

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F41H 1/02

F41H 5/04 A41D 31/00



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99804223.4

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1106567C

[22] 申请日 1999.3.19 [21] 申请号 99804223.4

[30] 优先权

[32] 1998.3.20 [33] US [31] 09/045132

[86] 国际申请 PCT/US99/06043 1999.3.19

[87] 国际公布 WO99/47880 英 1999.9.23

[85] 进入国家阶段日期 2000.9.20

[71] 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·基奥 任俭荣

N·A·范兹尔

[56] 参考文献

EP0640807 1995.03.01 F41H1/02

US5578358 1996.11.26 B32B3/06

WO9106821 1991.05.16 F41H1/02

WO9300564 1993.01.07 F41H5/04

审查员 邹涤秋

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 卢新华 周慧敏

权利要求书 1 页 说明书 10 页

[54] 发明名称 抗击穿防弹物品

[57] 摘要

公开了一种用于抗冰穿子和刀的穿透以及防弹的分层结构的组合,其中包括柔性金属基的结构、密织的织物层、和防弹层,其排列以使密织的织物层比弹道层更靠近该结构的威胁打击面。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种抗刀和冰穿子穿刺的防弹物品，它包括：柔性金属结构、多层密织的抗穿刺织物层、和多层防弹层，所说的柔性金属结构由互锁的金属环或金属环和板的组合构成，其中所说的物品具有内表面和外表面，柔性金属结构可以定位在物品中的任意位置，当柔性金属结构位于外表面时，多层密织的抗穿刺织物层定位在外表面或靠近柔性金属结构，并且，多层防弹层比多层密织的抗穿刺织物层更靠近内表面。

2、权利要求1的物品，其特征在于：外表面是穿刺威胁的打击面。

3、权利要求1的物品，其特征在于：密织的抗穿刺层包括由芳族聚酰胺纱编织的织物，这种纱的线密度小于500dtex，其特征还在于：织物编织成织物紧密度系数至少为0.75。

4、权利要求1的物品，其特征在于：密织的抗穿刺层包括由芳族聚酰胺纱编织的织物，这种纱的线密度小于500dtex，其特征还在于：织物编织成织物紧密度系数至少为0.95。

5、权利要求3的物品，其特征在于：芳族聚酰胺纱是对-芳族聚酰胺纱。

6、权利要求3的物品，其特征在于：抗穿刺能力层的纱的线密度为100-500 dtex，单丝的线密度为0.7-1.7dtex。

7、权利要求1的物品，其特征在于：制作防弹层的纤维的断裂伸长率大于2.2%，模量大于270克/dtex，韧度大于20克/dtex。

8、权利要求7的物品，其特征在于：防弹层的纤维是线密度为50-3000 dtex的纱。

9、权利要求7的物品，其特征在于：防弹层的纱是编织的。

10、权利要求8的物品，其特征在于：防弹层的纱是非编织的。

11、权利要求8的物品，其特征在于：防弹层的纱是对-芳族聚酰胺。

12、权利要求8的物品，其特征在于：防弹层的纱是聚乙烯。

13、一种抗刀和冰穿子穿刺的物品，它包括：柔性金属结构、多层密织的抗穿刺织物层，柔性金属结构由互锁的金属环或金属环和金属板的组合构成，所说的织物层是由线密度小于500dtex的芳族聚酰胺纱编织的，其特征在于：织物编织到织物紧密度至少为0.95。

抗击穿防弹物品

发明的背景

5 发明的领域 - 众所周知, 为防弹道威胁制作的柔软外衣不一定能够有效地抗刀或尖锐器械的穿刺。反之亦是如此: 抗穿刺的物品也不一定要能有效地抗弹道威胁。本发明涉及防冰穿子 (ice pick) 和刀的穿刺的威胁以及防弹道威胁的物品。

10 对于现有技术的讨论 - 美国专利 No. 5578358 (根据 For 等人的申请在 1996 年 11 月 26 日颁布) 公开了一种抗穿刺结构, 它由具有极低线密度的编织的芳族聚酰胺纱制成。

1993 年 1 月 7 日公开的国际出版物 No. W093 / 00564 公开的防弹道结构使用了织物层, 该织物层由高韧度的对 - 芳族聚酰胺纱编织而成。

15 美国专利 No. 5472769 (1995 年 12 月 5 日颁布) 作为试图提供抗穿刺和防弹这两种结构的一个例子描述了针织的芳族聚酰胺纱层和诸如金属线之类的材料的偏转层的组合。

