



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101945757 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 200880127402. 0

(22) 申请日 2008. 12. 13

(30) 优先权数据

11/962663 2007. 12. 21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 08. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2008/086735 2008. 12. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/085673 EN 2009. 07. 09

(73) 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 H·G·阿迪夫 B·D·阿维森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 梁谋 林毅斌

(51) Int. Cl.

*B32B 5/14* (2006. 01)

*B32B 9/00* (2006. 01)

*B32B 27/12* (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007237961 A1, 2007. 10. 11,

US 2005266748 A1, 2005. 12. 01,

审查员 郭红伟

权利要求书1页 说明书13页

(54) 发明名称

用硅酮基局部处理的低重量和高耐用性柔体  
装甲复合物

(57) 摘要

具有耐磨性的防弹物品。具体来讲,具有硅酮  
基表面处理的耐磨、防弹物品和复合物。

1. 一种防弹物品,其包含:

一种耐磨复合物,所述复合物包含至少一层其上具有多层涂层的纤维底层,其中所述纤维底层包含一种或多种具有约 7g/ 登尼尔或更大韧度和约 150g/ 登尼尔或更大拉伸模量的纤维;所述多层涂层包含在所述一种或多种纤维表面上的非含硅材料层,和在非含硅材料层上的含硅材料表面层,其中所述含硅材料包含聚合有机硅氧烷。

2. 权利要求 1 的防弹物品,其中所述含硅涂层包含粘度为 10cst-10,000cst 的未固化的液体硅酮。

3. 权利要求 1 的防弹物品,其中所述含硅涂层具有 2000g/mol-20,000g/mol 的分子量。

4. 权利要求 1 的防弹物品,其中所述含硅材料在 25℃ 具有 10cst-1,000cst 的粘度,并且重均分子量为 1000g/mol-20,000g/mol。

5. 包含权利要求 1 的复合物的物品,其中所述含硅材料是固化的固体聚合物。

6. 一种形成耐磨复合物的方法,包括:

i) 提供至少一种具有表面的涂层纤维底层;其中所述至少一种纤维底层包含一种或多种具有约 7g/ 登尼尔或更大韧性和约 150g/ 登尼尔或更大拉伸模量的纤维;所述表面基本被非含硅材料涂布;和

ii) 将含硅材料涂在至少一段所述至少一种涂层纤维底层上,

其中所述含硅材料包含聚合有机硅氧烷;和其中所述非含硅材料层直接涂在所述纤维底层的每个单独纤维的基本上整个表面积上,并且所述含硅材料涂在非含硅材料涂层之上。

7. 权利要求 6 的方法,其中所述含硅材料作为未固化的液体硅酮应用,并且其中所述含硅材料占所述复合物重量 0.01% -5.0%。

8. 权利要求 7 的方法,还包括固化和固体化所述未固化的液体硅酮。

9. 一种形成耐磨复合物的方法,包括:

i) 提供多个纺织或无纺纤维层片,每个纤维层片包含多条具有约 7g/ 登尼尔或更大韧性和约 150g/ 登尼尔或更大拉伸模量的纤维;所述纤维各自的表面基本被非含硅材料涂布;

ii) 将未固化、含硅涂层涂在至少一个所述涂布的纤维层片的至少一段上;和

iii) 使所述未固化、含硅涂层经受足以固体化所述含硅材料的条件;

其中所述非含硅材料层直接涂在所述纤维底层的每个单独纤维的基本上整个表面积上,并且所述含硅材料涂在非含硅材料涂层之上。

10. 权利要求 9 的方法,其中将所述未固化、含硅涂层基本涂在所述涂覆的纤维片各自的表面上,并且所述含硅材料在 25℃ 具有 10cst-1,000cst 的粘度,并且重均分子量为 1000g/mol-20,000g/mol。

## 用硅酮基局部处理的低重量和高耐用性柔体装甲复合物

### [0001] 发明背景

#### 发明领域

[0002] 本发明涉及具有改良耐磨性的防弹物品。

#### [0003] 相关技术的说明

[0004] 众所周知具有优良抗射弹性的包含高强度纤维的防弹物品。例如防弹背心、头盔、汽车面板和军事装备结构成员的物品通常由含高强度纤维的织物制备。常用的高强度纤维包括聚乙烯纤维、芳族聚酰胺纤维如聚(对苯二甲酰胺亚苯基二胺)、石墨纤维、尼龙纤维、玻璃纤维等。在许多应用中,例如背心或背心的一部分,纤维可用于纺织或编织织物。在其它应用中,可将纤维包裹或包埋在聚合物基体材料中以形成纺织或无纺坚硬或柔软的织物。优选形成本发明织物的每条个体纤维都基本被粘合剂(基体)材料涂布或包裹。

[0005] 已知可用于形成坚硬或柔软的装甲物品如头盔、面板和背心的各种防弹结构。例如,美国专利 4,403,012、4,457,985、4,613,535、4,623,574、4,650,710、4,737,402、4,748,064、5,552,208、5,587,230、6,642,159、6,841,492、6,846,758,其全部通过引用结合到本文中,描述包含高强度纤维的防弹复合物,所述纤维由材料如扩链超高分子量聚乙烯制备。这些复合物对射弹如子弹、炮弹、榴霰弹等的高速冲击具有不同程度的抗穿透性。

[0006] 例如,美国专利 4,623,574 和 4,748,064 公开含有包埋在弹性体基体中的高强度纤维的简单复合物结构。美国专利 4,650,710 公开一种柔性制品,该制品包含由高强度、扩链聚烯烃(ECP)纤维组成的多个柔性层。用低模量弹性体材料涂布网络纤维。美国专利 5,552,208 和 5,587,230 公开用于制备包含至少一种高强度纤维网络的物品和包含乙烯基酯和邻苯二甲酸二烯丙酯的基体组合物的物品和方法。美国专利 6,642,159 公开具有多个纤维层的耐冲击硬质复合物,所述纤维层包含位于基体中的纤丝网络,在其之间为弹性体层。复合物附着于硬板上以增加抗射弹穿破装甲的保护作用。

[0007] 虽然坚硬或硬体装甲提供良好的防弹性,但可能非常僵硬和庞大。因此,体甲服如防弹背心优选由柔性或软性装甲材料形成。但是,虽然此类柔性或软性材料表现良好的防弹性,它们还通常表现较差的耐磨性,这影响装甲的耐用性。在本领域需要提供具有改良耐用性的柔软、柔韧性防弹材料。本发明提供了解决这种需求的方案。

#### [0008] 发明概述

[0009] 本发明提供耐磨性复合物,该复合物包含至少一种其上有多层涂层的纤维底层,其中所述纤维底层包含具有约 7g/登尼尔或更大韧性和约 150g/登尼尔或更大拉伸模量的一种或多种纤维;所述多层涂层包含在所述一种或多种纤维表面上的一层非含硅材料,和在非含硅材料层上的含硅材料表面层。

