

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96111389

※ 申請日期：96.7.30

※IPC 分類：B32B $\frac{5}{2}$ (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

F41H $\frac{1}{2}$ (2006.01)

經雜化作用之改良液體浸沒彈道性能

IMPROVED LIQUID SUBMERSION BALLISTIC PERFORMANCE
THROUGH HYBRIDIZATION

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商哈尼威爾國際公司

HONEYWELL INTERNATIONAL INC.

代表人：(中文/英文)

夏娜 弗塔娃

VOTAVA, SHANNON

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐澤西州摩里斯鎮哥倫比亞路101號

P.O. BOX 2245, 101 COLUMBIA ROAD, MORRISTOWN,
NEW JERSEY 07962, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 大衛 A 郝斯特

HURST, DAVID A.

2. 布里安 D 亞維德森

ARVIDSON, BRIAN D.

3. 艾霍克 伯哈納加

BHATNAGAR, ASHOK

4. 亨瑞 G 亞蒂夫

ARDIFF, HENRY G.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 美國 U.S.A.

3. 美國 U.S.A.

4. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年03月31日；11/396,153

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種對於因液體暴露造成之劣化具有極佳抵抗性之防彈物件。更具體而言，本發明係關於一種由織造及非織造纖維組份之雜合體形成之防彈結構及物件，該等防彈結構及物件在暴露於液體(例如海水)及有機溶劑(例如汽油及其他以石油為主之產物)後仍保持其優越的防彈性能。該等雜合體結構尤其適用於形成柔軟、撓性防彈衣或與其結合使用。

六、英文發明摘要：

Ballistic resistant articles having excellent resistance to deterioration due to liquid exposure. More particularly, a ballistic resistant structures and articles formed from a hybrid of woven and non-woven fibrous components that retain their superior ballistic resistance performance after exposure to liquids such as sea water and organic solvents, such as gasoline and other petroleum-based products. The hybrid structures are particularly useful for the formation of or for use in conjunction with soft, flexible body armor.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於對由於液體暴露造成之劣化具有極佳抵抗性之防彈物件。更具體而言，本發明係關於由織造及非織造纖維組份之雜合體形成之防彈結構及物件，該等防彈結構及物件在暴露於液體(例如海水)及有機溶劑(例如汽油及其他以石油為主之產物)後仍保持其優越的防彈性能。

【先前技術】

具有良好抗射彈特性且包含高強度纖維之防彈物件在業內已熟知。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括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、奈龍纖維、玻璃纖維及諸如此類。對於多數應用而言，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基質材料中以形成非織造剛性或撓性織物。

已習知用來形成硬或軟鎧甲物件(例如頭盔、板及背心)之多種防彈構造。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(其全部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號揭示包括埋置於彈性基質中的高強度纖維之簡單複合物結構。美國專利第4,650,710號揭示包括複數個由高強度、長鏈聚烯烴(ECP)纖維組成之撓性層之製造撓性物件。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號揭示包括至少一高強度纖維之網絡及含有乙烯基酯及鄰苯二甲酸二烯丙基酯的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括置於基質中之長絲網絡之纖維層且其間具有彈性層之抗衝擊剛性複合物。該複合物係結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，但可能會極為僵硬且龐大。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特性，但其通常亦對包括海水及有機溶劑(例如汽油及衍生自石油之其他溶劑)在內的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。因此，業內需要在與各種液體(例如汽油、槍支潤滑油、石油及水)接觸或浸沒於其中後展現可接受標準性能之軟撓性防彈材料。本發明提供一種織造與非織造防彈材料之雜合體組合，其中至少一

種材料係由既能抗水又能抗一種或多種有機溶劑之基質材料形成。

雜合體防彈結構本身已為人們所習知。舉例而言，美國專利第5,179,244號及第5,180,880號教示的軟或硬防彈衣使用複數個由不同彈道材料製成之疊層、將芳族聚醯胺及非芳族聚醯胺纖維疊層結合成組合結構並使用當暴露於液體時發生劣化之聚合基質材料。美國專利第5,926,842號亦闡述使用當暴露於液體時發生劣化之聚合基質材料之經雜化防彈結構。另外，美國專利第6,119,575號教示包含第一部分為芳香族纖維、第二部分為織造塑性纖維及第三部分為聚烯烴纖維之雜合體結構。

本發明提供一種納入不同材料之優點並提供期望液體保護之經改良雜合體結構。具體而言，本發明提供納入至少一較佳由水解穩定的極性基質材料形成之層之雜合體防彈結構。極性聚合物通常能抵抗非極性有機溶劑溶解，且水解穩定聚合物通常能抵抗由於海水暴露造成之降解。有利的是，人們已發現具有兩種性質之基質聚合物在長時間暴露於潛在有害液體後有助於保持織物之防彈特性。

【發明內容】

本發明提供一種依次包括下列之防彈物件：

- a) 包括至少一織造纖維層之第一板；
- b) 包括複數個非織造纖維層之第二板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者

皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物；及

c) 包括至少一織造纖維層之第三板。

本發明亦提供一種依次包括下列之防彈物件：

a) 包括複數個非織造纖維層之第一板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物；

b) 包括至少一織造纖維層之第二板；及

c) 包括複數個非織造纖維層之第三板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物。

本發明進一步提供一種形成防彈物件之方法，該方法包括：

a) 形成包括至少一織造纖維層之第一板；

b) 形成包括複數個非織造纖維層之第二板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物；

c) 形成包括至少一織造纖維層之第三板；及

d)使該第一板與該第二板並置，且使該第二板與該第三板並置。

本發明亦提供一種形成防彈物件之方法，該方法包括：

a)形成包括複數個非織造纖維層之第一板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物；

b)形成包括至少一織造纖維層之第二板；

c)形成包括複數個非織造纖維層之第三板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物；及

d)使該第一板與該第二板並置，且使該第二板與該第三板並置。

【實施方式】

本發明提供可在暴露於水(尤其是海水)及有機溶劑(尤其是衍生自石油之溶劑，例如汽油)後仍保持優越防彈道穿透性能之物件。出於本發明之目的，具有優越防彈道穿透性能之物件係指彼等對可形變射彈呈現良好抵抗特性者。該等物件亦呈現良好的碎片穿透(例如榴散彈)抵抗特性。

