



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201213120 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：100126666

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl. : **B32B27/12 (2006.01)**
F41H1/02 (2006.01)

B32B5/26 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/28 美國

12/845,429

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

(72)發明人：伯哈納加 艾霍克 BHATNAGAR, ASHOK (US)；亞維德森 布里安 D ARVIDSON, BRIAN D. (US)；亞蒂夫 亨瑞 G ARDIFF, HENRY G. (US)；郝斯特 大衛 A HURST, DAVID A. (US)；雀恩 泰瑞 S CHERN, TERRY S. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：1 共 43 頁

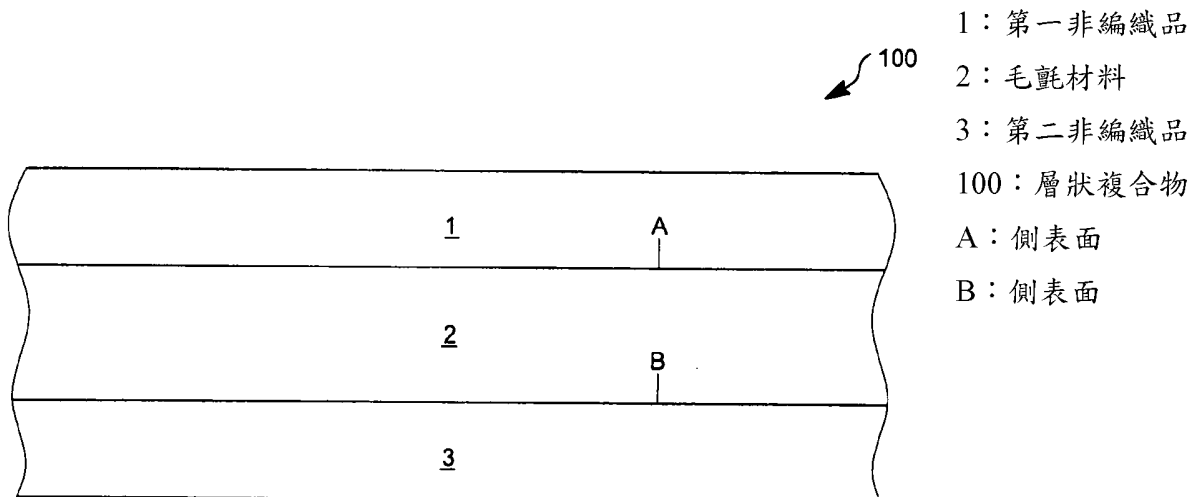
(54)名稱

具提升抗碎裂性之防彈複合物

BALLISTIC SHIELD COMPOSITES WITH ENHANCED FRAGMENT RESISTANCE

(57)摘要

本發明係關於對子彈及碎片具有高抗穿透性之固結層狀複合物。該等複合物依次包含：包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第一非編織品、包含高強度毛氈纖維之毛氈材料及包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第二非編織品。該等非編織品及中間毛氈材料於相對側表面處固結。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201213120 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：100126666

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl. : **B32B27/12 (2006.01)**
F41H1/02 (2006.01)

B32B5/26 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/28 美國

12/845,429

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

(72)發明人：伯哈納加 艾霍克 BHATNAGAR, ASHOK (US)；亞維德森 布里安 D ARVIDSON, BRIAN D. (US)；亞蒂夫 亨瑞 G ARDIFF, HENRY G. (US)；郝斯特 大衛 A HURST, DAVID A. (US)；雀恩 泰瑞 S CHERN, TERRY S. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：1 共 43 頁

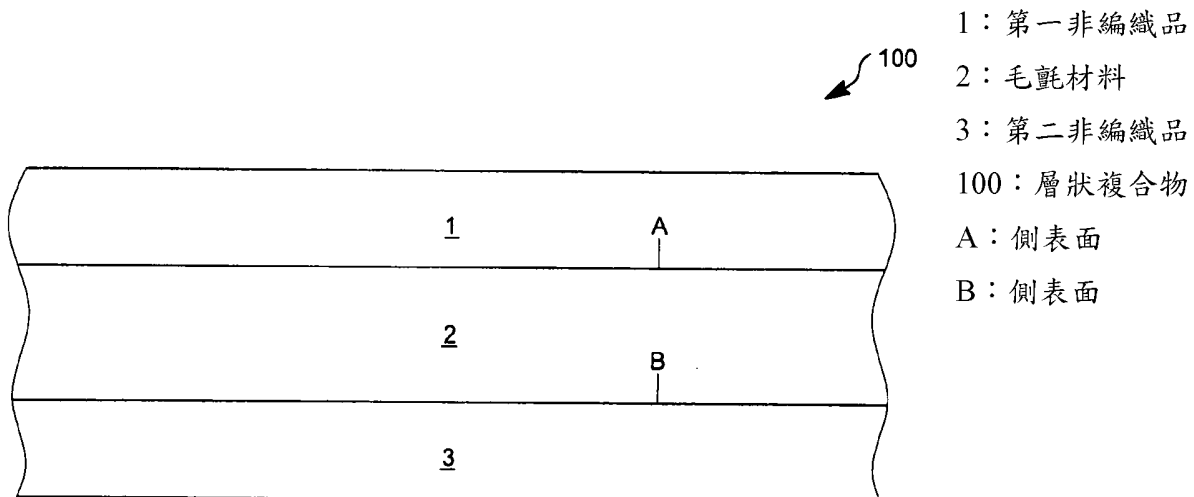
(54)名稱

具提升抗碎裂性之防彈複合物

BALLISTIC SHIELD COMPOSITES WITH ENHANCED FRAGMENT RESISTANCE

(57)摘要

本發明係關於對子彈及碎片具有高抗穿透性之固結層狀複合物。該等複合物依次包含：包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第一非編織品、包含高強度毛氈纖維之毛氈材料及包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第二非編織品。該等非編織品及中間毛氈材料於相對側表面處固結。



1：第一非編織品

2：毛氈材料

3：第二非編織品

100：層狀複合物

A：側表面

B：側表面

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於對子彈及碎片具有高抗穿透性之固結層狀複合物。該等複合物包含兩個各自具有一或多個單向定向高強度纖維層之非編織品及包含高強度纖維層之毛氈材料。

【先前技術】

含有具有極佳抗可變形拋射體特性之高強度纖維的防彈物品已為人所知。該等物品(包括防彈背心、頭盔及軍用裝備之結構組件)一般由具有高強度纖維層之織物製得。習知使用之纖維包括聚乙烯纖維、對位芳族聚醯胺纖維(例如聚(苯二胺對苯二甲醯胺))、石墨纖維、耐綸纖維、玻璃纖維等。對於許多應用(諸如背心或背心之部分)而言,該等纖維可用於編織物或針織物中。對於其他應用而言,該等纖維係封裝或嵌埋於基質材料中以形成硬質或可撓性織物。

特殊防彈物品(包括背心、頭盔及面板)描述於例如 US 4,403,012、US 4,457,985、US 4,613,535、US 4,623,574、US 4,650,710、US 4,737,402、US 4,748,064、US 5,552,208、US 5,587,230、US 6,642,159、US 6,841,492及 US 6,846,758中。特定而言,該等專利描述包括諸如伸展鏈超高分子量聚乙烯纖維之高強度纖維的防彈複合物。該等複合物對於來自諸如子彈之拋射體之高速度衝擊展示不同程度之抗穿透性。US 4,403,012及US 4,457,985揭示具有