[0010] 本发明还提供形成耐磨性复合物的方法,包括:

[0011] i) 提供至少一种具有表面的涂层纤维底层;其中所述至少一种纤维底层包含具有约 7g/登尼尔或更大韧性和约 150g/登尼尔或更大拉伸模量的一种或多种纤维;所述纤维各自的表面基本被非含硅材料涂布;和

[0012] ii) 将含硅材料涂在至少一段所述至少一种涂层纤维底层上。

[0013] 本发明还提供形成耐磨性复合物的方法,包括:

[0014] i) 提供多个无纺纤维层片,每个纤维层片包含多条具有约 7g/ 登尼尔或更大韧性和约 150g/ 登尼尔或更大拉伸模量的纤维;所述纤维各自的表面基本被非含硅材料涂布;

[0015] ii) 将未固化、含硅涂层涂在至少一段所述纤维层片上;和

[0016] iii) 使所述多个无纺纤维层片和所述未固化、含硅涂层经受足以使所述纤维层片加固成单块纤维复合物并任选固化含硅涂层的条件。

[0017] 发明详述

[0018] 本发明提供具有优良耐磨性和耐用性的纤维复合物和物品。具体来讲,本发明提供通过将多层本发明涂层涂在至少一种纤维底层上形成的纤维复合物。“纤维底层”用于本文可以是单一纤维或织物,包括用多种纤维形成的毛毡。优选纤维底层是包含多种纤维联合成单块结构的织物,包括纺织和无纺织物。可将非含硅材料或者非含硅材料和含硅材料两者的涂层涂在排列为纤维网或其它排列(在涂布时可以视为或不视为织物)的多种纤维上。本发明还提供由多种涂层纤维形成的织物,和由所述织物形成的物品。

[0019] 将本发明的纤维底层用包含至少一层两种不同涂层材料的多层涂层涂布,其中将非含硅材料层直接涂在一种或多种纤维的表面上,将含硅材料表面涂层涂在非含硅材料层之上。

[0020] 用于本文时,“含硅”材料描述包含硅原子的非聚合材料和聚合物,包括固化和未固化硅酮基聚合物两者,以及低分子量、非聚合材料。用于本文时,“硅酮”限定为聚合的有机硅氧烷,特别是包含与有机基团交替连接的硅和氧原子的有机化合物,如本领域熟知。硅酮基材料由硅酮衍生。含硅涂层优选包含固化的热固性聚合物、非反应性热塑性聚合物或未固化硅酮基流体或液体。更优选含硅材料不固化,这允许含硅材料充当润滑剂,用含硅材料薄层均匀地涂布底层,最大程度地提高耐磨性。

[0021] 为了本发明的目的,液体聚合物包括与能够溶解或分散聚合物的溶剂或其它液体合并的聚合物、不与溶剂或其它液体合并的熔化聚合物,以及未固化流体聚合物。在优选实施方案中,含硅材料是用作硅酮基流体并作为终产物中的硅酮基流体保留在复合织物表面上的未固化硅酮基流体。硅酮基流体将充当复合织物表面的润滑剂,改良复合物的耐磨性。

[0022] 或者,可将可固化液体硅酮基流体涂在纤维底层,接着固化。但是,与未固化的硅酮流体相反,固化或固体硅酮聚合物通常不充当润滑剂,不可提供与未固化硅酮基流体相同的耐磨性。其它非含硅润滑剂可提供类似的耐磨性优点,但硅酮基材料具有低表面能,唯一能够提供润滑作用同时基本保留在底层上。虽然固化的硅酮基涂层将为纤维底层增加另一保护层,但固化的硅酮基涂层本身可能被刮擦,而流体不可能被刮擦。因此,最优选未固化的硅酮基涂层。

[0023] 在本发明的优选实施方案中,含硅材料包含未固化的硅酮基流体或液体、未固化的硅酮基消泡剂、未固化的硅酮基润滑剂或未固化的硅酮基释放涂层。优选硅酮基流体包含聚合有机硅氧烷。优选二烷基硅酮流体,特别是聚二甲基硅氧烷,以及更多极性氨基官能化、硅烷醇官能化和聚醚官能化硅酮。合适的二烷基硅酮流体描述于例如美国专利 4,006,207,其公开通过引用结合到本文中。其它有用的硅酮流体包括购自 Dow Corning of Midland, MI 的 DOW CORNING 200® 流体,优选其非反应性硅酮流体,包括 DOW

CORNING 200® (DC200) 10 厘沱 (cst) 硅酮流体至 DC2001000cst 流体 ;Dow Corning 硅酮释放剂,包括 DOW CORNING® HV-495 (HV-495) 乳剂和 DOW CORNING® 36 乳剂 (DC-36) ;和 Dow Corning 去泡剂 / 消泡剂,如 DOW CORNING® 消泡剂 1410 (DC-1410) 乳剂。有用的硅酮基流体还包括购自 Byk-Chemie of Wesel, Germany 的硅酮添加剂和购自 Wacker Chemical Corp. of Adrian, Michigan 的 Wacker- Belsil® DM 聚二甲基硅氧烷流体。购自 Wacker Chemical Corp 的硅酮释放剂如 Wacker 硅酮释放剂 TN 和 WACKER® TNE 50 也有用。描述于美国专利 4, 780, 338 和 4, 929, 691 的液体硅酮聚合物也有用,其公开通过引用结合到本文中。有用的硅酮消泡剂描述于例如美国专利 5, 153, 258、5, 262, 088, 其公开通过引用结合到本文中。

[0024] 优选含硅材料包含具有约 200g/mol- 约 250, 000g/mol、更优选约 500g/mol- 约 80, 000g/mol、更优选约 1000g/mol- 约 40, 000g/mol、最优选约 2000g/mol- 约 20, 000g/mol 重均分子量的硅酮基流体。低分子量含硅材料可能不视为聚合物,但含硅材料层优选聚合含硅材料。优选含硅材料包含在 25°C 具有约 1cst- 约 100, 000cst 粘度的硅酮基流体,更优选在 25°C 粘度约 10cst- 约 10, 000cst, 最优选在 25°C 粘度约 10cst- 约 1000cst。最优选硅酮基流体在 25°C 将具有约 10cst- 约 1000cst 粘度,相应的重均分子量为约 1000g/mol- 约 20, 000g/mol。这些优选并非限制性,也可使用具有更高 / 更低分子量和更高 / 更低粘度的硅酮基液体。