該等物件包括三層或更多層單獨板，每一板皆包括至少一織造纖維材料層或非織造纖維材料層。在第一實施例

中，包括複數個非織造纖維層板係位於兩個對置板之間，每一個板皆包括至少一織造纖維層。在第二實施例中，包括至少一織造纖維層板係置於兩個對置板之間，每一板皆包括複數個非織造纖維層。在每一實施例中，非織造纖維材料板皆包括至少一存於彈性或剛性聚合物組合物中之單層固定纖維網絡，該聚合物組合物在業內係指基質組合物。更具體而言，單層固定纖維網絡包括複數個堆疊在一起的纖維層，每一纖維層皆包括複數個塗佈有基質組合物且單向對準排列之纖維，以使其沿共同纖維方向大體上相互平行。將該等堆疊纖維層固定以形成單層固定網絡，使該等纖維與每一組成纖維層之基質組合物合成一體。該固定網絡亦可包括複數個塗佈有此基質組合物、形成複數個層並固定成織物之紗線。

在第一及第二實施例之每一實施例中，使第一板與第二板並置並使該第二板與第三板並置。更具體而言，使第一板與第二板緊鄰並置且使該第二板與第三板緊鄰並置。另外，該第一板可附裝至該第二板且該第二板可附裝至該第三板，或者該等板可以非附裝排列形式簡單地面對面佈置。

或者，本發明物件可進一步包括一層或多層其他板，每一板皆包括至少一織造纖維層或包括複數個非織造纖維層，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，每一該等纖維皆具有表面，且該等纖維之表面皆塗佈

有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物。在本發明較佳實施例中，本發明物件包括三個以上單獨板，其中每一織造纖維材料板與非織造纖維材料板緊鄰並置，以使該等織造與非織造板交替。此外，如前所述，單一織造纖維材料板可包括一層以上之織造纖維層。同樣，單一非織造纖維層板可包括一層以上之單層固定非織造纖維網絡。舉例而言，本發明較佳結構包括第一板，其包括10層織造纖維材料；第二板，其包括10層分開的單層固定纖維網絡(每一單層固定纖維網絡皆由兩層經合併單向纖維層形成)；及第三板，其包括10層織造纖維材料。

形成單板之層數及形成非織造複合物之層數端視期望防彈物件之最終用途而不同。舉例而言，在用於軍事用途之防彈背心中，為形成能達成期望1.0磅/平方英尺面積密度(4.9公斤/米²)之物件複合物，可能需要共22層單獨疊層，其中該等疊層可係由本文所述高強度纖維形成之經織造、針織、製氈或非織造織物，且該等層可或不可附裝在一起。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)具有多層。舉例而言，對於NIJ威脅級別IIIA背心而言，其亦可總共具有22層。對於較低的NIJ威脅級別，可採用較少層。

在其中單板包括複數個織造纖維層或複數個單層固定纖維網絡之每一實施例中，該等多層可以結合排列形式鄰接或可以非結合排列形式並置。業內已熟知多種結合方法，

且包括壓合、縫合、螺栓連接、用黏合材料黏合及諸如此類。較佳地，該等複數層係藉由在該等層之邊緣區域處壓合在一起來附裝。此外，每一單獨板可使用同一技術以結合排列形式鄰接，或者可以非結合排列形式並置。

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長絲、絲帶、條及諸如此類。其亦可係具有一個或多個自纖維線性或縱向軸凸出之規則或不規則瓣片之不規則或規則的多瓣片橫截面。該等纖維較佳係單瓣片的且具有大體呈圓形之橫截面。

本文所用"紗線"係一股互鎖纖維。"排列"描述纖維或紗線之依序佈置，且"平行排列"描述纖維或紗線之依序平行佈置。纖維"層"描述織造或非織造纖維或紗線之平面佈置。纖維"網絡"表示複數個互連纖維或紗線層。"固定網絡"描述纖維層與基質組合物之固定組合。本文所用"單層"結構係指由一個或多個已固定成單一整體結構之單獨纖維層組成之結構。概言之，"織物"可指織造或非織造材料。

根據本發明，存在於每一非織造纖維層中之每一纖維皆可具有一個或多個表面，且該等纖維之表面皆塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合基質組合物。更具體而言，每一纖維之外表面皆大體上塗佈有該抗水及有機溶劑之聚合基質組合物，以較佳使每一單獨纖維之

100%表面積覆蓋有該聚合基質組合物。若該等非織造纖維層包括複數個紗線，則形成單股紗線之每一纖維皆塗佈有該聚合基質組合物。

出於本發明之目的，術語"經塗佈"並非意欲限制將聚合基質組合物施於纖維表面或多個表面上之方法。首先施加基質然後固定該等纖維層，並可採用任一適宜將該聚合基質組合物施於纖維表面上之方法。因此，本發明纖維係用基質組合物進行塗佈、用其浸漬、埋置於其中或者以其他方式施加基質組合物以藉由將基質組合物施於纖維且隨後固定該基質組合物-纖維組合來形成複合物。"固定"意指將基質材料及每一單獨纖維層組合成單一整體層。固定可經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合而達成。術語"複合物"係指纖維與基質材料之固定組合。本文所用術語"基質"在業內已熟知，且用來表示使纖維於固定後結合在一起之黏合劑材料，例如聚合黏合劑材料。

關於織造纖維層，通常不需要纖維塗佈有聚合基質組合物，乃因不對其實施固定。然而，本發明之範圍涵蓋，組成織造纖維層之纖維可塗佈有聚合基質組合物，較佳塗佈有抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合組合物。

如本文所述，聚合基質組合物獨立地抵抗尤其海水溶解，並獨立地抵抗一種或多種有機溶劑(例如柴油或非柴油汽油、槍支潤滑油、石油及衍生自石油之有機溶劑)溶解。該聚合基質組合物亦較佳抵抗水與一種或多種有機溶劑之組合之溶解。通常，主要用於軟防彈衣製造中的聚合