高分子量聚乙烯或聚丙烯纖維網以及烯烴聚合物及共聚物基質、不飽和聚酯、環氧樹脂及在纖維熔點以下可成形之其他聚合物的防彈複合物。

US 4,623,574及US 4,748,064揭示包含嵌埋於彈性體基質中之高強度纖維的複合物。US 4,737,402及US 4,613,535揭示具有良好抗衝擊性且包含如US 4,413,110中所揭示之諸如超高分子量聚乙烯及聚丙烯纖維之高強度纖維網的硬質複合物。該等纖維嵌埋於彈性體基質材料中及基質纖維主表面上的至少一個額外硬質層中。US 4,650,710揭示一種具有複數個包含高強度、伸展鏈聚烯烴(ECP)纖維之可撓性層之可撓性物品。該等纖維塗有低模數彈性體材料。

US 5,552,208及US 5,587,230揭示包含至少一個高強度纖維網及包括乙烯基酯及鄰苯二甲酸二烯丙酯之基質組合物的物品。US 6,642,159揭示一種具有複數個纖維層之抗衝擊性硬質複合物。該等層具有安置於基質中之纖維網，且彈性體層位於纖維層之間。該複合物黏接至硬板以增強抵禦穿甲拋射體之保護。US 6,841,492揭示雙向及多軸向織物、織物複合物、其防彈總成及製造其之方法。該等織物包括鋪展於平行平面中之實質上平行之高強度單向紗線組(一組位於另一組之上)。US 6,846,758揭示對彈道拋射體具有優良抗穿透性之編織物層壓體。該等層壓體包括由高強度高模數紗線編成之織物、低模數彈性體之表面塗層及黏接至其彈性體塗覆表面之塑膠薄膜。

亦已知對碎片(諸如彈片)具有高抗穿透性之物品包括由

諸如高分子量聚乙烯、芳族聚醯胺及聚苯并唑之材料製得之高強度纖維。該等物品描述於例如 US 6,534,426 及 6,475,936 以及 E.I. duPont De Nemours International S.A 於 1984 年公開之「Lightweight Composite Hard Armor Non Apparel Systems with T-963 3300 dtex DuPont Kevlar 29 Fibre」中。該等物品中之纖維可為編織或非編織纖維。非編織纖維可為針織型、單軸向對準及交叉重疊型或氈製型。該等物品視其構造性質及所採用材料而定可為可撓性或硬質物品。

US 4,181,768 描述一種藉由壓力層壓 6,6 耐綸薄膜與聚-(對伸苯基對苯二甲醯胺)織物之交替層所形成之硬質鎧甲。該織物可為諸如針軋毛氈之非編織材料。US 5,343,796 描述包含第一易彎性纖維層及第二易彎性防割纖維層之鎧甲系統。第二層包含未經塗覆之針軋毛氈。US 2002/0106956 描述包含至少兩種纖維類型之織物物品：一種具有至少 10 g/d 之強度且另一種具有小於 10 g/d 之強度。該等織物具有對荊棘、蛇咬、尖銳樹枝及其類似物具有抗刺穿性之層，且在抗刺穿層之後可具有微孔膜層。抗刺穿層可為針軋毛氈。

US 2003/0022583 描述包含至少兩種類型纖維材料的防彈織物，此等纖維材料混紡且固結在一起而產生單一複合材料層。藉由針軋及壓縮固結纖維材料。H. L. Thomas 於 2003 年 7 月 14-18 日在第 14 屆國際複合材料會議 (the 14th International Conference on Composite Materials; San

Diego, Calif)上提交之材料中描述「用於防護碎片之針軋型非編織物 (Needle-punched Non-woven Fabric for Fragmentation Protection)」。US 2010/0015406描述具有衝擊吸收、防彈及抗穿透性用途之層壓毛氈薄片及其總成。

上述各種構造代表朝向其所指向目標之進步。然而，與諸多習知防彈織物及由該等織物製得之物品(諸如背心)相關之現有問題在於其對碎片(諸如手榴彈彈片及其他爆炸性裝置之拋射碎片)之抗穿透性有限。因此，此項技術中需要可對軍人及其他使用者提供有效保護以防子彈及高能碎片的防彈織物，從而大大增強其在遭遇危險及潛在威脅生命境況(諸如敵軍火力)時之安全性。

【發明內容】

本發明係關於發現克服與習知防彈織物在其抗碎片穿透性方面相關之上述效能缺陷的層狀複合物。此外，該等層狀複合物亦解決已知抗碎裂材料(諸如毛氈)之缺陷，特定言之其膨鬆及易吸水且變重。該兩種特徵均給使用者(一般為軍人及執法人員)帶來困難，使用者需要不僅提供良好保護，而且提供高行動性/可操作性及低重量之高效能材料。

本發明之實施例係關於對子彈與碎片均具有高抗穿透性之固結層狀複合物。該等複合物依次包含：包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第一非編織品、包含高強度毛氈纖維之毛氈材料及包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第二非編織品。該等非編織品及中間毛氈材料於

相對側表面處固結。在某些情況下，可能需要在非編織品及毛氈材料之任何相對側表面之間併入一或多個層壓薄膜層(例如包含選自由聚乙烯、聚醯胺、聚碳酸酯、離聚物及聚酯組成之群之樹脂)。

本發明之其他實施例係關於製造層狀複合物之方法。該方法包含固結(a)包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第一非編織品、(b)包含高強度毛氈纖維之毛氈材料及(c)包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第二非編織品。視情況在(a)與(b)之間及/或(b)與(c)之間亦固結一層壓薄膜層以提供層狀複合物。

本發明之更特定實施例係關於對子彈及碎片具有高抗穿透性之物品(例如背心)。該等物品包含固結層狀複合物，其包含含有高強度毛氈纖維之毛氈材料且另外包含與毛氈材料之各相反側表面相鄰之第一及第二非編織品。該第一及第二非編織品各自包含一個或複數個高強度纖維層。在非編織品之一者或兩者中之複數個層之情況下，該等層可為單向定向纖維之交叉重疊排列，其中相鄰纖維層沿相對於彼此呈 90° 之方向延伸。在任何情況下，毛氈材料與非編織品可於相對側表面處固結。在其他特定實施例中，第一及第二非編織品之一者或兩者可僅包含單一高強度纖維層。在一特定實施例中，與毛氈材料之相反側表面相鄰之第一及第二非編織品各自包含單一高強度纖維層，其中該等層之纖維沿不同方向定向或延伸(例如沿相對於彼此呈 45° 或 90° 之方向延伸)。

本發明之該等及其他實施例及態樣及其相關優勢由以下實施方式顯而易見。

【實施方式】

圖式之特徵不必按比例描繪且應理解為說明本發明及/或所涉及之原理。本發明之其他實施例之其他複合物及由該等複合物製得之物品的組分及構型將部分地依據預定應用及其使用環境確定。

如上文所論述，本發明係關於對子彈及碎片具有高抗穿透性之固結複合物。除該等效能特徵以外，該等複合物在用於軍事、執法、或重量、厚度及抗水性對使用者而言極為重要之其他應用中時具有顯著優勢。代表性層狀複合物在各自包含一個或複數個高強度纖維層之第一與第二非編織品之間包含含有高強度纖維的毛氈材料。因此，複合物可依次包含第一非編織品層、毛氈材料層及第二非編織品層。第一及第二非編織品之高強度纖維層可包含相同高強度纖維(例如聚乙烯纖維)或不同纖維。又，毛氈材料可包含與非編織品之一者或兩者相同之高強度纖維，或相反，包含不同纖維。

