

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5329525号
(P5329525)

(45) 発行日 平成25年10月30日 (2013. 10. 30)

(24) 登録日 平成25年8月2日 (2013. 8. 2)

(51) Int. Cl.	F I
B 3 2 B 5/02 (2006. 01)	B 3 2 B 5/02 C
B 3 2 B 27/30 (2006. 01)	B 3 2 B 27/30 D
D O 4 H 1/587 (2012. 01)	D O 4 H 1/587
D O 4 H 1/593 (2012. 01)	D O 4 H 1/593
D O 3 D 1/00 (2006. 01)	D O 3 D 1/00 Z

請求項の数 5 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-501210 (P2010-501210)	(73) 特許権者	500575824
(86) (22) 出願日	平成20年3月27日 (2008. 3. 27)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2010-531243 (P2010-531243A)		アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
(43) 公表日	平成22年9月24日 (2010. 9. 24)	(74) 代理人	100140109
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/058368		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開番号	W02008/121677	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開日	平成20年10月9日 (2008. 10. 9)		弁理士 社本 一夫
審査請求日	平成23年1月13日 (2011. 1. 13)	(74) 代理人	100075270
(31) 優先権主張番号	11/729, 256		弁理士 小林 泰
(32) 優先日	平成19年3月28日 (2007. 3. 28)	(74) 代理人	100080137
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フルオロカーボン変性バインダーをベースとする耐環境性弾道複合体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配列された複数の繊維を含む弾道抵抗性布帛であって、前記繊維は一体化され且つ布帛を形成しており、前記繊維は $7 \text{ g} / \text{デニール}$ 以上の靱性と、 $150 \text{ g} / \text{デニール}$ 以上の引張弾性率とを有し；且つ前記繊維はその上にフッ素含有ポリマーバインダー組成物を有する弾道抵抗性布帛。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の弾道抵抗性布帛であって、前記フッ素含有ポリマーバインダー組成物が、フルオロポリマーまたはフルオロカーボン含有材料またはその両方と、少なくとも一種の界面活性剤とのブレンドを含み、前記フッ素含有ポリマーバインダー組成物が、フルオロポリマーまたはフルオロカーボン含有材料またはその両方と、ポリウレタンポリマー、ポリエーテルポリマー、ポリエステルポリマー、ポリカーボネート樹脂、ポリアセタールポリマー、ポリアミドポリマー、ポリブチレンポリマー、エチレン酢酸ビニルコポリマー、エチレンビニルアルコールコポリマー、アイオノマー、スチレンイソプレンコポリマー、スチレンブタジエンコポリマー、スチレンエチレン／ブチレンコポリマー、スチレン-エチレン／プロピレンコポリマー、ポリメチルペンテンポリマー、水素化スチレンエチレン／ブチレンコポリマー、マレイン酸無水物官能基化スチレンエチレン／ブチレンコポリマー、カルボン酸官能基化スチレンエチレン／ブチレンコポリマー、アクリロニトリルポリマー、アクリロニトリルブタジエンスチレンコポリマー、ポリプロピレンポリマー、ポリプロピレンコポリマー、エポキシ樹脂、ノボラック樹脂、フェノー

10

20

ル樹脂、ビニルエステル樹脂、シリコーン樹脂、ニトリルゴムポリマー、天然ゴムポリマー、酢酸酪酸セルロースポリマー、ポリビニルブチラールポリマー、アクリルポリマー、アクリルコポリマー、または非アクリルモノマーを含むアクリルコポリマーを含む少なくとも一つの追加的なポリマーとのブレンドを含む弾道抵抗性布帛。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の弾道抵抗性布帛であって、前記弾道抵抗性布帛が、一方向性の、実質的平行配列に配列された重なり合っていない複数の繊維を含む不織布であり、そして、フッ素含有成分が、該フッ素含有ポリマーバインダー組成物の 1 重量%～50 重量%を構成する弾道抵抗性布帛。

【請求項 4】

複数の重なり合っているクロスプライ不織繊維プライを含む不織布弾道抵抗性布帛であって、該不織繊維プライの各々が、一方向性の、実質的平行配列に配列された重なり合っていない繊維を含み、前記繊維が、少なくとも 7 g / デニール以上の靱性と、150 g / デニール以上の引張弾性率を有し；前記繊維が、その上にフッ素含有ポリマーバインダー組成物を有し；複数の重なり合ったクロスプライ不織繊維プライが、前記フッ素含有ポリマーバインダー組成物で圧密されて前記単層の圧密化布帛を形成する弾道抵抗性布帛。

【請求項 5】

弾道抵抗性布帛の製造法であって、工程 I) または工程 II)：

I) フッ素含有ポリマーバインダー組成物を複数の繊維の表面上に適用し、その後、前記繊維から少なくとも一つの繊維プライを形成する工程；ここで、前記繊維は 7 g / デニール以上の靱性と 150 g / デニール以上の引張弾性率をもつ；

II) 少なくとも一つの繊維プライを形成し、その後、フッ素含有ポリマーバインダー組成物を前記少なくとも一つの繊維プライの表面層上に適用する工程；ここで、前記繊維は 7 g / デニール以上の靱性と 150 g / デニール以上の引張弾性率をもつ；

のいずれかを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体暴露による劣化に対し優れた耐性をもつ弾道抵抗性物品(ballistic resistant article)に関する。特に本発明は、海水などの液体並びに、ガソリン及び他の石油ベース製品などの有機溶媒に暴露後に優れた弾道抵抗性能を保持する弾道抵抗性布帛及び物品に関する。

【背景技術】

【0002】

発射体に対して優れた特性をもつ高強度繊維を含む弾道抵抗性物品は公知である。軍装備品の防弾チョッキ、ヘルメット、車輻パネル及び構造部材などの物品は、通常、高強度繊維を含む布帛から製造される。通常使用される高強度繊維としては、ポリエチレン繊維、パラアラミド繊維、たとえばポリ(フェニレンジアミンテレフタルアミド)、グラファイト繊維、ナイロン繊維、ガラス繊維などが挙げられる。チョッキまたはチョッキ部品などの多くの用途に関しては、繊維は織物(woven fabric)または編み布帛(knitted fabric)内で使用することができる。他の用途に関しては、繊維をポリマーマトリックス材料中に封入または埋め込んで、織りまたは不織の硬質または軟質布帛を形成することができる。

【0003】

ヘルメット、パネル及びチョッキなどの硬質または軟質物品の形成に有用な種々の弾道抵抗性構造物が公知である。たとえば、本明細書中、その全体が参照として含まれる米国特許第4,403,012号(特許文献1)；同第4,457,985号(特許文献2)；同第4,613,535号(特許文献3)；同第4,623,574号(特許文献4)；同第4,650,710号(特許文献5)；同第4,737,402号(特許文献6)；同第4,748,064(特許文献7)；同第5,552,208号(特許文献8)；同第5,587,230号(特許文献9)；同第6,642,159号(特許文献10)；同第6,

10

20

30

40

50

841,492号(特許文献11);同第6,846,758号(特許文献12)は、伸び切り鎖超高分子量ポリエチレンなどの材料から製造した高強度繊維を含む弾道抵抗性複合体について記載する。これらの複合体は、銃弾、砲弾、榴散弾などの発射体からの高速度衝撃による貫通に対して様々な程度の抵抗性を示す。

【0004】

たとえば米国特許第4,623,574号(特許文献4)及び同第4,748,064号(特許文献7)は、エラストマーマトリックスに埋め込まれた高強度繊維を含む単純な複合体構造を開示する。米国特許第4,650,710号(特許文献5)は、高強度伸び切り鎖ポリオレフィン(ECP)繊維から構成された複数の柔軟層を含む柔軟製品を開示する。網状構造の繊維は低弾性率エラストマー材料でコーティングされている。米国特許第5,552,208号(特許文献8)及び同第5,587,230号(特許文献9)は、ビニルエステル及びジアリルフタレートを含むマトリックス組成物と高強度繊維との少なくとも一つの網状構造を含む製品及びその製造法を開示する。米国特許第6,642,159号(特許文献10)は、繊維層間のエラストマー層と共に、マトリックスに配置されたフィラメントの網状構造を含む複数の繊維層をもつ耐衝撃性硬質複合体を開示する。この複合体を硬質プレートに結合して、防護具を穿通する発射体に対する防御性を高める。

【0005】

固い又は硬質防弾チョッキは優れた弾道抵抗性を示すが、非常に固く、嵩張ることがある。従って防弾チョッキなどの防護服は、柔軟または軟質防護具材料から製造するのが望ましい。しかしながらそのような柔軟または軟質材料は優れた弾道抵抗性を示すが、淡水、海水及び有機溶媒、たとえば石油、ガソリン、銃用潤滑剤及び石油から誘導した他の溶媒などの液体に対しては通常、不十分な耐性も示す。そのような材料の弾道抵抗性能は、液体に暴露されたり、沈められたりしたときに低下することが一般に知られているため、この点が問題である。さらに布帛の耐久性や耐摩耗性、並びに耐水性または耐薬品性を高めるために布帛表面に保護フィルムを適用することは公知であるが、これらのフィルムは布帛の重量を増加させる。従って、様々な液体と接触またはこれに沈められたりした後に許容可能な弾道抵抗性標準で機能し、且つバインダーポリマーコーティングに加えて保護表面フィルムを使用することなく優れた耐久性も備える軟質、柔軟弾道抵抗性材料を提供することが当業界で求められている。

【0006】

当業界でポリマー「マトリックス」材料と通常呼ばれる慣用のバインダー材料に、本明細書中で議論した所望の特性全てを提供し得るものは殆どない。フッ素含有ポリマーは、海水による溶解、浸透及び／または蒸散、並びにディーゼル油、非ディーゼルガソリン、銃用潤滑剤、石油及び石油から誘導した有機溶媒などの一種以上の有機溶媒による溶解、浸透及び／または蒸散に対するその耐性を有することから、他の分野でも望ましい。弾道抵抗性材料業界では、フッ素含有コーティングは、潜在的に有害な液体に長期間暴露された後での弾道抵抗性布帛の弾道抵抗性の維持に都合よく寄与し、そのような有利な効果を得るための保護表面フィルムの必要性を排除することが見出されている。特に、当業界で使用されているような慣用のポリマーマトリックス成分とフッ素含有ポリマーとのブレンドであるフッ素含有ポリマーバインダー組成物で弾道抵抗性繊維材料をコーティングすると、優れた弾道特性及び環境性能が得られることが見出されている。

【0007】

意外にも、界面活性剤をフッ素含有ブレンド化ポリマーバインダー組成物に添加すると、個々の繊維上のバインダーコーティングの均一性が改善することが見出された。また意外にも、界面活性剤を添加すると、ブレンドしたポリマーマトリックスバインダーの表面にフルオロカーボン樹脂の均一分布を促進することが見出された。これらの表面または界面は、空気とブレンドされたポリマーマトリックスバインダーとの界面又は外側表面、及び繊維とブレンドされたポリマーマトリックスバインダーとの界面又は内側表面と記載することができる。表面におけるフルオロカーボンポリマーの均一分布は、複合体の耐環境性(塩水、ガソリンなど)の向上という観点からフルオロカーボン樹脂の有効性を高める。