物有兩種類型，即溶劑基及水基之合成橡膠；及聚胺基甲酸酯(通常為水基)。此等合成橡膠通常係苯乙烯與異戊二烯之嵌段共聚物，尤其係苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯(SIS)共聚物。該等SIS共聚物係於溶劑基溶液及水基分散液中進行處理。溶劑基合成橡膠通常對石油溶劑敏感並於暴露後溶解。此等溶劑基合成橡膠通常不受水的影響。然而，端視分散材料及方法而定，水基分散液可能會對水及海水極為敏感。目前使用之聚胺基甲酸酯基質聚合物由於其固有極性而通常能抗石油溶劑，但也有某些例外。水基聚胺基甲酸酯可因水尤其海水而降解，此可造成聚胺基甲酸酯鏈之水解斷裂，使得分子量及物理特性兩者皆下降。

吾人已出乎意料地發現呈極性及水解穩定兩者之聚合物能達成抗水與抗有機溶劑之期望平衡，同時保持有效防彈物件所需的期望防彈特性。極性聚合物通常抗非極性有機溶劑溶解，且水解穩定聚合物對於由水造成的水解較為穩定，即當暴露於水時能抵抗化學分解。因此，納入此等聚合基質材料所形成之防彈物件在長時間暴露於此等液體後仍會保持其防彈性質。

在本發明較佳實施例中，適宜聚合基質組合物較佳包括合成橡膠、二烯橡膠及苯乙烯嵌段共聚物(包括苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯(SIS)及苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(SBS))、極性以乙烯基為主的聚合物、極性丙烯酸系聚合物、聚氯乙烯均聚物、聚氯乙烯共聚物、聚氯乙烯三元共聚物、聚乙醇縮丁醛、聚二氯亞乙烯、聚二氟亞乙烯、極性乙烯-乙

酸乙烯酯共聚物、極性乙烯丙烯酸共聚物、聚矽氧、熱塑性聚胺基甲酸酯、腈橡膠、聚氯丁二烯(例如氯丁二烯橡膠 (Neoprene)(由 DuPont 製造))、聚碳酸酯、聚酮、聚醯胺、纖維素、聚醯亞胺、聚酯、環氧樹脂、醇酸樹脂、酚類、聚丙烯腈、聚醚砜及其組合。

亦適宜者係本文未具體說明之其他極性水解穩定的聚合物。非極性合成橡膠及苯乙烯嵌段共聚物(例如 SIS 及 SBS)通常應用極性基團進行修飾，例如藉由接枝羧基基團或者添加酸或醇官能團、或者任一其他極性基團以具有足夠抗油性。舉例而言，非極性聚合物可與包含羧酸基團(例如丙烯酸或馬來酸)或另一極性基團(例如胺基、硝基或磺酸根基)之單體共聚。此等技術在業內已熟知。

尤佳者係具有 C-C 聚合物骨架之極性聚合物。如本文所述，極性聚合物通常抗非極性有機溶劑溶解。具有 C-C-骨架之聚合物(例如以乙烯基為主的聚合物，包括(舉例而言)丙烯酸系物、乙烯-乙酸乙烯酯、聚二氯亞乙烯等)具有水解穩定的分子結構。亦尤佳者係極性、熱塑性聚胺基甲酸酯，尤其彼等已經調配以提高水解穩定性者。與 C-C 鍵不同，胺基甲酸酯鍵及酯鍵通常易發生水解降解。因此，通常對具有此等鍵之聚合物進行調配或修飾以提高拒水性及水解穩定性。舉例而言，聚胺基甲酸酯可經調配以藉由與聚醚多元醇或脂肪族多元醇組份或提高水解穩定性之其他習知組份共聚而提高水解穩定性。主要的聚胺基甲酸酯產生反應係在觸媒存在下在脂肪族或芳香族二異氰酸酯與

多元醇(通常聚乙二醇或聚酯多元醇)之間發生。所選異氰酸酯共反應物亦可影響水解穩定性。共反應物之任一者或兩者上之龐大側基亦可保護胺基甲酸酯鍵不受侵襲。可藉由改變所用單體類型並藉由添加改良其特性或提高其水解穩定性之其他物質(例如防水劑、pH緩衝劑、交聯劑及螯合劑等)製備各種密度及硬度的聚胺基甲酸酯。最佳之聚胺基甲酸酯基質組合物包括極性的水解穩定之聚醚基或脂肪族基熱塑性聚胺基甲酸酯，其優於聚酯基聚胺基甲酸酯。

熱塑性聚胺基甲酸酯可係均聚物、共聚物或聚胺基甲酸酯均聚物與聚胺基甲酸酯共聚物之摻合物。此等聚合物可購得。此等聚胺基甲酸酯通常以水溶液、分散液或乳液形式購得，其中固體組份可介於約20重量%至80重量%之間、更佳介於約40重量%至約60重量%之間，其餘重量係水。為使用方便，較佳採用水系統。塗佈有聚胺基甲酸酯之較佳纖維層闡述於美國專利申請案第11/213,253號中，其全文以引用方式併入本文中。

有用的聚合基質組合物包括具有上文期望性質之低模數熱塑性基質材料及高模數熱固性基質材料兩者或其組合。適宜熱塑性基質組合物較佳具有低於約6,000 psi(41.3 MPa)之初始拉伸模數，且適宜高模數熱固性組合物較佳具有至少約300,000 psi(2068 MPa)之初始拉伸模數，每一模數皆在37°C下藉由ASTM D638量測。本文通篇所用術語拉伸模數意指藉由用於基質材料之ASTM D638量測的彈性模

數。對於軟防彈衣之製造而言，低模數熱塑性基質組合物最佳。較佳低模數熱塑性組合物具有約4,000 psi (27.6 MPa)或更低之拉伸模數、更佳係約2400 psi (16.5 MPa)或更低、更佳1200 psi (8.23 MPa)或更低、且最佳為約500 psi (3.45 MPa)或更低。較佳熱塑性基質組合物之玻璃態轉變溫度(Tg)較佳低於約0°C、更佳低於約-40°C、且最佳低於約-50°C。較佳熱塑性組合物亦具有較佳至少約50%之斷裂伸長率、更佳至少約100%且最佳至少約300%之斷裂伸長率。

