



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I519694 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：102115311

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 19 日

(51)Int. Cl.：

*D06M17/06 (2006.01)**D06N3/04 (2006.01)**F41H1/02 (2006.01)**C08L9/02 (2006.01)**C08L13/00 (2006.01)**C08L33/26 (2006.01)**C08L27/12 (2006.01)*

(30)優先權：2007/12/21 美國

11/962,533

(71)申請人：哈尼威爾國際公司 (美國) HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (US)

美國

(72)發明人：亞蒂夫 亨瑞 G ARDIFF, HENRY G. (US)；伯哈納加 艾霍克 BHATNAGAR, ASHOK (US)；郝斯特 大衛 A HURST, DAVID A. (US)；亞維德森 布里安 D ARVIDSON, BRIAN D. (US)；華格納 勞瑞 L WAGNER, LORI L. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200523431A

US 5187003

US 6642159B1

US 2003/0022583A1

審查人員：張玉台

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：0 共 39 頁

(54)名稱

基於腈橡膠黏合劑之抗環境防彈複合物

ENVIRONMENTALLY RESISTANT BALLISTIC COMPOSITE BASED ON A NITRILE RUBBER BINDER

(57)摘要

本發明係關於在暴露於諸如海水及有機溶劑(例如汽油及其他以石油為主的產品)等液體後仍保持優越防彈性能之防彈織物及物件。該等織物係由塗佈有腈橡膠黏合劑聚合物之高性能纖維形成，該腈橡膠黏合劑聚合物具有約 15 重量%至約 50 重量%之丙烯腈含量；且視情況塗佈有係為腈橡膠與含氟材料之摻合物的黏合劑。

Ballistic resistant fabrics and articles that retain superior ballistic resistance performance after exposure to liquids such as sea water and organic solvents, such as gasoline and other petroleum-based products. The fabrics are formed from high performance fibers coated with a nitrile rubber binder polymer having an acrylonitrile content of from about 15 wt. % to about 50 wt. %, and are optionally coated with a binder that is a blend of a nitrile rubber and a fluorine-containing material.

發明摘要

※ 申請案號：102115311 (由974994755)

※ 申請日：97.12.19

※IPC 分類：D06M 17/06 (2006.01) C08L 33/26 (2006.01)
D06N 3/88 (2006.01) C08L 27/12 (2006.01)
F41H 1/12 (2006.01)
C08L 9/02 (2006.01)
C08L 13/00 (2006.01)

【發明名稱】

基於腈橡膠黏合劑之抗環境防彈複合物

ENVIRONMENTALLY RESISTANT BALLISTIC COMPOSITE

BASED ON A NITRILE RUBBER BINDER

【中文】

本發明係關於在暴露於諸如海水及有機溶劑(例如汽油及其他以石油為主的產品)等液體後仍保持優越防彈性能之防彈織物及物件。該等織物係由塗佈有腈橡膠黏合劑聚合物之高性能纖維形成，該腈橡膠黏合劑聚合物具有約15重量%至約50重量%之丙烯腈含量；且視情況塗佈有係為腈橡膠與含氟材料之摻合物的黏合劑。

【英文】

Ballistic resistant fabrics and articles that retain superior ballistic resistance performance after exposure to liquids such as sea water and organic solvents, such as gasoline and other petroleum-based products. The fabrics are formed from high performance fibers coated with a nitrile rubber binder polymer having an acrylonitrile content of from about 15 wt. % to about 50 wt. %, and are optionally coated with a binder that is a blend of a nitrile rubber and a fluorine-containing material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：（無）

【本代表圖之符號簡單說明】：

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

基於腈橡膠黏合劑之抗環境防彈複合物

ENVIRONMENTALLY RESISTANT BALLISTIC COMPOSITE

BASED ON A NITRILE RUBBER BINDER

【技術領域】

本發明係關於對由於液體暴露造成之劣化具有良好抵抗性之防彈物件。更具體而言，本發明係關於在暴露於諸如海水及有機溶劑(例如汽油及其他以石油為主的產品)等液體後仍保持其優越防彈性能之防彈織物及物件。

【先前技術】

具有良好抗射彈性質且含有高強度纖維之防彈物件已為吾人所熟知。諸如防彈背心、頭盔、汽車擋板及軍事裝備之結構構件等物件通常由包含高強度纖維之織物製成。習用高強度纖維包括聚乙烯纖維、芳族聚醯胺纖維(例如聚(苯二胺對苯二甲醯胺))、石墨纖維、耐綸纖維、玻璃纖維及諸如此類。對於許多應用而言，例如背心或背心部件，該等纖維可用於織造或針織織物中。對於其他應用而言，該等纖維可封包或埋置於聚合基質材料中以形成織造或非織造剛性或撓性織物。較佳地，形成本發明織物之個別纖維之每一者實質上係由黏合劑(基質)材料塗佈或封包。

人們已熟知用來形成硬或軟鎧甲物件(例如頭盔、板及背心)之各種防彈構造。舉例而言，美國專利第4,403,012號、第4,457,985號、第4,613,535號、第4,623,574號、第4,650,710號、第4,737,402號、第4,748,064號、第5,552,208號、第5,587,230號、第6,642,159號、第

6,841,492號、第6,846,758號(其均以引用方式併入本文中)闡述包括由諸如長鏈超高分子量聚乙烯等材料製成的高強度纖維之防彈複合物。該等複合物對由射彈(例如子彈、炮彈、榴散彈及諸如此類)之高速衝擊穿透展示不同程度之抵抗性。

舉例而言，美國專利第4,623,574號及第4,748,064號揭示包含埋置於彈性基質中之高強度纖維的簡單複合物結構。美國專利第4,650,710號揭示包含複數個由高強度、長鏈聚烯烴(ECP)纖維構成之撓性層之撓性物件。網絡纖維塗佈有低模數彈性材料。美國專利第5,552,208號及第5,587,230號揭示包含至少一種高強度纖維之網絡及包括乙烯基酯及鄰苯二甲酸二烯丙基酯之基質組合物之物件及製備該物件之方法。美國專利第6,642,159號揭示具有複數個包含設置於基質中之單絲網絡之纖維層且其間具有彈性層之抗衝擊剛性複合物。該複合物黏合於硬板以增強抗穿甲彈保護。

硬或剛性防彈衣提供良好的防彈性，但可能會極為不靈活且體積龐大。因此，防彈服裝(例如防彈背心)較佳由撓性或軟鎧甲材料製成。然而，儘管此等撓性或軟材料呈現良好的防彈性質，但其通常亦對包括淡水、海水及有機溶劑(例如石油、汽油、槍支潤滑油及衍生自石油之其他溶劑)在內之液體呈現較差的抵抗性。此很成問題，乃因通常已習知當暴露於或浸沒於液體中時此等材料之防彈性能會劣化。此外，儘管吾人已熟知將保護薄膜施於織物表面可增強織物耐用性及耐磨性、以及耐水性或耐化學性，但該等薄膜會增加織物重量。因此，業內期望提供能在與各種液體接觸或浸沒於其中後展現可接受防彈標準性能且亦具有優越耐用性且除聚合黏合劑塗層外不使用保護性表面薄膜之軟撓性防彈材料。本發明提供滿足此需要之解決方案。

甚少習用黏合劑材料(業內通常稱作聚合"基質"材料)能夠提供本文論述之所有期望性質。腈橡膠聚合物由於能夠抵抗海水之溶解、穿

透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑(例如柴油汽油、非柴油汽油、槍枝潤滑油、石油、及衍生自石油之有機溶劑)之溶解、穿透及/或蒸騰作用而受到其他行業的歡迎。吾人已發現，有利地，腈橡膠或含腈橡膠塗層有助於防彈織物在長期暴露於潛在有害液體後保持其防彈性質，從而消除對可達成該等益處之保護性表面薄膜之需要，同時維持優異撓性。當用包含腈橡膠或含腈橡膠聚合物與含氟聚合物之摻合物的組合物塗佈防彈纖維材料時，亦可達成良好防彈及環境耐受性質，其中含氟聚合物包括含氟寡聚物及含氟樹脂。

【發明內容】

本發明提供包含複數根呈陣列佈置之纖維的非織造防彈織物，該等纖維聯結在一起形成織物，該等纖維具有約7克/丹尼(denier)或更高之韌性及約150克/丹尼或更高之拉伸模數；且在該等纖維上具有包含腈橡膠聚合物之聚合黏合劑材料，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用，其中該腈橡膠聚合物具有約15重量%至約50重量%之丙烯腈含量且該聚合黏合劑材料佔該織物之約2重量%至約50重量%。

本發明亦提供製造防彈織物之方法，該方法包含步驟I)或步驟II)，其中：

I) 將聚合黏合劑材料施於複數根纖維上且其後由該等纖維形成非織造織物；該等纖維具有約7克/丹尼或更高之韌性及約150克/丹尼或更高之拉伸模數；其中該聚合黏合劑材料包含腈橡膠聚合物，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用，其中該腈橡膠聚合物具有約15重量%至約50重量%之丙烯腈含量且其中該聚合黏合劑材料佔織物之約2重量%至約50重量%；或