20 在 1995 年 9 月 6 日公开的欧洲专刊申请 No. 670466 公开了一种防弹和抗穿刺系统, 其中在一种聚合物树脂中埋入链式铠甲 (chainmail), 从而得到了抗刀刺的特性。

发明的概述

25 本发明涉及一种抗刀和冰穿子穿刺的防弹物品, 它包括: 柔性金属基的结构、多层密织的抗穿刺织物层、和多层防弹层, 其中所说的物品具有内表面和外表面, 多层密织的抗穿刺织物层比多层防弹层更靠近外表面, 即更靠近穿刺威胁的打击面。柔性金属基的结构可以定位在物品中的任意位置, 并且当柔性金属基的结构位于外表面时多层密织的抗穿刺织物层靠近柔性金属基的结构, 而且多层防弹层比多层密织的抗穿刺织物层更靠近内表面。

详细描述

30 专门开发本发明的保护物品以提供“三重威胁”的保护: 冰穿子穿刺、刀穿刺、和弹道威胁的保护。穿用同一件保护外衣的警察和保

安人员能同时防穿刺威胁和弹道威胁这两种类型的威胁正在变得越来越重要。本发明人这里研制了抗穿刺物品和防弹物品，并且对于这些物品的组合有出人意料的发现。

虽然“三重威胁”的保护是本发明的一个重要部分，但本发明还
5 开发出新的结构，这些新的结构即使在没有加入上述的防弹层也可改善抗冰穿子和刀的穿刺能力。

通常，具有抗冰穿子穿刺能力的柔性物品是使用从具有高韧度的
10 纱材料编织的织物层构成的；抗冰穿子穿刺能力的大小除了其它因素外还和纱的线密度以及编织的紧密度有关。纱的线密度越低并且编织地越紧，抗冰穿子穿刺的能力越大。例如，众所周知，优秀的抗冰穿子穿刺物品是由芳族聚酰胺纱制成，这种纱的具有小于 500dtex 的线密度和至少 0.75 的织物紧密度系数。

“织物紧密度系数”和“覆盖系数”是为织物的编织密度起的名字。覆盖系数是有关编织的几何学的计算值，表示被织物的纱覆盖的
15 织物的总表面积。用来计算覆盖系数的方程如以下所示（摘自“编织”：纱转换成织物，Lord 和 Mohamed，由 Merrow 出版（1982），141 - 143 页）：

d_v = 织物中经纱宽度

d_f = 织物中纬纱宽度

20 p_v = 经纱的节距（每单位长度的经纱数）

p_f = 纬纱的节距

$$c_v = d_v / p_v \quad c_f = d_f / p_f$$

25 织物覆盖系数 = c_{feb} = 总遮挡面积 / 封闭的面积

$$c_{feb} = [(p_v - d_v) d_f + d_v p_f] / p_v p_f \\ = (c_f + c_v - c_f c_v)$$

取决于织物编织的种类，最大的覆盖系数可以是十分低的，即使
30 织物的纱的位置相互靠得很近亦是如此。出于这种原因，织物紧密度的更加有用的指标称之为“织物紧密度系数”。织物紧密度系数是和最大编织的紧密度相比的织物编织的紧密度的一种度量，它是覆盖系

数的函数。

织物紧密度系数 = 实际的覆盖系数 / 最大的覆盖系数

例如，对于平纹编织织物可能的最大覆盖系数是 0.75；实际的布面覆盖系数为 0.68 的平纹编织织物的织物紧密度系数是 0.91。对于
5 本发明的实践的优选编织是平纹编织。

使用柔性金属基的结构制造具有抗刀穿刺能力的柔性物品，其中的柔性金属基的结构与吸收冲击能量的材料或第二层抗穿刺材料结合在一起。吸收冲击能量的材料或第二层抗穿刺材料必须能增强柔性金属基的结构性能。吸收冲击能量的材料可能是一种软材料，它的
10 厚度在能量冲击时急剧减小，如针刺式毛毯织物材料或非织物材料，如橡胶或弹性片或泡沫。第二抗穿刺材料可以是浸渍有附加的链式铠甲或柔性树脂的高强度纤维的织物。与金属基的结构结合使用的材料当实质上为织物时是可大幅度压缩的，或者是用树脂浸渍的。