由本發明織物複合物形成之物件之剛性、衝擊及彈道性質受基質聚合物之拉伸模數影響。舉例而言，美國專利第4,623,574號揭示用拉伸模數低於約6000 psi (41,300 kPa)之彈性基質構造之纖維加強複合物與用更高模數聚合物構造之複合物相比且亦與不含基質之同一纖維結構相比具有更優越的彈道性質。然而，低拉伸模數基質聚合物亦產生較低剛性複合物。另外，在某些應用中，尤其彼等其中複合物在防彈及結構模式兩方面皆必須發揮作用之情形下，需要防彈及剛性之優越組合。因此，欲使用之基質聚合物之最適宜類型將端視由本發明織物形成之物件的類型而變化。為達成兩者性質之折衷，適宜基質組合物可組合低模數及高模數材料二者以形成單基質組合物，但需該組合能產生抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合基質組合物。

在本發明較佳實施例中，組成每一非織造複合物板之基

質組合物的比例較佳佔該複合物之約5重量%至約30重量%、更佳為該複合物之約7重量%至約20重量%、更佳為該複合物之約7重量%至約16重量%且最佳約11重量%至約15重量%。基質組合物亦可包括填充劑(例如炭黑或二氧化矽)，可摻入油增量，或者可藉由硫、過氧化物、金屬氧化物或輻射固化系統硫化，此在業內已熟知。

複合物之剩餘部分較佳由纖維組成。根據本發明，組成每一織造及非織造纖維層之纖維較佳包括高強度、高拉伸模數纖維。本文所用"高強度、高拉伸模數纖維"係其具有較佳至少約7克/丹尼爾或更高之韌性、較佳至少約150克/丹尼爾或更高之拉伸模數及較佳至少約8焦耳/克或更高之斷裂能者，每一皆藉由ASTM D2256量測。本文所用術語"丹尼爾"係指線性密度之單位，等於質量(克)/9000米纖維或紗線。本文所用術語"韌性"係指表示為力(克)/不受應力樣品之單位線性密度(丹尼爾)之拉伸應力。纖維"初始模數"係表示其抗形變之材料性質。術語"拉伸模數"係指韌性變化率，以克-力/丹尼爾(g/d)與應變變化之比表示，該應變變化表示為佔原始纖維長度之分數(英吋/英吋)。

尤其適宜的高強度、高拉伸模數纖維材料包括長鏈聚烯烴纖維，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、長鏈聚乙烯醇纖維、長鏈聚丙烯腈纖維、聚苯并噁唑類纖維例如聚苯并噁唑(PBO)纖維及聚苯并噻唑(PBT)纖維，及液晶共聚聚

酯纖維。該等纖維類型之每一種皆為業內所習知。

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，或者可自溶液紡絲以形成凝膠結構，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以商標Spectra®由Honeywell International公司銷售之聚乙烯纖維。Spectra®纖維在業內已熟知且闡述於(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。此可購得且闡述於(舉例而言)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)長絲係由Dupont公司以商品名KEVLAR®工業性生產。本發明實施中亦有用者係由Dupont以商品名NOMEX®工業生產之聚(間苯二甲醯間苯二胺)纖維及由Teijin以商品名TWARON®工業生產之纖維。

用於本發明實施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，其每一個皆以引用方式併入本文中。較佳聚苯并唑類纖維係購自Toyobo公司之ZYLON®牌纖維。用於本發明實施之適宜液

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，其每一個皆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)中闡述之高度取向長鏈聚丙烯(ECPP)纖維。適宜聚乙醇醇(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，其皆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通常已習知且可廣泛購得。

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形成之纖維、剛性棒狀纖維例如M5®纖維及全部上述材料之組合，其全部皆可購得。舉例而言，纖維層可由Spectra®纖維及Kevlar®纖維之組合形成。M5®纖維係由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號中，其每一個皆以引用方式併入本文中。特別佳的纖維包括M5®纖維、聚乙烯Spectra®纖維及芳族聚醯胺Kevlar®纖維。該等纖維可具有任意適宜丹尼爾，例如(舉例而言)50至約3000丹尼爾、更佳約200至3000丹尼爾、尤佳約650至約1500丹尼爾、且最佳約800至約1300丹尼爾。

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/丹尼爾或更高之韌性、較佳約150克/丹尼爾或更高之拉伸模數及較佳約8焦耳/克或更高之斷裂能者，每一者皆藉由ASTM D2256量測。在本發明較佳實施例中，纖維韌性應為約15克/丹尼爾或更高、較佳約20克/丹尼爾或更高、更佳約25克/丹尼爾或更高且最佳約30克/丹尼爾或更高。本發明纖維亦具有較佳約300克/丹尼爾或更高之拉伸模數、更佳約400克/丹尼爾或更高、更佳約500克/丹尼爾或更高、更佳約1,000克/丹尼爾或更高且最佳約1,500克/丹尼爾或更高。本發明纖維亦具有較佳約15焦耳/克或更高之斷裂能、更佳約25焦耳/克或更高、更佳約30焦耳/克或更高且最佳具有約40焦耳/克或更高之斷裂能。

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在業內已熟知。形成該等其他較佳纖維類型之每一種(包括對-芳族聚醯胺纖維)之方法亦通常為業內所習知，且該等纖維可購得。