高強度纖維及纖維層

本文所述固結複合物之第一及第二非編織品(在該等織物之間安置有毛氈材料)各自包含一個或複數個具有高強度纖維之纖維層。毛氈材料本身亦包含高強度纖維。為本發明之目的，纖維為長度尺寸遠大於寬度及厚度橫向尺寸之狹長體。因此，術語纖維包括單絲、複絲、帶、條、短

纖維(staple)及其他形式之具有規則或不規則橫截面的短切、剪切或不連續纖維及其類似物。術語「纖維」包括複數個上述任一者或其組合。紗線為包含多個纖維或纖維之連續絲束。「層」為三維硬質或可撓性彎曲體，但若平置於平面內將具有遠大於厚度尺寸之長度及寬度尺寸。

如本文所用，術語「高強度纖維」意謂具有等於或大於約7 g/d之強度的纖維。如依據ASTM D2256所量測，該等纖維較佳具有至少約150 g/d之初始拉伸模數及至少約8 J/g之斷裂能。如本文所用，術語「初始拉伸模數」、「拉伸模數」及「模數」意謂如依據ASTM 2256量測之紗線彈性模數及依據ASTM D638量測之彈性體或基質材料彈性模數。高強度纖維較佳具有等於或大於約10 g/d、更佳等於或大於約15 g/d、甚至更佳等於或大於約20 g/d，且最佳等於或大於約30 g/d之強度。對於高強度聚乙烯纖維而言，較佳強度在約20 g/d至約55 g/d之範圍內。較佳地，第一與第二非編織品之複數個纖維層中之至少約50重量%，且更佳至少約75重量%之纖維為高強度纖維。最佳地，兩個非編織品之複數個纖維層中之所有或實質上所有纖維為高強度纖維。

用於本發明之纖維之橫截面可廣泛變化。其橫截面可為圓形、扁平形或長方形。其亦可具有不規則或規則多葉(multi-lobal)橫截面，該橫截面具有一或多個由纖維之線性軸或縱軸突出之規則或不規則葉。纖維尤其較佳具有實質上圓形、扁平形或長方形橫截面，最佳為纖維具有實質

上圓形之橫截面。纖維(諸如本文所用之高強度纖維)之紗線可為任何適合丹尼爾(denier)，例如約50至約5000丹尼爾，更佳約200至約5000丹尼爾，又更佳約650至約3000丹尼爾，且最佳約800至約1500丹尼爾。

諸如聚烯烴纖維或芳族聚醯胺纖維之高強度纖維為第一及第二非編織品之纖維層中所用彼等纖維之代表。聚烯烴纖維較佳為高強度聚乙烯纖維及/或高強度聚丙烯纖維。最佳地，聚烯烴纖維為高強度聚乙烯纖維，亦稱作伸展鏈聚乙烯纖維或高度定向高分子量聚乙烯纖維。用於本文之聚烯烴及芳族聚醯胺纖維已為人所知且具有優良防彈特性。

US 4,457,985一般性論述高分子量聚乙烯纖維及聚丙烯纖維。在聚乙烯纖維之情況下，適合纖維為具有至少約150,000、較佳至少約一百萬且更佳約兩百萬與約五百萬之間之重量平均分子量的彼等纖維。該等高分子量聚乙烯纖維可例如US 4,137,394及US 4,356,138中所述在溶液中旋紡。否則，纖維可包含自溶液旋紡而形成凝膠結構之纖維，例如US 4,413,110、德國為第一申請國之(German Off.)第3,004,699號及GB專利第2051667號中所述。在替代實施例中，例如US 5,702,657中所述，可藉由輥壓及牽伸方法產生聚乙烯纖維。如本文所用，術語聚乙烯意謂以直鏈為主導之聚乙烯材料，其可含有每100個主鏈碳原子不超過約5個改質單元之少量鏈分枝或共聚單體且亦可含有與其混雜之不大於約50重量%之一或多種聚合添加劑(諸如烯

烴-1-聚合物，特定言之為低密度聚乙烯、聚丙烯或聚丁烯)、含有單烯烴作為主要單體之共聚物、氧化聚烯烴、接枝聚烯烴共聚物及聚甲醛或低分子量添加劑(諸如通常併入之抗氧化劑、潤滑劑、紫外光掩蔽劑、著色劑及其類似物)。

高強度聚乙烯纖維可購得且以商標 SPECTRA[®] 纖維由 Honeywell International Inc.(Morristown, New Jersey, U.S.A) 出售。亦可使用來自其他來源之聚乙烯纖維。

視形成技術、牽伸比及溫度及其他條件而定，可對該等纖維賦予各種特性。特定言之，聚乙烯纖維之強度至少為約 7 g/d，較佳至少約 15 g/d，更佳至少約 30 g/d，又更佳至少約 35 g/d 且最佳至少約 45 g/d。類似地，如利用 Instron 拉伸測試器所量測，聚乙烯纖維之初始拉伸模數較佳為至少約 300 g/d，更佳至少約 500 g/d，又更佳至少約 1,000 g/d 且最佳至少約 1,800 g/d。通常僅採用溶液生長或凝膠旋紡方法便可獲得初始拉伸模數及強度之該等最高值。許多纖維具有高於形成其之聚合物熔點之熔點。因此，例如，具有約 150,000、約一百萬及約兩百萬分子量之高分子量聚乙烯通常具有 138°C (280°F) 之主熔點。由該等材料製得之高度定向聚乙烯纖維的熔點高約 7°C (13°F) 至約 13°C (23°F)。因此，與本體聚合物相比，熔點之微小增加反映結晶完美及纖維結晶定向更高。

類似地，可使用具有至少約 200,000、較佳至少約一百萬且更佳至少約兩百萬之重量平均分子量的高度定向高分

子量聚丙烯纖維。該伸展鏈聚丙烯可藉由上文提及之各參考案中所述之技術且尤其藉由US 4,413,110之技術形成定向相當良好之纖維。由於聚丙烯為比聚乙烯結晶度小得多之材料且含有側接甲基，因此聚丙烯可達成之強度值通常實質上低於聚乙烯之相應值。因此，聚乙烯纖維之適合強度較佳為至少約8 g/d，更佳至少約11 g/d。聚丙烯之初始拉伸模數較佳為至少約160 g/d，且更佳為至少約200 g/d。通常藉由定向方法使聚丙烯之熔點上升若干度，以使得聚丙烯纖維較佳具有至少168°C (334°F)，且更佳至少170°C (338°F)之主熔點。配合上述參數(模數及強度)之較佳範圍採用具有至少約200,000之重量平均分子量之纖維可提供效能有利改良之最終物品。

在芳族聚醯胺纖維之情況下，由芳族聚醯胺形成之適合纖維描述於US 3,671,542中，該案以引用的方式以完全一致的程度併入本文中。較佳芳族聚醯胺纖維將具有至少約20 g/d之強度、至少約400 g/d之初始拉伸模數及至少約8 J/g之斷裂能，且尤其較佳之芳族聚醯胺纖維將具有至少約20 g/d之強度及至少約20 J/g之斷裂能。最佳芳族聚醯胺纖維將具有至少約28 g/d之強度、至少約1000 g/d之模數及至少約30 J/g之斷裂能。舉例而言，具有適度高模數及強度值之聚(對伸苯基對苯二甲醯胺)纖維尤其適用於形成防彈複合物。實例為DuPont之KEVLAR[®]29、KEVLAR[®]129及KM2(以400、640及840丹尼爾可得)及Teijin之TWARON[®]纖維1000及2000型(具有1000丹尼爾)、Kolon Industries, Inc.