II) 將複數根纖維編組成至少一層纖維層，其後將該至少一層纖

維層與聚合黏合劑材料結合以形成非織造織物；該等纖維具有約7克/丹尼或更高之韌性及約150克/丹尼或更高之拉伸模數；其中該聚合黏合劑材料包含腈橡膠聚合物，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用，其中該腈橡膠聚合物具有約15重量%至約50重量%之丙烯腈含量且其中該聚合黏合劑材料佔織物之約2重量%至約50重量%。

本發明進一步提供包含至少一種含氟材料與至少一種腈橡膠三聚體之摻合物的聚合物組合物。

【圖式簡單說明】

(無)

【實施方式】

本發明防彈材料及物件之特徵在於在暴露於水(尤其海水)及有機溶劑(尤其衍生自石油之溶劑，例如汽油)後仍保持優越防彈穿透性。本文防彈織物及物件由塗佈有聚合黏合劑材料之高強度纖維製成，該聚合黏合劑材料包含腈橡膠聚合物且能抵抗水(例如海水)之溶解、穿透及/或蒸騰作用，且能夠抵抗一或多種有機溶劑(例如，柴油汽油、非柴油汽油、槍枝潤滑油、石油及衍生自石油之有機溶劑)之溶解、穿透及/或蒸騰作用。

出於本發明之目的，具有優越防彈穿透性之物件是指彼等對可形變射彈及對碎片(例如榴散彈)之穿透呈現良好抵抗性質者。本發明物件在暴露於液體後對碎片(尤其16-格令(grain)正圓柱體(RCC)碎片)仍呈現能保持極高防彈性能。出於本發明之目的，"纖維"係其長度尺寸遠遠大於寬度及厚度之橫向尺寸之伸長體。用於本發明之纖維之橫截面可在寬範圍內變化。其橫截面可係圓形、扁平或橢圓形。因此，術語"纖維"包括具有規則或不規則橫截面之單絲、絲帶、條帶及諸如此類。其亦可係具有一或多個自纖維長度方向或縱向軸凸出之規則或不

規則瓣片之不規則或規則多瓣片橫截面。該等纖維較佳係單瓣片的且具有實質上呈圓形之橫截面。

在本發明之較佳實施例中，本發明之防彈織物係包含複數個固結成單層單片構件之重疊、非織造纖維片層的非織造織物。在此實施例中，每一片層包含呈單向、實質上平行陣列對準之不重疊纖維之佈置。此類型之纖維佈置在業內稱作"單方向預浸帶(unitape)" (單向帶)且本文中稱作"單一片層"。本文所用"陣列"係指纖維或紗線之有序佈置，且"平行陣列"係指纖維或紗線之有序平行佈置。纖維"層"係指包括一或多層片層之織造或非織造纖維或紗線之平面佈置。本文所用"單層"結構係指由一個或多個已固結成單一整體結構之個別纖維片層構成之單片結構。"固結"意指聚合黏合劑材料以及每一纖維片層合併成單一整體層。固結可經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合而達成。術語"複合物"係指纖維與聚合黏合劑材料之固結組合。

本發明之較佳非織造織物包括複數個經堆疊、重疊片層(複數個單方向預浸帶)，其中每一單一片層(單方向預浸帶)之平行纖維相對於每一單一片層之縱向纖維方向與每一毗鄰單一片層之平行纖維正交定位($0^{\circ}/90^{\circ}$)。於加熱及加壓下或藉由附著個別纖維片層之聚合樹脂組合物塗層來固結重疊非織造纖維片層之堆疊，以形成單層單片構件，業內亦稱作單層固結網絡，其中"固結網絡"是指纖維片層與聚合黏合劑材料之固結(合併)組合。本文所用聚合黏合劑材料在業內亦稱作聚合基質組合物。術語"聚合黏合劑材料"與"聚合基質組合物"在本文中可互換使用，且是指經由其附著特徵或在對其進行習知加熱及/或加壓條件處理後將纖維黏合在一起之材料。

如業內所習知，當個別纖維片層交錯層疊以使一層之纖維對準方向相對於另一層之纖維對準方向以一角度旋轉時，可達成良好的防彈性。最佳地，纖維片層係以 0° 及 90° 正交交錯層疊，但毗鄰片層相對於

另一片層之縱向纖維方向可以實質上約0°與約90°之間之任何角度對準。舉例而言，五層非織造結構之各片層可以0°/45°/90°/45°/0°或以其他角度取向。該等旋轉單向對準闡述於例如美國專利第4,457,985號、第4,748,064號、第4,916,000號、第4,403,012號、第4,623,573號、及第4,737,402號中。

在大多數情況下，非織造織物包括1至約6個片層，但亦可視各種應用之需要包括多達約10至約20個片層。片層數越多，表明防彈性就越大，但重量亦越大。因此，形成本發明織物或物件之纖維片層數將會根據織物或物件之最終用途而有所不同。舉例而言，在用於軍事應用之防彈背心中，為形成能達成期望1.0磅/平方英尺面密度(4.9 kg/m²)之物件複合物，可能需求總共約20個片層(或層)至約60個個別片層(或層)，其中片層/層可為由本文所述高強度纖維形成之織造、針織、氈製或非織造織物(具有平行取向纖維或其他佈置)。在另一實施例中，用於執法用途之防彈背心可根據National Institute of Justice (NIJ) Threat Level(美國司法協會威脅級別)具有眾多片層/層。舉例而言，對於NIJ威脅級別IIIA背心而言，可總共具有22個片層/層。對於較低的NIJ威脅級別而言，可採用較少片層/層。

可使用習知方法(例如藉由闡述於美國專利第6,642,159號中之方法，該案件之揭示內容以引用方式併入本文中)構造經固結非織造織物。此外，本發明之纖維片層或者可包含紗線而非纖維，其中"紗線"係由多條單絲組成之股線。或者，非織造纖維片層可包含借助於習知技術製成之氈製結構，包含呈隨機取向而非平行陣列之纖維。本發明之物件亦可包含織造織物、由單向纖維片層製成之非織造織物及非織造氈製織物之組合。

在本發明之另一實施例中，本發明之防彈織物包含織造織物。織造織物可使用業內熟知之技術借助於任意織物織造法(例如平紋織

造、蒺藜狀織造、方平織造、緞紋織造、斜紋織造及諸如此類)形成。平紋織造最為常見，其中纖維係以正交 $0^{\circ}/90^{\circ}$ 取向織造在一起。在另一實施例中，可組配混合結構，其中織造及非織造織物中之一者或二者均可藉由(例如)固結而組合並互聯在一起。在織造之前，每一織造織物材料之個別纖維可以類似於非織造織物之方式經本發明聚合黏合劑材料塗佈或不經塗佈。

形成本發明織物之纖維包含高強度、高拉伸模數纖維。本文所用"高強度、高拉伸模數纖維"係具有較佳至少約7克/丹尼或更高之韌性、較佳至少約150克/丹尼或更高之拉伸模數及較佳至少約8 J/g或更高之斷裂能者，每一者均藉由ASTM D2256量測。本文所用術語"丹尼"係指線性密度單位，等於每9000米纖維或紗線之質量(以克計)。本文所用術語"韌性"係指拉伸應力，其表示為力(克)/不受應力樣品之單位線性密度(丹尼)。纖維之"初始模數"係表示其抗形變之材料性質。術語"拉伸模數"係指韌性變化(以克-力/丹尼(g/d)表示)與應力變化(表示為佔初始纖維長度之分數(英吋/英吋))之比。

尤其適宜之高強度、高拉伸模數纖維材料包括聚烯烴纖維，尤其係長鏈聚烯烴纖維，例如高度取向、高分子量聚乙烯纖維，尤其係超高分子量聚乙烯纖維及超高分子量聚丙烯纖維。亦適宜者係芳族聚醯胺纖維尤其係對-芳族聚醯胺纖維、聚醯胺纖維、聚對苯二甲酸乙二酯纖維、聚萘二甲酸乙二酯纖維、長鏈聚乙烯醇纖維、長鏈聚丙烯腈纖維、聚苯并唑類纖維(例如聚苯并噁唑(PBO)纖維及聚苯并噻唑(PBT)纖維)、液晶共聚聚酯纖維。該等纖維類型之每一種均為業內所習知。

在聚乙烯情形下，較佳纖維係分子量至少為500,000、較佳至少一百萬且更佳介於二百萬與五百萬之間之長鏈聚乙烯。此等長鏈聚乙烯(ECPE)纖維可以溶液紡絲方法生長，例如闡述於美國專利第4,137,394號或第4,356,138號中之溶液紡絲方法，其以引用方式併入本文中，或

者可自溶液紡成以形成凝膠結構，例如美國專利第4,551,296號及第5,006,390號中所述，其亦以引用方式併入本文中。用於本發明之尤佳纖維類型係Honeywell International公司以商標SPECTRA®銷售之聚乙烯纖維。SPECTRA®纖維已在業內所熟知且闡述於(舉例而言)美國專利第4,623,547號及第4,748,064號中。