如上所述，基質可以多種方式施於纖維，且術語"經塗佈"並非意欲限制將基質組合物施於纖維表面上或多個表面上之方法。舉例而言，聚合基質組合物可以溶液形式藉

由將該基質組合物之溶液噴塗或滾塗於纖維表面上並隨後乾燥來施加，其中該溶液之一部分包括期望聚合物或多種聚合物且該溶液之另一部分包括能溶解該聚合物或多種聚合物之溶劑。另一方法係將以液體、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或乳液形式實施塗佈，該適宜溶劑在施加溫度下不對纖維性質產生不利影響。舉例而言，可經過基質組合物之溶液傳送纖維以大體上塗佈該纖維且隨後實施乾燥以形成經塗佈纖維。然後可將所產生經塗佈纖維佈置成期望網絡構型。在另一塗佈技術中，可首先佈置纖維層，隨後將該層沉浸於包含溶於適宜溶劑中之基質組合物之溶液浴中，以使每一單獨纖維大體上塗佈有該基質組合物，且隨後經由溶劑蒸發實施乾燥。該沉浸程序可根據需要重複數次以將期望量的基質組合物塗劑置於纖維上，較佳該基質組合物可封包每一單獨纖維或覆蓋100%纖維表面積。

儘管可使用能溶解或分散聚合物之任意液體，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。用來將該等塗劑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、自該纖維去除溶劑之前或之後(若使用凝膠紡絲纖維形成技術)，可使用將塗劑施

於纖維之其他技術，包括高模數前體(凝膠纖維)之塗佈。然後可在高溫下牽拉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，可將該纖維擠壓至適宜聚合粉末之流化床中。另外，若實施牽拉作業或其他操作過程(例如溶劑交換、乾燥或諸如此類)，則可將塗劑施於最終纖維之前體材料。在本發明最佳實施例中，本發明纖維首先經基質組合物塗佈，隨後將複數個纖維佈置於織造或非織造纖維層中。此等技術在業內已熟知。

在施加基質材料後，非織造層中之單獨纖維可或可不相互結合，然後固定。在包括非織造纖維層之本發明板中，每一非織造層皆包括沿共同纖維方向單向相互平行對準之纖維。如業內通常所習知，當單獨纖維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。因此，此等單向對準纖維之連續層較佳相對於前一層旋轉。實例係其中相鄰層以 $0^{\circ}/90^{\circ}$ 取向對準之兩層結構。然而，相鄰層實際上可相對於另一層之縱向纖維方向以介於約 0° 與約 90° 之間之任一角度對準。舉例而言，五層非織造結構可以 $0^{\circ}/45^{\circ}/90^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}$ 取向或以其他角度層疊。在本發明較佳實施例中，將以 0° 及 90° 交錯層疊之僅兩個單獨非織造層固定成單層網絡，其中一個或多個該等單層網絡組成單一非織造板。然而，應瞭解，本發明單層固定網絡通常可包括

任意數量的交錯疊層，例如約20至約40或更多層，視各種應用之需要而定。此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。該等非織造纖維網絡可使用習知方法來構造，例如藉由美國專利第6,642,159號中所闡述之方法。該等非織造纖維網絡亦可包括使用習知技術形成且包括以隨機取向埋置於適宜基質組合物中之纖維之氈製結構。

本發明織造纖維層亦使用業內熟知之技術借助於任意織物織造(例如平紋織造、蔴蓆狀織造、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。在織造前，可以與非織造纖維層類似之方式使用與非織造纖維層相同之基質組合物使每一織造纖維材料之單獨纖維塗佈有或未塗佈有聚合基質組合物。然而，若各單獨織造纖維未塗佈有基質組合物，則每一織造層之至少一外表面較佳塗佈有或施加有防水塗劑以提供額外保護。適宜防水塗劑並非僅包括通常習知之水解穩定材料，且可包括上述聚合基質組合物。

用於將纖維層固定成單層固定網絡或織物複合物之適宜結合條件包括通常習知之層壓技術。典型層壓過程包括在約110°C於約200 psi (1379 kPa)壓力下經約30分鐘將交錯層疊纖維層壓製在一起。本發明纖維層之固定較佳在約200°F(約93°C)至約350°F(約177°C)之溫度下、更佳在約200°F至約300°F(約149°C)之溫度下且最佳在約200°F至約

280°F(約 121°C)之溫度下且在約 25 psi(約 172 kPa)至約 500 psi(3447 kPa)或更高壓力下實施。該固定可在高壓釜中實施，如業內通常所習知。當加熱時，有可能在未完全熔化情況下基質產生黏性或流動。然而，概言之，若使該基質材料發生熔化，則需要相對較小的壓力來形成複合物，而若僅將該基質材料加熱至黏性點，則通常需要更高的壓力。該固定步驟通常可實施約 10 秒至約 24 小時。然而，該等溫度、壓力及時間通常端視聚合物類型、聚合物含量、過程及纖維類型而定。

單獨織物層及板之厚度對應於單獨纖維之厚度。因此，較佳織造纖維層將具有較佳約 25 微米至約 500 微米之厚度、更佳約 75 微米至約 385 微米且最佳約 125 微米至約 255 微米。較佳單層固定網絡將具有較佳約 12 微米至約 500 微米之厚度、更佳約 75 微米至約 385 微米且最佳約 125 微米至約 255 微米。組合雜合體物件具有較佳約 63 微米至約 1000 微米之總厚度、更佳約 125 微米至約 850 微米且最佳約 250 微米至約 725 微米。

儘管此等厚度較佳，但應瞭解可產生其他薄膜厚度以滿足特定需要且仍在本發明範圍內。

本發明多板結構可用於多種應用中以借助於熟知技術形成多種不同的防彈物件。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。

該等多板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彈道威脅，例如9毫米全金屬外殼(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"鎧甲係當經受相當大應力時不能保持其形狀且不能自由站立而不倒塌之鎧甲。該等多板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之物件，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者其可形成前體以供隨後用來形成物件。此等技術在業內已熟知。

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，背心可包括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。此可使彈道保護最大化，同時使背心重量最小化。本文所用術語"結合"或"經結合"意欲包括附裝(例如藉由縫合或黏合及諸如此類)以及與另一織物之非附裝連接或並置，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基質組合物形成。硬物件如頭盔及鎧甲較

佳使用高拉伸模數基質組合物形成。

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，結構的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"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。對於等面積密度(其係複合物板之重量除以表面積)之複合物而言， V_{50} 越高，則該複合物之抵抗性越好。本發明物件之防彈性質將端視多種因素而變化，尤其是用來製造織物之纖維類型。然而，吾人已發現使用抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解之聚合基質組合物並不對本發明物件之彈道性質產生負面影響。