柔性防弹物品是使用足够多层的高韧度材料制成，因此能有效地
15 抗拒特定的威胁。这些层可以包括芳族聚酰胺、聚酰胺、聚烯烃、或其它通常用于弹道保护的材料。用于弹道保护的织物通常使用具有相当高线密度的纱，当编织时，不太关心编织的紧密度，只是不要编织得太紧，以防由于编织的力过大使纱的纤维损坏。

为了生产对于刺穿和弹道两种威胁有效的保护结构，如以上所述的并且在美国专利 No. 5472769 中描述的，已经有一些材料的组合。
20 本发明人在这里已经发现了一个不同的材料组合，这个组合在抗刀和冰穿子穿刺以及弹道的三重威胁方面有显著的改进。

本发明的这个特定的组合利用了特殊的抗穿刺材料和防弹材料，展示出良好的防弹以及抗刀和冰穿子穿刺的性能，这个性能比组合中对于单个元件的抗穿刺性能的总和的期望值要大得多。本发明组
25 合中的各个元件具有特殊的元件与元件之间的相互关系。

已经发现，在本发明的组合中使用的柔性金属基的结构不需要能够吸收冲击能量的材料，或者第二层抗穿刺材料（泡沫或可压缩的或经树脂浸渍的织物）。这种柔性金属基的结构可以定位在本发明物品
30 中任何位置。一般来说，这个结构有连锁环，或者环和板的组合。金属基的结构由钢、钛、或类似物制成。链式铠甲应该是轻而软的，也

应该是抗穿刺的。对于链式铠甲，没有特殊的要求，只是链式铠甲要由金属环制成，金属环的直径最好从约 1.0mm 到约 20mm。用来制作环的金属线的直径从 0.2 到 2.0mm。

5 多层密织的织物层是由高强度纤维的纱制成的，其中的纱的线密度通常小于 500dtex，并且，在这些纱中的各个单丝的线密度最好为 0.2 到 2.5dtex，0.7 到 1.7dtex 则更加优选。这些层可由芳族聚酰胺纱、聚酰胺、聚烯烃、或其它通常用来抗穿刺的纤维制成。这些层的优选材料是对-芳族聚酰胺纱。纱的优选线密度是 100 - 500 dtex，最好将这些纱编织成织物紧密度系数为 0.75 到 1.00，或许更高些，更加优选的是大于 0.95。最为优选的是，密织的织物层具有如下式所示的纱的线密度 (dtex) 和织物紧密度系数之间的相互关系：

10
$$Y > X 6.25 \times 10^{-4} + 0.69$$
，其中：Y = 织物紧密度系数，X = 纱的线密度，如在美国专利 No. 5578358 中所示。

15 多层防弹层可以是编织的，或者是非编织的，如果是非编织的，则多层防弹层是单方向的单编织的等等。这些层可以由芳族聚酰胺、聚酰胺、聚烯烃、或其它通常用于弹道保护的聚合物制成。这些防弹层的优选结构是线密度为 50 - 3000 dtex 的编织的对芳族聚酰胺纱。如果是编织的，则平纹编织是优选的，当然还可以使用其它的编织类型，如席纹编织、缎式编织、或斜纹编织。优选的对-芳族聚酰胺是聚(p-亚苯基-对苯二亚甲基酰胺)。

20 在本发明中的任何织物层中所用的纱的韧度都要大于每 dtex 为 20 克和高达每 dtex 为 50 克或更大；断裂伸长率至少为 2.2% 并且可高达 6% 或更大；模量至少为每 dtex 270 克并且可高达每 dtex 2000 克或更大。

25 本发明的三个元件的组合是通过将三个元件面对面地放在一起制成的，在每层材料之间根据期望可以有或者没有其它层材料。可以放在三个元件之间的其它层材料例如包括防水材料，防伤材料，和类似材料。如以上所述的，按照本发明，只使用元件中的两个元件就足可以获得抗刀和冰穿子穿刺的能力。还有，可以理解，本发明的物品的外表面或者打击面不需要是物品的完全的外表面或外露表面。只要这个外表面是本发明的物品的外表面就足够了。对于内表面，也是同样