[0025] 本发明的涂层纤维底层特别用于制备具有优良抗弹穿透性的织物和物品。为了本发明的目的,具有优良抗弹穿透性的物品指表现良好的抗可变形射弹和抗碎片如榴霰弹穿透的特性的物品。为了本发明的目的,“纤维”是其长度比宽度和厚度的横向大小大很多的长形物体。用于本发明的纤维的横截面可以变化很大。它们的横截面可以是圆形、扁平形或长方形。因此,术语纤维包括具有规则或不规则横截面的丝、带、条等。它们还可以是具有一个或多个规则或不规则叶瓣的不规则或规则多叶横截面,所述叶瓣从纤维直线或纵轴突出。优选纤维是单叶,具有基本圆形的横截面。

[0026] 如上所述,可将多层涂层涂在单条聚合纤维或多条聚合纤维上。多条纤维可采用纤维网、纺织织物、无纺织物或纱线的形式存在,其中纱线在本文限定为由多种纤维组成的丝条,其中织物包含多条联合的纤维。在包括多条纤维的实施方案中,可在纤维排列成织物或纱线之前或在纤维排列成织物或纱线之后涂布多层涂层。

[0027] 本发明的纤维可包含任何聚合纤维类型。最优选纤维包含可用于形成防弹材料和物品的高强度、高拉伸模量纤维。用于本文时,“高强度、高拉伸模量纤维”是具有至少约 7g/ 登尼尔或更大优选韧度、至少约 150g/ 登尼尔或更大优选拉伸模量的纤维,优选断裂能为至少约 8J/g 或更大,两者都用 ASTM D2256 测量。用于本文时,术语“登尼尔”指线密度单位,等于每 9000 米纤维或纱线的质量克数。用于本文时,术语“韧度”指以每单位线密度(登尼尔)不受应力样品的压力(克)表示的拉伸应力。纤维的“初始模量”是代表其抗变形性的材料性质。术语“拉伸模量”指韧度改变的比值,以克-力每登尼尔 (g/d) :应力改变表示,表示为初始纤维长度分数 (in/in)。

[0028] 形成纤维的聚合物优选适合制备防弹织物的高强度、高拉伸模量纤维。特别适合形成防弹材料和物品的特别合适的高强度、高拉伸模量纤维材料包括聚烯烃纤维,包括高密度和低密度聚乙烯。特别优选扩链聚烯烃纤维,如高度定向、高分子量聚乙烯纤维,特别

是超高分子量聚乙烯纤维,和聚丙烯纤维,特别是超高分子量聚丙烯纤维。芳族聚酰胺纤维特别是对芳族聚酰胺纤维,聚酰胺纤维,聚对苯二甲酸乙二酯纤维,聚萘二甲酸乙二酯纤维,扩链聚乙烯醇纤维,扩链聚丙烯腈纤维,聚苯并噁唑纤维如聚苯并噁唑 (PBO) 和聚苯并噁唑 (PBT) 纤维,液晶共聚酯纤维和刚性棒状纤维如**M5®**纤维也适合。在本领域常规已知每种这些纤维。上述材料的共聚物、嵌段聚合物和共混物也适合制备聚合纤维。

[0029] 最优选用于防弹织物的纤维类型包括聚乙烯,特别是扩链聚乙烯纤维、芳族聚酰胺纤维、聚苯并噁唑纤维、液晶共聚酯纤维、聚丙烯纤维,特别是高度定向扩链聚丙烯纤维、聚乙烯醇纤维、聚丙烯腈纤维和刚性棒状纤维,特别是**M5®**纤维。

[0030] 在聚乙烯的情况下,优选纤维是分子量为至少 500,000、优选至少 1 百万且更优选 2 百万-5 百万的扩链聚乙烯。此类扩链聚乙烯 (ECPE) 纤维可在溶液纺丝法中生长,如描述于美国专利 4,137,394 或 4,356,138,其通过引用结合到本文中,或者可由溶液纺丝以形成凝胶结构,如描述于美国专利 4,551,296 和 5,006,390,其也通过引用结合到本文中。特别优选用于本发明的纤维类型是购自 Honeywell International Inc 的商标为**SPECTRA®**的聚乙烯纤维。**SPECTRA®**纤维在本领域众所周知,描述于例如美国专利 4,623,547 和 4,748,064。

[0031] 还特别优选芳族聚酰胺(芳族聚酰胺)或对芳族聚酰胺纤维。此类纤维可市售获得,描述于例如美国专利 3,671,542。例如,有用的聚(对苯二甲酰对苯二胺)细丝由 Dupont 公司制造以**KEVLAR®**商标销售。还可用于实施本发明的是由 Dupont 制造以**NOMEX®**商标销售的聚(间苯二甲酰间苯二胺)纤维和由 Teijin 制造以**TWARON®**商标销售的纤维;由 Kolon Industries, Inc. of Korea 制造以**HERACRON®**商标销售的芳族聚酰胺纤维;由 Kamensk Volokno JSC of Russia 制造销售的对芳族聚酰胺纤维 SVM™ 和 RUSAR™ 和由 JSC Chim Volokno of Russia 制造销售的 ARMOS™ 对芳族聚酰胺纤维。

[0032] 适合用于实施本发明的聚苯并噁唑纤维可市售获得,公开于例如美国专利 5,286,833、5,296,185、5,356,584、5,534,205 和 6,040,050,其各自通过引用结合到本文中。适合用于实施本发明的液晶共聚酯纤维可市售获得,公开于例如美国专利 3,975,487、4,118,372 和 4,161,470,其各自通过引用结合到本文中。

[0033] 合适的聚丙烯纤维包括高度定向扩链聚丙烯 (ECP) 纤维,如描述于美国专利 4,413,110,其通过引用结合到本文中。合适的聚乙烯醇 (PV-OH) 纤维描述于例如美国专利 4,440,711 和 4,599,267,其通过引用结合到本文中。合适的聚丙烯腈 (PAN) 纤维公开于例如美国专利 4,535,027,其通过引用结合到本文中。常规已知每种这些纤维类型,广泛市售获得。

[0034] 用于本发明的其它合适纤维类型包括刚性棒状纤维如**M5®**纤维,和所有上述材料的组合,全都可市售获得。例如,纤维层可用**SPECTRA®**纤维和**Kevlar®**纤维的组合形成。**M5®**纤维用吡啶并双咪唑-2,6-二基(2,5-二羟基-对亚苯基)形成,由 Magellan Systems International of Richmond, Virginia 制造,描述于例如美国专利 5,674,969、5,939,553、5,945,537 和 6,040,478,其各自通过引用结合到本文中。特别优选的纤维包括**M5®**纤维、聚乙烯**SPECTRA®**纤维、芳族聚酰胺**Kevlar®**纤维和芳族聚酰胺**TWARON®**纤维。纤维可具有任何合适的登尼尔,如 50-约 3000 登尼尔,更优选约 200-3000 登尼尔,还更优选约 650-约 2000 登尼尔,最优选约 800-约 1500 登尼尔。根据防

