚乙烯薄膜, 这种薄膜由 Honeywell, Inc. 生产, 以商标 Spectrashield Plus® 销售。这层在下面定为层 “B”。

5 3. 聚(对亚苯基对苯二酰胺) 纱的平纹组织织物, 它是 400 旦尼尔 (即 440 分特), 从 E. I. du Pont de Nemours and Company 以商标 Kevlar® 获得, 它的韧度是每分特 24.5 克, 模数是每分特 670 克, 以及断裂伸长率是 3.4%, 以每英寸 28 × 28 根数 (即每厘米 11 × 11 根数) 制成。这层在下面定为层 “C”。

10 4. 50 重量% 总层重量的聚(对亚苯基对苯二酰胺) 和 50 重量% 总层重量的聚(对-亚苯基-2,6-苯并双噁唑) (PBO) 混合组织织物的平纹组织, 前者是 400 旦尼尔 (即 440 分特), 从 E. I. du Pont de Nemours and Company 以商标 Kevlar® 获得, 它的韧度是每分特 24.5 克, 模数是每分特 670 克, 以及断裂伸长率是 3.4%, 后者是 500 旦尼尔 (即 550 分特), 从 Toyobo Co., Ltd. 以商标 Zylon® 获得, 它的韧度是每分特 38 克, 模数是每分特 1260 克, 以及断裂伸长率是 3.5%, 制成每英寸 26 × 26 根数 (即每厘米 10.2 × 10.2 根数)。这层在下面定为层 “D”。

15 5. 聚(对-亚苯基-2,6-苯并双噁唑) 织物的平纹组织, 它是 500 旦尼尔 (即 550 分特), 从 Toyobo Co., Ltd. 以商标 Zylon® 获得, 它的韧度是每分特 38 克, 模数是每分特 1260 克, 以及断裂伸长率是 3.5%, 制成每英寸 30 × 30 根数 (即每厘米 11.8 × 11.8 根数)。这层在下面定为层 “E”。

20 6. 从 E. I. du Pont de Nemours and Company 以商标 Kevlar® 获得织物的平纹组织, 它的韧度是每分特 24.5 克, 模数是每分特 630 克, 以及断裂伸长率是 3.4%, 以每英寸 70 × 70 根数 (即每厘米 27.6 × 27.6 根数) 制成, 一种织物紧密系数为 0.996 的紧密机织织物。这层在下面定为层 “F”。

对比实施例

30 上述的织物层 “A”、“B” 和 “C” 制成不同的复合结构, 对其进行冲击和刀刺入试验。为了比较样品的结果, 这些样品设计并组合达到具有类似的面密度。基于注明日期 2000 年 9 月, 题为 “个人防弹服

的刺入强度”的 N I J 标准-0115.00 所描述的等级 1 试验方案，进行了防御 P1 刃口刀的刺入试验。为了满足等级 1 的性能要求，该试验方案详细说明了，在 24 焦耳试验时，最大的可允许刺入量不大于 7 毫米，在 36 焦耳试验时，不大于 20 毫米。刺入试验结果列于下表 1 中。

5

表 1

对比样品	结构	面密度 千克/ 平方米	刺入深度，毫米	
			@24J	@36J
a	30 层 “A”	5.0	0 (<7 毫米)	12 (<20 毫米)
b	50 层 “B”	5.6	27 (失败)	43 (失败)
c	58 层 “C”	5.9	11 (失败)	27 (失败)
d	叠在 34 层 “C” (内面) 上的 15 层 “A” (打击面)	5.9	9 (失败)	25 (失败)
e	叠在 15 层 “A” (内面) 上的 34 层 “C” (打击面)	5.9	2 (<7 毫米)	12 (<20 毫米)

应该指出，使用面密度每平方米 5.0 千克时，有涂布树脂的 Kevlar® 织物层的样品 “a” 具有防御 P1 刃口刀的优异强度。还应该指出 Spectrashield Plus® 和未涂布的芳族聚酰胺纤维两者，在面密度每平方米 5.6-5.9 千克范围内，如样品 “b” 和 “c” 中所表明的，显示出防御 P1 刃口刀的较差强度。

样品 “d” 防御 P1 刃口刀的试验失败了，而样品 “e” 的结果表明，未涂布的聚(对亚苯基对苯二酰胺)织物部分处在浸渍树脂的织物面上，作为防御刃口刀的冲击面时，它具有防御 P1 刃口刀的显著高得多的强度。