之HERACRON[®]纖維、及Kamensk Volokno JSC及JSC Chim Volokno(Russia)商業化生產之多種纖維，諸如分別具有約1250 g/d及32 g/d作為初始拉伸模數及強度值之RUSAR[™]、ARTEC[™]、ARMOS[™]及SVM[™]。其他實例為du Pont之KEVLAR[®]129及KM2，及Teijin之TWARON[®]T2000。其他製造商之芳族聚醯胺纖維亦可用於本發明。聚(對伸苯基對苯二甲醯胺)之共聚物(例如共-聚(對伸苯基對苯二甲醯胺3,4'氧基二伸苯基對苯二甲醯胺))亦可為適合的。DuPont以商標NOMEX[®]銷售之聚(間伸苯基間苯二甲醯胺)纖維亦適用。亦可採用多個供應商之芳族聚醯胺纖維。

非編織品

無論所用高強度纖維(包括上述任何聚烯烴及/或芳族聚醯胺纖維)之類型，本文所述固結層狀複合物之第一及第二織物之纖維層均合併成非編織品，諸如單向定向纖維疊層。在此情況下，單向定向纖維層或疊層較佳以交叉重疊排列形式使用，其中一層纖維沿一方向延伸且第二層纖維以與第一纖維呈90°之方向延伸。當個別疊層為單向定向纖維時，連續疊層相對於彼此間較佳旋轉成例如0°/90°、0°/90/0°/90或0°/45°/90°/45°/0°之角度或其他角度。在一較佳實施例中，若在第一及第二非編織品之一者或兩者中使用複數個纖維層，則該等層可呈單向定向纖維之交叉重疊排列形式，其中相鄰纖維層以相對於彼此呈90°之方向延伸。在其他實施例中，與毛氈材料之相反側表面相鄰之纖

維層可同樣沿相對於彼此呈 90° 之方向延伸，或以在層間提供偏移之某個其他方向(例如 45°)延伸。舉例而言，毛氈材料可視情況與位於毛氈材料之任一或兩個相反表面上的層壓薄膜層一起夾在第一與第二非編織品之間，該第一及第二非編織品各自包含具有以相對於彼此呈 90° 之方向延伸之纖維的單一纖維層。

第一及第二非編織品之纖維層數可根據所要效能及所要重量而廣泛變化。舉例而言，層數通常在可約2至約100層之範圍內，且常為約2至約10層。在一更特定實施例中，第一及第二非編織品各自包含約2至約8個纖維層。否則，非編織品之任一者或兩者可僅包含單一層。纖維層可具任何適合厚度，且該複數個纖維層之每一層厚度可相同或可變化。同樣，該第一及/或第二織物之複數個纖維層之每一層的面積密度可廣泛變化，但通常選擇使得固結層狀複合物之總體重量在對於保護穿著者及其舒適感而言可接受之範圍內的該等密度。

毛氈材料

將併入第一與第二非編織品之間之纖維材料的上述高強度纖維製成氈，藉此形成毛氈材料。毛氈材料可使用單一類型之高強度纖維，或可使用兩種或兩種以上不同纖維之混紡纖維，例如兩種高強度纖維(例如聚烯烴纖維及芳族聚醯胺纖維)之混紡纖維或高強度纖維與其他類型纖維之混紡纖維。作為用於毛氈材料之單一纖維或混紡纖維之纖維類型可為例如短切纖維。在混紡纖維之情況下，可將兩

種或兩種以上纖維類型均一混紡，如同在混合纖維毛氈之情況下，或將其非均一混紡，例如第一毛氈纖維層中主要安置一種纖維類型且第二毛氈纖維層中主要安置第二纖維類型。毛氈為非編織之隨機定向纖維網，較佳其中至少一者為不連續纖維，較佳為具有約0.64 cm(0.25 in)至約25 cm(10 in)範圍內之長度的切段纖維。該等毛氈可藉由此項技術中已知之若干技術而形成，諸如藉由梳理法或流體佈置法、熔噴法及紡絲佈置法形成。纖維網可以機械方法固結，諸如使用針軋法、縫合黏結法(stitch-bonding)、水力纏結法(hydro-entanglement)、空氣纏結法(air entanglement)、紡黏法(spun bond)、射流法(spun lace)或其類似方法；可以化學方法固結，諸如使用黏著劑；或使用可點黏結的纖維或具有較低熔點的混紡纖維、以熱方法固結。較佳之固結方法為單獨針軋法或其後之另一種方法。較佳毛氈為針軋毛氈。亦可使用針軋成編織物之毛氈。

針軋為一種方法，藉由該方法可在稱作針織機之機械上利用機械纏結將鬆散纖維網轉變成連貫非編織品。針織機由例如 Oskar Dilo Maschinenfabrik KG, Eberbach/N(德國)、Ferber AG, Linz(奧地利)及 Asselin, Elbeuf(法國)之公司製造。在針軋期間，倒刺針將纖維軋成網且撤回，從而使纖維纏結。藉由改變每分鐘之衝程、網之前進速率及網之重量，可達成廣泛範圍之毛氈密度。

較佳由具有通常為約0.034 kg/m²(0.0070 lb/ft²)至約1.67 kg/m²(0.34 lb/ft²)、一般為約0.068(0.014 lb/ft²)至約0.68

kg/m²(0.14 lb/ft²)且常為約0.136 kg/m²(0.028 lb/ft²)至約0.34 kg/m²(0.070 lb/ft²)之面積密度的網產生層狀複合物之毛氈材料。針軋密度通常為約15.5至約310個穿孔/平方公分(約100至約2000個穿孔/平方吋)網，且一般為約31至約155個穿孔/平方公分(約200至約1000個穿孔/平方吋)。

樹脂基質

第一及第二非編織品之纖維層(或纖維疊層)之高強度纖維以及毛氈材料之高強度纖維(例如高強度聚乙烯纖維或高強度芳族聚醯胺纖維)可含於樹脂基質中。無論第一及第二非編織品之疊層中之纖維或毛氈材料中隨機定向之纖維之樹脂基質均可由各種彈性體及具有所要特徵之其他材料形成。在一實施例中，如依據ASTM D638所量測，用於該樹脂基質中之彈性體材料具有等於或小於約41.4 MPa(6,000 psi)之初始拉伸模數(彈性模數)。更佳地，彈性體具有等於或小於約16.5 MPa(2,400 psi)之初始拉伸模數。最佳地，彈性體材料具有等於或小於約8.23 MPa(1,200 psi)之初始拉伸模數。可選擇在固化時具有高拉伸模數(諸如至少約10⁶ psi(6895 MPa)，如依據ASTM D638所量測)之樹脂基質。該等材料之實例揭示於例如US 6,642,159中。該等樹脂基質一般具熱塑性，但熱固性材料亦適用。

樹脂基質材料與第一及第二非編織品之纖維層或毛氈材料中之纖維的比例可根據最終用途而廣泛變化。無論非編織品或毛氈材料中之纖維，樹脂基質材料較佳佔纖維與樹脂基質總重量之約0%(亦即，無樹脂)至約98重量%、更佳