亦尤佳者係芳族聚醯胺或對-芳族聚醯胺纖維。此等可購得且闡述於(例如)美國專利第3,671,542號中。舉例而言，有用的聚(對苯二甲醯對苯二胺)單絲係由DuPont公司以商標KEVLAR®進行工業生產。本發明實踐中亦有用者係由DuPont以商標NOMEX®工業生產之聚(間苯二甲醯間苯二胺)纖維、由Teijin以商標TWARON®工業生產的纖維、由韓國Kolon Industries公司以商標Heracron®工業生產的芳族聚醯胺纖維、由俄羅斯Kamensk Volokno JSC工業生產的對芳族聚醯胺纖維SVM™及Rusar™、及由俄羅斯JSC Chim Volokno工業生產的Armos™對芳族聚醯胺纖維。

用於本發明實踐之適宜聚苯并唑類纖維可購得並揭示於(例如)美國專利第5,286,833號、第5,296,185號、第5,356,584號、第5,534,205號及第6,040,050號中，各案件均以引用方式併入本文中。用於本發明實踐之適宜液晶共聚聚酯纖維可購得並揭示於(例如)美國專利第3,975,487號、第4,118,372號、及第4,161,470號中，各案件均以引用方式併入本文中。

適宜聚丙烯纖維包括如美國專利第4,413,110號(其以引用方式併入本文中)中所闡述之高度取向長鏈聚丙烯(ECPP)纖維。適宜聚乙烯醇(PV-OH)纖維闡述於(例如)美國專利第4,440,711號及第4,599,267號中，其均以引用方式併入本文中。適宜聚丙烯腈(PAN)纖維揭示於(例如)美國專利第4,535,027號中，其以引用方式併入本文中。該等纖維類型之每一種皆為人們所習知且可廣泛購得。

用於本發明之其他適宜纖維類型包括玻璃纖維、由碳形成之纖維、由玄武岩或其他礦物材料形成之纖維、剛性棒狀纖維(例如M5®纖維)、及所有上述材料之組合，其全部均可購得。舉例而言，纖維片層可由SPECTRA®纖維及Kevlar®纖維之組合形成。M5®纖維係包含吡啶并雙咪唑-2,6-二基(2,5-二羥基-對-伸苯基)之剛性棒狀纖維且係由Magellan Systems International of Richmond, Virginia製造並闡述於(例如)美國專利第5,674,969號、第5,939,553號、第5,945,537號及第6,040,478號(其每一個均以引用方式併入本文中)中。特別佳的纖維包括M5®纖維、聚乙烯SPECTRA®纖維、芳族聚醯胺Kevlar®纖維及芳族聚醯胺TWARON®纖維。該等纖維可具有任一適宜丹尼，例如，50至約3000丹尼、更佳約200-3000丹尼、最佳約650至約1500丹尼。

用於本發明目的之最佳纖維係高強度、高拉伸模數長鏈聚乙烯纖維或高強度、高拉伸模數對-芳族聚醯胺纖維。如上所述，高強度、高拉伸模數纖維係具有較佳約7克/丹尼或更高之韌性、較佳約150克/丹尼或更高之拉伸模數及較佳約8 J/g或更高之斷裂能者，每一者均藉由ASTM D2256量測。在本發明較佳實施例中，纖維韌性應為約15克/丹尼或更高、較佳約20克/丹尼或更高、更佳約25克/丹尼或更高且最佳約30克/丹尼或更高。本發明纖維亦具有較佳為約300克/丹尼或更高、更佳約400克/丹尼或更高、更佳約500克/丹尼或更高、更佳約1,000克/丹尼或更高且最佳約1,500克/丹尼或更高之拉伸模數。本發明纖維亦具有較佳約15 J/g或更高之斷裂能、更佳約25 J/g或更高、更佳約30 J/g或更高且最佳具有約40 J/g或更高之斷裂能。

該等組合高強度性質係藉由使用習知方法獲得。美國專利第4,413,110號、第4,440,711號、第4,535,027號、第4,457,985號、第4,623,547號、第4,650,710號及第4,748,064號概述了本發明中所使用之較佳高強度、長鏈聚乙烯纖維之形成。包括溶液生長或凝膠纖維方法

在內的此等方法已為業內所熟知。形成其他較佳纖維類型之每一種(包括對-芳族聚醯胺纖維)之方法亦為業內所習知，且該等纖維可購得。

根據本發明，存於本發明織造或非織造織物中之各纖維具有一或多個表面，且該等纖維表面至少部分塗佈有聚合黏合劑材料，該聚合黏合劑材料能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解。一般而言，聚合黏合劑材料之塗層必須有效合併(即，固結)複數個纖維片層。最佳地，每一纖維之外表面均實質上塗佈有該抗水及抗有機溶劑之聚合黏合劑材料，以使較佳每一個別纖維之100%表面積覆蓋有該聚合黏合劑材料。在織物包含複數條紗線時，形成一股紗線之每一纖維較佳均塗佈有聚合黏合劑材料。

如上所述，構成防彈織物之纖維塗佈有聚合黏合劑材料，其在業內通常亦稱作聚合基質材料。聚合黏合劑材料包括一或多種組份且有利於纖維與纖維片層(即，許多單方向預浸帶)固結或合併在一起。形成該等纖維層之每一纖維的表面至少部分塗佈有聚合基質材料，且形成本發明織物之每一纖維較佳實質上塗佈有黏合劑材料。

本發明纖維塗佈有包含腈橡膠聚合物(較佳為未固化(未交聯)腈橡膠)之黏合劑材料。經固化或交聯腈橡膠具有比未固化腈橡膠高的模數，且因此比未固化材料硬，此在某些軟防彈衣應用中將造成問題。腈橡膠聚合物係特別合意的，此乃因其可達成期望抗水(例如，鹽水)性質及抗有機溶劑(例如，汽油)性質，同時賦予織物優良剝離強度及撓性，二者均表明優良耐用性。腈橡膠聚合物係一類由丙烯腈與丁二烯形成的不飽和共聚物，且可獲得具有不同性質之多種不同類型。舉例而言，可藉由調節腈橡膠之丙烯腈含量與丁二烯含量來控制期望的抗有機溶劑(例如，油及汽油)性質並與諸如抗極端溫度等其他性質達到均衡。由於丙烯腈之極性，具有較高丙烯腈含量之腈橡膠比具有較低丙烯腈含量之腈橡膠具有更好抗油及抗汽油性質，且亦增大拉伸強

度。具有較低丙烯腈含量之腈橡膠亦呈現優良抗油及抗汽油性質，儘管遜色於高丙烯腈含量聚合物，但呈現優良撓性及彈性，而高丙烯腈含量聚合物呈現較高硬度及較低撓性。對於本發明而言，重要的是，根據所期望防彈織物之類型達成丙烯腈與丁二烯之間之均衡。

一般而言，腈橡膠黏合劑(或黏合劑之腈橡膠組份)具有約15重量%至約50重量%之丙烯腈含量。對於軟鎧甲應用而言，腈橡膠較佳具有約15重量%至約30重量%、更佳約20重量%至約30重量%之丙烯腈含量。為形成撓性軟鎧甲物件，腈橡膠較佳具有低拉伸模數，具體而言，於37°C下根據ASTM D638測試程序所量測的約6,000 psi (41.4 MPa)或更低之初始拉伸模數。較佳地，對於撓性軟鎧甲而言，腈橡膠之初始拉伸模數係約4,000 psi (27.6 MPa)或更低、更佳係約2400 psi (16.5 MPa)或更低、更佳為1200 psi (8.23 MPa)或更低、且最佳係約500 psi (3.45 MPa)或更低。腈橡膠之玻璃態轉變溫度(T_g)較佳低於約0°C、更佳低於約-40°C、且最佳低於約-50°C。腈橡膠亦具有較佳至少約50%、更佳至少約100%之斷裂伸長率，且最佳具有至少約300%之斷裂伸長率。

對於硬鎧甲應用而言，較佳地，腈橡膠較佳具有約31重量%至約50重量%、更佳約40重量%至約50重量%之丙烯腈含量。具有高丙烯腈含量之腈橡膠黏合劑通常具有比低丙烯腈材料高之拉伸模數，且因此尤其適於剛性鎧甲應用。此外，交聯腈橡膠具有比未交聯橡膠高的拉伸模數。至少有三種專門用於腈橡膠之不同交聯機制，一種更適於硬鎧甲(ZnO)且兩種更適於軟鎧甲(硫及過氧化物)。若需要，亦可組合或操控該等不同機制。基於低模數腈橡膠之複合物適用於更寬廣範圍，而高模數材料更適用於製造剛性硬鎧甲。本文通篇所用術語"拉伸模數"意指彈性模數，對於纖維而言其藉由ASTM 2256量測，且對於聚合組合物材料而言其藉由ASTM D638量測。