弹功效和成本进行选择。纤维越精细，制造和编织越昂贵，但每单位重量可产生越大的防弹功效。

[0035] 最优选用于本发明目的的纤维是高强度、高拉伸模量扩链聚乙烯纤维或高强度、高拉伸模量对芳族聚酰胺纤维。如上所述，高强度、高拉伸模量纤维具有约 7g/ 登尼尔或更大的优选韧度、约 150g/ 登尼尔或更大的优选拉伸模量和约 8J/g 或更大的优选断裂能，各自通过 ASTM D2256 测量。在本发明的优选实施方案中，纤维的韧度应为约 15g/ 登尼尔或更大，优选约 20g/ 登尼尔或更大，更优选约 25g/ 登尼尔或更大，最优选约 30g/ 登尼尔或更大。本发明的纤维还具有约 300g/ 登尼尔或更大、更优选约 400g/ 登尼尔或更大、更优选约 500g/ 登尼尔或更大、更优选约 1,000g/ 登尼尔或更大且最优选约 1,500g/ 登尼尔或更大的优选拉伸模量。本发明的纤维还具有约 15J/g 或更大、更优选约 25J/g 或更大、更优选约 30J/g 或更大的优选断裂能，最优选具有约 40J/g 或更大的断裂能。

[0036] 通过应用众所周知的方法获得这些合并的高强度性质。美国专利 4,413,110、4,440,711、4,535,027、4,457,985、4,623,547、4,650,710 和 4,748,064 广泛讨论用于本发明的优选高强度、扩链聚乙烯纤维的形成。此类方法，包括溶液生长或凝胶纤维法，在本领域众所周知。形成各种其它优选纤维类型包括对芳族聚酰胺纤维的方法在本领域也众所周知，纤维可市售获得。

[0037] 将含硅材料涂在已用非含硅材料涂布的纤维底层上，在本领域也称为聚合基体或聚合粘合剂材料。因此，本发明的纤维底层被多层涂层涂布，所述涂层包含在所述一种或多种纤维表面上的非含硅材料层，和在非含硅材料层上的含硅材料表面层。

[0038] 非含硅材料层优选包含至少一种在本领域常用作聚合粘合剂或基体材料的材料，通过其固有粘附特性或经受众所周知的热和 / 或压力条件后与多条纤维结合在一起。此类材料包括低模量、弹性体材料和高模量、刚性材料。优选通过 ASTM D638 测量在 37°C 初始拉伸模量小于约 6,000psi (41.3MPa) 的低模量、弹性体材料。优选的高模量、刚性材料通常具有较高初始拉伸模量。用于本文时，术语拉伸模量指通过 ASTM 2256 测量纤维和通过 ASTM D638 测量聚合粘合剂材料的弹性模量。通常，聚合粘合剂涂层必须与多个无纺纤维层片有效合并即加固。可将非含硅材料涂在各纤维的整个表面积上，或者只涂在纤维的部份表面积上。最优选将非含硅材料涂层涂在形成本发明纺织或无纺织物的各条纤维的基本全部表面积上。当织物包含多条纱线时，优选非含硅材料涂布各单股纱线的每条纤维。

[0039] 弹性体聚合粘合剂（非含硅材料）可包含多种材料。优选弹性体粘合剂材料包含低模量弹性体材料。为了本发明的目的，低模量弹性体材料具有根据 ASTM D638 测试程序测量为约 6,000psi (41.4MPa) 或更小的拉伸模量。优选弹性体的拉伸模量为约 4,000psi (27.6MPa) 或更小，更优选约 2400psi (16.5MPa) 或更小，更优选 1200psi (8.23MPa) 或更小，最优选约 500psi (3.45MPa) 或更小。弹性体的玻璃转化温度 (T<sub>g</sub>) 优选约 0°C 或更低，更优选约 -40°C 或更低，最优选约 -50°C 或更低。弹性体还具有至少约 50%、更优选至少约 100% 的优选断裂伸长率，最优选具有至少约 300% 的断裂伸长率。

[0040] 多种具有低模量的材料和制剂可用于非含硅涂层。代表性实例包括聚丁二烯、聚异戊二烯、天然橡胶、乙烯 - 丙烯共聚物、乙烯 - 丙烯 - 二烯三元共聚物、聚硫聚合物、聚氨酯弹性体、氯磺化聚乙烯、聚氯乙烯、增塑聚氯乙烯、丁二烯丙烯腈弹性体、聚异丁烯 - 异戊二烯共聚物、聚丙烯酸酯、聚酯、聚醚、乙烯共聚物及其组合，及其它低模量聚合物和共聚

物。还优选不同弹性体材料的共混物,或者弹性体材料与一种或多种热塑塑料的共混物。

[0041] 特别有用的是共轭二烯与乙烯基芳族单体的嵌段共聚物。丁二烯和异戊二烯是优选的共轭二烯弹性体。苯乙烯、乙烯基甲苯和叔丁基苯乙烯是优选的共轭芳族单体。可使掺入聚异戊二烯的嵌段共聚物氢化以制备具有饱和烃弹性体片段的热塑性弹性体。聚合物可以是简单的 A-B-A 型三嵌段共聚物、 $(AB)_n$  ( $n = 2-10$ ) 型多嵌段共聚物或者  $R-(BA)_x$  ( $x = 3-150$ ) 型放射状构型的共聚物;其中 A 是聚乙烯基芳族单体嵌段, B 是共轭二烯弹性体嵌段。许多这些聚合物购自 Kraton Polymer of Houston, TX, 描述于公告 "Kraton Thermoplastic Rubber", SC-68-81。最优选低模量聚合粘合剂材料包含苯乙烯嵌段共聚物,特别是聚苯乙烯-聚异戊二烯-聚苯乙烯-嵌段共聚物,以商标 **KRATON®** 购自 Kraton Polymer 和以商标 **HYCAR®** 丙烯酸聚合物购自 Noveon, Inc. of Cleveland, Ohio。

[0042] 用于非含硅材料的优选高模量、刚性聚合物包括聚合物例如乙烯基酯聚合物或苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物,还有聚合物如乙烯基酯和邻苯二甲酸二烯丙酯或酚醛树脂和聚乙烯醇缩丁醛的混合物。特别优选的高模量材料是热固性聚合物,优选可溶于碳-碳饱和溶剂如甲基乙基酮中,当固化时用 ASTM D638 测量具有至少约  $1 \times 10^5$  psi (689.5 MPa) 的高拉伸模量。特别优选描述于美国专利 6,642,159 的刚性材料,其通过引用结合到本文中。