【0008】

従って、本発明は、優れた柔軟性及び優れた弾道抵抗性を保持しつつ、液体に対する所望の保護、並びに耐熱性及び耐寒性、耐摩耗性及び耐摩耗性をもたらすポリマーバインダー材料で製造する弾道抵抗性布帛を提供する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】 米国特許第4,403,012号

【特許文献2】 米国特許第4,457,985号

【特許文献3】 米国特許第4,613,535号

【特許文献4】 米国特許第4,623,574号

【特許文献5】 米国特許第4,650,710号

【特許文献6】 米国特許第4,737,402号

【特許文献7】 米国特許第4,748,064号

【特許文献8】 米国特許第5,552,208号

【特許文献9】 米国特許第5,587,230号

【特許文献10】 米国特許第6,642,159号

【特許文献11】 米国特許第6,841,492号

【特許文献12】 米国特許第6,846,758号

【発明の概要】

【0010】

本発明は、配列された複数の繊維を含む弾道抵抗性布帛であって、前記繊維は一体化され且つ布帛を形成しており、前記繊維は約7g/デニール以上の靱性と、約150g/デニール以上の引張弾性率とを有し；且つ前記繊維はその上にフッ素含有ポリマーバインダーを有する、前記弾道抵抗性布帛を提供する。

【0011】

本発明は、複数の重なり合ったクロスプライ繊維プライを含む弾道抵抗性布帛であって、前記繊維は約7g/デニール以上の靱性と約150g/デニール以上の引張弾性率を有し；前記繊維はその上にフッ素含有ポリマーバインダー組成物を有し；複数の前記重なり合ったクロスプライ繊維プライは、単層の圧密化布帛を形成するように前記フッ素含有ポリマーバインダー組成物で圧密されている、前記弾道抵抗性布帛も提供する。

【0012】

さらに本発明は、弾道抵抗性布帛の製造法であって、
I) フッ素含有ポリマーバインダー組成物を複数の繊維上に適用し、その後、前記繊維から少なくとも一つの繊維層を形成する工程；ここで、前記繊維は約7g/デニール以上の靱性と約150g/デニール以上の引張弾性率をもつ；または
II) 少なくとも一つの繊維層を形成し、その後、フッ素含有ポリマーバインダー組成物を前記少なくとも一つの繊維層上に適用する工程；ここで、前記繊維は約7g/デニール以上の靱性と約150g/デニール以上の引張弾性率をもつ、
の工程I) または工程II) のいずれかを含む、前記方法を提供する。

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、水、特に海水と有機溶媒、特にガソリンなどの石油から誘導した溶媒に暴露した後に優れた弾道貫入抵抗を保持する物品を提供する。特に本発明は、海水による溶解、浸透及び／または蒸散に対し耐性、並びにディーゼルガソリン、非ディーゼルガソリン、銃の潤滑剤、石油及び石油から誘導した有機溶媒など的一种以上の有機溶媒による溶解、浸透及び／または蒸散に対し耐性であるフッ素含有ポリマーバインダー組成物でコーティングされた高強度繊維から製造した弾道抵抗性布帛及び物品を提供する。本明細書において「フッ素含有」ポリマーバインダー組成物とは、少なくとも一種の「フッ素含有」成分と少なくとも一種の非フッ素含有成分とを含むポリマーバインダー組成物をいう。本明

細書中に用いられる「フッ素含有」成分としては、フルオロポリマー及び／またはフルオロカーボン含有材料(即ちフルオロカーボン樹脂)が挙げられる。「フルオロカーボン樹脂」は通常、フルオロカーボン基を含むポリマーを指す。

【0014】

本発明の目的に関して、優れた弾道貫入抵抗性をもつ物品は、変形可能な発射体に対して優れた性能を示すものを表す。この物品は、榴散弾などの破片の貫入に対して優れた抵抗性を示す。本発明の目的に関して「繊維(fiber)」とは、幅及び厚さの横方向の寸法よりも縦方向の寸法がずっと大きい細長い物体である。本発明で使用するための繊維の断面は広い範囲で変動し得る。断面は、円、平坦または楕円であってもよい。従って「繊維」なる用語は、規則的または不規則的な断面をもつフィラメント、リボン、ストリップなどを包含する。これらは、繊維の線状方向、または長手方向の軸から突出する一つ以上の規則的または不規則的ローブ(lobe)をもつ不規則的または規則的マルチローバル(multi-lobal)の断面であってもよい。繊維はシングルローブで、実質的に円形の断面をもつのが好ましい。

10

【0015】

本発明の好ましい態様では、本発明の弾道抵抗性布帛は、単層のモノリシック部材に圧密された、複数の重なり合っている不織繊維プライを含む不織布である。この態様において、各プライ(ply)は、一方向性の、実質的平行配列に配列された重なり合っていない繊維配列を含む。この種の繊維配列は「ユニテープ」(一方向性テープ)として当業界で公知であり、本明細書中、「シングルプライ」という。本明細書中で使用するように、「配列」とは、繊維またはヤーンの規則正しい配列を表し、「平行配列」とは、繊維またはヤーンの規則正しい平行配列を表す。繊維「層(layer)」は、一つ以上のプライを含む織りまたは不織の繊維またはヤーンの平行配列を指す。本明細書中で使用する「単層」構造は、一つの一体的な構造(single unitary structure)に圧密された一つ以上の個々の繊維プライから構成されたモノリス構造体を指す。「圧密する(consolidating)」とは、それぞれの繊維プライと共にポリマーバインダー組成物を単一の一体的な層に組み合わせることを意味する。圧密は、乾燥、冷却、加熱、加圧またはその組み合わせによって実施することができる。「複合体(composite)」なる用語は、繊維とポリマーバインダー組成物との圧密組み合わせを指す。

20

【0016】

本発明の好ましい不織布は、複数の重なり合った積層プライ(複数のユニテープ)を含み、ここでそれぞれのシングルプライ(ユニテープ)の平行繊維は、それぞれのシングルプライの縦の繊維方向に対してそれぞれの隣接するシングルプライの平行繊維に直交して($0^\circ/90^\circ$)配置される。重なり合った不織繊維プライのスタックは、加熱及び圧力下で、または個々の繊維プライのポリマー樹脂組成物コーティングを接着させて圧密させて、単層の圧密網状構造として当業界で知られる単層のモノリシック部材を形成する。ここで「圧密網状構造」は、繊維プライとポリマーバインダー組成物との圧密(併合)結合体を指す。本明細書で使用するポリマーバインダー組成物は、当業界でポリマーマトリックス組成物ともいう。「ポリマーバインダー組成物」と「ポリマーマトリックス組成物」とは本明細書中で互換性をもって使用され、その接着特性により、または公知の熱的及び／または圧力条件に暴露後に繊維と一緒に結合する材料を表す。

30

40

【0017】

当業界で公知のように、一つのプライの繊維配列方向が、もう一つのプライの繊維配列方向に対してある角度で回転されるように、個々の繊維プライがクロスプライを形成すると、優れた弾道抵抗性が得られる。最も好ましくは、繊維プライは 0° 及び 90° の角度で直角のクロスプライとなるが、隣接プライは、別のプライの縦の繊維方向に対して約 0° ～約 90° の間の実質的に任意の角度で配列することができる。たとえば5つのプライの不織構造体は、 $0^\circ/45^\circ/90^\circ/45^\circ/0^\circ$ または他の角度に配向したプライを含むことができる。そのように回転させた一方向性配列は、たとえば米国特許第4,457,985号;同第4,748,064号;同第4,916,000号;同第4,403,012号;同第4,623,573号;同第4,737,402号に記

50

載されている。

【0018】

典型的には、不織布は1～約6のプライを含むが、種々の用途に関して望まれるように約10～約20のプライも含むことができる。プライ数が多ければ多い程、より高い弾道抵抗性を有するが、重量も増加する。従って、本発明の布帛または物品を形成している繊維プライの数は、布帛または物品の最終用途に応じて変動する。たとえば軍事的用途の防弾チョッキでは、1平方フィート面密度当たり所望の1.0ポンド(4.9kg/m²)を達成する製品複合体を製造するためには、全部で22のプライが必要になるかもしれず、ここで前記プライは織り、編み、フェルト加工または、本明細書中に記載の高強度繊維から製造した不織布(平行配列繊維または他の配列)であってもよい。別の態様では、警察用途(law enforcement use)の防弾チョッキは、国立司法研究所防弾規格(National Institute of Justice(NIJ)脅威レベルに基づいたプライ数を有することができる。たとえばNIJ防弾レベルIIIAチョッキに関しては、全部で22のプライであってもよい。より低いNIJ防弾レベルに関しては、より少ない数の層を使用することができる。

10

【0019】

圧密不織布は、公知方法、たとえば米国特許第6,642,159号(その開示全体が参照により本明細書中に援用されるものとする)に記載の方法によって構築することができる。さらに本発明の繊維プライは繊維ではなくヤーンを含むことができ、ここで「ヤーン」は多数のフィラメントからなるストランドである。あるいは不織繊維プライは、平行配列ではなく、ランダム配列の繊維を含む、慣用の公知方法を使用して製造するフェルト化構造を含むことができる。本発明の物品は、織物、一方向性繊維プライから製造した不織布及び不織フェルト布の組み合わせを含むこともできる。

20

【0020】

本発明の別の態様では、本発明の弾道抵抗性布帛は織物を含む。織物は、平織、千鳥綾織、斜子織、縹子織、綾織などの任意の布帛織りを使用して当業界で公知の方法によって形成することができる。繊維が、直交0°/90°配向で一緒に織られている平織は最も一般的である。別の態様では、織物と不織布の両方が圧密などにより組み合わせられ、相互連結される、ハイブリッド構造を組み立てることができる。織る前に、それぞれの織り繊維材料の個々の繊維を、不織布と同様の方法で本発明のポリマーマトリックス組成物でコーティングしてもよいし、しなくてもよい。

30

【0021】

本発明の布帛を形成している繊維は、高強度、高弾性率繊維を含む。本明細書中で使用するように、「高強度高弾性率繊維」は、いずれもASTM D2256で測定して少なくとも約7g/デニール以上の好ましい靱性(tenacity)、少なくとも約150g/デニール以上の好ましい引張弾性率及び少なくとも約8J/g以上の破断エネルギー(energy-to-break)をもつものである。本明細書中で使用するように、「デニール」とは、繊維またはヤーン9000メートル当たりのグラム質量に等しい、線密度の単位を指す。本明細書中で使用するように、「靱性」なる用語は、応力のかかっていない試験片の単位線密度(デニール)当たりの力(グラム)として表される引張応力を指す。繊維の「初期弾性率」とは、変形に対するその抵抗を示す材料の特性である。「引張弾性率」なる用語は、もとの繊維長の比インチ/インチ)として表された応力変化に対する、グラム-力/デニール(g/d)で表わされた、靱性の変化の割合を指す。

40

【0022】

特に好適な高強度、高引張弾性率繊維材料としては、ポリオレフィン繊維、特に伸び切り鎖ポリオレフィン繊維、たとえば高度に配向した、高分子量ポリエチレン繊維、特に超高分子量ポリエチレン繊維、及び超高分子量ポリプロピレン繊維が挙げられる。アラミド繊維、特にパラ-アラミド繊維、ポリアミド繊維、ポリエチレンテレフタレート繊維、ポリエチレンナフタレート繊維、伸び切り鎖ポリビニルアルコール繊維、伸び切り鎖ポリアクリロニトリル繊維、ポリベンザゾール繊維、たとえばポリベンゾオキサゾール繊維(PBO)及びポリベンゾチアゾール(PBT)繊維、液晶コポリエステル繊維が挙げられる。これらの