體而言，氫化腈橡膠(HNBR)具有優良機械性質、抗熱氧化性及耐化學品性質及優良作業溫度範圍。氫化腈橡膠已為業內所熟知。

在本發明另一實施例中，聚合黏合劑材料可包含腈橡膠與含氟聚合物及/或氟碳化物樹脂之摻合物。吾人已發現，與既不是由腈橡膠亦不是由含氟材料形成之織物相比，包含腈橡膠組份與一或多種含氟組份之摻合物的聚合黏合劑材料在浸沒於鹽水或汽油後具有顯著改良之 V_{50} 保持%，即大於或等於95%保持，如本發明實例所闡釋。本文所用"含氟"材料包括含氟聚合物及含氟碳化物材料(即，氟碳化物樹脂)。"氟碳化物樹脂"通常係指包括氟碳化物基團之聚合物。當形成該等摻合物時，在腈橡膠聚合物與含氟聚合物/氟碳化物樹脂之間未發生反應。未形成共聚物，僅形成物理摻合物。人們亦已發現，通常具有比腈橡膠低之分子量的含氟聚合物/氟碳化物樹脂往往在邊界處濃縮並自我組織，例如在織物外表面處(即，空氣-黏合劑介面，即外表面；及纖維-黏合劑介面，即，內表面)。氟碳化物樹脂在表面處之此種分佈會提高氟碳化物樹脂在增強複合物之抗環境(鹽水、汽油，等等)性質方面之有效性。在此實施例中，並不限定腈橡膠之類型且可包含(例如)XNBR、HNBR或未氫化腈橡膠。

含氟材料(尤其含氟聚合物及氟碳化物樹脂材料)通常因其優良抗化學品性質及水分阻擋性質而為吾人所熟知。本文有用的含氟聚合物及氟碳化物樹脂材料包括含氟聚合物均聚物、含氟聚合物共聚物或其摻合物，其已為業內所熟知且闡述於(例如)美國專利第4,510,301號、第4,544,721號及第5,139,878號中。有用的含氟聚合物之實例包括(但不限於)氯三氟乙烯之均聚物及共聚物、乙烯-氯三氟乙烯共聚物、乙烯-四氟乙烯共聚物、氟化乙烯-丙烯共聚物、全氟烷氧基乙烯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚氟乙烯、聚二氟亞乙烯、及其共聚物及摻合物。

較佳含氟聚合物包含聚氯三氟乙烯之均聚物及共聚物。尤佳者係

以商標ACLON™銷售且可自Honeywell International公司(Morristown, New Jersey)購得之PCTFE (聚氯三氟乙烯均聚物)材料。最佳含氟聚合物或氟碳化物樹脂包括經氟碳化物修飾之聚合物，具體而言係藉由使氟碳化物側鏈接枝、縮聚或反應至習知聚醚(即，經氟碳化物修飾之聚醚)、聚酯(經氟碳化物修飾之聚酯)、聚陰離子(即，經氟碳化物修飾之聚陰離子)例如聚丙烯酸(即，經氟碳化物修飾之聚丙烯酸)或聚丙烯酸酯(即，經氟碳化物修飾之聚丙烯酸酯)、及聚胺基甲酸酯(即，經氟碳化物修飾之聚胺基甲酸酯)上或使含氟碳化物側鏈單體(例如全氟辛酸丙烯酸酯)共聚合成此等物質所形成之含氟寡聚物及含氟聚合物。一種尤佳氟碳化物樹脂係NUVA® TTHU，一種可自瑞士之Clariant International有限公司購得之全氟烷基丙烯酸共聚物。該等氟碳化物側鏈或全氟化合物一般藉由調聚反應製程產生且稱作C₈氟碳化物。舉例而言，含氟聚合物或氟碳化物樹脂可自不飽和氟化合物之調聚反應獲得，從而形成氟調聚物，其中該氟調聚物進一步經修飾以與聚醚、聚酯、聚陰離子、聚丙烯酸、聚丙烯酸酯或聚胺基甲酸酯反應，且其中隨後將氟調聚物接枝至聚醚、聚酯、聚陰離子、聚丙烯酸、聚丙烯酸酯或聚胺基甲酸酯上。氟碳化物樹脂亦可藉由(例如)使含氟碳化物側鏈單體與習用單體(例如由丙烯酸丁酯或丙烯酸乙酯與全氟辛酸丙烯酸酯之共聚合所形成之寡聚物)共聚合來產生。該等含氟碳化物聚合物之較佳代表性實例係可自瑞士之Clariant International有限公司購得之NUVA®含氟聚合物產品。具有全氟酸基、全氟丙烯酸酯基及全氟醇基側鏈之其他氟碳化物樹脂、氟寡聚物及含氟聚合物亦為最佳。具有較短長度(例如C₆、C₄或C₂)氟碳化物側鏈之含氟聚合物及氟碳化物樹脂亦為適宜的，例如可自Omnova Solutions公司(Fairlawn, Ohio)購得之POLYFOX™含氟化合物。一般而言(但並非一定如此)，在將含氟碳化物組份與腈橡膠組份摻合時其二者均係潤濕的(即，呈熔融或液體狀

態，即經分散或溶解)以促進其可混合性及可摻合性，並作為潤濕摻合物施於纖維。

儘管含氟聚合物及氟碳化物樹脂會增強抗環境性質，但其往往不具有最佳的加工性及撓性性質、以及其他一般在防彈複合物中被視為有用之物理性質。該等重要性質藉由腈橡膠組份提供，且同時其可產生優越黏合劑材料。

在摻合物中，應將腈橡膠組份與含氟組份之比例設定為可使得所摻合基質組合物之物理性質取決於腈橡膠組份之物理性質。至少，腈橡膠組份的量應超過含氟組份。含氟組份之物理性質係次要的。由於含氟組份能夠拒水及拒汽油、且其能與腈橡膠組份混合成穩定或有用的摻合乳液/分散液，故可選擇一種或多種含氟組份。

在本發明較佳實施例中，含氟組份佔含腈橡膠聚合黏合劑材料之約1重量%至約50重量%。更佳地，含氟組份佔含腈橡膠聚合黏合劑材料之約3重量%至約35重量%，更佳佔含腈橡膠聚合黏合劑材料之約5重量%至約25重量%、且更佳約5重量%至約20重量%。用於製造聚合物組合物之腈橡膠分散液較佳具有約30%至約50%之固體含量，但亦可為此範圍外的值。用於製造聚合物組合物之氟碳化物樹脂分散液較佳具有約8%至約30%之固體含量，但亦可為此範圍外的值。包括含氟聚合物/氟碳化物樹脂之無水黏合劑最佳包括約8%至約12%之含氟聚合物/氟碳化物樹脂固體含量，其皆以固體計。舉例而言，包括85重量%腈橡膠分散液(40%固體)與15重量%氟碳化物樹脂分散液(25%固體)之摻合物若經乾燥以形成無水摻合物應包括9.93%之無水氟碳化物樹脂。

吾人已發現，包含至少一種含氟材料與至少一種腈橡膠三聚體之摻合物的新穎聚合物組合物在本文中尤其有用。當形成該等摻合物時，在腈橡膠聚合物與含氟聚合物/氟碳化物樹脂之間未發生反應且未形成共聚物。其僅係物理摻合物。腈橡膠三聚體係由三種不同單體製

得之共聚物：丙烯腈單體組份、二烯單體組份及第三單體組份。該二烯單體組份較佳包含丁二烯。該第三單體組份較佳係自交聯單體且較佳包含羧酸或不飽和羧酸之酯。有用的自交聯單體揭示於(例如)美國專利第5,783,625號中，其揭示內容以引用方式併入本文中。更具體而言，第三單體組份之有用實例非排他性地包括N-羥甲基丙烯醯胺、N-羥甲基甲基丙烯醯胺、N,N'-二羥甲基丙烯醯胺、N,N'-二羥甲基甲基丙烯醯胺、丙烯醯胺、甲基丙烯醯胺、N-甲氧基甲基丙烯醯胺、N-甲氧基甲基甲基丙烯醯胺、N-乙氧基甲基丙烯醯胺、N-乙氧基甲基甲基丙烯醯胺、N-丁氧基甲基丙烯醯胺、N-丁氧基甲基甲基丙烯醯胺及N,N'-亞甲基-雙丙烯醯胺、N-(苯胺基苯基)丙烯醯胺、N-(苯胺基苯基)甲基丙烯醯胺、N-(苯胺基苯基)肉桂醯胺、N-(苯胺基苯基)丁烯醯胺、N-(苯胺基苯基)胺基-2-羥丙基烯丙基醚、N-(苯胺基苯基)胺基-2-羥丙基甲基烯丙基醚、丙烯酸5-N-(4-苯胺基苯基)胺基-2-羥戊基酯及甲基丙烯酸5-N-(4-苯胺基苯基)胺基-2-羥戊基酯。亦有用者係丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸丁酯、丙烯酸2-乙基己基酯、甲基丙烯酸2-乙基己基酯、丙烯酸三氟乙酯、甲基丙烯酸三氟乙酯、丙烯酸四氟丙酯、甲基丙烯酸四氟丙酯、衣康酸乙酯、富馬酸丁酯、馬來酸丁酯、丙烯酸甲氧基甲酯、甲基丙烯酸甲氧基甲酯、丙烯酸乙氧基乙酯、甲基丙烯酸乙氧基乙酯、丙烯酸甲氧基乙氧基乙酯及甲基丙烯酸甲氧基乙氧基乙酯；丙烯酸及甲基丙烯酸之氰基烷基酯，例如丙烯酸氰基甲酯、甲基丙烯酸氰基甲酯、丙烯酸2-氰基乙酯、甲基丙烯酸2-氰基乙酯、丙烯酸1-氰基丙酯、甲基丙烯酸1-氰基丙酯、丙烯酸2-乙基-6-氰基己基酯、甲基丙烯酸2-乙基-6-氰基己基酯、丙烯酸3-氰基丙基酯及甲基丙烯酸3-氰基丙基酯；含氟烷基乙烯基醚，例如氟乙基乙烯基醚；及乙烯基吡啶。