[0043] 在本发明的优选实施方案中,任一非含硅材料层包含聚氨酯聚合物、聚醚聚合物、聚酯聚合物、聚碳酸酯聚合物、聚缩醛聚合物、聚酰胺聚合物、聚丁烯聚合物、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、乙烯-乙醇共聚合物、离子聚合物、苯乙烯-异戊二烯共聚物、苯乙烯-丁二烯共聚物、苯乙烯-乙烯/丁烯共聚物、苯乙烯-乙烯/丙烯共聚物、聚甲基戊烯聚合物、氢化苯乙烯-乙烯/丁烯共聚物、马来酸酐官能化苯乙烯-乙烯/丁烯共聚物、羧酸官能化苯乙烯-乙烯/丁烯共聚物、丙烯酸聚合物、丙烯酸丁二烯苯乙烯共聚物、聚丙烯聚合物、聚丙烯共聚物、环氧聚合物、酚醛清漆聚合物、酚型聚合物、乙烯基酯聚合物、腈橡胶聚合物、天然橡胶聚合物、乙酸丁酸纤维素聚合物、聚乙烯醇缩丁醛聚合物、丙烯酸聚合物、丙烯酸共聚物或掺入非丙烯酸单体的丙烯酸共聚物。

[0044] 由本发明纤维复合物形成的物品的刚性、防冲击和防弹特性受涂布纤维的粘合剂聚合物的拉伸模量影响。例如,美国专利 4,623,574 公开用拉伸模量小于约 6000psi (41,300kPa) 的弹性体基体构成的纤维强化复合物,无论与用更高模量聚合物构成的复合物相比,还是与不含一种或多种聚合粘合剂材料涂层的相同纤维结构相比,都具有优良的防弹性。但是,低拉伸模量聚合粘合剂聚合物也得到较低刚性的复合物。而且,在某些应用中,特别是在复合物必须发挥防弹和结构模式的情况下,需要防弹性和刚性的优良组合。因此,将使用的最合适非含硅材料类型将根据将用本发明织物形成的物品类型而改变。为了兼顾两种特性,合适的非含硅材料还可包含低模量和高模量材料的组合。每个聚合物层还可包括填充剂如炭黑或硅石,可用油增量,或者可用硫、过氧化物、金属氧化物或放射性固化系统(如果适合)硫化,如本领域众所周知。

[0045] 为制备具有足够防弹性的织物物品,形成织物的纤维比例优选占纤维重量加合并涂层重量约 50% - 约 98%,更优选约 70% - 约 95%,最优选占纤维加涂层重量约 78% - 约 90%。因此,基于纤维重量加合并涂层重量计,合并涂层的总重量优选占约 1% - 约 50% 重量,更优选约 2% - 约 30%,更优选约 10% - 约 22%,最优选约 14% - 约 17%,其中无纺布最优选 16%。较低粘合剂/基体含量适合纺织织物,其中基于纤维重量加合并涂层重量



计,最优选粘合剂含量大于0但小于10%。基于纤维重量加合并涂层重量计,表面含硅涂层的重量优选占约0.01%—约5.0%重量,更优选约0.1%—约3.0%,最优选约0.2%—约1.5%。

[0046] 当形成无纺织物时,优选首先将非含硅涂层涂在多条纤维上,从而用涂层涂布、浸渍、包埋或另外应用在纤维上。纤维排列成一个或多个纤维层片,然后用常规技术加固层片。在另一种方法中,将纤维涂布、无规排列和加固以形成毛毡。当形成纺织物时,可在编织之前或之后,优选之后用非含硅涂层涂布纤维。此类技术在本领域众所周知。本发明的物品还可包含纺织物、用单向纤维层片形成的无纺织物和无纺毛毡织物的组合。

[0047] 随后,将含硅材料的表面涂层涂在加固织物至少一个表面上的非含硅材料层上。优选织物的两个外表面都涂布含硅材料以改良整个织物的耐用性,但用含硅材料只涂布织物的一侧将提供改良的耐磨性且增加较少重量。优选将多层涂层涂在任何预制纤维油剂如纺织油剂之上,或者可在应用涂层之前至少部份除去预制纤维油剂。含硅材料只需要在复合织物的一个或两个外表面上,不需要涂布每条纤维。

[0048] 为了本发明的目的,术语“涂布”并非用于限制将聚合物层涂在纤维底层表面上的方法。任何合适的应用方法都可使用,其中首先将非含硅材料层直接涂在纤维表面上,接着将含硅材料层涂在非含硅材料层上。

[0049] 例如,可将非含硅层以溶液形式喷涂或辊涂聚合材料溶液至纤维表面上,其中一部分溶液包含所需一种或多种聚合物,一部分溶液包含能够溶解一种或多种聚合物的溶剂,然后干燥。另一种方法是将非含硅材料的净聚合物作为液体、在混悬液中的粘性固体或颗粒或者作为流化床涂在纤维上。或者,涂布的非含硅材料可以是在合适溶剂中的溶液、乳液或分散液,所述溶剂在应用温度下对纤维特性无不良影响。例如,可将纤维用聚合粘合剂材料溶液转运,基本用非含硅材料涂布,然后干燥以形成涂层纤维底层。然后所得涂层纤维排列成所需构型,接着用含硅材料涂布。在另一种涂布方法中,首先排列单向纤维层片或纺织物,接着将层片或织物浸入包含溶于合适溶剂中的非含硅材料的溶液浴内,以便每条纤维至少被聚合物部份涂布,然后通过蒸发或挥发溶剂干燥,接着可用相同方法涂布含硅材料层。可根据需要重复几次浸渍过程以将所需量的每种聚合涂层置于纤维上,优选非含硅材料基本涂布或包裹每条纤维并覆盖全部或基本全部纤维表面积。还可涂布含硅材料以便它覆盖纤维上的全部或基本全部非含硅材料层。在本发明的优选实施方案中,只将含硅材料表面涂层部份涂在涂层纤维或涂层织物上,即只需要涂布织物的外表面。

[0050] 可使用将非含硅涂层涂在纤维上的其它方法,包括在纤维经受高温拉伸操作之前、除去纤维的溶剂之前或之后(如果使用凝胶纺丝纤维形成技术)涂布高模量前体(凝胶纤维)。然后可在提高温度下拉伸纤维以制备涂层纤维。可将凝胶纤维在一定条件下通过合适涂层聚合物的溶液以获得所需涂层。在纤维进入溶液之前可能已发生或未发生高分子量聚合物在凝胶纤维中结晶。或者,可将纤维挤入合适的聚合粉状物流化床内。而且,如果进行拉伸操作或其它手工处理的过程,如溶剂交换、干燥等,可将非含硅材料涂在终纤维的前体材料上。