50

繊維タイプはそれぞれ、通常、当業界で公知である。

【0023】

ポリエチレンの場合、好ましい繊維は、少なくとも500,000、好ましくは少なくとも100万、より好ましくは200万~500万の分子量をもつ伸び切り鎖ポリエチレンである。そのような伸び切り鎖ポリエチレン(ECPE)繊維は、米国特許第4,137,394号若しくは同第4,356,138号(参照により本明細書中に援用されるものとする)に記載のような溶液紡糸プロセスで成長させることができ、あるいは米国特許第4,551,296号及び同第5,006,390号(参照により本明細書中に援用されるものとする)に記載のようなゲル構造を形成するために溶液から紡糸することができる。本発明で使用するのに特に好ましい繊維の種類は、Honeywell International Inc.より商標SPECTRA(登録商標)のもと市販されているポリエチレン繊維である。SPECTRA(商標)繊維は当業界で公知であり、たとえば米国特許第4,623,547号及び同第4,748,064号に記載されている。

10

【0024】

アラミド(芳香族ポリアミド)またはパラ-アラミド繊維は特に好ましい。そのようなアラミド繊維は商業的に入手可能であり、たとえば米国特許第3,671,542号に記載されている。たとえば有用なポリ(p-フェニレンテレフタルアミド)フィラメントは、KEVLAR(登録商標)の商標名のもとDuPont社より商業生産されている。本発明の実施では、商標NOMEX(登録商標)のもとDuPont社より商業生産されているポリ(m-フェニレンイソフタルアミド)繊維、商標TWARON(登録商標)のもとTeijinより商業生産されている繊維; 商標Herculan(登録商標)のもと韓国のKolon Industries, Inc.より商業生産されているアラミド繊維; ロシアのKamensk Volokno JSCより商業生産されているp-アラミド繊維SVM(商標)及びRusar(商標)並びにロシアのJSC Chim Voloknoより商業生産されているArmos(商標)p-アラミド繊維が本発明での実施に有用である。

20

【0025】

本発明の実施に好適なポリベンザゾール繊維は商業的に入手可能であり、米国特許第5,286,833号、同第5,296,185号、同第5,356,584号、同第5,534,205号及び同第6,040,050号(参照により本明細書中に援用されるものとする)に開示されている。好ましいポリベンザゾール繊維は、Toyobo Co.製のZYLON(登録商標)ブランド繊維である。本発明の実施に好適な液晶コポリエステル繊維は商業的に入手可能であり、米国特許第3,975,487号、同第4,118,372号及び同第4,161,470号(参照により本明細書中に援用される)に開示されている。

30

【0026】

好適なポリプロピレン繊維としては、米国特許第4,413,110号(参照により本明細書中に援用される)に記載されている高配向伸び切り鎖ポリプロピレン(ECPP)が挙げられる。好適なポリビニルアルコール(PV-OH)繊維は、米国特許第4,440,711号及び同第4,599,267号(参照により本明細書中に援用される)に記載されている。好適なポリアクリロニトリル(PAN)繊維は、米国特許第4,535,027号(参照により本明細書中に援用される)に記載されている。これらの繊維の種類はいずれも従来公知であり、広く商業的に入手可能である。

【0027】

本発明で使用するための他の好適な繊維種としては、ガラス繊維、炭素から形成した繊維、玄武岩(basalt)または他の鉱物から形成した繊維、M5(登録商標)繊維などの硬質ロッド繊維(rod fiber)並びに上記材料の組み合わせが挙げられ、これらは全て商業的に入手可能である。たとえば繊維プライは、SPECTRA(登録商標)繊維とKevlar(登録商標)繊維との組み合わせから製造することができる。M5(登録商標)繊維はピリドビスイミダゾール-2,6-ジイル(2,5-ジヒドロキシ-p-フェニレン)を含む硬質ロッド繊維であり、Magellan Systems International(バージニア州リッチモンド)により製造されており、米国特許第5,674,969号、同第5,939,553号、同第5,945,537号、及び同第6,040,478号(それぞれ参照により本明細書中に援用されるものとする)に記載されている。特に好ましい繊維としては、M5(登録商標)繊維、ポリエチレンSPECTRA(登録商標)繊維、アラミドKevlar(登録商標)繊維

40

50

維、及びアラミドTWARON(登録商標)繊維が挙げられる。繊維は、任意の好適なデニール、たとえば50～約3000デニール、より好ましくは約200～約3000デニール、最も好ましくは約650～約1500デニールであってもよい。

【0028】

本発明の目的に関して、最も好ましい繊維は、高強度、高引張弾性率の伸び切り鎖ポリエチレン繊維または、高強度、高引張弾性率のパラアラミド繊維である。上記のように、高強度、高引張弾性率繊維は、ASTM D2256でそれぞれ測定して、約7g/デニール以上の好ましい靱性、約150g/デニール以上の好ましい引張弾性率と、約8J/g以上の好ましい破断エネルギーを有するものである。本発明の好ましい態様では、繊維の靱性は約15g/デニール以上、好ましくは約20g/デニール以上、より好ましくは約25g/デニール以上であり、最も好ましくは約30g/デニール以上である。また本発明の繊維は、約300g/デニール以上、より好ましくは約400g/デニール以上、より好ましくは500g/デニール以上、より好ましくは約1,000g/デニール以上、最も好ましくは約1,500g/デニール以上の引張弾性率をもつ。本発明の繊維は、約15J/g以上、より好ましくは約25J/g以上、より好ましくは約30J/g以上、最も好ましくは約40J/g以上の破断エネルギーをもつ。

【0029】

これらの組み合わせた高強度特性は、公知プロセスを使用することにより得ることができる。米国特許第4,413,110号、同第4,440,711号、同第4,535,027号、同第4,457,985号、同第4,623,547号、同第4,650,710号及び同第4,748,064号は一般に、本発明で使用する好ましい高強度伸び切り鎖ポリエチレン繊維の形成について論じている。溶液成長またはゲル繊維プロセスなどを含むこれらの方法は、公知である。パラアラミド繊維などの他の好ましい繊維タイプをそれぞれ製造する方法も従来公知であり、繊維は商業的に入手可能である。

【0030】

本発明に従って、本発明の織布または不織布に存在する繊維はそれぞれ、一つ以上の表面をもち、前記繊維の表面は、水による溶解に対して耐性で、且つ一種以上の有機溶媒による溶解に対して耐性であるポリマーバインダー組成物で少なくとも部分的にコーティングされている。通常、ポリマーバインダー組成物コーティングは、複数の繊維プライを効率的に融合させる、即ち圧密化するために必要である。最も好ましくは、各繊維の外部表面は、その個々の繊維の表面積の好ましくは100%が前記ポリマーバインダー組成物で覆われるように、前記耐水性且つ耐有機溶媒性のポリマーバインダー組成物で実質的にコーティングされる。布帛が複数のヤーンを含む場合、単一ストランドのヤーンを形成している各繊維は、ポリマーバインダー組成物でコーティングされることが好ましい。

【0031】

意外にもフッ素原子、特に慣用のマトリックスバインダー成分と組み合わされたフルオロポリマー及び／またはフルオロカーボン樹脂成分を含むポリマーバインダー組成物は、前記ポリマー組成物で製造した弾道抵抗性複合体が、水、たとえば塩水またはガソリンで浸漬された後に、その弾道性能を実質的に保持する、という望ましい特性を得ることが見出された。より具体的には、フッ素含有ポリマーバインダー組成物でコーティングした繊維を含む布帛は、塩水またはガソリンに浸漬後に顕著に改善された V_{50} 保持率、即ち非フッ素含有ポリマーバインダー組成物だけで形成した布帛と比較して、本発明の実施例で示すように、90%を超える保持率を有することが見出された。フッ素含有ポリマーバインダー組成物でコーティングした繊維を含む布帛は、非フッ素含有ポリマーバインダー組成物で製造した布帛と比較して、塩水またはガソリンのいずれかを吸着する傾向が顕著に低いことも見出された。重要なことには、フッ素含有ポリマーバインダー組成物は、個々のフィラメント、繊維及び／または布帛と塩水またはガソリンとの間でバリヤとして機能する。

【0032】

フッ素含有材料、特にフルオロポリマー及びフルオロカーボン樹脂材料は、その優れた耐薬品性及び防湿特性に関して公知である。本発明において有用なフルオロポリマー及び

フルオロカーボン樹脂材料としては、当業界で公知のようにフルオロポリマーホモポリマー、フルオロポリマーコポリマーまたはそのブレンドが挙げられ、たとえば米国特許第4,510,301号；同第4,544,721号及び同第5,139,878号に記載されている。有用なフルオロポリマーの例としては、クロロトリフルオロエチレンのホモポリマー及びコポリマー、エチレン-クロロトリフルオロエチレンコポリマー、エチレン-テトラフルオロエチレンコポリマー、フッ素化エチレン-プロピレンコポリマー、パーフルオロアルコキシエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニル、ポリフッ化ビニリデン及びそのコポリマー及びブレンドが挙げられるが、これらに限定されない。

【0033】

本明細書中で使用するように、コポリマーは、二種以上のモノマー成分を含むポリマーを包含する。好ましいフルオロポリマーとしては、ポリクロロトリフルオロエチレンのホモポリマー及びコポリマーが挙げられる。特に好ましいのは、ACLON(商標)のもと販売されているPCTFE(ポリクロロトリフルオロエチレンホモポリマー)材料であり、これはHoneywell International Inc.(モーリスタウン、ニュージャージー州)から商業的に入手可能である。最も好ましいフルオロポリマーまたはフルオロカーボン樹脂としては、フルオロカーボン変性ポリマー、特に慣用のポリエーテル上にフルオロカーボン側鎖をグラフトして形成したフルオロオリゴマー及びフルオロポリマー(即ちフルオロカーボン-変性ポリエーテル)、ポリエステル(即ち、フルオロカーボン-変性ポリエステル)、ポリアニオン(即ちフルオロカーボン-変性ポリアニオン)、たとえばポリアクリル酸(即ちフルオロカーボン-変性ポリアクリル酸)またはポリアクリレート(即ちフルオロカーボン-変性ポリアクリレート)及びポリウレタン(即ちフルオロカーボン-変性ポリウレタン)が挙げられる。これらのフルオロカーボン側鎖またはパーフルオロ化合物は通常、テロメリゼーションプロセスにより製造し、 C_8 フルオロカーボンといわれる。たとえばフルオロポリマーまたはフルオロカーボン樹脂は、不飽和フルオロ-化合物のテロメリゼーションにより誘導され、フルオロテロマーを形成することができ、ここで前記フルオロテロマーはさらに変性されてポリエーテル、ポリエステル、ポリアニオン、ポリアクリル酸、ポリアクリレートまたはポリウレタンとの反応が可能となり、また、ここでフルオロテロマーは引き続きポリエーテル、ポリエステル、ポリアニオン、ポリアクリル酸、ポリアクリレートまたはポリウレタン上にグラフトされる。これらのフルオロカーボン含有ポリマーの優れた代表例としては、Clariant International, Ltd.(スイス)より商業的に入手可能なNUVA(登録商標)フルオロポリマー製品がある。パーフルオロ酸系及びパーフルオロアルコール系の側鎖をもつ他のフルオロカーボン樹脂、フルオロ-オリゴマー及びフルオロポリマーもまた、最も好ましい。 C_6 、 C_4 または C_2 などのより短い長さのフルオロカーボン側鎖をもつフルオロポリマー及びフルオロカーボン樹脂、たとえばPolyFox(商標)フルオロケミカル(Omnova Solutions, Inc.、Fairlawn、オハイオ州より商業的に入手可能)も好適である。