本文所形成撓性彈道鎧甲在 $70^{\circ}\text{F}\pm 5^{\circ}\text{F}$ ($21^{\circ}\text{C}\pm 2.8^{\circ}\text{C}$)下浸沒於海水中24小時後，當用16格令(grain)射彈衝擊時該鎧甲較佳具有至少約1920英尺/秒(fps) (585.6米/秒)之 V_{50} 。本發明撓性彈道鎧甲之特徵亦較佳在於：在 $70^{\circ}\text{F}\pm 5^{\circ}\text{F}$ ($21^{\circ}\text{C}\pm 2.8^{\circ}\text{C}$)下於自來水中浸沒20小時後，當用17格令碎片模擬射彈(fsp)衝擊時可保持其 V_{50} 性能之至少約85%、更佳至少約90%。在該等條件下，該撓性彈道鎧甲亦呈現與其幹重相比較佳不超過50%、且更佳不超過約40%之重量增加。此外，本發明撓性彈道鎧甲之特徵較佳在於：在 $70^{\circ}\text{F}\pm 5^{\circ}\text{F}$ ($21^{\circ}\text{C}\pm 2.8^{\circ}\text{C}$)下於汽油中浸沒4小時後，當用16格令射彈衝擊時可保持其 V_{50} 性能之至少約85%、更

佳至少約90%。

以下非限制性實例用於闡釋本發明。

實例1

使用防9毫米、129格令FMJ子彈測試三層板織造芳族聚醯胺/非織造芳族聚醯胺/織造芳族聚醯胺雜合體撓性射擊疊板之彈道性能。在該射擊疊板之四個隅角處將該等板壓合在一起。該撓性射擊疊板之長度及寬度為15"×15"(38.1公分×38.1公分)且厚度為約 $\frac{1}{2}$ "(12.7毫米)。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。每一織造芳族聚醯胺層皆係呈平紋織造織物構造之706型芳族聚醯胺(600丹尼爾；織物經緯密：34×34單絲/英吋(2.54毫米)；面積重量：180克/米²)，其購自Stamford, Connecticut之Hexcel公司，並由購自Wilmington, Delaware之E. I. du Pont de Nemours and Company之Kevlar® KM2纖維形成。每一非織造芳族聚醯胺層係購自Morristown, NJ之Honeywell International公司之Gold Shield® GN 2115(水基熱塑性聚胺基甲酸酯基質；面積重量：112克/米²)。該射擊疊板之總面積重量係1.09磅/英尺²(5320克/米²)。因此，706型織造芳族聚醯胺之總射擊疊板含量為約75重量%，且Gold Shield® GN 2115之總射擊疊板含量為約25重量%。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表1中。

實例2

使用2格令直圓柱體碎片測試與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-

662F。數據總結於下表1中。

實例3

使用4格令直圓柱體碎片測試與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。數據總結於下表1中。

實例4

使用16格令直圓柱體碎片測試與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。數據總結於下表1中。

實例5

使用64格令直圓柱體碎片測試與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。數據總結於下表1中。

實例6

使用17格令碎片模擬射彈碎片測試與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。數據總結於下表1中。

實例7

在將與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在汽油中浸泡4小時隨後經15分鐘滴幹後，使用16格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。數據總結於下表1中。

實例8

在將與實例1中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海

水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴幹後，使用2格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。數據總結於表1中。

表 1

實例 編號	材料	層	V50 (英尺/秒) (fps)
1	706型+GN2115+706型之雜合體	11+12+11	1636
2	706型+GN 2115+706型之雜合體	11+12+11	2591
3	706型+GN 2115 +706型之雜合體	11+12+11	2531
4	706型+GN 2115 +706型之雜合體	11+12+11	2147
5	706型+GN 2115 +706型之雜合體	11+12+11	1766
6	706型+GN 2115 +706型之雜合體	11+12+11	2034
7	706型+GN 2115 +706型之雜合體	11+12+11	1977
8	706型+GN 2115 +706型之雜合體	11+12+11	2348

實例 9

使用2格令直圓柱體碎片測試未經浸泡之三層板織造芳族聚醯胺/非織造芳族聚醯胺/織造芳族聚醯胺雜合體撓性射擊疊板之彈道性能。在該射擊疊板之四個隅角處將該等板壓合在一起。該撓性射擊疊板之長度及寬度為15"×15"(38.1公分x 38.1公分)且厚度為約½"(12.7毫米)。該射擊疊板構造包括夾在兩個織造板之間之非織造板，該非織造板具有24層Gold Shield® GN 2115，每一織造板具有7

層 706 型織造芳族聚醯胺。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該射擊疊板之總面積重量係 1.09 磅/英尺²(5320 克/米²)。因此，706 型織造芳族聚醯胺之總射擊疊板含量為約 50 重量%，且 Gold Shield® GN 2115 之總射擊疊板含量為約 50 重量%。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

實例 10

在將與實例 9 中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡 24 小時隨後經 15 分鐘滴幹後，使用 2 格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

實例 11

使用 4 格令直圓柱體碎片測試與實例 9 中所述類似之未經浸泡之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

實例 12

在將與實例 9 中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡 24 小時隨後經 15 分鐘滴幹後，使用 4 格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

實例 13

使用 16 格令直圓柱體碎片測試與實例 9 中所述類似之未經浸泡之三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下

表 2 中。

實例 14

在將與實例 9 中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡 24 小時隨後經 15 分鐘滴幹後，使用 16 格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

實例 15

使用 64 格令直圓柱體碎片測試與實例 9 中所述類似之未經浸泡三層板雜合體射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

實例 16

在將與實例 9 中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡 24 小時隨後經 15 分鐘滴幹後，使用 64 格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 2 中。