的。所谓的“内表面”旨在代表本发明的物品的内表面。

已经发现，按照本发明的元件的组合所产生的抗刀和冰穿子穿刺的能力比这些元件单个地表现出来的各个抗刀和冰穿子穿刺的能力的总和要大得多。

5 本发明的要点在于如下的发现：不同的材料按一种方式配置时产生很差的结果，但按另一种方式配置时却得到出人意料的好结果。本发明的高的抗刀穿刺能力是通过柔性金属基的结构提供的，不需要可压缩的或用树脂浸渍的辅助层，这是因为该柔性金属基的结构处在本发明的物品内与其它元件结合的缘故。柔性金属基的结构可以定位在物品中的任何位置。本发明的高的抗冰穿子穿刺的能力是通过密织的织物层提供的，并且，为了实现高的抗冰穿子穿刺的能力，密织的织物层的位置必须比防弹层更靠近冰穿子威胁冲击点——打击面。本发明的高的防弹穿透能力是通过防弹层提供的，这些防弹层可以定位在物品内的任何位置，只是不能定位在打击面上。

15 如果对于元件的位置指定上述的限制，则可以明白，对于本发明的3元件实施方案，只有3种不同的安排。即，从外表面（打击面）算起：（1）柔性金属基的结构、密织的织物层、防弹层；（2）密织的织物层、防弹层、柔性金属基的结构；（3）密织的织物层、柔性金属基的结构、防弹层。

20 测试方法

线密度 通过称重已知长度的纱来确定纱的线密度。“dtex”被定义为10000米长的纱的重量，用克表示。

在实践中，将纱样品的所测的dtex、测试条件、和样品识别符都加到计算机中，然后再开始测试；计算机记录下纱在断裂时的负荷—
25 伸长曲线，然后计算纱的性质。

拉伸性 首先对测试拉伸性的纱进行调湿，然后将其加捻到加捻系数为1.1。纱的加捻系数(TM)定义为：

$$TM = (\text{圈数} / \text{cm}) (\text{dtex})^{1/2} / 30.3$$

30 在25°C、55%的相对湿度下调湿要测试的纱最少14个小时，并且在这些条件下进行拉伸性测试。通过在一台Instron测试仪(Instron Engineering Corp., Canton, Mass)上以断裂测试的纱来确

定韧度（断裂韧度）、断裂伸长率、和模量。

使用 25.4cm 纱测量长度和 50% 应变 / 分钟的伸长率在 ASTM D2101-1985 中确定韧度、伸长率、和初始模量。所说的模量是从在 1% 应变下的应力-应变曲线的斜率计算出来的，并且等于在 1% 应变
5 （绝对值）下的应力（以克为单位）的 100 倍再除以测试纱的线密度。

韧度 使用从拉伸性测试得到的应力-应变曲线来确定韧度，韧度是在应力-应变曲线下边的直到纱断裂点的面积（A）。通常使用面积仪来确定这个面积，以提供以平方厘米为单位的面积。Dtex（D）如以上所述是“线密度”。韧度（To）按下式计算：

$$10 \quad T_o = A \times (FSL / CFS) (CHS / CS) (1 / D) (1 / GL)$$

其中；

FSL = 满刻度负荷，克

CFS = 图表满刻度，cm

CHS = 十字头速度，cm/分钟

15 CS = 图表速度，cm/分钟

GL = 测试样品的测量长度

数字化的应力 / 应变数据当然可以加到计算机以便直接计算韧度。这个结果就是 To，以 dN/tex 为单位。再乘以 1.111 就转换成克 / 旦尼尔。当长度单位前后相同，则由上述方程计算 To 的单位仅由
20 针对力（FSL）和 D 选择的单位决定。

抗穿刺能力 使用 18 厘米（7 英寸）长、0.64 厘米（0.25 英寸）轴直径、洛氏硬度为 C-42 的一个冰穿子 in 多层织物上确定冰穿子的抗穿刺能力。按照来自于 H. P. White Lab., Inc. 的 HPW 测试 TP-0400.03 进行测试。将测试样品放在 10% 明胶衬垫上，用重量为 7.35
25 公斤（16.2 磅）的冰穿子冲击测试样品，并且让测试样品从各种高度跌落下来，直到实现了测试样品的穿透时为止。使用和以上所述的过程相同的过程确定抗刀穿刺的能力。只是用剔骨刀（制造单位；Russell Harrington Cutlery, Inc., Southbridge, Massachusetts, USA.）代替冰穿子，剔骨刀是单面刀刃长 15cm（6 英寸），约 2cm（0.8
30 英寸）宽，越往尖端处越细，洛氏硬度为 C-55。所得到的结果是以穿透高度的能量千克重米数再乘以 9.81 而得到的穿透能量（焦耳）。