【0034】

フルオロポリマー及びフルオロカーボン樹脂は所望の環境バリア特性をもたらすが、これらは弾道抵抗性複合体にとって通常有用と考えられる最適の加工特性及び柔軟性、並びに他の物理的特性を欠く傾向がある。従って、本明細書で好ましいフッ素含有ポリマーバインダー組成物は、フルオロポリマーまたはフルオロカーボン含有(樹脂)成分と、弾道抵抗性複合体の製造に通常使用される少なくとも一種の非フルオロカーボン含有ポリマー成分とのブレンドである。一般的に、フルオロカーボン含有成分と非フルオロカーボン含有ポリマー成分はいずれも、その混和性及びブレンド性を促進するためにブレンドするとき、いずれも湿潤しており(即ち、その溶融または液体状態にある)、ウェットブレンドとして繊維に適用する。

【0035】

広く知られた慣用の非フッ素含有ポリマーバインダー材料としては、低弾性率のエラストマー材料と、高弾性率の硬質材料とがある。好ましい低弾性率のエラストマー材料は、それぞれASTM D638により37℃で測定して、約6,000psi(41.3MPa)未満の初期引張弾性率

10

20

30

40

50

を有するものであり、好ましい高弾性率硬質材料は、少なくとも約100,000psi(689.5MPa)の初期引張弾性率を有するものである。本明細書に使用する引張弾性率なる用語は、繊維に関してはASTM D2256に従って測定され、ポリマー組成物材料に関してはASTM D638に従って測定され弾性率を意味する。

【0036】

エラストマーポリマーバインダー成分は種々の材料を含むことができる。好ましいエラストマーバインダー成分は、低弾性率エラストマー材料を含む。本発明の目的に関して、低弾性率エラストマー材料は、ASTM D638試験方法に従って測定して、約6,000psi(41.4MPa)以下の引張弾性率をもつ。好ましくは、エラストマーの引張弾性率は約4,000psi(27.6MPa)以下、より好ましくは約2400psi(16.5MPa)以下、より好ましくは1200psi(8.23MPa)以下、最も好ましくは約500psi(3.45MPa)以下である。エラストマーのガラス転移温度(T_g)は好ましくは約0℃未満、より好ましくは約-40℃未満、最も好ましくは約-50℃未満である。エラストマーは、少なくとも約50%、より好ましくは少なくとも約100%、最も好ましくは少なくとも約300%の破断点伸びをもつ。

【0037】

低弾性率をもつ広範な種類の材料及び配合物をポリマー組成物に使用することができる。代表例としては、ポリブタジエン、ポリイソプレン、天然ゴム、エチレン-プロピレンコポリマー、エチレン-プロピレン-ジエンターポリマー、ポリスルフィドポリマー、ポリウレタンエラストマー、クロロスルホン化ポリエチレン、ポリクロロブレン、可塑化ポリ塩化ビニル、ブタジエンアクリロニトリルエラストマー、ポリ(イソブチレン-コ-イソブレン)、ポリアクリレート、ポリエステル、ポリエーテル、シリコンエラストマー、エチレンのコポリマー、及びその組み合わせ、並びに他の低弾性率ポリマー及びコポリマーが挙げられる。種々のエラストマー材料のブレンドまたは、エラストマー材料と一種以上の熱可塑性樹脂とのブレンドも好ましい。

【0038】

特に有用なのは、共役ジエンとビニル芳香族モノマーとのブロックコポリマーである。ブタジエンとイソプレンは好ましい共役ジエンエラストマーである。スチレン、ビニルトルエン及びt-ブチルスチレンは好ましい共役芳香族モノマーである。ポリイソプレンを含むブロックコポリマーを水素化して、飽和炭化水素エラストマーセグメントをもつ熱可塑性エラストマーを製造することができる。このポリマーはA-B-A型の単純な三ブロックコポリマー、 $(AB)_n$ 型 ($n=2\sim10$) のマルチブロックコポリマー、または $R-(BA)_x$ 型 ($x=3\sim150$) のラジカル配置コポリマー(radical configuration copolymer)であってもよく、ここでAはポリビニル芳香族モノマー由来のブロックであり、Bは共役ジエンエラストマー由来のブロックである。これらのポリマーの多くはKraton Polymers (テキサス州ヒューストン) により商業生産されており、広報“Kraton (登録商標) Thermoplastic Rubber”、SC-68-81に記載されている。最も好ましい低弾性率ポリマーバインダー材料は、スチレンブロックコポリマー、特にKraton Polymersより商業生産されている商標Kraton (登録商標) のもと商業生産されているポリスチレン-ポリイソプレン-ポリスチレン-ブロックコポリマー及び、Novcon, Inc. (オハイオ州クリーブランド) より市販されているHYCAR (登録商標) T122アクリル樹脂を含む。

【0039】

本発明のポリマーバインダー組成物の成分として有用である、好ましい高弾性率硬質ポリマーとしては、ビニルエステルポリマーまたはスチレン-ブタジエンブロックコポリマーなどの材料、及びビニルエステルとジアリルフタレートまたはフェノールホルムアルデヒドとポリビニルブチラールなどのポリマーの混合物も挙げられる。特に好ましい高弾性率材料は、好ましくはメチルエチルケトンなどの炭素-炭素飽和溶媒に可溶性で、且つ硬化したときにASTM D638により測定して少なくとも約 1×10^5 psi(689.5MPa)の高い引張弾性率をもつ熱硬化性ポリマーである。特に好ましい硬質材料は、米国特許第6,642,159号(参照として本明細書中に援用されるものとする)に開示されているものである。

【0040】

本発明の布帛複合体から形成した物品の剛性、衝撃及び弾道特性は、ポリマーバインダー組成物ポリマーの引張弾性率によって影響を受ける。たとえば米国特許第4,623,574号は、約6000psi(41,300kPa)未満の引張弾性率をもつエラストマーマトリックスで構築した繊維強化複合体は、より高い弾性ポリマーで構築した複合体と、マトリックスを使用しない同一繊維構造体の両方と比較して、優れた弾道性能を有することを開示する。しかしながら低引張弾性率のポリマーバインダー組成物ポリマーでも低剛性の複合体を与える。さらに特定の用途、特に複合体が抗弾道性及び構造モードの両方で機能しなければならない特定の用途では、弾道抵抗性と剛性の優れた組み合わせが必要である。従って、使用すべきポリマーバインダー組成物ポリマーの最も好適なタイプは、本発明の布帛から形成すべき物品のタイプに応じて変動する。両方の特性の両立を実現するために、好適なポリマーバインダー組成物は低弾性率材料と高弾性率材料の両方を組み合わせて、単一のポリマーバインダー組成物を形成することができる。

10

【0041】

本発明の好ましい態様において、本発明のフッ素含有ポリマーバインダー組成物は、フルオロポリマーまたはフルオロカーボン含有材料またはその両方と、ポリウレタンポリマー、ポリエーテルポリマー、ポリエステルポリマー、ポリカーボネート樹脂、ポリアセタールポリマー、ポリアミドポリマー、ポリブチレンポリマー、エチレン-酢酸ビニルコポリマー、エチレン-ビニルアルコールコポリマー、アイオノマー、スチレン-イソプレンコポリマー、スチレン-ブタジエンコポリマー、スチレン-エチレン/ブチレンコポリマー、スチレン-エチレン/プロピレンコポリマー、ポリメチルペンテンポリマー、水素化スチレン-エチレン/ブチレンコポリマー、マレイン酸無水物官能基化スチレン-エチレン/ブチレンコポリマー、カルボン酸官能基化スチレン-エチレン/ブチレンコポリマー、アクリロニトリルポリマー、アクリロニトリルブタジエンスチレンコポリマー、ポリプロピレンポリマー、ポリプロピレンコポリマー、エポキシ樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂、ビニルエステル樹脂、シリコーン樹脂、ニトリルゴム樹脂、天然ゴムポリマー、酢酸酪酸セルロースポリマー、ポリビニルブチラールポリマー、アクリルポリマー、アクリルコポリマー、または非アクリルモノマーを含むアクリルコポリマーを含む少なくとも一種の追加的ポリマーとのブレンドを含む。

20

【0042】

本発明の最も好ましい態様では、フッ素含有ポリマーバインダー組成物は、フルオロポリマーまたはフルオロカーボン含有材料とアクリルポリマーとの組み合わせを含む。好ましいアクリルポリマーとしては、以下に限定されるわけではないが、アクリル酸エステル、特にメチルアクリレート、エチルアクリレート、n-プロピルアクリレート、2-プロピルアクリレート、n-ブチルアクリレート、2-ブチルアクリレート及びtert-ブチルアクリレート、ヘキシルアクリレート、オクチルアクリレート及び2-エチルヘキシルアクリレートなどのモノマーから誘導したアクリル酸エステルが挙げられる。好ましいアクリルポリマーとしては特に、メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、n-プロピルメタクリレート、2-プロピルメタクリレート、n-ブチルメタクリレート、2-ブチルメタクリレート、tert-ブチルメタクリレート、ヘキシルメタクリレート、オクチルメタクリレート及び2-エチルヘキシルメタクリレートなどのモノマーから誘導したメタクリル酸エステルも挙げられる。アクリルアミド、n-メチロールアクリルアミド、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、アクリル酸及びマレイン酸無水物を含むものと共に、これらの構成モノマーのいずれかから製造したコポリマー及びターポリマーも好ましい。非アクリルモノマーで変性した変性アクリルポリマーも好適である。たとえば、好適なビニルモノマー、たとえば(a)エチレン、プロピレン及びイソブチレンなどのオレフィン類；(b)スチレン、N-ビニルピロリドン及びビニルピリジン；(c)ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル及びビニルn-ブチルエーテルなどのビニルエーテル類；(d)酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、酪酸ブチル、ラウリン酸ビニル、及びデカン酸ビニルなどの脂肪族カルボン酸のビニルエステル；並びに(f)塩化ビニル、塩化ビニリデン、エチレンジクロリド及び塩化プロペニルなどのハロゲン化ビニルを含むアクリルコポリマー及びアクリルターポリマー。同様

30

40

50

に好適なビニルモノマーとしては、マレイン酸ジエステル及びフマル酸ジエステル、特に2～10個の炭素原子、好ましくは3～8個の炭素原子をもつ一価アルコール類、たとえばジブチルマレエート、ジヘキシルマレエート、ジオクチルマレエート、ジブチルフマレート、ジヘキシルフマレート及びジオクチルフマレートがある。