此種獨特的腈橡膠/含氟聚合物(氟碳化物)聚合物組合物之腈橡

膠三聚體組份較佳包括約15重量%至約50重量%、更佳約15重量%至約40重量%、且最佳約15重量%至約30重量%之丙烯腈含量。此種新穎聚合物之腈橡膠三聚體組份較佳包括約40重量%至約84.9重量%、更佳約55重量%至約84.5重量%、且最佳約66重量%至約83重量%之丁二烯含量。此種新穎聚合物之腈橡膠三聚體組份較佳包括約0.1重量%至約10重量%、更佳約0.5重量%至約5重量%、且最佳約2重量%至約4重量%之該第三單體組份。

最佳地，腈橡膠三聚體包含由丙烯腈單體組份、丁二烯單體組份及N-羥甲基丙烯醯胺或羧酸單體組份形成之三聚體。最佳腈橡膠三聚體包含羧化腈橡膠。此種新穎聚合物之腈橡膠三聚體組份較佳佔該聚合物組合物之約60重量%至約99重量%、更佳約75重量%至約97重量%、且最佳約85重量%至約95重量%。因此，此種新穎聚合物之含氟組份較佳佔該聚合物組合物之約1重量%至約40重量%、更佳約3重量%至約25重量%、且最佳約5重量%至約15重量%，其皆係以固體計。有用的含氟材料如上文闡述。

聚合黏合劑材料較佳進一步包含至少一種表面活性劑。人們已出乎意料地發現，向本發明黏合劑中添加表面活性劑可達成黏合劑塗層在個別纖維上之改良均勻性。人們亦已發現，添加表面活性劑會提高摻合分散液之穩定性並增進氟碳化合物樹脂(若存在)於腈橡膠/氟碳化合物樹脂摻合物之空氣-黏合劑及纖維-黏合劑介面處之分佈均勻性。不管是否存在含氟聚合物，均可納入表面活性劑。適宜表面活性劑非排他性地包括陰離子、陽離子、兩性及非離子型表面活性劑。一般而言，非離子型表面活性劑為較佳，此乃因其具有最受限水溶性且不與陰離子型表面活性劑形成鹽。此外，聚合黏合劑材料對陰離子及陽離子型表面活性劑極為敏感，此乃因高電荷密度可導致分散液絮凝。非離子型表面活性劑通常不會干擾分散聚合物(含有固體之膠粒)之性質，或

呈現最小干擾性。較佳非離子型表面活性劑包括基於脂肪酸及脂肪醇之非離子型表面活性劑，尤其係彼等親水-親油平衡(HLB)值為7至10者。尤佳表面活性劑係非離子型聚乙二醇-三甲基壬基醚，例如可自Dow Chemical公司(Midland, Michigan)購得之TERGITOL® TMN-3表面活性劑。TERGITOL® TMN-3為較佳，此乃因其於低濃度下提供低表面張力。低表面張力對於確保分散液擴散良好並覆蓋每一個別纖維係合意的。TERGITOL® TMN-3具有大約為8之HLB值並呈現有助於降低表面張力之碳鏈分支。亦有用者係非離子型氟表面活性劑，例如德國Clariant GmbH公司的Fluowet®氟表面活性劑，尤其係Fluowet® OTN。然而，氟表面活性劑可能由於環境問題而不可接受。亦有用者係聚矽氧表面活性劑與部分經油酸封端之乙氧基化蓖麻油之組合。

在本發明之較佳實施例中，存在表面活性劑且其佔聚合黏合劑材料之約0.01重量%至約10重量%、更佳佔聚合黏合劑材料之約0.05重量%至約5重量%、且最佳佔約0.1重量%至約2.5重量%。聚合組合物亦可包括填充劑(例如炭黑或二氧化矽)，可經油增量，或者可藉由硫、過氧化物、金屬氧化物或輻射固化系統硫化，如業內所熟知。

為製造具有足夠防彈性質之織物物件，形成織物之纖維佔纖維加上聚合黏合劑材料之比例較佳係約50重量%至約98重量%、更佳約70重量%至約95重量%、且最佳佔纖維加上聚合黏合劑材料之約78重量%至約90重量%。因此，聚合黏合劑材料較佳佔織物之約2重量%至約50重量%、更佳約5重量%至約30重量%、且最佳佔織物之約10重量%至約22重量%，其中16%最佳。

在固結非織造纖維片層之前，施加聚合黏合劑材料，且將黏合劑塗層施於任何既有纖維塗劑(例如紡絲塗劑)之頂層，或可在部分或完全去除任何既有的纖維塗劑後施加。本發明纖維可塗佈有、浸漬有、埋置於、或者藉由將組合物施於纖維施加有聚合黏合劑材料、隨後固

結經塗佈纖維以形成複合物。可首先將黏合劑材料施於複數根纖維上、隨後由該等纖維形成至少一個纖維片層，其中依序或同時塗佈個別纖維。或者，可首先形成至少一個纖維片層、隨後將聚合黏合劑材料施於該至少一個纖維片層上。

出於本發明目的，術語"經塗佈"並非意欲限制將聚合黏合劑材料施於纖維表面之方法且可使用將聚合組合物施於纖維表面上之任一適當方法。舉例而言，聚合黏合劑材料可以溶液形式藉由噴塗或滾塗將組合物之溶液施於纖維表面上並隨後進行乾燥，其中該溶液之一部分包含一或多種期望聚合物且該溶液之一部分包含能溶解或分散該一或多種聚合物之溶劑。另一方法係以液體、黏性固體或存於懸浮液中之顆粒形式或者以流化床形式將塗佈材料之純淨聚合物施於纖維。或者，可以存於適宜溶劑中之溶液、乳液或分散液形式施加塗層，該適宜溶劑在施加溫度下不會對纖維性質產生不利影響。舉例而言，可傳送纖維使之通過聚合黏合劑材料之溶液以實質上塗佈該纖維且隨後實施乾燥以形成經塗佈纖維。然後將所得經塗佈纖維佈置成期望構造。在另一塗佈技術中，可首先佈置纖維片層或織造織物，隨後將該等片層或織物浸入含有溶於適宜溶劑中之聚合黏合劑材料的溶液浴中，以使每一個別纖維至少部分塗佈有該聚合黏合劑材料，且隨後經由溶劑蒸發或揮發實施乾燥。該浸漬程序可根據需要重複數次以將期望量之聚合黏合劑材料塗層置於纖維上，較佳地，用聚合物黏合劑材料封包每一個別纖維或覆蓋所有或實質上所有纖維表面積。

儘管可使用能溶解或分散聚合物之任何液體，但較佳溶劑之群包括水、石蠟油及芳香族溶劑或烴溶劑，且闡釋性具體溶劑包括石蠟油、二甲苯、甲苯、辛烷、環己烷、甲基乙基酮(MEK)及丙酮。用來將該等塗佈聚合物溶解或分散於溶劑中之技術係彼等習用於將類似材料塗佈於各種基材上者。

在纖維經受高溫拉伸作業之前、自纖維去除溶劑之前或之後(若使用凝膠紡絲纖維形成技術)，可使用其他技術將塗層施於纖維，包括高模數前體(凝膠纖維)之塗佈。然後可在高溫下拉伸纖維以產生經塗佈纖維。可使凝膠纖維在獲得期望塗層之條件下穿過適宜塗佈聚合物之溶液。在纖維進入該溶液之前，凝膠纖維中之高分子量聚合物可發生或可不發生結晶。或者，可將該等纖維擠壓至適宜聚合粉末之流化床中。另外，若實施拉伸作業或其他操作過程(例如溶劑交換、乾燥或諸如此類)，則可將塗層施於最終纖維之前體材料。在本發明最佳實施例中，本發明纖維首先經聚合黏合劑材料塗佈，隨後將複數根纖維佈置於織造或非織造纖維織物中。此等技術已為業內所熟知。

如業內所熟知，固結可於充分加熱及加壓條件下藉由使個別纖維片層在彼此上定位來完成，以使各片層組合成整體織物。固結可在約50°C至約175°C、較佳約105°C至約175°C之溫度範圍下、及約5 psig (0.034 MPa)至約2500 psig (17 MPa)之壓力範圍下經約0.01秒至約24小時、較佳約0.02秒至約2小時完成。在加熱時，聚合黏合劑材料有可能在未完全熔化情況下變黏或流動。然而，概言之，若使聚合黏合劑材料發生熔化，則需要相對較小的壓力來形成複合物，而若僅將該聚合黏合劑材料加熱至黏性點，則通常需要更高的壓力。固結亦可藉由將第一纖維網片濕層壓至第二纖維網片來達成而不需要加熱及/或加壓。如業內通常所習知，固結可於研光機裝置、平板層壓機、擠壓機中或於高壓釜中實施。