防弹性能 按照以下所述进行多层板的防弹测试，以便按照 MIL-STD-662E 确定防弹极限 (V50)，只是子弹的选择有所不同：将待测试的板放在样品架上，以保持板拉紧并垂直于测试子弹的路径。子弹是 9mm 全金属弹壳的手枪枪弹，重量是 124 格令 (1 格令 = 64.8 毫克)，并且从能够以不同的速度发射子弹的测试用的枪膛射出这种子弹。对于每个板的第一次射击是为了使估算的子弹速度成为可能的防弹极限 (V50)。当第一次射击产生了完全的穿透时，下一次射击是为了使约 15.2 米 (50 英尺) / 秒的子弹速度减小，以便获得板的部分穿透。另一方面，当第一次射击没有穿透或部分穿透，下一次射击是为了使约 15.2 米 (50 英尺) / 秒的子弹速度增加，以便获得板的完全穿透。在获得部分子弹穿透和完全的子弹穿透后，随后利用在约 15.2 米 (50 英尺) 的子弹速度的增加或减小，直到进行了足够多的射击可以确定这个板的防弹极限 (V50) 时为止。

防弹极限 (V50) 是通过求解相等数目的至少 3 个最高部分穿透的冲击速度和至少 3 个最低完全穿透冲击速度的算术平均值计算出来的，其条件只是在最高和最低单个冲击速度之间的差不得大于 38.1 米 (125 英尺) / 秒。

对比实施例 1-4 使用由芳族聚酰胺纱的各种密织防弹层进行对比实施例的测试。纱是由 E. I. du Pont de Nemours and Company 销售的聚 (p-亚苯基-对苯二亚甲基酰胺)，商标是 Kevlar®。

使用 10 层织物来制作密织的抗穿刺织物层，所说的织物是从 220dtex 的芳族聚酰胺纱编织而成，韧度为 24.3 克 / dtex，模量为 630 克 / dtex，断裂伸长率为 3.5%，27.5 × 27.5 根经纱 / 平方厘米的平纹编织，织物紧密度为 0.995。这个元件的面密度为 1.27 千克 / 米² (下面用 “A” 代表)。

使用 18 层织物来制作防弹元件，，所说的织物是从 930dtex 的芳族聚酰胺纱编织而成，韧度为 24.0 克 / dtex，模量为 675 克 / dtex，断裂伸长率为 3.4%，12.2 × 12.2 根经纱 / 平方厘米的平纹编织，织物紧密度为 0.925。这个元件的面密度为 4.00 千克 / 米² (下面用 “B” 代表)。

对比比例的目的是在没有使用柔性金属基的结构的情况下为抗冰

穿子和刀的穿透能力提供数据基础。

对于这些层逐个地进行测试并且组合在一起地进行测试，在两种情况下都是在防弹极限下进行的。所述的组合是通过面对面地将这些元件放在一起而实现的。在下边的表中表示出测试的结果，其中“外面”代表测试的打击面。

5

对比例	外面	里面	穿透能量 (焦 尔)		防弹极限 V50 (米 / 秒)
			冰 穿 子	刀	
1	B	无	0.8	4.5	442
2	A	无	20.1	1.8	-
3	B	A	3.7	8.5	-
4	A	B	137	8.5	478

对于在“测试方法”中描述的“抗穿刺能力测试”，测试的结果是穿透能量，单位是焦耳。应该注意的是，单独的防弹元件（“B”）几乎没有抗冰穿子的穿透能力，并且具有相当小的抗刀的穿透能力。单独的“A”元件表现出相应的抗冰穿子的穿透能力，但具有极小抗刀穿透能力。当将A和B组合在一起测试并且用B作为打击面时，抗冰穿子和刀的穿透能力两者都低。