約5至約95重量%、又更佳約5至約40重量%，且最佳約15至約25重量%。以上百分比係以固結層狀複合物計。

樹脂基質中可使用多種樹脂，包括熱塑性樹脂、熱固性樹脂、摻合樹脂及混合樹脂。舉例而言，可採用任何以下材料：聚丁二烯、聚(異戊二烯)、天然橡膠、乙烯-丙烯共聚物、乙烯-丙烯-二烯三聚物、聚硫化物聚合物、熱塑性聚胺基甲酸酯、聚胺基甲酸酯彈性體、氯磺化聚乙烯、聚氯丁二烯、使用鄰苯二甲酸二辛酯或此項技術中熟知之其他增塑劑所形成之塑化聚氯乙烯、丁二烯丙烯腈彈性體、聚(異丁烯-共-異戊二烯)、聚丙烯酸酯、聚酯、聚醚、氟彈性體、聚矽氧彈性體、熱塑性彈性體、及乙烯共聚物。熱固性樹脂之實例包括可溶於諸如甲基乙基酮、丙酮、乙醇、甲醇、異丙醇、環己烷、乙基丙酮及其組合之碳-碳飽和溶劑中的彼等樹脂。熱固性樹脂為乙烯基酯、苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物、鄰苯二甲酸二烯丙酯、酚系樹脂(諸如苯酚甲醛)、聚乙烯縮丁醛、環氧樹脂、聚酯樹脂、聚胺基甲酸酯樹脂及其混合物及其類似物。包括前述US 6,642,159中揭示之彼等樹脂。較佳熱固性樹脂包括環氧樹脂、酚系樹脂、乙烯基酯樹脂、胺基甲酸酯樹脂及聚酯樹脂及其混合物。聚乙烯纖維織物之較佳熱固性樹脂包括至少一種乙烯基酯、鄰苯二甲酸二烯丙酯且視情況包括用於固化乙烯基酯樹脂之催化劑。

一群較佳樹脂為熱塑性聚胺基甲酸酯樹脂。用於樹脂基質之一群較佳彈性體材料包括共軛二烯之嵌段共聚物及乙

烯基芳族共聚物。丁二烯及異戊二烯為較佳共軛二烯彈性體。苯乙烯、乙烯基甲苯及第三丁基苯乙烯為較佳之共軛芳族單體。併有聚(異戊二烯)之嵌段共聚物可經氫化以產生具有飽和烴彈性體區段之熱塑性彈性體。聚合物可為R-(BA)_x(x=3-150)型之簡單三嵌段共聚物；其中A為來自聚乙炔基芳族單體之嵌段且B為來自共軛二烯彈性體之嵌段。較佳之樹脂基質為異戊二烯-苯乙烯-異戊二烯嵌段共聚物，諸如可購自Kraton Polymer LLC之Kraton[®] D1107異戊二烯-苯乙烯-異戊二烯嵌段共聚物。適用於本文之另一種樹脂基質為熱塑性聚胺基甲酸酯，諸如聚胺基甲酸酯樹脂於水中之共聚物混合物。

可安置於第一及/或第二非編織品之纖維層上且較佳安置於毛氈材料之高強度纖維上之樹脂基質的類型包括對水及有機溶劑之溶解、滲透及/或蒸散具有抗性之腈橡膠聚合物。因此，根據特定實施例，本文所述之複合物包含安置於毛氈材料及/或第一及/或第二非編織品纖維層之高強度纖維上之腈橡膠聚合物。在一較佳實施例中，腈橡膠聚合物存在於毛氈材料中之量為樹脂基質與纖維之總重量的約2%至約50%。

腈橡膠聚合物較佳未經固化(未交聯)。固化或交聯腈橡膠具有高於未固化腈橡膠之模數，且因此比未固化材料更堅硬。腈橡膠聚合物由於達成所要之抗水性(例如鹽水及諸如汽油之有機溶劑)，同時賦予固結複合物良好剝離強度及可撓性(兩者均指示優良耐久性)，因此尤其有利。腈

橡膠聚合物為丙烯腈與丁二烯之不飽和共聚物家族且可獲得具有不同特性之多種不同類型。舉例而言，可藉由相對於丁二烯含量調節腈橡膠之丙烯腈含量來控制對有機溶劑(諸如油及汽油)之所要抗性且與其他特性(諸如針對極端溫度之抗性)平衡。相對於具有較低丙烯腈含量之腈橡膠，具有較高丙烯腈含量之腈橡膠由於其極性而對油類及汽油具有較佳抗性，以及增加之拉伸強度。具有較低丙烯腈含量之腈橡膠亦對油類及汽油展示良好抗性(儘管不如高丙烯腈含量聚合物良好)以及優良可撓性及彈性，而高丙烯腈含量聚合物展示較高硬度及較低可撓性。丙烯腈及丁二烯可根據所要防彈織物類型而變化。一般而言，腈橡膠聚合物(或樹脂基質之腈橡膠組份)具有約15重量%至約50重量%之丙烯腈含量。

在代表性實施例中，腈橡膠聚合物包含含有丙烯腈單體、丁二烯單體及另一種單體組份(諸如N-羥甲基丙烯醯胺或羧酸，諸如甲基丙烯酸)之腈橡膠三聚物。腈橡膠較佳包含羧化腈橡膠(XNBR)三聚物。較佳之XNBR三聚物較佳包含約0.1重量%至約20重量%、更佳約1重量%至約10重量%，且最佳約1重量%至約5重量%之羧酸單體。不希望該等量具限制性。包含羧化腈橡膠之腈橡膠聚合物因其產生具有傑出耐磨性及優良強度而為較佳。該等三聚物在此項技術中熟知且可以商標TYLAC[®]68073購自例如Dow Reichhold Specialty Latex, LLC., Research Triangle Park, N.C.。適用羧化腈橡膠三聚物亦描述於例如US

6,127,469、US 6,548,604及US 7,030,193中。另一種較佳三聚物包含丙烯腈單體、丁二烯單體及N-羥甲基丙烯醯胺(NMA)。此類型三聚物之一實例為可購自 Emerald Performance Materials, Akron, Ohio之HYCAR[®]1572X64。

此類型之其他適用三聚物描述於例如US 5,783,625及加拿大專利CA 1190343中。較佳之丙烯腈/丁二烯/NMA三聚物較佳包含約0.3重量%至約10重量%、更佳約1重量%至約10重量%，且最佳約2重量%至約4重量%之NMA單體。US 5,783,625描述自交聯NMA單體0.3%與10%之間之適用範圍。加拿大專利CA1190343提供包括以下之橡膠組合物：
(A)10-90重量%之由共軛二烯烴、 α,β -不飽和腈及 α,β -不飽和羧酸酯組成之三聚物，(B)10-90重量%之可經硫硬化之丙烯酸系橡膠及(C)0-40重量%之由共軛二烯烴與 α,β -不飽和腈組成之具有10-60重量%之 α,β -不飽和腈總含量的共聚物。該橡膠組合物具有優良可加工性、抗油性及耐熱性。

腈橡膠聚合物視情況可經氫化以改良耐久性及耐環境性。特定而言，氫化腈橡膠(HNBR)具有優良機械、耐熱氧化及耐化學特性及優良之操作溫度範圍。

在另一實施例中，腈橡膠聚合物可包含腈橡膠及氟聚合物及/或氟碳樹脂之摻合物。已發現，與不由腈橡膠或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腈橡膠聚合物在浸漬於鹽水或汽油中之後具有顯著改良之V₅₀滯留%，亦即大於或等於95滯留%。如本文所用，「含氟材料」或「含氟組份」包括氟聚合物及

含氟碳材料(亦即氟碳樹脂)。「氟碳樹脂」通常係指包括氟碳基團之聚合物。當形成摻合物時，腈橡膠聚合物與氟聚合物/氟碳樹脂之間不發生反應。不形成共聚物，僅形成物理摻合物。亦已意識到，通常具有低於腈橡膠之分子量的氟聚合物/氟碳樹脂傾向於在邊界處，諸如在外部材料/織物表面(例如，空氣與橡膠聚合物界面(外表面)及/或纖維與橡膠聚合物界面(內表面))處濃縮且自身有機化。氟碳樹脂在表面上之該分佈增加其提升複合物之耐環境性(例如耐鹽水、汽油等)的有效性。在該實施例中，腈橡膠之類型不受限制且可包含例如XNBR、HNBR或非氫化腈橡膠。