【0043】

その固有の加水分解安定性によりアクリルポリマー及びコポリマーが好ましいが、加水分解安定性はこれらのポリマーの真っ直ぐな炭素主鎖による。市販の材料で広範囲な物理特性が利用可能であるため、アクリルポリマーも好ましい。アクリル樹脂で利用可能な物理的特性の範囲は、弾道抵抗性複合体マトリックス樹脂のポリマーバインダー組成物で望ましいと考えられている物理的特性に匹敵し、おそらくそれを超える。

10

【0044】

ポリマーバインダー組成物は好ましくはさらに少なくとも一種の界面活性剤を含む。意外にもフッ素含有ブレンド化ポリマーバインダー組成物に界面活性剤を添加すると、個別の繊維上のバインダーコーティングの均一性が達成されることが見出された。また意外にも、界面活性剤を添加すると、ブレンドしたポリマーマトリックスバインダー表面でフルオロカーボン樹脂の均一分布が促進されることが見出された。これらの表面または界面は、空気とブレンド化ポリマーマトリックスバインダーとの界面又は外部表面、及び、繊維とブレンド化ポリマーマトリックスバインダーとの界面又は内部表面と記載することができる。表面でのフルオロカーボン樹脂の均一分布は、複合体の耐環境性(塩水、ガソリンなど)の向上の観点からフルオロカーボン樹脂の有効性を高める。

20

【0045】

好適な界面活性剤としては、以下に限定するわけではないが、アニオン、カチオン、両性及び非イオン界面活性剤が挙げられる。通常、非イオン界面活性剤は水中での溶解性が最も制限され、アニオン界面活性剤と塩を形成しないので好ましい。さらにポリマーバインダー分散液はアニオン及びカチオン界面活性剤に対して非常に感受性である。その理由は、高い電荷密度により分散液の凝集を引き起こすことがあるからである。非イオン界面活性剤は通常、分散したポリマー(固体を含むミセル)の性質を妨げもしないし、ごく僅かな干渉も示さない。好ましい非イオン界面活性剤としては、脂肪酸と脂肪アルコールをベースとした非イオン界面活性剤、特に親水性-親油性バランス(HLB)値7～10をもつものが挙げられる。特に好ましい界面活性剤は非イオンポリエチレン-グリコール-トリメチルノニル-エーテル、たとえばTERGITOL(登録商標)TML-3界面活性剤(Dow Chemical Company, ミシガン州ミッドランドより商業的に入手可能)などである。TERGITOL(登録商標)TMN-3は低濃度で低い表面張力を与えるため、好ましい。分散液が十分に広がり、それぞれの繊維を覆うようにするためには、表面張力が低いことが望ましい。TERGITOL(登録商標)TMN-3は約8のHLB値を有し、表面張力を低下させるのに役立つ炭素鎖分岐を示す。Fluowet(登録商標)フッ素系界面活性剤(Clariant GmbH Corporation、ドイツ製)、特にFluowet(登録商標)OTNなどの非イオンフッ素系界面活性剤も有用である。しかしながら、フッ素系界面活性剤は環境への懸念のため、許容できないかもしれない。オレイン酸で部分的に末端停止されたエトキシル化ひまし油と組み合わせたシリコーン界面活性剤も有用である。

30

【0046】

界面活性剤を配合することに加えて、他の因子も外部布帛表面のフッ素含有成分濃度を高めることができる。たとえば、殆どのポリマーはフルオロポリマー及びフルオロカーボン樹脂と僅かな相容性を有するが、ブレンド化エマルジョンまたは分散液の状態では、ポリマーは互いに直接接触していない。ブレンド化エマルジョンまたは分散液の相容性または安定性は、構成成分のポリマーの相容性とは無関係である。エマルジョンまたは分散液では、ポリマー鎖の基は離散的領域(discreet region)に隔離され、乳化剤または界面活性剤に囲まれ、キャリア溶媒中に懸濁される。エトキシル化末端キャップ化ひまし油は、乳化剤の一例である。安定なエマルジョンまたは分散液中にそれぞれのポリマーを含む離散的領域があり得る。これらの離散的領域は、ミセル、コロイド、凝集体、粒子または他の好適な用語として表現してもよい。ブレンドエマルジョン/分散液を支持体(たとえばフ

40

50

ィラメント、繊維、布帛)に適用し、キャリア溶媒を乾燥により除去すると、ミセルは互いに接触し、凝集を開始し、個々のポリマー鎖は、ほどけ、開いて、他の離散的領域由来のポリマー鎖と混合する可能性がある。この段階でブレンドエマルジョン/分散液における樹脂の相容性が考慮される。

【0047】

ブレンドエマルジョンまたは分散液中の二種以上のポリマーが完全に相容性である場合、該ポリマーのポリマー鎖はキャリア溶媒を除去すると均一ブレンド混合物を形成するだろう。ブレンドエマルジョンまたは分散液中のポリマーが相容性でないような、補完的な場合には、該ポリマーのポリマー鎖はキャリア溶媒を除去すると離散的分離度を保持するだろう。この離散性のトポグラフィーまたは性質は、種々のポリマーの相対分子量、ポリマー鎖の柔軟性、ポリマー鎖の絡み合いに抵抗する傾向、あるポリマーに対する場合に別のポリマーに対する場合を上回る界面活性剤の親和性の偏り、ポリマーの支持体の表面に対する親和性の偏り、並びに他の考慮事項などの多くの因子により決定される。

10

【0048】

成分ポリマーが互いに部分的、不十分または僅かな相容性を有する場合には、トポグラフィーは二つの極端な科学的モデルの何らかの組み合わせとなる傾向があるだろう。このトポグラフィーは配合者の利益のために操作することができる。主要マトリックス樹脂、おそらく低弾性率、高分子量、高伸び率アクリルは、その物理的特性のため選択されるだろうが、これは最終用途に好適でなければならない。主要マトリックス樹脂(即ち非フッ素含有成分)対フッ素含有成分の割合は、ブレンドマトリックス組成物の物理的特性が主要マトリックス樹脂の物理的特性によって支配されるように設定すべきである。少なくとも、主要マトリックス樹脂は、フッ素含有成分を超過すべきである。フッ素含有成分の物理的特性は、二次的な重要性を有する。フッ素含有成分は、水及びガソリンをはじく能力、並びに主要マトリックス樹脂と安定なブレンドエマルジョン/分散液にコンパウンドし得る能力により選択されるだろう。また、フッ素含有成分の選択されたフルオロポリマー及び/またはフルオロカーボン樹脂は、キャリア溶媒を除去すると二つの樹脂の離散的領域の形成を促進するために、主要マトリックス樹脂に対して限定的な相容性を有すべきである。さらに、選択されたフルオロポリマーまたはフルオロカーボン樹脂も主要マトリックス樹脂よりもかなり低い分子量をもつ場合、ポリマーはバルクブレンドマトリックスの境界の方に移動し、これらの境界に離散的領域が集中する可能性がより高い。

20

30

【0049】

従って、本発明の好ましい態様では、フッ素含有成分は、フッ素含有ポリマーバインダー組成物の約1重量%～約50重量%を構成する。より好ましくは、フッ素含有成分は、フッ素含有ポリマーバインダー組成物の約3重量%～約35重量%、より好ましくは約5重量%～約25重量%、より好ましくは約5重量%～約20重量%を構成する。約10%～約20%の範囲も好ましい。

【0050】

本発明の好ましい態様では、界面活性剤が存在し、界面活性剤は、ポリマーバインダー組成物の約0.01重量%～約10重量%を構成し、より好ましくは約0.05重量%～約5重量%、最も好ましくはポリマーバインダー組成物の約0.1重量%～約2.5重量%を構成する。ポリマー組成物はまた、カーボンブラック若しくはシリカなどの充填剤も含むことができ、油展することができ、または当業界で公知のように硫黄、過酸化物、金属酸化物若しくは放射線硬化系により加硫することができる。

40

【0051】

十分な耐弾特性をもつ布帛物品を製造するために、布帛を形成する繊維の割合は好ましくは、繊維プラスポリマーバインダー組成物の約50重量%～約98重量%、より好ましくは約70重量%～約95重量%、最も好ましくは約78重量%～約90重量%を構成する。かくして、ポリマーバインダー組成物は好ましくは、布帛の約2重量%～約50重量%、より好ましくは約5重量%～約30重量%、最も好ましくは布帛の約10重量%～約22重量%を構成し、ここで16%が最も好ましい。

50

【0052】

ポリマーバインダー組成物の適用は、繊維プライを圧密する前に実施し、多層コーティングは、スピン仕上げなどの任意の既存の繊維仕上げの上部に適用すべきである。本発明の繊維は、繊維に前記組成物を適用することによってポリマーバインダー組成物にコーティング、含浸させる、これに埋め込むまたはポリマーバインダー組成物と共に適用することができ、続いてコーティング済み繊維を圧密して複合体を形成することができる。フッ素含有ポリマーバインダー組成物は最初に、複数の繊維上に適用し、続いて前記繊維から少なくとも一つの繊維プライを形成し、ここで個々の層は連続して(sequentially)または引き続いて(consecutively)コーティングする。あるいは少なくとも一つの繊維プライを最初に形成し、続いてフッ素含有ポリマーバインダー組成物を少なくとも一つの前記繊維プライ上に適用することによって形成することができる。本発明の目的に関して、「コーティングされた」という用語は、ポリマーバインダー組成物を繊維表面に適用する方法を限定するものではなく、繊維表面にポリマー組成物を適用するどんな好適な方法でも使用することができる。たとえば、ポリマーバインダー組成物は、繊維表面上に組成物の溶液を噴霧、またはロールコーティングすることにより溶液系で適用することができ、ここで溶液の一部は所望のポリマーを含み、その溶液の一部は、該ポリマーを溶解した後乾燥できる溶媒を含む。あるいは、液体、粘稠固体若しくは懸濁液中の粒子としてまたは流動床として繊維にコーティング材料のニートポリマーを適用する方法もある。あるいは、該コーティングは、適用温度で繊維の特性に悪影響を与えない好適な溶媒中の溶液、エマルションまたは分散液として適用することができる。たとえば、繊維は、ポリマーバインダー組成物の溶液を通過させて、実質的に繊維をコーティングし、次いで乾燥し、コーティング化繊維を形成することができる。次いで得られたコーティング化繊維を所望の配置に配列する。別のコーティング法では、繊維プライまたは織物を最初に配置し、続いて該プライまたは布帛を好適な溶媒に溶解させたポリマーバインダー組成物を含む溶液浴に浸漬することができる。この結果、個々の繊維は、それぞれポリマーバインダー組成物で少なくとも部分的にコーティングされ、次いで溶媒の蒸発または揮発によって乾燥させることができる。この浸漬手順は、繊維上に所望量のポリマーバインダー組成物コーティングを配置するために、必要に応じて数回繰り返すことができ、好ましくは個々の繊維のそれぞれを封じ込めるか、ポリマーバインダー組成物で繊維表面積の全てまたは実質的に全てを被覆する。

【0053】

ポリマーを溶解または分散させ得る限り、任意の液体を使用することができるが、好ましい溶媒群としては、水、パラフィン油及び芳香族溶媒または炭化水素溶媒が挙げられ、具体的な溶媒としては、パラフィン油、キシレン、トルエン、オクタン、シクロヘキサン、メチルエチルケトン(MEK)及びアセトンが挙げられる。溶媒にコーティングポリマーを溶解または分散させるために使用する方法は、種々の支持体上に同様の材料のコーティングのために従来使用されているものがあるだろう。