[0051] 将含硅材料涂在纤维底层上的液态非含硅材料之上。在本发明的一个实施方案中,涂布的非含硅材料是未固化液体,此时非含硅材料也为液态或者为固态。最优选将含硅材料作为未固化液体涂在固化或另外固化的非含硅材料上。然后,可通过常规技术将未固化

液体任选固化,但对最佳耐磨性而言固化非优选。

[0052] 涂层纤维可形成无纺织物,无纺织物包含多个重叠、无纺纤维层片,将其加固为单层、单块组件。最优选各层片包含以单向、基本平行排列对齐的无重叠纤维的排列。这种纤维排列类型在本领域称为“单向带”(单向条带),在本文称为“简单层片”。用于本文时,“阵列”描述纤维或纱线的规则排列,“平行阵列”描述纤维或纱线的规则平行排列。纤维“层”描述包括一个或多个层片在内的纺织或无纺纤维或纱线的平面排列。用于本文时,“简单层片”结构指由一个或多个已被加固成单个完整结构的个体纤维层片组成的单块结构。用“加固”指聚合粘合剂涂层与各纤维层片一起合并为单个完整的层。加固可通过干燥、冷却、加热、加压或其组合进行。不一定需要加热和/或加压,因为纤维或织物层可以只粘在一起,如在湿层压加工的情况下。术语“复合物”指纤维与一种或两种涂层的组合,耐磨复合物将包括含硅涂层。这在本领域是已知的常规。

[0053] 本发明的优选无纺织物包括多个堆积、重叠的纤维层片(多个单向带),其中每个简单层片(单向带)的平行纤维相对于每个简单层片的纵向纤维方向而言,与每个相邻简单层片的平行纤维正交( $0^\circ/90^\circ$ )放置。堆积的重叠无纺纤维层片在加热和加压下加固,或者通过粘附个体纤维层片的涂层加固,以形成单层、单块组件,在本领域也称为单层、加固网,其中“加固网”描述纤维层片与聚合粘合剂/基体的加固(合并)组合。术语“聚合粘合剂”和“聚合基体”在本文互换使用,描述使纤维粘合一起的材料。这些术语在本领域是已知的常规。为用于本发明的目的,当纤维底层是形成为单层、加固网的无纺、加固织物时,用非含硅聚合物涂层涂布纤维,但只有单块织物结构的外表面涂布含硅涂层以提供所需耐磨性,并非每个组分纤维层片。

[0054] 如本领域众所周知,当个体纤维层片都正交以致一个层片的纤维排列定向与另一层片的纤维排列定向成一定角度旋转时获得优良的防弹性。最优选纤维层片以 $0^\circ$ 和 $90^\circ$ 角正交,但相邻层片相对于另一层片的纵向纤维定向而言实际上可以约 $0^\circ$ 至约 $90^\circ$ 的角度对齐。例如,五层片无纺结构可具有以 $0^\circ/45^\circ/90^\circ/45^\circ/0^\circ$ 或其它角度定向的层片。此类旋转单向对齐描述于例如美国专利 4,457,985、4,748,064、4,916,000、4,403,012、4,623,573 和 4,737,402。

[0055] 最常见的是,无纺织物包含 1-约 6 个层片,但根据各种应用需要,可包含多至约 10-约 20 个层片。层片数越大,防弹性越大,但重量也越大。因此,形成本发明织物或物品的纤维层片数根据织物或物品的最终用途而不同。例如,在军事用途的体甲背心中,为了形成具有每平方英尺 1.0 磅的所需面密度( $4.9\text{kg}/\text{m}^2$ )的复合物品,可能需要总计约 20 个层片(层)-约 60 个层片(或层),其中层片/层可以用本文所述高强度纤维形成的纺织、编织、毡制或无纺织物(具有平行单向的纤维或其它排列)。在另一个实施方案中,根据 National Institute of Justice(NIJ)Threat Level 用于执法用途的体甲背心可具有多个层片/层。例如,对于 NIJ Threat Level IIIA 背心,可以有总计 22 个层片/层。对于较低的 NIJ Threat Level,可使用较少层片/层。

[0056] 可用众所周知的方法构成加固的无纺织物,例如通过描述于美国专利 6,642,159 的方法,其公开通过引用结合到本文中。如本领域众所周知,通过在足够使层片合并为单一织物的加热和加压条件下将个体纤维层片一层一层地放置进行加固。加固可在约 $50^\circ\text{C}$ -约 $175^\circ\text{C}$ 、优选约 $105^\circ\text{C}$ -约 $175^\circ\text{C}$ 的温度和约 5psig( $0.034\text{MPa}$ )-约 2500psig( $17\text{MPa}$ )的压力

下进行约 0.01 秒 - 约 24 小时, 优选约 .02 秒 - 约 2 小时。当加热时, 可能导致非含硅聚合粘合剂涂层在没有完全熔化的情况下变粘稠或流动。但是, 一般来讲, 如果导致聚合粘合剂材料熔化, 则需要相对小的压力形成复合物, 而如果只将粘合剂材料加热至卡点 (sticking point), 通常需要更大压力。如本领域常规已知, 可在研光机、平板层压机、压制机或高压灭菌器中进行加固。

[0057] 或者, 可在合适的模塑装置中通过加热和加压模塑进行加固。通常, 进行模塑的压力为约 50psi (344.7kPa) - 约 5000psi (34470kPa), 更优选约 100psi (689.5kPa) - 约 1500psi (10340kPa), 最优选约 150psi (1034kPa) - 约 1000psi (6895kPa)。或者模塑可在约 500psi (3447kPa) - 约 5000psi, 更优选约 750psi (5171kPa) - 约 5000psi, 更优选约 1000psi - 约 5000psi 的更高压力下进行。模塑步骤可进行约 4 秒 - 约 45 分钟。优选模压温度为约 200° F (~ 93°C) - 约 350° F (~ 177°C), 更优选温度为约 200° F - 约 300° F (~ 149°C), 最优选温度为约 200° F - 约 280° F (~ 121°C)。本发明织物模塑的压力对所得模塑产物的劲度或柔软度有直接作用。具体来讲, 织物模塑的压力越高, 劲度越高, 反之亦然。除了模塑压力之外, 织物层片的量、厚度和组成和聚合粘合剂涂层类型也直接影响用本发明织物形成的物品的劲度。最常见多个正交纤维网通过平板层压机与基体聚合物“粘”在一起, 以改良粘合的均匀度和强度。

[0058] 虽然本文描述的每种模塑和加固技术相似, 但每种过程不同。具体来讲, 模塑是分批过程, 加固是连续过程。而且, 模塑通常包括使用模具, 如成形模或匹配模 (当形成平板时), 不一定得到平面产物。加固通常在平板层压机、calendar nip set 中进行或作为湿法层压以产生柔软 (柔性) 体甲织物。模塑通常用于制造硬甲, 如硬质板。在本发明的背景下, 优选加固技术和形成软性体甲。