或者，固結可藉由在加熱及加壓下在適宜模製設備中模製來達成。一般而言，模製可於約50 psi (344.7 kPa)至約5000 psi (34470 kPa)、更佳約100 psi (689.5 kPa)至約1500 psi (10340 kPa)、最佳約150 psi (1034 kPa)至約1000 psi (6895 kPa)之壓力下實施。或者，模製可於約500 psi (3447 kPa)至約5000 psi、更佳約750 psi (5171 kPa)至約5000

psi、且更佳約1000 psi至約5000 psi之更高壓力下實施。模製步驟可耗時約4秒至約45分鐘。較佳模製溫度在約200°F(約93°C)至約350°F(約177°C)之範圍內、更佳於約200°F至約300°F(約149°C)之溫度下、且最佳於約200°F至約280°F(約121°C)之溫度下。模製本發明織物所用壓力對所產生模製產品之硬度或撓性產生直接影響。具體而言，模製織物所用壓力越高，則硬度就越高，反之亦然。除了模製壓力外，織物片層之數量、厚度及組成及聚合黏合劑材料類型亦直接影響由本發明織物所形成物件的硬度。

儘管本文所述每一模製及固結技術皆有類似之處，但每一過程均有所不同。具體而言，模製係間歇過程但固結係連續過程。此外，模製在形成平板時通常涉及使用模具(例如成形模具或匹配壓模)，且未必產生平面產品。通常，固結係在平板層壓機、研光機夾具裝置中或以濕層壓方式完成以產生軟防彈衣織物。通常將模製保留用於硬鎧甲(例如，剛性板)之製造。在本發明之上下文中，固結技術及軟防彈衣之形成係較佳的。

在任一過程中，適宜溫度、壓力及時間一般取決於聚合黏合劑塗佈材料之類型、(組合塗層之)聚合黏合劑含量、所用方法及纖維類型。可視情況於加熱及加壓下壓延本文所形成織物以平滑或拋光其表面。壓延方法已為業內所熟知。

個別織物之厚度將對應於個別纖維之厚度。較佳織造織物將具有較佳約25 μm 至約500 μm /層、更佳約50 μm 至約385 μm 且最佳約75 μm 至約255 μm /層之厚度。較佳非織造織物(即，非織造單層固結網絡)之厚度將較佳為約12 μm 至約500 μm 、更佳約50 μm 至約385 μm 且最佳約75 μm 至約255 μm ，其中單層固結網絡通常包括兩個固結片層(即，兩個單方向預浸帶)，只是比較實例中所用之比較實例A複合物例外，其中該複合物之單層包括四個片層。儘管此等厚度較佳，但應瞭解可產

生其他厚度以滿足特定需要且仍在本發明範疇內。

本發明織物之較佳面密度為約50 g/m² (gsm) (0.01 lb/ft² (psf))至約1000 gsm (0.2 psf)。本發明織物之更佳面密度將在約70 gsm (0.014 psf)至約500 gsm (0.1 psf)範圍內。本發明織物之最佳面密度將在約100 gsm (0.02 psf)至約250 gsm (0.05 psf)範圍內。由許多彼此堆疊的個別織物層組成之本發明物件將進一步具有較佳約1000 gsm (0.2 psf)至約40,000 gsm (8.0 psf)、更佳約2000 gsm (0.40 psf)至約30,000 gsm (6.0 psf)、更佳約3000 gsm (0.60 psf)至約20,000 gsm (4.0 psf)、且最佳約3750 gsm (0.75 psf)至約10,000 gsm (2.0 psf)之面密度。

本發明結構可用於各種應用中以借助於熟知技術形成各種不同的防彈物件。舉例而言，用於形成防彈物件之適宜技術闡述於(例如)美國專利第4,623,574號、第4,650,710號、第4,748,064號、第5,552,208號、第5,587,230號、第6,642,159號、第6,841,492號及第6,846,758號中。該等結構尤其適用於形成撓性軟鎧甲物件，包括服裝(例如背心、褲子、帽子或其他衣物物件)及遮蓋物或毯子，其由軍事人員使用以抵禦多種射彈威脅，例如9 mm全金屬外殼(FMJ)子彈及各種由於手榴彈、炮彈殼、簡易爆炸裝置(IED)及軍事及維和任務中遇到的其他此等裝置之爆炸產生之碎片。

本文所用"軟"或"撓性"鎧甲係在經受有效量之應力時不保持其形狀之鎧甲。該等結構亦可用於形成剛性、硬鎧甲物件。"硬"鎧甲意指諸如頭盔、軍用車輛板或防護罩等物件，其具有足夠的機械強度以使當其經受相當大應力時仍保持結構剛性且能自由站立而不倒塌。可將該等結構切成複數個離散薄板並可堆疊形成物件或其可形成前體以供隨後用來形成物件。此等技術已在業內所熟知。

本發明服裝可經由業內通常習知方法形成。較佳地，可藉由將本發明防彈物件與衣物物件結合在一起形成服裝。舉例而言，背心可包

含與本發明防彈結構結合之普通織物背心，藉此將本發明結構插入戰略安置袋中。此可使射彈保護最大化，同時使背心重量最小化。本文所用術語"鄰接"或"經鄰接"意欲包括與另一織物之附接(例如藉由縫合或黏合及諸如此類)以及非附裝連接或並置，以使該等防彈物件可視情況容易地自背心或其他衣物物件中取出。形成撓性結構(如撓性薄板、背心及其他服裝)中所用物件較佳使用低拉伸模數黏合劑材料形成。硬物件(如頭盔及鎧甲)較佳(但並不排他性地)使用高拉伸模數黏合劑材料形成。

防彈性質係使用業內已熟知之標準測試程序測定。具體而言，結構之保護力或抗穿透性通常係藉由引用衝擊速度表示，在此速度下50%的射彈穿透複合物而50%由護罩阻止，其亦稱為 V_{50} 值。本文所用物件之"抗穿透性"係抗指定威脅穿透性，例如包括子彈、碎片、榴散彈及諸如此類在內之物理實體及諸如來自爆炸之爆炸力之非物理實體。對於等面密度(其係複合物之重量除以其面積)之複合物而言， V_{50} 越高，則該複合物之防彈性就越好。本發明物件之防彈性質將根據許多因素而有所變化，尤其係用於製造織物之纖維類型、複合物中纖維之重量%、樹脂基質之物理性質適宜性、構成複合物之織物層數及複合物之總面密度。然而，使用能抵抗海水之溶解或透過作用且能抵抗一或多種有機溶劑之溶解或透過作用之聚合黏合劑材料不會對本發明物件之防彈性質造成有害影響。本發明織物亦具有由織物之優異剝離強度及撓性指示之優良耐用性，如實例中所闡釋。

下述實例用於闡釋本發明：

實例

如下文所例示測試各織物試樣。表1闡述實例及比較實例中所測試之織物試樣。對於試樣A，黏合劑係未經修飾之含水聚胺基甲酸酯聚合物。對於試樣B，黏合劑係以商品名PRINLIN®銷售且可自建立於

德國Düsseldorf之Henkel Technologies購得之苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯(SIS)嵌段共聚物之經松香酯修飾分散液。對於試樣C，黏合劑係經氟碳化物修飾之含水丙烯酸聚合物(84.5重量%丙烯酸共聚物以HYCAR® 26-1199銷售且可自Noveon公司(Cleveland, Ohio)購得；15重量% NUVA® NT X490氟碳化物樹脂，可自瑞士Clariant International有限公司購得；及0.5% Dow TERGITOL® TMN-3非離子型表面活性劑，可自Dow Chemical公司(Midland, Michigan)購得)。對於試樣D，黏合劑係經氟碳化物修飾之聚胺基甲酸酯共聚物(Noveon公司之84.5重量%聚胺基甲酸酯聚合物，以SANCURE® 20025銷售；15重量% NUVA® NT X490氟碳化物樹脂；及0.5% Dow TERGITOL® TMN-3非離子型表面活性劑)。對於試樣E，黏合劑係本發明之含氟聚合物/腈橡膠摻合物(84.5重量%腈橡膠聚合物，由Dow Reichhold, North Carolina以TYLAC® 68073銷售；15重量% NUVA® TTHU氟碳化物樹脂；及0.5% Dow TERGITOL® TMN-3非離子型表面活性劑)。織物試樣F及G係無黏合劑之織造織物。

織物試樣A及C-E係具有兩片層(兩個單方向預浸帶)0°/90°構造之基於芳族聚醯胺之非織造織物。該等織物由纖維面密度(FAD)為45 gsm之1000丹尼TWARON®型2000芳族聚醯胺纖維製成，且具有85%之纖維含量。織物試樣B與此類似但具有四片層0°/90°/0°/90°構造及一層層壓至兩個外側片層之0.25密爾厚的LDPE薄膜。每一片層具有85%之纖維含量，但包括LDPE薄膜在內之最終構造具有大約80%之纖維含量。每一片層(單方向預浸帶)之纖維面密度(FAD)係45 gsm。將非織造織物固結成整體織物。織物試樣F係由500丹尼TWARON®型2000芳族聚醯胺纖維製成之基於芳族聚醯胺之織造織物，其具有28 x 28之織物經緯密度及100%纖維含量。織物試樣G係由600丹尼KEVLAR® KM2芳族聚醯胺纖維製成之基於芳族聚醯胺之織造織物，其具有29 x 29之織物經