还组合了上述的织物层，并进行了防御 9mm 和 .357 马格南左轮手枪子弹的试验，每个试验方案为如在注明日期 2000 年 9 月，题为 “个人防弹服的冲击强度” 的 N I J 标准-0101.04 中所描述的 II 类。要求背面变形不大于 44 毫米以满足其性能的要求。另外，为了满足其性能的要求，弹丸可以不完全穿透样品。冲击试验的结果示于下面表 2。

表 2

对比 放大 样品	结构	面密度 千克/ 平方米	背面变形, 毫米	
			防御 9mm 马格南 左轮手枪子弹 1205 英尺/秒	防御. 357 马格 南左轮手枪子弹 1430 英尺/秒
f	30 层 “A”	5.0	完全穿透(失败)	完全穿透(失败)
g	50 层 “B”	5.6	-	-
h	58 层 “C”	5.9	-	-
i	叠在 34 层 “C” (内 面) 上的 15 层 “A” (打击面)	5.9	35	48(失败) > 44 毫米
j	叠在 15 层 “A” (内 面) 上的 34 层 “C” (打击面)	5.9	22	50(失败) > 44 毫米

- 5 应该指出, 样品 “f” 尽管具有复合结构, 还是显示出很差的冲击强度, 如在具有防御 P1 刃口刀的优异强度的样品 “a” 中所表明的。还应该指出两个样品 “i” 和 “j” 不能满足 NIJ 冲击型 II 的背面变形要求, 防御. 357 马格南左轮手枪子弹 < 44mm。样品 “g” 和 “h” 没有进行测试。
- 10 上面的刺入与冲击试验结果揭示了, 通过轻质防弹服, 例如面密度小于每平方米 1.4 磅的防弹服, 提供防多种威胁, 例如防御刀刺入和冲击的威胁, 是高度困难的。应该指出, 在这些对比样品中, 五种试验复合结构中每种复合结构都没有满足防多种威胁的 NIJ 冲击型 II 和 NIJ-刃口刀等级 1 的性能要求。
- 15

本发明实施例 1

织物层 “A”、 “C”、 “D” 和 “E” 制成本发明的各种复合结构样品, 这些样品进行了冲击和刀刺入试验。基于注明日期 2000 年 9 月, 题为 “个人防弹服的刺入强度” NIJ 标准-0115.00 所描述的等级 1

试验方案，进行了防御 P1 刃口刀的刺入试验。为了满足防御 P1 刃口刀的等级 1 性能要求，在 24 焦耳试验时，该标准允许最大允许刺入量不大于 7 毫米，在 36 焦耳试验时，不大于 20 毫米。刺入试验结果列于下表 3 中。

5

表 3

本发明样品	结构	面密度 千克/ 平方米	刺入深度, 毫米	
			@24J	@36J
1	28 层“C”(打击面) 15 层“A”(中间) 6 层“C”(内面) 所有按顺序堆叠	5.9	2(< 7 毫米)	7(< 20 毫米)
2	24 层“D”(打击面) 15 层“A”(中间) 6 层“D”(内面) 所有按顺序堆叠	5.4	3(< 7 毫米)	10(< 20 毫米)
3	18 层“E”(打击面) 14 层“A”(中间) 6 层“E”(内面) 所有按顺序堆叠	5.4	2(< 7 毫米)	8(< 20 毫米)

应该指出，在未涂布的机织织物层之间夹有浸渍树脂织物层的本发明复合结构，提供防御刀刺入的强度明显高于对比样品“b”、“c”和“d”。

还组合了上述复合结构，并且并进行了防御 9mm 和 .357 马格南左轮手枪子弹试验，每个试验方案为如注明日期 2000 年 9 月，题为“个人防弹服的冲击强度”的 N I J 标准-0101.04 中所描述的型 II 试验方案。要求背面变形不大于 44 毫米以满足其性能的要求。另外，为了满足其性能的要求，弹丸可以不完全穿透样品。冲击试验的结果示于下面表 4。

表 4

本发明 放大 样品	结构	面密度 千克/ 平方米	背面变形, 毫米	
			防御 9mm 马 格南左轮手 枪子弹 1205 英尺/秒	防御. 357 马 格南左轮手 枪子弹 1430 英尺/秒
6	28 层 "C" (打击面) 15 层 "A" (中间) 6 层 "C" (内面) 所有按顺序堆叠	5.9	18 < 44mm	37 < 44mm
7	24 层 "D" (打击面) 15 层 "A" (中间) 6 层 "D" (内面) 所有按顺序堆叠	5.4	25 < 44mm	38 < 44mm
8	18 层 "E" (打击面) 14 层 "A" (中间) 6 层 "E" (内面) 所有按顺序堆叠	5.4	20 < 44mm	34 < 44mm