表 2

實例 編號	射擊疊板構造	浸泡於 海水中	層	V50 (英尺/秒) (fps)
9	706型+GN 2115+706型之雜合體	否	7+24+7	2634
10	706型+GN 2115+706型之雜合體	是	7+24+7	2474
11	706型+GN 2115 +706型之雜合體	否	7+24+7	2450
12	706型+GN 2115+706型之雜合體	是	7+24+7	2107
13	706型+GN 2115 +706型之雜合體	否	7+24+7	2138
14	706型+GN 2115 +706型之雜合體	是	7+24+7	1906
15	706型+GN 2115 +706型之雜合體	否	7+24+7	1776
16	706型+GN 2115 +706型之雜合體	是	7+24+7	1572

實例 17

在海水中浸泡 24 小時隨後經 15 分鐘滴乾後，使用 2 格令直圓柱體碎片測試三層板織造芳族聚醯胺/非織造芳族聚醯胺/織造芳族聚醯胺雜合體撓性射擊疊板之彈道性能。在該射擊疊板之四個隅角處將該等板壓合在一起。該撓性射擊疊板之長度及寬度為 15"×15"(38.1 公分×38.1 公分)且厚度為約 ½"(12.7 毫米)。該射擊疊板構造包括具有 12 層 Gold Shield® GN 2115 之非織造板，該非織造板係夾在兩個織造板之間，該等織造板包括呈平紋織造構造之 751 型芳族聚醯胺(600 丹尼爾；織物經緯密：29x29 單絲/英寸(2.54 毫米)；面積重量：152.6 克/米²(4.5 盎司/碼²))，該構造係由 Kevlar® KM2 纖維形成且可購自 Stamford,

Connecticut之Hexcel公司，其中每一織造板包括13層751型芳族聚醯胺。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該射擊疊板之總面積重量為1.07磅/英尺²(5320克/米²)。因此，751型織造芳族聚醯胺之總射擊疊板含量為約76重量%，且Gold Shield® GN 2115之總射擊疊板含量為約24重量%。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表3中。

實例18

在將與實例17中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴乾後，使用4格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表3中。

實例19

在將與實例17中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴乾後，使用16格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表3中。

實例20

在將與實例17中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴乾後，使用64格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表3中。

表 3

實例 編號	材料	層	V50 (英尺/秒) (fps)
17	751型+GN 2115+751型之雜合體	13+12+13	2606
18	751型+GN 2115 +751型之雜合體	13+12+13	2385
19	751型+GN 2115 +751型之雜合體	13+12+13	2087
20	751型+GN 2115 +751型之雜合體	13+12+13	2650

實例 21

在海水中浸泡 24 小時隨後經 15 分鐘滴乾後，使用 2 格令直圓柱體碎片測試三層板織造芳族聚醯胺/非織造芳族聚醯胺/織造芳族聚醯胺雜合體撓性射擊疊板之彈道性能。在該射擊疊板之四個隅角處將該等板壓合在一起。該撓性射擊疊板之長度及寬度為 15"×15"(38.1 公分×38.1 公分)且厚度為約 ½"(12.7 毫米)。該射擊疊板構造包括具有 17 層 Gold Shield® GN 2115 之非織造板，該非織造板係夾在包括 751 型芳族聚醯胺(購自 Stamford, Connecticut 之 Hexcel 公司)之兩個織造板之間，其中每一織造板皆包括 11 層 751 型芳族聚醯胺。測試標準係軍用標準 MIL-STD-662F。該射擊疊板之總面積重量係 1.07 磅/英尺²(5320 克/米²)。因此，751 型織造芳族聚醯胺之總射擊疊板含量為約 65 重量%，且 Gold Shield® GN 2115 之總射擊疊板含量為約 35 重量%。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表 4 中。

實例 22

在將與實例 21 中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海

水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴乾後，使用4格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表4中。

實例23

在將與實例21中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴乾後，使用16格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表4中。

實例24

在將與實例21中所述類似之三層板雜合體射擊疊板在海水中浸泡24小時隨後經15分鐘滴乾後，使用64格令直圓柱體碎片測試該射擊疊板。測試標準係軍用標準MIL-STD-662F。該雜合體射擊疊板之測試結果總結於下表4中。

表 4

實例 編號	材料	層	V50 (英尺/秒) (fps)
21	751型+GN 2115 +751型之雜合體	11+17+11	2738
22	751型+GN 2115 +751型之雜合體	11+17+11	2360
23	751型+GN 2115 +751型之雜合體	11+17+11	2014
24	751型+GN 2115 +751型之雜合體	11+17+11	1706

上文實例綜合性地闡述了雜合體射擊疊板即使在海水或汽油中浸泡後仍保持良好的防彈性質。

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精神及範圍。本發明申請專利範圍意欲解釋為涵蓋所揭示實施例、彼等上文已討論之替代方案及其所有等效內容。

102年2月23日 蔣(或)正本

十、申請專利範圍：

1. 一種防彈物件，其依次包括：
 - a) 包括至少一織造纖維層之第一板；
 - b) 包括複數個非織造纖維層之第二板，該等非織造纖維層之每一層皆以其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；及
 - c) 包括至少一織造纖維層之第三板。
2. 如請求項1之防彈物件，其中一種或多種該等有機溶劑係衍生自石油。
3. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板與該第二板並置且該第二板與該第三板並置。
4. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板與該第二板緊鄰並置且該第二板與該第三板緊鄰並置。
5. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板附裝於該第二板且該第二板附裝於該第三板。
6. 如請求項1之防彈物件，其中該聚合組合物包括極性的以乙烯基為主的聚合物。
7. 如請求項1之防彈物件，其中該聚合組合物包括經極性基團修飾之二烯橡膠、經極性基團修飾之苯乙烯嵌段共聚物、極性以乙烯基為主的聚合物、極性丙烯酸系聚合

物、聚氯乙炔均聚物、聚氯乙炔共聚物、聚氯乙炔三元共聚物、聚乙烯醇縮丁醛、聚二氯亞乙炔、聚二氟亞乙炔、極性乙炔-乙酸乙炔酯共聚物、極性乙炔丙烯酸共聚物、聚矽氧、熱塑性聚胺基甲酸酯、腈橡膠、聚氯丁二烯、聚碳酸酯、聚酮、聚醯胺、纖維素、聚醯亞胺、聚酯、環氧樹脂、醇酸樹脂、酚類、聚丙烯腈、聚醚砜或其組合。