樹脂基質另外可包含含氟樹脂，尤其為氟聚合物及氟碳樹脂材料，其因優良耐化學性及防潮特性而為人所共知。例如US 4,510,301、US 4,544,721及US 5,139,878中所述，適用之氟聚合物及氟碳樹脂材料包括氟聚合物均聚物、氟聚合物共聚物或該等物之摻合物。適用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、聚偏二氟乙烯及其共聚物及摻合物。

例示性氟聚合物包括聚氯三氟乙烯之均聚物及共聚物。尤其較佳者為以ACLON™商標出售且可購自Honeywell International Inc., Morristown, N.J之PCTFE(聚氯三氟乙烯均聚物)材料。最佳氟聚合物或氟碳樹脂包括經氟碳改質

之聚合物，尤其為如下形成的氟寡聚物及氟聚合物：氟碳側鏈接枝、縮合或反應於，或含氟碳側鏈之單體(諸如全氟辛酸丙烯酸酯)共聚而含於習知聚醚(亦即，經氟碳改質之聚醚)、聚酯(亦即，經氟碳改質之聚酯)、聚陰離子(亦即，經氟碳改質之聚陰離子)、聚丙烯酸(亦即，經氟碳改質之聚丙烯酸)、聚丙烯酸酯(亦即，經氟碳改質之聚丙烯酸酯)或聚胺基甲酸酯(亦即，經氟碳改質之聚胺基甲酸酯)中。一種尤其較佳之氟碳樹脂為可購自 Clariant International, Ltd., Switzerland 之 NUVA[®]TTHU(全氟烷基丙烯酸系共聚物)。該等氟碳側鏈或全氟化合物通常利用短鏈聚合製程產生且稱作 C₈ 氟碳。舉例而言，氟聚合物或氟碳樹脂可由可形成氟短鏈聚合物之不飽和氟化合物發生短鏈聚合反應而產生。氟短鏈聚合物經進一步改質可與聚醚、聚酯、聚陰離子、聚丙烯酸、聚丙烯酸酯或聚胺基甲酸酯反應，且隨後使氟短鏈聚合物接枝至聚醚、聚酯、聚陰離子、聚丙烯酸、聚丙烯酸酯或聚胺基甲酸酯上。氟碳樹脂亦可由例如含氟碳側鏈之單體與習知單體(諸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反應形成之寡聚物)之共聚反應而產生。該等含氟碳聚合物之代表性實例為可購自 Clariant International, Ltd., Switzerland 之 NUVA[®] 氟聚合物產物。具有以全氟酸為主、以全氟丙烯酸酯為主及以全氟醇為主之側鏈的其他氟碳樹脂、氟寡聚物及氟聚合物亦適用。具有較短長度(諸如 C₆、C₄ 或 C₂)之氟碳側鏈的氟聚合物及氟碳樹脂亦適合。該等物包括可購

自 Omnova Solutions, Inc., Fairlawn, Ohio 之 POLYFOX™ 氟化學品。一般而言(但非必然)，含氟碳組份及腈橡膠組份在其摻合時均為濕潤的(亦即，處於分散或溶解之熔融或液體狀態)以利於其可混溶性及可摻合性，且以濕摻合物形式塗覆至纖維。

儘管氟聚合物及氟碳樹脂增加耐環境特性，但其仍傾向於缺乏最佳可加工性及可撓性特性，以及通常認為適用於防彈複合物中之其他物理特性。該等重要特性由腈橡膠組份提供，且其一起產生優良之樹脂基質材料。

在摻合物中，應設定腈橡膠組份與含氟組份之比例以使得所摻合之基質組合物之物理特性可由腈橡膠組份之物理特性來控制。腈橡膠組份至少應超過含氟組份。含氟組份之物理特性的重要性次之。選擇含氟組份的原因在於其能夠防水及防汽油以及其能夠與腈橡膠組份混配成穩定或適用之摻合乳液/分散液。

在代表性實施例中，當用作毛氈材料或非編織品一或兩者之纖維層之纖維的樹脂基質時，含氟組份佔腈橡膠聚合物之約1重量%至約50重量%。更佳地，含氟組份佔腈橡膠聚合物之約3重量%至約35重量%、較佳為約5重量%至約25重量%、更佳為約5重量%至約20重量%。用於產生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，儘管該範圍以外之值亦可。用於產生聚合物組合物之氟碳樹脂分散液較佳具有約8%至約30%之固體含量，但該範圍以外之值亦可。包括氟聚合物/氟碳樹脂之乾燥樹

脂較佳包括約8%至約12%之氟聚合物/氟碳樹脂固體含量(固體/固體)。舉例而言，包括85%腈橡膠分散液(40%固體)及15%氟碳樹脂分散液(25%固體)之摻合物若經乾燥以形成乾燥摻合物，則將包括9.93%之乾燥氟碳樹脂。

包含至少一種含氟材料與至少一種腈橡膠三聚物之摻合物的腈橡膠聚合物尤其適用。當形成該等摻合物時，腈橡膠聚合物與氟聚合物/氟碳樹脂之間不發生反應，且不形成共聚物。其僅為物理摻合物。腈橡膠三聚物為由以下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種單體組份。二烯單體組份較佳包含丁二烯。第三種單體組份較佳為自交聯單體且較佳包含羧酸或不飽和羧酸酯。適用自交聯單體揭示於例如US 5,783,625中。更特定而言，第三種單體組份之適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、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)巴豆醯胺、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-羥基戊酯及甲基丙烯酸5-N-(4-苯胺基苯基)胺基-2-羥基戊酯。亦適用者為

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-乙基己酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、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、反丁烯二酸丁酯、順丁烯二酸丁酯、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氟烷基酯，諸如丙烯酸氟基甲酯、甲基丙烯酸氟基甲酯、丙烯酸2-氟基乙酯、甲基丙烯酸2-氟基乙酯、丙烯酸1-氟基丙酯、甲基丙烯酸1-氟基丙酯、丙烯酸2-乙基-6-氟基己酯、甲基丙烯酸2-乙基-6-氟基己酯、丙烯酸3-氟基丙酯及甲基丙烯酸3-氟基丙酯；氟烷基乙烯基醚，諸如氟乙基乙烯基醚；及乙烯基吡啶。

呈腈橡膠聚合物形式之該特定腈橡膠/氟聚合物(氟碳)的腈橡膠三聚物組份較佳具有約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。腈橡膠三聚物組份較佳具有約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。腈橡膠三聚物組份較佳包括約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%之第三單體組份。

最佳地，腈橡膠三聚物包含由丙烯腈單體組份、丁二烯單體組份及N-羥甲基丙烯酸醯胺或羧酸單體組份形成之三聚

物。最佳腈橡膠三聚物包含羧化腈橡膠。腈橡膠三聚物組份較佳包含約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%之腈橡膠聚合物。因此，含氟組份較佳佔約1重量%至約40重量%、更佳約3重量%至約25%且最佳約5重量%至約15重量%(固體/固體)。適用含氟材料於上文描述。