緯密度及100%纖維含量。織物試樣匯總於表1中。

表1

試樣	構造	纖維類型	樹脂	纖維%
A	2片層，0°/90°，非 織造	1000丹尼芳族聚醯胺	聚胺基甲酸酯	85%
B	4片層， 0°/90°/0°/90°，非織 造，具有層壓LDPE 薄膜	1000丹尼芳族聚醯胺	經松香酯修飾之 S-I-S橡膠	78%
C	2片層，0°/90°，非 織造	1000丹尼芳族聚醯胺	經修飾丙烯酸	85%
D	2片層，0°/90°，非 織造	1000丹尼芳族聚醯胺	經修飾聚胺基甲 酸酯	85%
E	2片層，0°/90°，非 織造	1000丹尼芳族聚醯胺	經修飾腈橡膠	85%
F	28×28，織造	500丹尼 TWARON® 型2000 芳族聚醯胺	無	100%
G	29×29，織造	600丹尼 KEVLAR® KM2芳族聚醯胺	無	100%

可藉由增加或減除防彈織物之個別層來設計並構造防彈鎧甲之物件以達成期望 V_{50} 。出於該等實驗之目的，藉由堆疊足夠數量織物層使該等物件之構造標準化，以使物件之總面密度(TAD)(包括纖維及聚合黏合劑材料在內之織物面密度)係 1.00 ± 0.02 psf。對於試樣A、C、D及E，根據個別織物層之TAD，使物件之目標TAD維持在0.98 psf與1.02 psf之間所需的層數在44與47之間變化。對於試樣B，需要總共22層以得到1.00 PSF之TAD。對於試樣F，需要總共39層織造#275580型芳族聚醯胺以得到1.00 PSF之TAD。對於試樣G，需要總共32層之織造#751型芳族聚醯胺以得到1.00 PSF之TAD。隨後將該等織物堆疊之每一者

置於耐綸織物防撕裂載體上，隨後將其緊密縫合。此時，該總成被視為欲進行測試之防彈物件樣品。

包括聚合黏合劑材料在內，非織造織物之各單一單方向預浸帶片層之TAD在52.5 gsm至54.0 gsm範圍內。對於試樣A、C、D及E，每一織物層之TAD(等於兩片層織物之各單一片層TAD的兩倍)在105 gsm至108 gsm範圍內。對於試樣B，織物層之TAD應在218 gsm至228 gsm之範圍內。織物之每一層係標稱15" x 15"的正方形。隨後將該等織物層組裝成物件，如上所述。

在若干不同織物測試組件分別浸沒於鹽水後及浸沒於汽油後評估其 V_{50} 防彈性。本發明實例5及12展示本發明織物試樣E在經鹽水及汽油浸沒後之性能。比較實例1-4、6-11及13-14展示比較織物試樣A-D及F-G在經鹽水及汽油浸沒後之性能。該等測試之結果展示於表2及3中。亦實施不經汽油或水浸沒之額外測試，且結果提供於表4-7中。表4概括該等織物在MIL-STD-662F之標準化測試條件下抵抗17格令FSP碎片(碎片確定：MIL-P-46593A)之防彈測試結果。表5概括該等織物在MIL-STD-662F之標準化測試條件下抵抗9 mm、124格令FMJ(全金屬外殼)子彈之防彈測試結果。表6闡釋根據ASTM D4032之圓彎曲測試方法每一試樣之撓性。表7闡釋根據ASTM D1876-01測試方法每一非織造試樣(試樣A-E)之剝離強度/層間結合強度。

如下概述在海水及汽油環境暴露後之防彈評估、及製備測試試樣之程序：

A. 聚合黏合劑材料在環境暴露後之防彈評估程序

器具：

1. 鹽水浸沒盤-塑料平底開口容器，18"寬×24"長×6"深。
2. 乾燥支架及夾子。
3. 汽油浸沒室-不銹鋼殼體，大約24英吋寬×24英吋深×36英吋高。

該殼體包括前通道門、頂通道蓋子、及若干距壁頂部1英吋且橋接左壁與右壁之安裝桿。

4. 汽油浸沒轉移載體。
5. 量秤。
6. 不可擦除的記號筆。
7. 定時器。
8. 防彈安裝支架。
9. 能發射及測定16格令RCC碎片之速度的射程彈道

材料：

1. 欲評估之15英吋×15英吋正方形非織造織物。
2. 16英吋×16英吋耐綸"防撕裂"載體。
3. 去離子水。
4. 海鹽(或氯化鈉與氯化鎂之混合物)。
5. 5加侖(Gallon)美國普通級(87-辛烷，無鉛)汽油。
6. 16格令RCC碎片。

B. 製備測試組件之程序

1. 對每一織物之10個15英吋×15英吋正方形之試樣進行稱重以確定織物試樣之總面密度(TAD)。

2. 測定等於 1.00 lb/ft^2 (PSF) ± 0.02 PSF之試樣TAD所需之該等試樣數。此數量定義為"層數"。

3. 為每一織物製備12層15英吋×15英吋正方形堆疊。每一堆疊中織物之2片層(或對於試樣B織物為4-片層)層數與"層數"相同，且使每一試樣中纖維之取向保持一致(即，每一試樣中頂部片層之纖維均指向相同方向)。

4. 當所有12層堆疊具有所需"層數"時，稱重每一堆疊以確定是否需要調節"層數"以達成標稱 1.00 PSF 測試組件(射擊組件) 調節堆疊間

層數的任何差異以得到12個1.00 PSF織物試樣之等效堆疊。

5.當形成12個1.00 lb織物層等效堆疊時，將每一者插入16英吋×16英吋之耐綸"防撕裂"載體中。縫上載體之開口端以納入測試組件。將每一載體/測試組件的角縫合。

6.使用不可擦除的記號筆記錄每一測試組件之所有詳細細節，包括載體表面上之每一測試組件之唯一標識。重新稱重包括耐綸載體之測試組件。

7.將12個測試組件分成四組，每組三個測試組件：一組用作鹽水浸沒測試之乾燥對照；另一組用於鹽水浸沒測試；再一組用作汽油浸沒測試之乾燥對照；且最後一組用於汽油浸沒測試。

C. 24小時鹽水浸沒

1.將兩個滿500克容器之Morton海鹽傾倒至空且乾淨的鹽水浸沒盤中。用7加侖清澈流動的自來水覆蓋此鹽。將此盤填充至大約其6英吋深度之3英吋處並用刮勺攪拌直至所有鹽均溶解。可使用溶於自來水中之含3.0%氯化鈉及0.5%氯化鎂之溶液代替Morton海鹽。

2.自指定用於鹽水浸沒測試之組中選擇一個試樣且驗證其乾重以與先前記錄之重量相匹配。

3.將第一鹽水浸沒測試試樣完全浸沒於鹽水溶液中。每隔一小時，將又一測試組件浸沒於鹽水溶液中。

4.在將第一測試組件浸沒於鹽水溶液中24小時後，該試樣即可進行防彈測試。

D. 鹽水浸沒之防彈測試

1.將測試組件自鹽水溶液中移出，將其一角懸掛於乾燥支架上且使其滴乾15分鐘。

2.將滴乾試樣輸送至子彈射程並對其稱重以記錄其濕重。

3.將試樣插入防彈安裝支架且將此總成置於射程內。

4. 根據MIL-STD-662E測試方法將一系列16格令RCC碎片射入試樣中。調節射彈之速度以同時達成試樣完全穿透與試樣部分穿透二者。量測每一次射擊速度且使用可接受的統計分析工具確定試樣之 V_{50} 。

5. 此後，根據步驟3及4測試乾燥對照組中之一個試樣以用於比較。

6. 繼續對所有指定鹽水浸沒測試試樣及乾燥對照試樣實施上述步驟，且對每一者量測 V_{50} 。

E. 4小時汽油浸沒

1. 將5加侖美國普通級(87-辛烷，無鉛)汽油傾倒至汽油浸沒室中。

2. 自指定用於汽油浸沒測試之組中選擇一個試樣且驗證其乾重以與先前記錄之重量相匹配。

3. 將第一汽油浸沒測試試樣完全浸沒於汽油中。每隔一小時，將又一測試組件浸沒於汽油中。

4. 在將第一測試組件浸沒於汽油浸沒室中4小時後，該第一試樣即可進行防彈測試。

F. 汽油浸沒之防彈測試

1. 4小時後，將第一試樣自汽油中提出來並夾持至橫跨室頂部之一個安裝杆上。使試樣滴乾15分鐘。

2. 在15分鐘滴乾後，將試樣自安裝桿取下並置於汽油浸沒輸送載體中且關閉蓋子。

3. 隨後將載體輸送至防彈實驗室，且對該試樣進行稱重以記錄其濕重。

4. 將試樣插入防彈安裝支架且將此總成置於射程內。

5. 根據MIL-STD-662E測試方法將一系列16格令RCC碎片射入試樣中。調節射彈速度以同時達成試樣完全穿透與試樣部分穿透二者。量測每一次射擊速度且使用可接受的統計分析工具確定試樣之 V_{50} 。