10

当将A和B组合在一起测试并且用A作为打击面时，抗冰穿子的穿透能力都高。

15

实施例 5-9

使用和对比例 1-4 相同的元件 A 和 B 进行下面的例子的测试；并且按以下所述使用柔性金属基的结构：

链式铠甲片的 C1-1 层，它有 4 个 0.8mm 直径的不锈钢焊接环穿过每个环，基重为 3.19kg/m^2 。

20

链式铠甲片的 C2-1 层，它有 4 个 0.9mm 直径的不锈钢焊接环穿过每个环，基重 4.11kg/m^2 。

对于抗冰穿子和刀的穿透能力测试元件的各种组合，在两种情况下都是在防弹极限下进行的。在下边的表中表示出测试的结果，其中“外面”代表测试的打击面。

实施例	外面	中间面	里面	穿透能量(焦耳)		防弹极限 V50 (米/秒)
				冰穿子	刀	
5	C1	A	B	114	> 180	473
6	B	C1	A	7.3	54.2	469
7	A	C1	B	114	164.7	
8	C2	A	B	128.3	>180	
9	B	C2	A	12.8	137.3	

应该注意的是, 和对比例相比, 增加柔性金属基的结构极大地改善了抗刀的穿透能力。然而, 本发明的最显著的特点和最有代表性的一个实施方案在于提高了抗刀的穿透能力, 这种提高是在密织的元件(A)比防弹元件(B)更靠近打击面时获得的。比较: 例 5 和 6、

5 例 7 和 6、和例 8 和 9。

实施例 10 和 11

使用和在此之前使用的元件相同的元件 A 和 B 进行下面的例子的测试; 并且按以下所述使用柔性金属基的结构:

10 C3-1 层, 它由约 $2\text{cm} \times 2.5\text{cm} \times 0.1\text{cm}$ 的多个铝板构成, 这些铝板通过穿过每个板的每个角的一些环夹持在一起, 基重为 $4.13\text{kg}/\text{m}^2$ 。

对于抗冰穿子和刀的穿透能力测试元件的各种组合。在下边的表中表示出测试的结果, 其中“外面”代表测试的打击面。

例	外面	中间面	里面	穿透能量(焦耳)	
				冰穿子	刀
10	C3	A	B	>180	> 180
11	B	C3	A	45.8	173.9

15 应该注意的是, 和先前使用 C1 和 C2 的相同结构相比, 虽然在所测试的两种结构中, C3 改善了抗冰穿子和刀的穿透能力, 但如果使用如下的结构, 即密织的元件(A)的位置比防弹元件(B)更靠近打击面, 则抗刀的穿透能力可以获得最大的改进。

对比例 12 和 13 以及实施例 14

进行这些测试的目的是为了在物品略去防弹元件的条件下改善

物品的抗冰穿子和刀的穿透能力。

柔性金属基的结构是来自实施例 5 的链式铠甲元件 C1, 密织的抗
 穿刺织物层指定为“A1”, 元件 A1 与上述的元件 A 相同, 但是是使用
 30 层织物层制成的, 以代替上述的 10 层织物层, 并且元件 A1 的面密
 5 度为 3.81kg/m^2 。

还有, 使用芳族聚酰胺织物结构作为对比例中的一个部件, 该芳
 族聚酰胺织物结构是使用由 930dtex 芳族聚酰胺纱编织的芳族聚酰胺
 织物制成的, 其韧度为 $24.0/\text{dtex}$, 模量为 $675\text{克}/\text{dtex}$, 断裂伸
 长率为 3.4% , 12.2×12.2 根经纱/平方厘米的平纹编织, 织物紧密
 10 度系数是 0.925 。共使用 30 层这种部件, 并且这个部件的面密度为
 6.81kg/m^2 (以下用 A2 表示这个部件)。

对于 A1、A2、C1 的各种组合进行抗冰穿子和刀的穿透能力进行
 测试。在下边的表中表示出测试的结果。

例	外面	里面	穿透能量 (焦耳)	
			冰穿子	刀
对比 12	A1	无	> 180	9.0
对比 13	C1	A2	3.7	>180
14	C1	A1	>180	>180

应该注意的是, 虽然 A1 提供了抗冰穿子的穿透能力, 但 C1 和不
 15 是如此密织的芳族聚酰胺织物层的组合却提供极小的抗冰穿子穿透
 能力。然而, C1 和 A1 的组合作为本发明的物品却表现出显著的抗冰
 穿子和刀这两者的穿透能力。