5 应该指出, 在未涂布的机织织物层之间夹有浸渍树脂织物层的本发明复合结构, 除了防御刀刺入的明显高得多的强度外, 还显示出防御子弹的惊人低的背面变形。

由这些试验结果可以看出, 本发明的复合结构在相对低的面密度下具有良好的防冲击和刀刺入的威胁。

10

本发明实施例 2

织物层 "F" 加到样品 6 作为复合结构, 这个样品进行了防御长钉刺入的附加试验, 该试验基于注明日期 2000 年 9 月, 题为 "个人防弹服的刺入强度" N I J 标准-0115.00 所描述的等级 1 试验方案。为了

15 满足防御长钉的等级 1 的性能要求, 在 24 焦耳试验时, 该标准允许最

大允许刺入量不大于 7 毫米，在 36 焦耳试验时，不大于 20 毫米。防
御长钉的刺入试验结果列于下表 5 中。

表 5

5

本发明 样品	结构	面密度 千克/ 平方米	刺入深度, 毫米	
			@24J	@36J
9	5 层 "F" (打击面) 28 层 "C" 15 层 "A" 6 层 (内面) 所有按顺序堆叠	6.6	0 (< 7 毫米)	4 (< 20 毫米)

紧密机织织物层 "F" 的织物紧密系数测定如下。

首先，计算出该织物中经纱与纬纱的直径或宽度， d_w 和 d_f 。可以
采用在该技术中熟知的各种方式计算经纱与纬纱的直径或宽度， d_w 和
10 d_f 。在这个实施例中，使用了 J. B. Dickson，在《纺织研究杂志 (Textile
Research Journal)》(1954)，第 1083-1093 页，题为“实际织机的
可织性限度经验”中公开的方程式，如下面紧接示出的方程式：

$$d_w = d_f = 0.438 / \sqrt{1.44 * 26.5} = 0.0071'' \quad (7)$$

15

式中 1.44 表示密度为 220 分特 Kevlar® 纱，26.5 表示 220 分特
Kevlar® 纱的量，该量需要称取 453.6 克 840 支纱 (即 769 米) 绞纱。