6. 此後，根據步驟3及4測試乾燥對照組中之一個試樣以用於比較。

7. 繼續對所有指定汽油浸沒測試試樣及乾燥對照試樣實施上述步驟，且對每一者量測 V_{50} 。

G. 結果

表2

16格令RCC鹽水浸沒測試							
實例	所有試樣均為1.00 PSF	V_{50} (英尺/秒)					V_{50} 保持
	試樣	測試	#1	#2	#3	平均值	
1	A	乾	2091	2085	2137	2104	
		濕	1881	1851	1863	1865	89%
2	B	乾	2085	2095	2091	2090	
		濕	1625	1639	1683	1649	79%
3	C	乾	2012	2083	2092	2062	
		濕	2010	2043	2034	2029	98%
4	D	乾	2079	2045	2164	2096	
		濕	2089	2024	2146	2086	100%
5	E	乾	2171	2110	2089	2123	
		濕	2091	2102	2090	2094	99%
6	F	乾	NR	NR	NR	NR	
		濕	NR	NR	NR	NR	良好*
7	G	乾	1989	2034	2027	2017	
		濕	2042	2047	2079	2056	102%

*估計值。

此表展示試樣E對16格令RCC碎片之良好性能，無論在乾燥狀態還是在經24小時鹽水浸沒後。

表3

16格令RCC汽油浸沒測試							
實例	所有試樣均為1.00 PSF	V ₅₀ (英尺/秒)					V ₅₀ 保持
	產品	測試	#1	#2	#3	平均值	
8	A	乾	歷史平均值			2009	
		濕	受限測試			低	<90%
9	B	乾	歷史平均值			2032	
		濕	受限測試			低	<75%
10	C	乾	2133	2082	2031	2082	
		濕	2019	2061	2087	2056	99%
11	D	乾	1988	2155	2080	2074	
		濕	2025	1964	1875	1955	94%
12	E	乾	2171	2110	2089	2123	
		濕	2043	2002	1990	2012	95%
13	F	乾	-	-	-	-	
		濕	-	-	-	-	**98%
14	G	乾	1989	2034	2027	2017	
		濕	-	-	-	-	**98%

**估計值。

此表展示試樣E對16格令RCC碎片之良好性能，無論是在乾燥狀態還是在經24小時汽油浸沒後。

表 4

17格令FSP碎片測試						
於1.00 PSF下之所有試樣				V ₅₀ (英尺/秒)		
產品	#1	#2	#3	#4	#5	平均值
A	1899	1905	1824	1901	1859	1878
B	1802	1874	1840	1887	-	1851
C	1859	1912	1911	1952	1922	1911
D	1948	1927	1920	1953	1922	1934
E	1971	1989	2001	1974	1983	1984
F	2013	1996	2038	1975	1967	1998
G	1900	1847	1933	1912	1923	1903

此表展示試樣E相對於類似產品及織造芳族聚醯胺織物之優良防碎片性能。

表 5

9 mm測試					
於1.00 PSF下之所有試樣		V ₅₀ (英尺/秒)			
產品	#1	#2	#3	#4	平均值
A	1688	1716	1741	-	1715
B	1755	1729	1685	-	1723
C	1669	1689	1690	1671	1680
D	1710	1681	1699	1740	1708
E	1704	1691	1724	1722	1710
F	1548	1639	1518	1528	1558
G	1575	1530	1579	1525	1552

此表展示試樣E相對於類似產品及織造芳族聚醯胺織物之優良防彈性能。

表6

圓彎曲撓性單層測試				
產品	#1	#2	#3	平均力(牛頓)
A	8.4	8.7	9.2	8.8
B	8.2	8.6	9.4	8.7
C	7.0	7.4	6.8	7.1
D	7.9	8.1	8.1	8.0
E	6.7	6.4	6.6	6.6
F	3.7	3.3	3.4	3.5
G	8.7	10.1	9.0	9.3

此表展示試樣E較類似非織造產品為高之撓性。根據ASTM D4032圓彎曲測試方法實施測試。

表7

1"剝離強度測試						
試樣均為1.00 PSF				寬度之PLI數據		
	#1	#2	#3	產品平均值		
產品	平均載量	平均載量	平均載量	載量	峰值	增量
A	0.557	0.528	0.501	0.529	0.6441	122%
B	2-3結合之歷史平均值			0.267	-	-
C	1.297	0.803	0.557	0.886	1.0021	113%
D	1.032	1.067	1.558	1.219	1.3853	114%
E	2.031	1.863	2.13	2.008	2.132	106%
F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
G	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

此表展示試樣E之高度層間結合強度及一致性。此測試不適用於織造芳族聚醯胺織物。

儘管已參照較佳實施例具體展示且闡述了本發明，但彼等熟習此項技術之普通人員應容易地瞭解可作出各種變化及修改而不背離本發明之精神及範疇。申請專利範圍意欲解釋為涵蓋所揭示實施例、上文

已討論之彼等替代方案及其所有等效內容。

【符號說明】

（無）

申請專利範圍

1. 一種防彈織物，其包含複數根纖維，該等纖維聯結在一起形成織物，該等纖維具有7克/丹尼(denier)或更高之韌性及150克/丹尼或更高之拉伸模數(tensile modulus)；且在該等纖維上具有包含未交聯脛橡膠聚合物之聚合黏合劑材料，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用。
2. 如請求項1之防彈織物，其中該等纖維係非織造。
3. 如請求項2之防彈織物，其中該等纖維包含複數個非織造纖維片層，其中每一纖維片層包含複數根呈實質上平行陣列佈置之單向纖維，且其中該等纖維片層之每一者相對於每一毗鄰纖維片層之纖維方向以一角度交錯層疊。
4. 如請求項1之防彈織物，其中該未交聯脛橡膠聚合物具有15重量%至50重量%之丙烯腈含量。
5. 如請求項4之防彈織物，其中該未交聯脛橡膠聚合物具有15重量%至30重量%之丙烯腈含量。
6. 如請求項1之防彈織物，其中該聚合黏合劑材料佔該織物之2重量%至50重量%。
7. 如請求項1之防彈織物，其中該聚合黏合劑材料包含該未交聯脛橡膠聚合物與含氟材料之摻合物。
8. 如請求項7之防彈織物，其中該含氟材料佔該聚合黏合劑材料之5重量%至20重量%。
9. 如請求項1之防彈織物，其中該未交聯脛橡膠聚合物包含脛橡膠三聚體。
10. 如請求項9之防彈織物，其中該三聚體係由丙烯腈單體、丁二烯

橡膠單體及N-羥甲基丙烯醯胺形成。

11. 如請求項1之防彈織物，其中該未交聯腈橡膠聚合物包含羧化腈橡膠三聚體。
12. 如請求項1之防彈織物，其中該未交聯腈橡膠聚合物包含氫化腈橡膠。
13. 如請求項1之防彈織物，其中該聚合黏合劑材料進一步包含至少一種表面活性劑。
14. 一種防彈物件，其由請求項1之防彈織物形成。
15. 一種製造防彈織物之方法，該方法包含步驟I)或步驟II)，其中：
 - I) 將聚合黏合劑材料施於複數根纖維上且其後由該等纖維形成非織造織物；該等纖維具有7克/丹尼或更高之韌性及150克/丹尼或更高之拉伸模數；其中該聚合黏合劑材料包含未交聯腈橡膠聚合物，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用，其中該未交聯腈橡膠聚合物具有15重量%至50重量%之丙烯腈含量且其中聚合黏合劑材料佔該織物之2重量%至50重量%；或
 - II) 將複數根纖維編組成至少一層纖維層，其後將該至少一層纖維層與聚合黏合劑材料結合以形成非織造織物；該等纖維具有7克/丹尼或更高之韌性及150克/丹尼或更高之拉伸模數；其中該聚合黏合劑材料包含未交聯腈橡膠聚合物，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用，其中該未交聯腈橡膠聚合物具有15重量%至50重量%之丙烯腈含量且該聚合黏合劑材料佔織物之2重量%至50重量%。
16. 如請求項15之方法，其中實施步驟I)。
17. 如請求項15之方法，其中實施步驟II)。

18. 一種防彈織物，其包含複數根纖維，該等纖維聯結在一起形成織物，該等纖維具有7克/丹尼(denier)或更高之韌性及150克/丹尼或更高之拉伸模數；且在該等纖維上具有包含脛橡膠聚合物及至少一種表面活性劑之聚合黏合劑材料，該黏合劑能夠抵抗水之溶解、穿透及/或蒸騰作用且能夠抵抗一或多種有機溶劑之溶解、穿透及/或蒸騰作用。
19. 如請求項18之防彈織物，其中該等纖維係非織造。
20. 如請求項19之防彈織物，其中該等纖維包含聚乙烯。