[0059] 在任何一种过程中, 合适的温度、压力和时间通常取决于非含硅聚合粘合剂涂层材料类型、(合并涂层的) 聚合粘合剂含量、所用过程和纤维类型。可将本发明织物任选加热和加压压光以弄平或磨光其表面。本领域众所周知压光方法。

[0060] 可用任何编织法如平织、吊索织 (crowfoot weave)、篮织、缎织、斜纹织等用本领域熟知的技术形成纺织织物。平织最常见, 其中将纤维以正交 0° / 90° 定向编织一起。在另一个实施方案中, 可组合混杂结构, 其中例如通过加固将两种纺织和无纺织物合并和互相连接。在编织之前, 可用或不用非含硅材料层涂布各种纺织织物材料的个体纤维。最优选将含硅材料层涂在纺织织物上。

[0061] 各织物的厚度将对应于个体纤维的厚度。优选纺织织物将具有每层约 25 μ m - 约 500 μ m、更优选约 50 μ m - 约 385 μ m、最优选每层约 75 μ m - 约 255 μ m 的优选厚度。优选无纺织物即无纺、单层、加固网将具有约 12 μ m - 约 500 μ m、更优选约 50 μ m - 约 385 μ m、最优选约 75 μ m - 约 255 μ m 的优选厚度, 其中单层、加固网通常包含两个加固层片 (即两个单向带)。虽然优选此类厚度, 应理解可生产其它厚度以满足具体要求, 也落在本发明范围内。

[0062] 本发明的织物将具有约 50g/m<sup>2</sup> (gsm) (0.011b/ft<sup>2</sup> (psf)) - 约 1000gsm (0.2psf) 的优选面密度。本发明织物更优选的面密度将是约 70gsm (0.014psf) - 约 500gsm (0.1psf)。本发明织物最优选的面密度将是约 100gsm (0.02psf) - 约 250gsm (0.05psf)。本发明的物品, 包含层层堆积的多个个体织物层, 将进一步具有约 1000gsm (0.2psf) - 约 40,000gsm (8.0psf)、更优选约 2000gsm (0.40psf) - 约 30,000gsm (6.0psf)、更优选

约 3000gsm(0.60psf)–约 20,000gsm(4.0psf)、最优选约 3750gsm(0.75psf)–约 10,000gsm(2.0psf) 的优选面密度。

[0063] 本发明的复合物可用于各种应用,以用众所周知的技术形成各种不同的防弹物品。例如,适合形成防弹物品的技术描述于例如美国专利 4,623,574、4,650,710、4,748,064、5,552,208、5,587,230、6,642,159、6,841,492 和 6,846,758。复合物特别适用于形成柔韧的、柔软的装甲物品,包括服装如背心、裤子、帽子或其它衣物,和覆盖物或毛毯,由军事人员用于击退多种发射弹威胁,如 9mm 全金属外壳 (FMJ) 子弹和因各种手榴弹、炮弹、简易爆炸装置 (IED) 及其它在军事和维和任务中遇到的此类装置爆炸产生的碎片。

[0064] 用于本文时,“柔软的”或“柔性”装甲是在经受明显量的应力时不保持其形状的装甲。结构还可用于形成刚性、坚硬的装甲物品。用“坚硬的”装甲指物品如头盔、军车面板或防护罩,具有足够的机械强度以便经受明显量的应力时保持其结构刚性,能够独立而不断裂。可将结构切成多个分离的小片并堆积以形成物品,或者可使它们形成接着用于形成物品的前体。此类技术在本领域是已知的。

[0065] 可用本领域熟知的方法形成本发明的服装。优选可通过将本发明的防弹物品与衣服连接形成服装。例如,背心可包含一般的织物背心,该背心与本发明的防弹结构连接,从而将本发明结构插入策略上放置的口袋内。这让防弹作用最大化,而背心重量最小化。用于本文时,术语“连接”或“连接”用于包括附着,例如通过缝纫或粘附等,以及与另一种织物非附着结合或斜接,以便防弹物品可以任选很容易地从背心或其它衣物上除下。优选用低拉伸模量粘合剂材料形成用于形成柔性结构如柔性小片、背心及其它服装的物品。(非专有地) 优选用高拉伸模量粘合剂材料形成坚硬的物品如头盔和装甲。

[0066] 用本领域熟知的标准测试规程测定防弹性能。具体来讲,防弹复合物的防护能力或防穿透性通常用冲击速度表示,在该速度时 50% 发射弹穿透复合物而 50% 被复合物阻挡,也称为  $V_{50}$  值。用于本文时,物品的“抗穿透性”是抵抗指定威胁如物理目标包括子弹、碎片、榴霰弹等的穿透。对于相等面密度(复合物重量除以其面积)的复合物, $V_{50}$  越高,复合物的防弹性能越好。本发明物品的防弹性能将根据许多因素改变,特别是用于制造织物的纤维类型、纤维在复合物中的重量百分数、涂层材料物理性质的适合性、组成复合物的织物层数和复合物的总面密度。

[0067] 以下实施例用于解释本发明。

## 实施例

[0068] 按照下文举例说明测试各种织物样品。各样品包含 1000–登尼尔 **TWARON®** 2000 型芳族聚酰胺纤维和非含硅聚合粘合剂材料,包括 45 个纤维层。对于样品 A1–A4,非含硅涂层是未改性的水基聚氨酯聚合物。对于样品 B1–B4,非含硅涂层是氟碳改性的水基丙烯酸聚合物(以 **HYCAR®** 26-1199 购自 Noveon, Inc. of Cleveland, Ohio 的 84.5wt. % 丙烯酸共聚物;15wt. % **NUVA®** NT X490 氟碳树脂,购自 Clariant International, Ltd. of Switzerland;和购自 Dow Chemical Company of Midland, Michigan 的 0.5 % Dow **TERGITOL®** TMN-3 非离子型表面活性剂)。对于样品 C1–C4,非含硅涂层是氟聚合物/腈橡胶共混物(以 **TYLAC®** 68073 购自 Dow Reichhold of North Carolina 的 84.5wt. % 腈橡胶聚合物;15wt. % **NUVA®** TTH U 氟碳树脂;和 0.5 % Dow **TERGITOL®**