【0054】

繊維にコーティングを適用する他の方法を使用することができ、たとえば、繊維を高温延伸操作にかける前、又は、繊維から溶媒を除去する前も若しくは除去した後(ゲル紡糸繊維製造法を使用する場合)に高弾性率前駆体(ゲル繊維)のコーティングを実施する方法が挙げられる。次いで繊維を高温で延伸して、コーティング化繊維を製造することができる。ゲル繊維は、所望のコーティングを達成するための条件下で好適なコーティングポリマー溶液内を通過させることができる。ゲル繊維内の高分子量ポリマーの結晶化は、繊維が溶液内を通過する前に起こってよく、あるいは起こらなくてよい。あるいは、繊維は好適なポリマー粉末の流動床に押し出すことができる。さらに延伸操作または他の操作プロセス、たとえば溶媒交換、乾燥などを実施する場合、コーティングは最終繊維の前駆体材料に適用することができる。本発明の最も好ましい態様では、本発明の繊維はポリマーバインダー組成物で最初にコーティングし、続いて複数の繊維を配列させて織りまたは不織布とする。そのような方法は当業界で公知である。

【0055】

当業界で公知のように、圧密は、プライを組み合わせて一体の布帛にするのに十分な加熱及び圧力条件下で個々の繊維プライを互いの上に配置することによって実施する。圧密は約50℃～約175℃の温度、好ましくは約105℃～約175℃の温度で、約5psig(0.034MPa)～約2500psig(17MPa)の圧力で、約0.01秒～約24時間、好ましくは約0.02～約2時間実施することができる。加熱する際、ポリマーバインダー組成物は、完全に熔融することなく粘着させたり流動させたりすることができる。しかしながら、通常、ポリマーバインダー組成物材料を融解させると、複合体を形成するのに比較的殆ど圧力が必要でないのに対し、ポリマーバインダー組成物材料を粘着点に加熱する場合には、通常、より高い圧力が必要である。圧密は、熱及び／または圧力を必要とすることなく、第一の繊維ウェブを第二の繊維ウェブに湿潤ラミネート化することによっても実施することができる。当業界で従来公知のように、圧密はカレンダーセット、平台ラミネーター、プレス中で、またはオートクレープ中で実施することができる。

10

【0056】

あるいは圧密は、好適な成形装置中、加熱及び圧力下で成形することによって実施することができる。通常、成形は、約50psi(344.7kPa)～約5000psi(34470kPa)、より好ましくは100psi(689.5kPa)～約1500psi(10340kPa)、最も好ましくは約150psi(1034kPa)～約1000psi(6895kPa)の範囲の圧力で実施する。あるいは成形は、約500psi(3447kPa)～約5000psi、より好ましくは約750psi(5171kPa)～約5000psi、より好ましくは約1000psi～約5000psiのより高い圧力で実施することができる。成形工程は約4秒～約45分かかり得る。好ましい成形温度は約200°F(～93℃)～約350°F(～177℃)、より好ましくは約200°F～約300°F(～149℃)、最も好ましくは約200°F～約280°F(～121℃)を変動する。本発明の布帛を成形する圧力は、得られる成形品の剛性または柔軟性に直接影響を及ぼす。特に布帛を成形する圧力が高ければ高いほど、剛性は高くなり、圧力が低ければ低いほど、剛性は低下する。成形圧力に加えて、布帛層の量、厚さ及び組成、並びにポリマーバインダー組成物の種類も本発明の布帛から形成した物品の剛性に直接影響を及ぼす。

20

【0057】

本明細書に記載の成形方法及び圧密方法はそれぞれ類似しているが、それぞれのプロセスは異なっている。特に、成形はバッチプロセスであり、圧密は連続プロセスである。さらに成形は通常、フラットパネルを形成する際には、成形品またはマツチドダイ成形(match-die mold)などの型の使用を含み、必ずしも平面製品となるわけではない。通常、圧密は平台ラミネーター、カレンダーニップセットまたは、湿潤ラミネート化で実施して、軟質防弾チョッキ布帛を製造する。成形は通常、硬質防護具、たとえば硬質板の製造のためのものである。本発明において、圧密方法及び軟質防弾チョッキの製造が好ましい。

30

【0058】

いずれのプロセスにおいても、好適な温度、圧力及び時間は通常、ポリマーバインダーコーティング材料の種類、(混和したコーティングの)ポリマーバインダー含有量、使用するプロセス及び繊維の種類に依存する。本発明で製造した布帛は場合により、その表面を平滑化する又は磨くために加熱及び圧力下でカレンダーにかけることができる。カレンダー法は当業界で公知である。

40

【0059】

個々の布帛の厚さは、個々の繊維の厚さに対応する。好ましい織物は、約25μm～約500μm/層、より好ましくは約50μm～約385μm、最も好ましくは約75μm～約255μm/層の好ましい厚さを有する。好ましい不織布、即ち不織、単層の圧密網状構造は、約12μm～約500μm、より好ましくは約50μm～約385μm、最も好ましくは約75μm～約255μmの好ましい厚さを有し、ここで単層の圧密網状構造は通常、二つの圧密プライ(即ち二つのユニテープ)を含むが、比較例で使用される比較例Aの複合体は例外であり、ここで複合体の単層は4つのプライを含んでいる。そのような厚さが好ましいが、他の厚さも特定の需要を満足させるのに製造することができ、本発明の範囲内に含まれることは理解されるべきである。

50

【0060】

本発明の布帛は、約50グラム/m²(gsm)(0.011lb/ft²(psf))～約1000gsm(0.2psf)の好ましい面密度を有する。本発明の布帛のより好ましい面密度は、約70gsm(0.014psf)～約50gsm(0.1psf)である。本発明の布帛の最も好ましい面密度は約100gsm(0.02psf)～約250gsm(0.05psf)を変動する。他方の上に一方を積み重ねた布帛の複数の個々の層から成り立っている本発明の物品はさらに、好ましい面密度約1000gsm(0.2psf)～約40,000gsm(8.0psf)、より好ましくは約2000gsm(0.40psf)～約30,000gsm(6.0psf)、より好ましくは約3000gsm(0.60psf)～約20,000gsm(4.0psf)、最も好ましくは約3750gsm(0.75psf)～約10,000gsm(2.0psf)を有する。

【0061】

本発明の構造体を種々の用途で使用して、公知方法を使用して種々の弾道抵抗性物品に成形することができる。たとえば弾道抵抗性物品を成形する好適な方法は、たとえば米国特許第4,623,574号、同第4,650,710号、同第4,748,064号、同第5,552,208号、同第5,587,230号、同第6,642,159号、同第6,841,492号、及び同第6,846,758号に記載されている。この構造体は、軍事及び平和維持任務での手榴弾、大砲の砲弾、即製爆破装置(IED)及び他のデバイスの爆発により発生した種々のフラグメント及び9mmフルメタルジャケット(FMJ)銃弾などの多くの弾道脅威を阻止するために軍人により使用される、たとえばチョッキ、パンツ、帽子または他の衣類、カバーまたはブランケットなどの柔らかい、柔軟防護具物品の成形に特に有用である。本明細書中で使用するように、「柔軟」または「柔らかい」防護具とは、相当量の応力に暴露されたときにその形状を維持せず、且つ崩壊することなく自立していることができない防護具である。この構造は、剛性硬質防護物品の成形にも有用である。「硬質(hard)」防護具とは、相当量の応力に暴露されたときにその構造的剛性を保持し、且つ崩壊することなく自立できるように十分な機械的強度をもつ、ヘルメット、軍用車輛、または防護遮蔽体などの物品を意味する。この構造体は個別のシートに切り出して、物品に形成するために積み重ねたり、またはこれらから前駆体を形成し、続いて物品を形成するために使用することができる。そのような技術は当業界で公知である。

【0062】

本発明の衣類は従来公知の方法により成形することができる。好ましくは、衣料品は本発明の弾道抵抗性物品と衣料品とを接合させることによって成形することができる。たとえばチョッキは、本発明の弾道抵抗性構造体が接合されている一般的な布帛のチョッキを含むことができ、これにより本発明の構造体は戦略的に配置されたポケットに挿入される。これによって弾道保護性が最大化でき、同時にチョッキ重量を最小化できる。本明細書中で使用する「接合している(adjoining)」及び「接合された(adjointed)」なる用語は、弾道抵抗性物品が、必要に応じてチョッキまたは衣服の他の物品から取り外せるように、別の布帛と縫製または接着などによる結合、並びに非結合連結(unattached coupling)または並置(juxtaposition)による結合を包含するものとする。柔軟シート、ベスト及び他の衣料品のような柔軟構造体を成形するのに使用する物品は、好ましくは、低引張弾性率バインダー組成物を使用して形成する。ヘルメット及び防護具のような硬質物品は、高引張弾性率のバインダー組成物を使用して形成するのが好ましい。

【0063】

弾道抵抗性は、当業界で公知の標準的な試験手順を使用して測定する。特に構造体の保護力または貫通抵抗性は、通常、発射体の50%が複合体を貫通し、50%が防御物によって停止される衝撃速度(V_{50} 値としても知られている)を引用することにより表す。本明細書中で使用される、物品の「貫通抵抗性(penetration resistance)」なる用語は、銃弾、フラグメント、榴散弾などの物理的対象物及び、爆発による爆風などの非物理的対象物などの指定された脅威による貫通に対する抵抗性である。複合体の面密度(表面積で割った複合体の重量)が等しい場合、 V_{50} が高ければ高いほど、複合体の弾道抵抗性も優れている。

【0064】

本発明の物品の弾道抵抗性は、様々な要因、特に布帛を製造するのに使用した繊維の種類、複合体における繊維の重量比、樹脂マトリックスの物理的特性の適合性、複合体を製造する布帛層の数、及び複合体の総面密度に応じて変動する。しかしながら、海水による溶解または浸透に対して耐性を有し、且つ一種以上の有機溶媒による溶解または浸透に対して耐性であるポリマーバインダー組成物を使用すると、本発明の物品の弾道特性に負の影響を与えない。

【0065】

以下の実施例は本発明を説明するためのものである。

【実施例】

【0066】

種々の布帛サンプルを、参考実施例1～2、実施例3～6、参考実施例7～8、実施例9～12及び比較例1～6により以下に例示したとおりに試験した。表1Aは、本発明の実施例で使用した本発明のサンプルを製造するために使用したポリマーバインダー組成物について記載する。表1Bは、比較例で試験した布帛サンプルについて記載する。表2は布帛構造について記載する。下記のとおり、水性アクリルポリマーHycar(登録商標)T122は、アニオン界面活性剤を伴った、エチルアクリレート、n-ブチルアクリレートとカルボン酸含有モノマーとのコポリマーである。これはNoveon, Inc.(クリーブランド、オハイオ州)より市販されている。Hycar(登録商標)T122は、高い伸び1200%及び低引張弾性率53 Opsiを有するため特に好ましく、その特性は柔軟な弾道複合体に好適である。T122Tと表示されたバインダー組成物は、少量のTERGITOL(登録商標)TMN-3非イオン界面活性剤で変性したT122である。T122FCと示されたバインダー組成物は、T122と同一であるが、約10%のNuva(登録商標)LBフルオロカーボン樹脂で変性したものである。T122FC2A、T122FC2B及びT122FC2Cと表示されたバインダー組成物は、T122と同一であるが、約20%のNuva(登録商標)LBフルオロカーボン樹脂で変性したものである。