8. 如請求項1之防彈物件，其中該聚合組合物包括水解穩定之熱塑性聚胺基甲酸酯。
9. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自包括具有約7克/丹尼爾或更高之韌性及約150克/丹尼爾或更高之拉伸模數之纖維。
10. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自獨立地包括一種或多種聚烯烴纖維、芳族聚醯胺纖維、聚苯并唑類纖維、聚乙烯醇纖維、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、聚丙烯腈纖維、液晶共聚聚酯纖維、玻璃纖維、碳纖維、剛性棒狀纖維或其組合。
11. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自包括芳族聚醯胺纖維。
12. 如請求項1之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自包括聚乙烯纖維。
13. 如請求項1之防彈物件，其中該聚合組合物佔該第二板之約7重量%至約20重量%。

14. 如請求項1之防彈物件，其中該第二板包括複數個單向非織造纖維層，該等層相對於每一相鄰纖維層之縱向纖維方向以90°角度交錯層疊。
15. 如請求項1之防彈物件，其包括至少一與該第三板並置之額外板，該至少一額外板包括：
 - i) 至少一織造纖維層；或
 - ii) 複數個非織造纖維層，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；或
 - iii) 包括i)之額外板及包括ii)之額外板兩者。
16. 如請求項1之防彈物件，其包括撓性鎧甲。
17. 如請求項1之防彈物件，其中該第二板包括其100%表面積塗佈有該聚合組合物之纖維。
18. 一種防彈物件，其依次包括：
 - a) 包括複數個非織造纖維層之第一板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；

- b) 包括至少一織造纖維層之第二板；及
 - c) 包括複數個非織造纖維層之第三板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解。
19. 如請求項18之防彈物件，其中一種或多種該等有機溶劑係衍生自石油。
20. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板與該第二板並置且該第二板與該第三板並置。
21. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板與該第二板緊鄰並置且該第二板與該第三板緊鄰並置。
22. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板附裝於該第二板且該第二板附裝於該第三板。
23. 如請求項18之防彈物件，其中該聚合組合物包括極性的以乙烯基為主的聚合物。
24. 如請求項18之防彈物件，其中該聚合組合物包括經極性基團修飾之二烯橡膠、經極性基團修飾之苯乙烯嵌段共聚物、極性以乙烯基為主的聚合物、極性丙烯酸系聚合物、聚氯乙烯均聚物、聚氯乙烯共聚物、聚氯乙烯三元共聚物、聚乙烯醇縮丁醛、聚二氯亞乙烯、聚二氟亞乙烯、極性乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、極性乙烯丙烯酸共聚

物、聚矽氧、熱塑性聚胺基甲酸酯、腈橡膠、聚氯丁二烯、聚碳酸酯、聚酮、聚醯胺、纖維素、聚醯亞胺、聚酯、環氧樹脂、醇酸樹脂、酚類、聚丙烯腈、聚醚砜或其組合。

25. 如請求項18之防彈物件，其中該聚合組合物包括水解穩定的熱塑性聚胺基甲酸酯。
26. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自包括具有約7克/丹尼爾或更高之韌性及約150克/丹尼爾或更高之拉伸模數之纖維。
27. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自獨立地包括一種或多種聚烯烴纖維、芳族聚醯胺纖維、聚苯并唑類纖維、聚乙烯醇纖維、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、聚丙烯腈纖維、液晶共聚聚酯纖維、玻璃纖維、碳纖維、剛性棒狀纖維或其組合。
28. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自包括芳族聚醯胺纖維。
29. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板、第二板及第三板各自包括聚乙烯纖維。
30. 如請求項18之防彈物件，其中該聚合組合物佔該第一板及第三板各約7重量%至約20重量%。
31. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板及該第三板包括複數個單向非織造纖維層，該等層相對於每一相鄰纖維層之縱向纖維方向以90°角度交錯層疊。

32. 如請求項18之防彈物件，其包括至少一鄰接該第三板之額外板，該至少一額外板包括：

- i) 至少一織造纖維層；或
- ii) 複數個非織造纖維層，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；或
- iii) 包括i)之額外板及包括ii)之額外板兩者。

33. 如請求項18之防彈物件，其包括撓性鎧甲。

34. 如請求項18之防彈物件，其中該第一板及該第二板包括其100%表面積塗佈有該聚合組合物之纖維。

35. 一種用於形成防彈物件之方法，其包括：

- a) 形成包括至少一織造纖維層之第一板；
- b) 形成包括複數個非織造纖維層之第二板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；
- c) 形成包括至少一織造纖維層之第三板；及
- d) 使該第一板與該第二板並置，且使該第二板與該第

三板並置。

36. 如請求項35之方法，其中將該第一板附裝於該第二板並將該第二板附裝於該第三板。

37. 如請求項35之方法，其進一步包括使至少一額外板與該第三板並置，該至少一額外板包括：

i) 至少一織造纖維層；或

ii) 複數個非織造纖維層，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；或

iii) 使包括i)之額外板及包括ii)之額外板兩者與該第三板並置。

38. 一種形成防彈物件之方法，其包括：

a) 形成包括複數個非織造纖維層之第一板，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；

b) 形成包括至少一織造纖維層之第二板；

c) 形成包括複數個非織造纖維層之第三板，該等非織

造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；及

d) 使該第一板與該第二板並置，並使該第二板與該第三板並置。

39. 如請求項38之方法，其中將該第一板附裝於該第二板並將該第二板附裝於該第三板。

40. 如請求項38之方法，其進一步包括使至少一額外板與該第三板並置，該至少一額外板包括：

i) 至少一織造纖維層；或

ii) 複數個非織造纖維層，該等非織造纖維層之每一層皆用其他非織造纖維層固定，該等非織造纖維層之每一層皆包括單向平行排列纖維，該等纖維之每一者皆具有一表面，且該等纖維之表面皆塗佈有包括水解穩定的極性聚合物之聚合組合物，且該聚合物可抗水溶解及抗一種或多種有機溶劑溶解；或

iii) 使包括i)之額外板及包括ii)之額外板兩者與該第三板並置。