TMN-3 非离子型表面活性剂)。对于样品 D1-D7, 非含硅涂层是氟聚合物 / 丙烯酸共混物 (以 HYCAR 26477 购自 Noveon Inc. of Cleveland, Ohio 的 84.5wt. % 丙烯酸聚合物; 15wt. % NUVA NTX490 氟碳树脂; 和 0.5% Dow TERGITOL TMN-3 非离子型表面活性剂)。对于样品 E1-E8, 非含硅粘合剂材料是氟碳改性聚氨酯聚合物 (以 SANCURE® 20025 购自 Noveon, Inc. 的 84.5wt. % 聚氨酯聚合物; 15wt. % NUVA® NT X490 氟碳树脂; 和 0.5% Dow TERGITOL® TMN-3 非离子型表面活性剂)。

[0069] 每种织物样品是具有两个层片 (两个单向带)、0° /90 构造的无纺、加固织物。织物具有如表 2 显示的面重量和总面密度 (TAD) (包括纤维和聚合粘合剂材料的织物的面密度)。每种织物的纤维含量大约为 85%, 其余 15% 是明确的非含硅聚合粘合剂材料。

[0070] 在平板层压机中用 R300B 硅酮带释放流体 (估计 250cst) 涂布样品 A2、B2、C2、D3、D6、E3 和 E6, 所述流体购自 Reliant Machinery, Ltd., of Bedfordshire, UK, 占样品重量的 0.7%。在平板层压机中用 1000cst DOW CORNING 200® 硅酮流体涂布样品 D2、D5、E2、E5、A4、B4 和 C4, 所述流体占样品重量 2.5%。使不含硅酮涂层的样品 A3、B3、C3、D4 和 E4 通过平板层压机干燥以确定加工 (如果有) 的作用。不含表面硅酮涂层和未经过层压机加工的样品 A1、B1、C1、D1、D7、E1、E7 和 E8 是对照样品。样品 A4 等同于样品 A2, 但用 1000cst DOW CORNING 200® 硅酮流体 (2.5% 重量) 代替 R300B 流体涂布。样品 B4 等同于样品 B2, 但用 1000cst DOW CORNING 200® 硅酮流体 (2.5% 重量) 代替 R300B 流体涂布。样品 C4 等同于样品 C2, 但用 1000cst DOW CORNING 200® 硅酮流体 (2.5% 重量) 代替 R300B 流体涂布。

[0071] 实施例 1-15

[0072] 对上文描述的五种织物类型各自用 ASTM D3886 膨胀隔膜测试测试耐磨性。测试每种样品类型的织物是未涂布硅基涂层的对照样品, 以及用 ~2500cst R300B 流体和 1000cst DC200 流体涂布的样品。在 2000 个周期后 (总负荷重量为 51lbs 和 4psi 隔膜压力) 根据 “不断裂表面特性 (no broken surface characteristics)” 的 OTV 要求将结果量化为合格或不合格。对每种样品而言样品和摩擦剂两者都相同。表 1 概括结果。

[0073] 表 1

耐磨性			
改良的* ASTM D3886 - 膨胀隔膜法			
实施例	样品/摩擦剂	涂层	结果
1	A1	无	合格
2	D1	无	不合格
3	B1	无	不合格
4	E1	无	不合格
5	C1	无	不合格
6	A2	R300B	合格
7	D6	R300B	合格
8	D2	R300B	合格

[0074]

[0075]	9	E3	R300B	合格
	10	C2	R300B	合格
	11	A4	DC200	合格
	12	D2	DC200	合格
	13	B4	DC200	合格
	14	E2	DC200	合格
	15	C4	DC200	合格

[0076] \* 通过将（在摩擦剂上的）顶负荷重量设定为 51b(2.27kg) 和周期数设定为 2000 改良。

[0077] 该数据说明与无涂层对照样品相比，硅酮基涂层赋予织物总体上改良的耐磨性。

[0078] 实施例 16-39

[0079] 按照 MIL-STD-662F 的标准测试条件，测试每种样品抗 9mm, 124 谷弹的  $V_{50}$ 。可设计和构造防弹装甲物品以通过增加或减少防弹织物个体层获得所需  $V_{50}$ 。为了这些实验（和实施例 1-15）的目的，通过堆积足够织物层数（45）以便物品的总面密度（TAD）（包括纤维和聚合粘合剂材料的面密度）是  $1.01 \pm 0.03$  psf，标化物品的构造。表 2 概括结果。

[0080] 表 2

[0081]

实施例	样品	面重量	TAD	硅酮类型	在层压机中处理	$V_{50}$ (ft/sec)
16	A1	1.532	0.98	N/A	N	1690 (515 m/sec)
17	A2	1.550	0.99	R300B	Y	1790 (546 m/sec)
18	A3	1.534	0.98	N/A	Y	1724 (525 m/sec)
19	B1	1.590	1.02	N/A	N	1693 (516 m/sec)
20	B2	1.547	0.99	R300B	Y	1722 (525 m/sec)
21	B3	1.545	0.99	N/A	Y	1648 (502 m/sec)
22	C1	1.544	0.99	N/A	N	1673 (510 m/sec)
23	C2	1.555	1.00	R300B	Y	1734 (529 m/sec)
24	C3	1.542	0.99	N/A	Y	1729 (527 m/sec)
25	D1	1.569	1.00	N/A	N	1671 (509 m/sec)
26	D2	1.623	1.04	DC 200	Y	1713 (522 m/sec)
27	D3	1.566	1.00	R300B	Y	1737 (529 m/sec)
28	D4	1.564	1.00	N/A	Y	1704 (519 m/sec)
29	D5	1.618	1.04	DC 200	Y	1800 (549 m/sec)

[0082]

30	D6	1.568	1.00	R300B	Y	1768 (539m/sec)
31	D7	1.562	1.00	N/A	N	1719 (524 m/sec)
32	E1	1.588	1.02	N/A	N	1729 (527 m/sec)
33	E2	1.586	1.02	DC 200	Y	1814 (553 m/sec)
34	E3	1.625	1.04	R300B	Y	1799 (548 m/sec)
35	E4	1.586	1.02	N/A	Y	1723 (525 m/sec)
36	E5	1.584	1.01	DC 200	Y	1774 (541 m/sec)
37	E6	1.619	1.04	R300B	Y	1741 (531 m/sec)
38	E7	1.589	1.02	N/A	N	1688 (515 m/sec)
39	E8	1.586	1.02	N/A	N	1670 (509 m/sec)

[0083] 令人非常意外的是,对以上数据的回归分析显示硅酮涂层的存在使9mm  $V_{50}$  增加约65ft/秒 (~20m/sec)。因此本发明的材料理想地既获得提高的耐磨性也获得改良的抗子弹穿透性。

[0084] 虽然已参考优选实施方案具体显示和描述了本发明,但本领域技术人员将很容易理解可在不脱离本发明主题和范围的情况下进行各种改变和修饰。预计应将权利要求解释为涵盖公开的实施方案、上文已讨论的那些备选实施方案及其所有等同物。