【0067】

Dow Chemical Companyより市販の界面活性剤TERGITOL(登録商標)TMN-3は、非イオン分岐第二級アルコールカルボキシレート、主にポリエチレングリコールトリメチルノールエーテルである。Nuva(登録商標)LBは、テトラフルオロエチレンのテロメリゼーションから誘導したフルオロカーボン樹脂である。これはClariant International, Ltdから商業的に入手可能である。

【0068】

比較例Aの布帛は、不織のアラミドベース布帛である。これらはそれぞれの外部布帛表面にラミネートされた低密度ポリエチレン(LDPE)をもつ4プライ(4枚のユニテープ)0°/90°/0°/90°の不織構造を有している。布帛は、繊維面密度(FAD)45gsmをもつ1000-デニールTWARON(登録商標)タイプ2000アラミド繊維から製造され、KRATON(登録商標)エマルジョンバインダーを含むバインダー組成物を含む。

【0069】

比較例B及び比較例Cの布帛は、不織のポリエチレンベースの布帛であった。いずれの布帛もそれぞれの外部布帛表面にラミネートされたLDPEフィルムをもつ2プライ(2枚のユニテープ)0°/90°の不織構造を有している。比較例Bの布帛は、FAD34gsmを有する1300-デニールポリエチレン繊維から製造され、水性のKRATON(登録商標)SISブロックコポリマー(バインダー含有量:15%)を含むバインダー組成物を含む。比較例Cの布帛は、FAD37gsmをもつ1100-デニールポリエチレン繊維から製造され、溶媒系のKRATON(登録商標)ポリスチレン-ポリイソプレン-ポリスチレンブロックコポリマー(SB SIS)(バインダー含有量:20.5%)を含むバインダー組成物を含む。

【0070】

10

20

30

40

【表 1】

表 1 A

バインダー配合	成分	記載	量
T122	Noveon HYCAR(登録商標)T122	水性アクリル	100%
T122T	Noveon HYCAR(登録商標)T122 Dow TERGITOL(登録商標)TMN-3	水性アクリル 非イオン界面活性剤	99% 1%
T122FC	Noveon HYCAR(登録商標)T122 Dow TERGITOL(登録商標)TMN-3 Clariant NUVA(登録商標)LB	水性アクリル 非イオン界面活性剤 フルオロカーボン樹脂	89% 1% 10%
T122FC2	Noveon HYCAR(登録商標)T122 Dow TERGITOL(登録商標)TMN-3 Clariant NUVA(登録商標)LB	水性アクリル 非イオン界面活性剤 フルオロカーボン樹脂	79% 1% 20%

10

【0071】

【表 2】

表 1 B

布帛サンプル	布帛記載
比較例 A	4 プライ不織、アラミド系布帛； 水性 KRATON(登録商標)エマルションバインダー
比較例 B	2 プライ 1300 デニールポリエチレン系布帛； 水性 KRATON(登録商標)バインダー
比較例 C	2 プライ 1100 デニールポリエチレン系布帛； 溶媒系 KRATON(登録商標)バインダー

20

【0072】

【表 3】

表 2

サンプルの記載

実施例	樹脂タイプまたは製品名	樹脂含有量(重量%)	繊維含有量(重量%)	シングルプライ FAD	布帛層当たりの層	単層 TAD
1 及び 7	T122	16	84	45gsm	2	107gsm
2 及び 8	T122T	15.8	84.2	45gsm	2	107gsm
3 及び 9	T122FC	17	83	45gsm	2	108gsm
4 及び 10	T122FC2A	14.7	85.3	45gsm	2	105gsm
5 及び 11	T122FC2B	17	83	45gsm	2	108gsm
6 及び 12	T122FC2C	19	81	45gsm	2	111gsm
比較例 1 比較例 4	比較例 A	16*	77.6*	45gsm	4	232gsm
比較例 2 比較例 5	比較例 B	15*	71.6*	34gsm	2	95gsm
比較例 3 比較例 6	比較例 C	20.5*	65.5*	37gsm	2	113gsm

*重量の残余は、外側の布帛表面にラミネートされた保護フィルムによって表される。

【0073】

弾道抵抗性防護具物品は、弾道抵抗性布帛の個々の層を加えたり取り去るることにより所望の V_{50} を達成するために設計し且つ構築することができる。これらの実験目的に関して、物品の構造は、物品の総面密度(TAD)(繊維とポリマーバインダー組成物を含む布帛の面密度)が 1.00 ± 0.02 psfであるように、十分な数の布帛層を重ねることにより標準化した。個々の布帛層のTADに応じて、物品の目標として設定されたTAD0.98psf $\sim$ 1.02psfに保持するのに必要な層の数は44 $\sim$ 47の間を変動した。これらの布帛の積み重ねはそれぞれ、ナイロン布帛リップストップ(rip-stop)キャリアに設置されて、次いで縫い綴じられた。この時点で、アセンブリは、試験が実施されるべき弾性物品サンプルであるとされた。

【0074】

本発明の参考実施例1 $\sim$ 2、実施例3 $\sim$ 6、参考実施例7 $\sim$ 8、実施例9 $\sim$ 12で使用した布帛はそれぞれ、Teijin(日本)製の高性能1000-デニール(1100dtex)Twaron(登録商標)タイプ2000アラミド繊維の一方方向ウェブ(一方方向性テープ、即ちユニテープ)に塗布したバインダー組成物(表1A中に記載)を使用して構築した不織0°/90°布帛であった。次いでこのユニテープの二つの直交(0°/90°)プライを一つの一体化布帛に圧密した(圧密条件:500PSI、240°F(133.3°C)、30分)。ユニテープのそれぞれのプライの繊維面密度(FAD)は45gsmであった。ポリマーバインダー組成物を含んで、それぞれ一枚のユニテーププライのTADは52.5gsm $\sim$ 55.5gsmの範囲を変動した。それぞれの布帛層のTAD(それぞれの単一プライのTADの二倍に等しい)は、105gsm $\sim$ 111gsmの範囲を変動した。布帛の各層は二層、不織布から切り出した公称12"×12"の正方形であった。次いでこれらの布帛層を上記のように物品に組み立てた。これらの布帛を製造するのに用いた種々のポリマー樹脂マトリックスバインダー組成物を表1Aに示す。

【0075】

数種の異なる布帛試験パックの V_{50} 弾道抵抗性を、塩水に浸漬後とガソリン浸漬後にそれぞれ評価した。結果は以下の参考実施例 1～2、実施例 3～6、参考実施例 7～8、実施例 9～12、比較例 1～6 及び表 3 及び 4 にまとめて示す。塩水及びガソリンの環境暴露後の弾道評価手順並びに試験サンプルの製造手順を以下に概説する。

【0076】

A. 環境暴露後のポリマーバインダー組成物の弾道評価手順

ハードウェア：

1. 塩水浸漬トレープラスチック、平底蓋なし容器、18" (インチ) 幅、24" 長さ、6" 深さ。
2. 乾燥枠及びクリップ。
3. ガソリン浸漬チャンバーステンレススチール・エンクロージャ、約24インチ幅、24インチ深さ、36インチ高さ。エンクロージャは正面点検蓋(access door)、上部点検蓋(access lid)及び、壁の上部から1インチ下に左壁と右壁とを橋架している数本の取り付け棒を含む。
4. ガソリン浸漬輸送キャリヤ。
5. 秤量てんびん。
6. 消去できないマーカーペン。
7. タイマー。
8. 弾道据え付けフレーム。
9. 16グレインRCCフラグメントの発射とその速度を測定し得る弾道範囲。

【0077】

材料：

1. 評価すべき不織布12インチ×12インチ正方形。
2. 「リップ-ストップ」キャリヤ13インチ×13インチ・ナイロン。
3. 脱イオン水。
4. 海塩(または塩化ナトリウムと塩化マグネシウムとの混合物)。
5. U.S. レギュラー等級(87-オクタン、無鉛)ガソリン5ガロン。
6. 16-グレインRCCフラグメント。

【0078】

B. 試験パックの製造手順

1. 布帛12インチ×12インチ正方形サンプル10枚を秤量して、布帛サンプルの平均重量を測定した。
2. 1.00lb(ポンド)+/-0.02lbに等しくなるのに必要なこれらのサンプル数を測定した。この数字は「層カウント(layer count)」と定義した。
3. 12インチ×12インチ正方形の12枚のスタックを製造した。それぞれのスタック中の布帛2プライ層(または比較例A布帛に関しては4プライ)数は「層カウント」と同一であり、それぞれのサンプル中の繊維の一貫した配向は保持された(即ち、それぞれのサンプル中の上部プライの繊維は全て同一方向を向いていた)。
4. 12枚全てのスタックが必要な「層カウント」を有する場合には、それぞれのスタックを秤量して、公称1.00lb試験パック(発射パック)を得るのに「層カウント」の調整が必要かどうかを決定した。スタックの間で層数が違っていた場合には、1.00lb布帛サンプルの12枚の等しいスタックが得られるように調整した。
5. 1.00lb布帛層の12枚の等しいスタックが形成されたら、それぞれを13インチ×13インチのナイロン「リップ-ストップ」キャリヤに挿入した。試験パックを含むようにキャリヤの開口端を縫った。それぞれのキャリヤ/試験パックのコーナーを縫いつけた。
6. 消去できないマーカーを使用して、キャリヤの表面のそれぞれの試験パック上の特徴的な識別子(identifier)など、試験パックの詳細を全て記録した。試験パックをナイロンキャリヤを含めて再び秤量した。
7. 12枚の試験パックは、3つの試験パックの4群に分けた。一つの群は、塩水浸漬試験用の乾燥対照として使用した。別の群は、塩水浸漬試験用に使用した。もう一つの群は、

ガソリン浸漬試験用の乾燥対照として使用した。最後の群はガソリン浸漬試験用に使用した。

【0079】

C. 24時間塩水浸漬

1. Morton Sea Saltの最大500グラム容器2つを空の清浄な塩水浸漬トレーに注いだ。この塩をきれいな水道水7ガロンで覆った。トレーはその6インチ深さのうち約3インチまで充填され、塩が全て溶解するまでスパチュラで攪拌した。Morton Sea Saltの代わりに、3.0%塩化ナトリウムと0.5%塩化マグネシウムの水道水中の溶液を使用することができる。

2. 塩水浸漬試験用に計画された群からのサンプルの一つを選択し、その乾燥重量を前に記録した重量と一致させるために確認した。 10

3. 第一の塩水浸漬試験サンプルは、塩水溶液に完全に浸漬させた。1時間間隔でもう一つの試験パックを塩水溶液中に浸漬した。

4. 第一の試験パックを塩水溶液に24時間浸漬したら、サンプルの弾道試験準備は完了した。

【0080】

D. 塩水浸漬に関する弾道試験

1. 試験パックを塩水溶液から取り出し、乾燥枠の一角に吊るし、15分間ドリップドライを実施した。

2. ドリップドライにかけたサンプルを弾道範囲に移し、秤量して湿潤重量を記録した。 20

3. サンプルを弾道取り付け具枠に挿入し、このアセンブリを発射範囲に設置した。

4. 一連の16-グレインRCCフラグメントをMIL-STD-662E試験法に従ってサンプルに打ち込んだ。発射体の速度は、サンプルの完全貫通とサンプルの部分貫通とが入り交じるように調整した。各射撃の速度を測定し、サンプルの V_{50} は検定済みの統計分析ツールを使用して決定した。