當用作樹脂基質時，腈橡膠聚合物較佳另外包含至少一種界面活性劑。向聚合物中添加界面活性劑可改良個別纖維上塗層之均一性。亦已發現，添加界面活性劑可增強所摻合分散液之穩定性且促進氟碳樹脂在腈橡膠/氟碳樹脂摻合物之空氣與橡膠聚合物及纖維與橡膠聚合物界面處(若存在)之均一分佈。無論氟聚合物存在與否，均可包括界面活性劑。適合界面活性劑非排他性地包括陰離子性、陽離子性、兩性及非離子性界面活性劑。通常，非離子性界面活性劑因其在水中具有最有限之溶解性且不與陰離子性界面活性劑形成鹽而為較佳的。此外，腈橡膠聚合物對陰離子性及陽離子性界面活性劑極為敏感，此係因為高電荷密度可導致分散液凝聚。非離子性界面活性劑一般不干擾所分散聚合物(含有固體之微胞)之性質，或展示最小干擾。較佳之非離子性界面活性劑包括以脂肪酸及脂肪醇為主之非離子性界面活性劑，尤其為具有7至10之親水-親脂平衡(HLB)值之彼等非離子性界面活性劑。尤其較佳之界面活性劑為非離子性聚乙二醇三甲基壬基醚，諸如可購自Dow Chemical Company, Midland, Mich之TERGITOL®

TMN-3界面活性劑。TERGITOL[®]TMN-3因其在低濃度下提供低表面張力而為較佳的。需要低表面張力以確保分散液充分散佈且覆蓋每一個別纖維。TERGITOL[®]TMN-3具有約8之HLB值且展示有助於減少表面張力之碳鏈分枝。亦適用者為非離子性氟界面活性劑，諸如Clariant GmbH Corporation, Germany之FLUOWET[®]氟界面活性劑，尤其為FLUOWET[®]OTN。然而，氟界面活性劑出於環境考慮而不可接受。亦適用者為聚矽氧界面活性劑與部分經油酸封端之乙氧基化蓖麻油之組合。

在一較佳實施例中，界面活性劑存在且佔腈橡膠聚合物之約0.01重量%至約10重量%、更佳約0.05重量%至約5重量%且最佳約0.1重量%至約2.5重量%。上文論述之任何樹脂基質材料可與諸如碳黑、二氧化矽等填充劑混配且可用油增量且使用橡膠技術者熟知之方法藉由硫、過氧化物、金屬氧化物或輻射固化系統硬化。不同樹脂之摻合物亦可用作樹脂基質。

樹脂基質之塗佈/浸漬

根據代表性實施例，非編織品之複數個纖維層各自在固結之前經樹脂基質塗佈或浸漬以形成相應非編織預浸織物。同樣，毛氈材料之纖維可類似地經樹脂基質(諸如上文論述之腈橡膠聚合物)塗佈或浸漬以形成各別毛氈預浸織物。非編織品之纖維層或毛氈材料纖維因此可藉由首先建構纖維網且隨後以基質組合物塗佈該網而形成。如本文所用，術語「塗佈」在廣義上用於指其中個別纖維具有圍

繞纖維之基質組合物之連續層或具有位於纖維表面上之基質組合物之不連續層的纖維網。在前者情況下，可稱纖維完全嵌埋於基質組合物中。術語塗佈及浸漬可互換使用。儘管織物及毛氈在樹脂基質塗覆於無樹脂纖維之後就可固結，但由於樹脂塗層之均一性可能難以控制而為較不利的。

樹脂基質組合物可以任何適合方式(諸如溶液、分散液或乳液)塗覆至具有纖維層之非編織品或毛氈材料之纖維上。在任一情況下，經基質塗佈之纖維網隨後經乾燥。樹脂基質之溶液、分散液或乳液可噴霧至纖維上。或者，纖維可藉由浸漬或藉助於滾塗機或其類似物而經水溶液、分散液或乳液塗佈。塗佈之後，所得經塗佈纖維網路隨後通過用於乾燥之烘箱，其中使經塗佈纖維經受足夠熱量以蒸發基質組合物中之水或其他液體。隨後可將經乾燥、塗佈之纖維網置於運載網(其可為紙或薄膜基板)中。否則，首先可將纖維置於運載網上，之後經樹脂基質塗佈。在任一情況下，隨後可以已知方式將基板及包含一或多個纖維層之經塗佈纖維網捲繞成連續捲筒。

在例如用於非編織品中之單向對準纖維網之情況下，高強度纖維之紗線束可由粗紗架供應且經導紗器及一或多個平壓機導向校準梳，之後經基質材料塗佈。校準梳使纖維實質上單向對準且實質上處於同一平面內。

層壓薄膜層

根據可選實施例，毛氈材料之高強度纖維可在一或兩個

相反表面上與層壓薄膜層層壓在一起。在固結層狀複合物中，由此提供(i)第一非編織品與毛氈材料之間之第一層壓薄膜層及/或(ii)毛氈材料與第二非編織品之間之第二層壓薄膜層。因此，在一代表性實施例中，毛氈材料可包含安置於兩個層壓薄膜層之間之單一毛氈層。或者，毛氈材料可包含複數個由毛氈層壓層分隔之毛氈層，該複數個毛氈層各自安置於第一與第二層壓薄膜層之間。在複數個毛氈層之情況下，每一層中可使用單一類型之高強度纖維，或可使用不同纖維，例如第一毛氈層中使用聚烯烴纖維且第二毛氈層中使用芳族聚醯胺纖維。否則，一個毛氈層中可使用高強度纖維且第二毛氈層中使用另一類型之纖維。

毛氈材料之層壓可藉由在足以使層壓薄膜層黏結至毛氈表面且足以壓實毛氈之熱量及壓力下使毛氈材料在其一個或兩個相反表面上與一或兩個層壓薄膜層接合來進行。適用於上述層壓薄膜層以及毛氈層壓層中之塑膠薄膜係選自由聚烯烴、聚醯胺、聚碳酸酯、離聚物、聚醯亞胺、聚氣乙烯、聚酯及聚胺基甲酸酯薄膜組成之群。塑膠薄膜較佳為聚乙烯、聚醯胺、聚碳酸酯、離聚物或聚酯。一或多個層壓薄膜層較佳具有約8 μm (0.3密耳(mil))至約1 mm(39密耳)、且更佳約8 μm (0.3密耳)至約500 μm (20密耳)之厚度。

視情況將黏結劑塗覆至毛氈、層壓薄膜層及/或毛氈層壓層，之後將毛氈與該等薄膜層接合。因此，根據可選實施例，黏結劑可存在於複合物中之一或多個毛氈材料/層壓薄膜界面、一或多個毛氈材料/毛氈層壓界面及/或一或

多個非編織品/層壓薄膜界面處，無論如上文所述層壓薄膜層安置於單一毛氈層之相反表面或安置於複數個毛氈層之間。若使用，則黏結劑可以溶液、熔體或固體薄膜形式塗覆。當存在黏結劑時，其含量為毛氈材料(亦即，高強度纖維、樹脂基質(若使用)、層壓薄膜層及黏結劑之重量)之約1%至約10%。黏結劑較佳為如依據ASTM D638-03量測具有小於約41.4 MPa(6,000 psi)之拉伸模數的彈性體材料。可使用具有適當低模數之各種彈性體材料及調配物作為黏結劑。舉例而言，可採用任何以下材料：聚丁二烯、聚(異戊二烯)、天然橡膠、乙烯-丙烯共聚物、乙烯-丙烯-二烯三聚物、聚硫化物聚合物、聚胺基甲酸酯彈性體、氯磺化聚乙烯、聚氯丁二烯、使用鄰苯二甲酸二辛酯或此項技術中熟知之其他增塑劑所形成之塑化聚氯乙烯、丁二烯丙烯腈彈性體、聚(異丁烯-共-異戊二烯)、聚丙烯酸酯、聚酯、聚醚、氟彈性體、聚矽氧彈性體、熱塑性彈性體、乙烯共聚物。黏結劑較佳為如Kraton Polymers Inc商業化生產之乙烯基芳族單體與共軛二烯彈性體之三嵌段共聚物。