p_w 、 p_f 、 C_w 、 C_f 、 $C_{w,w}$ 和织物层 "F" 的织物紧密系数计算如下：

20

$$p_w = p_f = \text{纱的节距} = 1/70 = 0.0143''$$

$$C_w = d_w / p_w = C_f = d_f / p_f = 0.0071'' / 0.0143'' = 0.497$$

$$\text{布面覆盖系数} = C_{r,b} = (C_r + C_v - C_r C_v) = 0.747$$

织物层“F”的织物紧密系数 = $0.747/0.75 = 0.996$ 。

应该指出，上述本发明的复合结构具有良好的防长钉威胁。这些结果表明本发明的复合结构还具有良好的防各种多样威胁，其中包括

5 弹丸、刀和长钉，并且是相对柔软、质轻的。

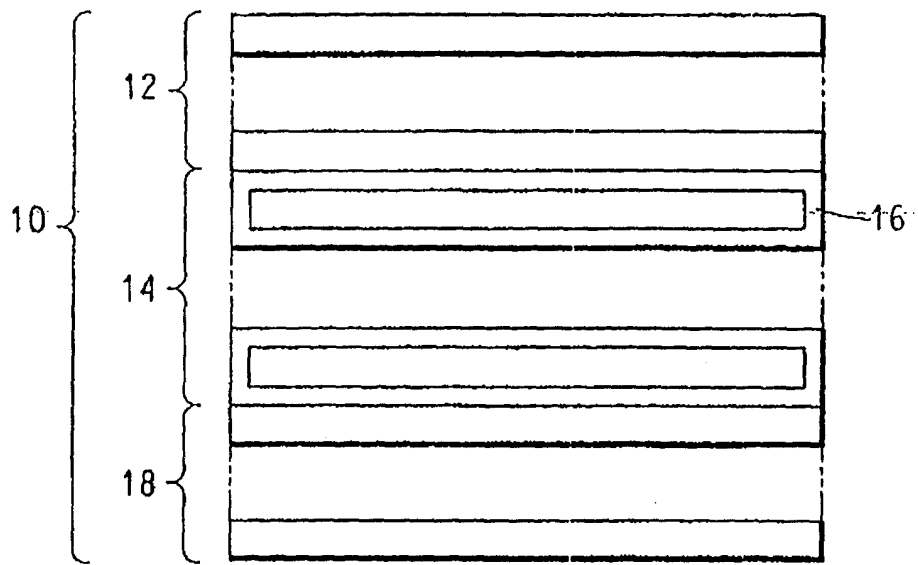


图 1

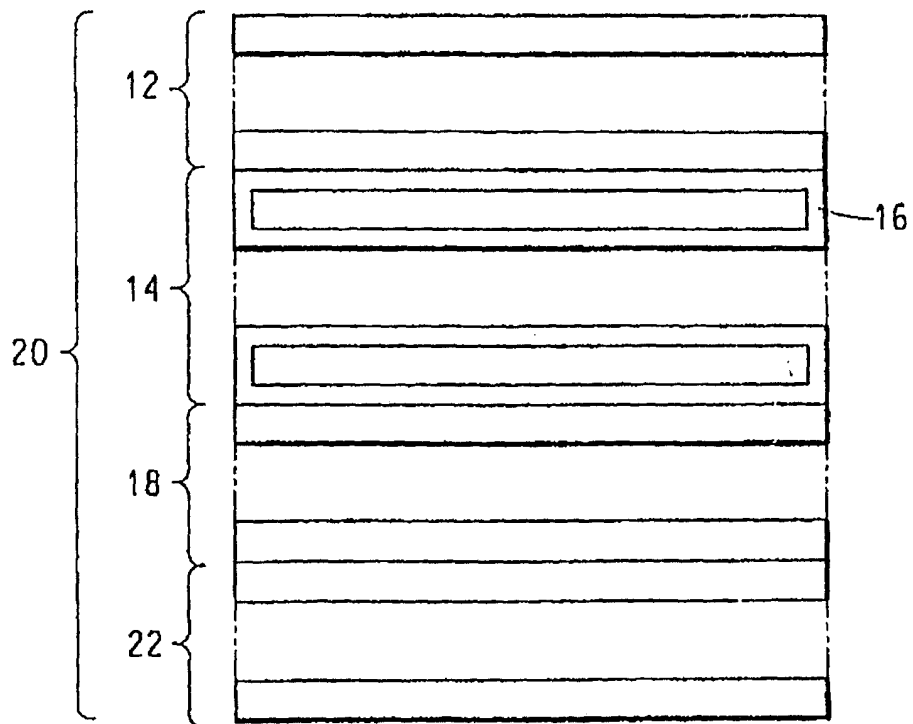


图 2

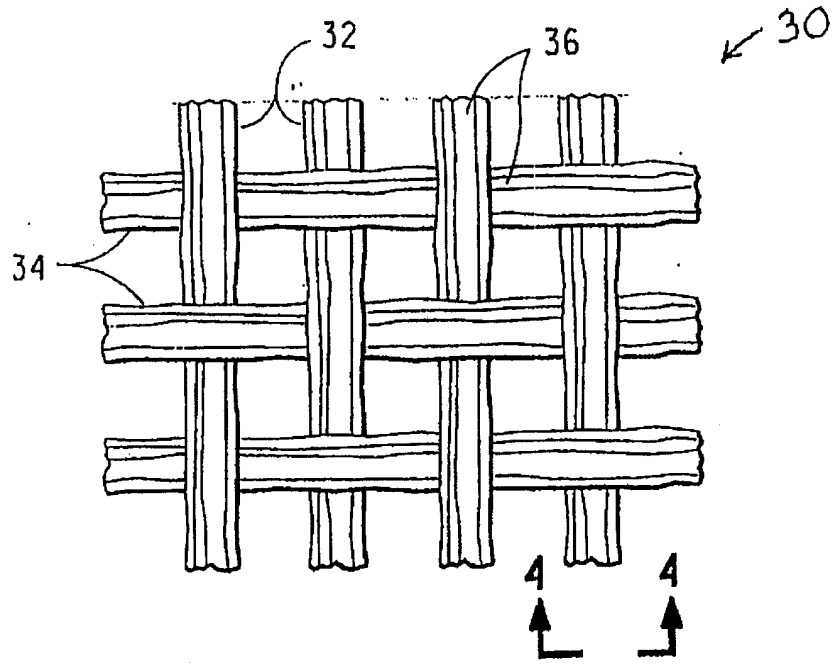


图 3

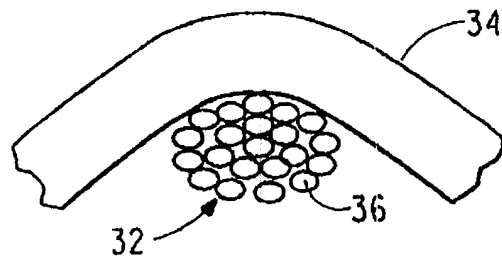


图 4

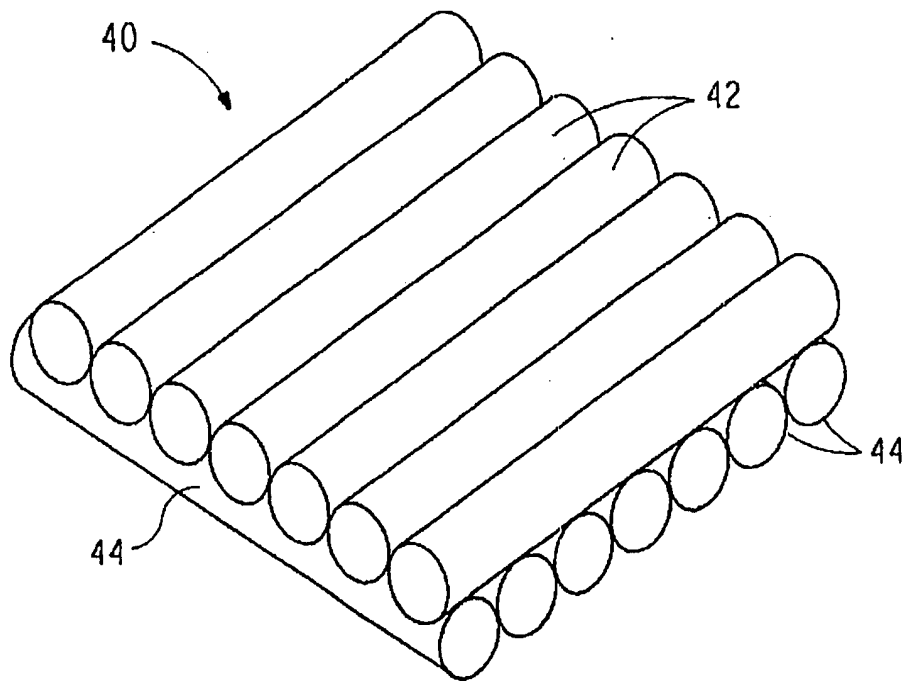


图 5

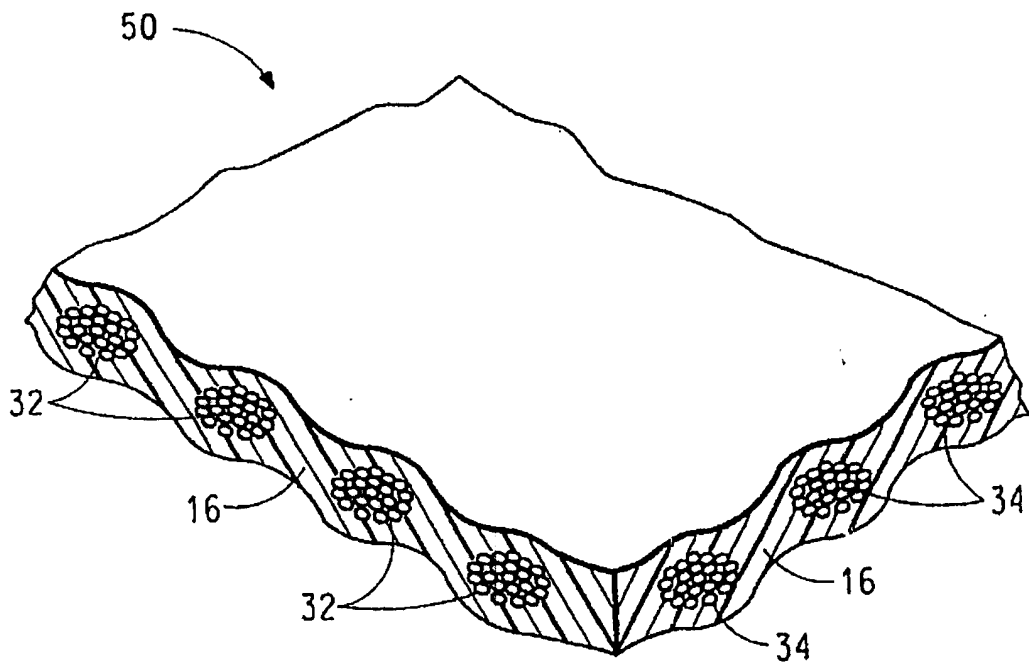


图 6