5. その後、乾燥対照群由来のサンプルの一つを比較のために段階3と段階4に従って試験した。

6. 上記段階を、指定された塩水浸漬試験サンプルと乾燥対照サンプルの全てについて継続し、そのそれぞれについて V_{50} を測定した。

【0081】

E. 4時間ガソリン浸漬

1. 5ガロンのU.S.レギュラーグレード(87-オクタン、無鉛)ガソリンをガソリン浸漬チャンバに注いだ。

2. ガソリン浸漬試験法用に指定された群からのサンプルの一つを選択し、その乾燥重量を、先に記録した重量と一致させるために確かめた。

3. 第一のガソリン浸漬試験サンプルを完全にガソリンに沈めた。1時間間隔で、もう一つの試験パックをガソリンに浸漬した。

4. 第一の試験パックを一度ガソリン浸漬チャンバに4時間浸漬したら、第一のサンプルの弾道試験準備は完了となった。

【0082】

F. ガソリン浸漬に関する弾道試験

1. 4時間後、第一のサンプルをガソリンから引き上げ、チャンバ上部を横切っている取り付け棒の一つにクリップした。このサンプルを15分間ドリップドライさせておいた。

2. 15分間のドリップドライ後、サンプルを取り付け棒から外して、ガソリン浸漬輸送キャリヤに設置して、蓋を閉めた。

3. 次にキャリヤを弾道試験室に運び、サンプルを秤量してその湿潤重量を記録した。

4. サンプルを弾道据え付け枠に挿入し、このアセンブリを発射範囲に設置した。

5. 一連の16-グレインRCCフラグメントをMIL-STD-662E試験法に従ってサンプルに打ち込んだ。発射体の速度は、サンプルの完全貫通とサンプルの部分貫通とが混ざるように調整した。各射撃の速度を測定し、サンプルの V_{50} は検定済みの統計分析ツールを使用して決 50

定した。

6. その後、乾燥対照群由来のサンプルの一つを比較のために段階3と段階4に従って試験した。

7. 上記段階は、指定されたガソリン浸漬試験サンプルと乾燥対照サンプルの全てについて継続し、そのそれぞれについて V_{50} を測定した。

【0083】

G. 結果

【0084】

【表4】

表3

10

塩水浸漬試験

実施例	樹脂の種類または製品名	層カウント	TAD psf(ksm)	乾燥 V_{50} fps(mps)	湿潤 V_{50} fps(mps)	V_{50} 保持率%
1	T122	43	0.99 (4.83)	1959 (505)	1777 (458)	90.40%
2	T122T	45	1.00 (4.88)	1948 (502)	1842 (475)	94.60%
3	T122FC	45	1.00 (4.88)	1962 (506)	1970 (508)	100.40%
4	T122FC2A	47	1.00 (4.88)	2029 (523)	2010 (518)	99.10%
5	T122FC2B	45	1.00 (4.88)	2046 (527)	2047 (528)	100.00%
6	T122FC2C	44	1.00 (4.88)	1956 (504)	1945 (501)	99.40%
比較例1	比較例A	21	0.99 (4.83)	1810 (466)	1394 (359)	77.00%
比較例2	比較例B	51	0.99 (4.83)	1977 (510)	1737 (448)	87.90%
比較例3	比較例C	43	1.00 (4.88)	1972 (508)	1641 (423)	83.20%

20

30

【0085】

【表 5】

表 4

ガソリン浸漬試験

実施例	樹脂の種類または製品名	層カウント	TAD psf(ksm)	乾燥 V ₅₀ fps(mps)	湿潤 V ₅₀ fps(mps)	V ₅₀ 保持率%
7	T122	43	0.99 (4.83)	**	**	**
8	T122T	45	1.00 (4.88)	1944 (501)	1630 (420)	83.8%
9	T122FC	45	1.00 (4.88)	1998 (510)	2014 (519)	100.8%
10	T122FC2A	47	1.00 (4.88)	**	**	**
11	T122FC2B	45	1.00 (4.88)	1977 (510)	2014 (519)	101.8%
12	T122FC2C	44	1.00 (4.88)	**	**	**
比較例 4	比較例 A	23	1.99 (5.32)	2164 (558)	1271 (314)	58.7%
比較例 5	比較例 B	51	0.99 (4.83)	1977 (510)	1486 (383)	75.2%
比較例 6	比較例 C	43	1.00 (4.88)	1972 (508)	1641 (423)	83.2%

**は、これらのサンプルを試験しなかったことを表す。

【0086】

塩水浸漬及びガソリン浸漬の両方の場合について、サンプルの元の乾燥重量で割った湿潤サンプルの比を、塩水若しくはガソリンを吸収するサンプルの指標または傾向とする。たとえば不織布12"×12"サンプルはもともとは9.70グラムの重さがある。サンプルを3.5%塩水溶液中に浸漬して、15分間ドリップドライを実施した後、その重量は11.28グラムに増加する。湿潤重量対元の重量の比は、11.28グラムを9.70グラムで割った値、即ち1.163である。1よりもかなり大きな値(たとえば1.40または1.74)は、サンプルが流体を吸収する傾向が高いことを示している。1にずっと近い比(たとえば0.98または1.06)は、サンプルが流体を吸収する傾向がはるかに低いことを示している。

【0087】

あるいは、塩水またはガソリンに浸漬後にサンプルが重量増する傾向は、重量パーセント増として表すことができる。この値は、浸漬後のサンプルの湿潤重量から浸漬前のサンプルの乾燥重量を差し引き、次いでこの差をもとの乾燥重量で割ることにより算出される。どちらの計算によっても吸収傾向の大きさは、暴露後の予想弾道性能の確かな予測因子ではないが、相関関係は予想される。表5は、参考実施例1及び2と実施例3と、比較例1及び2で使用したサンプルの、塩水に浸漬後の重量増加傾向をまとめる。他のサンプルについては試験しなかった。

【0088】

【表 6】

表 5

単層 24 時間塩水吸収

実施例	樹脂の種類または製品名	バインダーポリマー	元の重量 (グラム)	湿潤重量 (グラム)	パーセント 重量増
1	T122	アクリル	14.6	16.2	11.00%
2	T122T	アクリル	**	**	**
3	T122FC	アクリル/FC	13.1	13.7	4.60%
4	T122FC2A	アクリル/FC	**	**	**
5	T122FC2B	アクリル/FC	**	**	**
6	T122FC2C	アクリル/FC	**	**	**
比較例 1	比較例 A	WB SIS	22.3	39.9	78.90%
比較例 2	比較例 B	WB SIS	9.8	13.4	36.70%
比較例 3	比較例 C	SB SIS	23.5	24.6	4.70%

**は、これらのサンプルを試験しなかったことを表す。

【0089】

塩水浸漬弾道試験に関しては、湿潤サンプルの平均 V_{50} 対乾燥対照サンプルの平均 V_{50} の比は、塩水浸漬後 V_{50} 保持率%として定義する。ガソリン浸漬弾道試験に関しては、湿潤サンプルの平均 V_{50} 対乾燥対照サンプルの平均 V_{50} の比は、ガソリン浸漬後 V_{50} 保持率%として定義する。たとえば、T122Tバインダー材料を使用する表 2 の参考実施例 8 の三つのガソリン浸漬サンプルは、平均1630ft/秒の V_{50} を有していた。これらのガソリン浸漬サンプルの三つの乾燥対照サンプルは、平均1944ft/秒の V_{50} を有していた。従って、ガソリン浸漬後の V_{50} 保持率%は、1630を1944で割った値、83.8%である。高い V_{50} 保持率(97%以上)は、複合体布帛が環境暴露または汚染に対して感受性ではないことを示す。低い V_{50} 保持率(<90%)は、複合体布帛が環境暴露または汚染に対して非常に感受性であることを示す。

【0090】

本発明を特別に示し、好ましい態様を参照して記載してきたが、当業者には、本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく種々の変更及び変形が可能であることは容易に理解されるだろう。請求の範囲は開示の態様、上記のその代替物及びこれらの全ての均等物に及ぶものと解釈すべきである。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
D 0 3 D 15/12 (2006.01)		D 0 3 D 15/12	Z
D 0 6 M 15/564 (2006.01)		D 0 6 M 15/564	
D 0 6 M 15/347 (2006.01)		D 0 6 M 15/347	
D 0 6 M 15/263 (2006.01)		D 0 6 M 15/263	
D 0 6 M 15/507 (2006.01)		D 0 6 M 15/507	
D 0 6 M 15/39 (2006.01)		D 0 6 M 15/39	
D 0 6 M 15/59 (2006.01)		D 0 6 M 15/59	
D 0 6 M 15/693 (2006.01)		D 0 6 M 15/693	
D 0 6 M 15/256 (2006.01)		D 0 6 M 15/256	
D 0 6 M 15/353 (2006.01)		D 0 6 M 15/353	
D 0 6 M 15/277 (2006.01)		D 0 6 M 15/277	
D 0 6 M 15/576 (2006.01)		D 0 6 M 15/576	
A 4 1 D 13/00 (2006.01)		A 4 1 D 13/00	B

(74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行

(74)代理人 100139642
弁理士 相馬 貴昌

(72)発明者 アーディフ, ヘンリー・ジー
アメリカ合衆国バージニア州 2 3 8 3 2, チェスターフィールド, ハンプトン・ステーション・コ
ート 8 0 6 0

(72)発明者 クレイン, ラルフ
アメリカ合衆国バージニア州 2 3 1 1 3, ミドロシアン, リバーミスト・テラス 3 7 1 9

(72)発明者 ハースト, デーヴィッド・エイ
アメリカ合衆国バージニア州 2 3 2 3 3, リッチモンド, モーガン・ラン・ロード 1 1 1 2 1

(72)発明者 バトナガー, アショク
アメリカ合衆国バージニア州 2 3 2 3 5, リッチモンド, レイク・フォレスト・ストリート 7 8
4 3

(72)発明者 アーヴィッドソン, ブライアン・ディー
アメリカ合衆国バージニア州 2 3 8 3 1, チェスター, オールド・チェシャー・ドライブ 4 1 0
1

(72)発明者 ワグナー, ロリ・エル
アメリカ合衆国バージニア州 2 3 2 3 1, リッチモンド, フォートレス・ブレイス 7 9 3 4

審査官 相田 元

(56)参考文献 特表 2 0 0 5-5 3 8 3 3 4 (JP, A)
特開 2 0 0 2-3 0 9 4 8 2 (JP, A)
特開 2 0 0 4-2 6 3 3 6 0 (JP, A)
特表 2 0 0 4-5 0 2 8 8 4 (JP, A)
特表 2 0 0 5-5 2 3 1 7 9 (JP, A)
特表 2 0 0 4-5 0 6 5 3 9 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 3 2 B 1/00-4 3/00
D 0 6 M 1 3/00-1 5/7 1 5
D 0 4 H 1/00-1 8/0 4

D 0 3 D	1 / 0 0
D 0 3 D	1 5 / 1 2
A 4 1 D	1 3 / 0 0
F 4 1 H	1 / 0 2