適用於層壓毛氈材料之壓力為約0.690 MPa至約34.5 MPa(約100至約5000 psi)。相對於層壓薄膜層之軟化點及/或高強度纖維之熔點，選擇不存在黏結劑時之層壓溫度。當毛氈包括高強度聚乙烯纖維時，層壓溫度較佳為約100°C(212°F)至約130°C(266°F)。當毛氈僅含有在塑膠薄膜熔點以上熔融之纖維時，則層壓溫度較佳為約100°C

(212°F)至層壓薄膜層之軟化點。因此，在低於毛氈薄片之高強度纖維熔點或低於塑膠薄膜軟化點之溫度下層壓毛氈薄片。

黏結劑之軟化點應為比層壓薄膜層(或毛氈層壓層)之軟化點或高強度纖維之熔點更低之溫度。當存在黏結劑時，層壓溫度為約黏結劑軟化點至約層壓薄膜層軟化點或至低於最低熔融高強度纖維之熔點約20°C(36°F)，以低者為準。層壓操作係使塑膠薄膜黏結至毛氈且壓實毛氈，使其更堅實且緊密。毛氈材料、層壓薄膜層及視情況選用之毛氈層壓層之組合較佳具有約0.05 g/cm³(3 lb/ft³)至約1.5 g/cm³(94 lb/ft³)且更佳約0.1 g/cm³(6 lb/ft³)至1.5 g/cm³(94 lb/ft³)之密度。該組合較佳具有約0.1 kg/m²(0.02 lb/ft²)至約2 kg/m²(0.4 lb/ft²)之面積密度。

可包括一或多個毛氈層之毛氈材料除包含高強度纖維及可選層壓薄膜層外，亦可包含以上述量存在的上述樹脂基質(例如包含熱塑性樹脂、熱固性樹脂或混合樹脂之樹脂基質)。

固結

固結非編織品或毛氈材料纖維中所用之纖維層，其任一者視情況經如上文論述之樹脂基質塗佈/浸漬以形成經塗佈之纖維網(例如，如上文所述呈包含單向定向高強度纖維之纖維層的非編織預浸織物或可經層壓之毛氈預浸織物形式)。「固結」意謂將纖維層、纖維及/或經塗佈及/或層壓纖維網(預浸形式)合併以形成固結層狀複合物。固結可

經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合而發生。代表性固結方法包括使用熱夾輥提供用於進行固結之溫度及壓力。若非編織品及/或毛氈材料未製成預浸體，則毛氈材料及非編織品纖維層之纖維的所有纖維表面可實質上經低模數彈性體基質組合物塗佈。隨後，纖維層較佳經固結以形成層狀複合物。

因此，可如下達成固結：堆疊非編織品之個別纖維層及毛氈材料或具有該等層之經塗佈或經浸漬之預浸體，隨後在熱及壓力下將其黏結在一起以使總體結構熱固定，使得基質材料流動且佔據任何剩餘空隙空間。如上文論述，非編織品之個別纖維層可交叉重疊以達成優良防彈性，使得一層之纖維對準方向經旋轉而相對於另一層之纖維對準方向呈一定角度(亦即，該等層不平行)。舉例而言，較佳結構具有定位在一起以使得一層之縱向纖維方向垂直於另一層之縱向纖維方向(以相對呈90°之方向延伸)的兩個纖維層。如上文論述，垂直定向亦適用於與毛氈材料之相反表面相鄰之纖維層。

可在約93°C(200°F)至約177°C(350°F)、更佳約93°C(200°F)至約149°C(300°F)之溫度下且最佳在約93°C(200°F)至約121°C(250°F)之溫度下及約172 kPa(25 psi)至約3447 kPa(500 psi)之壓力(但可使用更高壓力)下達成適合黏結以便固結纖維層。固結可在高壓釜中進行。

加熱時，可能引起樹脂基質在未完全熔融之情況下黏滯或流動。然而，一般而言，若使樹脂基質熔融，則需要相

對小之壓力以形成複合物，而若將樹脂基質僅加熱至黏滯點，則一般需要更大壓力。固結溫度及壓力之保持時間通常在約10秒至約24小時、一般約5分鐘至約3小時且經常約10分鐘至約2小時之範圍內變化。然而，固結溫度、壓力及時間通常視樹脂基質之含量及類型以及纖維之含量及類型而定。

因此，固結層狀複合物之第一與第二非編織品所用之高強度纖維層中每個纖維層具有約25 μm (0.98密耳)至約500 μm (20密耳)之較佳厚度，且每個纖維層更佳具有約75 μm (3.0密耳)至約385 μm (15密耳)之厚度且每個纖維層最佳具有約125 μm (4.9密耳)至約255 μm (10密耳)之厚度。毛氈材料使複合物增加額外厚度，且毛氈材料中每個毛氈層(例如，如上文所論述，可具有由層壓層分隔之多個毛氈層)較佳為約500 μm (20密耳)至約5 mm(0.2吋)。固結通常壓實毛氈，相對於固結前之毛氈狀態，其更堅實且緊密。儘管該等厚度較佳，但應瞭解可產生其他層厚度以滿足特定需要且仍在本發明之範疇內。

每層之面積密度較佳可在約0.034 kg/m^2 (0.0070 lb/ft^2)至約3.1 kg/m^2 (0.63 lb/ft^2)、更佳約0.17 kg/m^2 (0.035 lb/ft^2)至約2.2 kg/m^2 (0.45 lb/ft^2)且最佳約0.17 kg/m^2 (0.035 lb/ft^2)至約0.85 kg/m^2 (0.17 lb/ft^2)之範圍內。第一及/或第二非編織品之各纖維層之厚度及面積密度可相同或不同。

複合物特性

固結層狀複合物具有多種有利特性可供軍事、執法及需

要高度保護使用者之其他應用使用。舉例而言，本文所述之防彈複合物對具有至少約400焦耳(joule)(295 ft-lb)、更佳約400(295 ft-lb)至約4000焦耳(2950 ft-lb)且最佳約800焦耳(590 ft-lb)至約3000焦耳(2200 ft-lb)之能級的諸如步槍子彈之子彈及碎片具有抗性或能夠防止其穿透。除抗子彈及碎片穿透以外，該等複合物宜重量輕且抵抗吸收水及有機液體，諸如汽油、柴油及軍事行動中遭遇之其他石油、油及潤滑劑(POL)材料。抗水性/抗煙性可藉由以塑膠覆蓋物覆蓋複合物而進一步改良，但此舉在使用抗水性及抗潤滑性樹脂(例如，如上文論述之腈橡膠聚合物)作為毛氈材料及/或非編織品纖維層之樹脂基質的實施例中通常並非必要。

層狀複合物總厚度宜小於約12 mm(0.47 in)(例如，在約4 mm(0.16 in)至約12 mm(0.47 in)之範圍內)，且通常小於約10 mm(0.39 in)(例如，在約4 mm(0.16 in)至約10 mm(0.39 in)之範圍內)。層狀複合物之總面積密度宜小於約29.3 kg/m²(6 lb/ft²)(例如，在約4.89 kg/m²(1 lb/ft²)至約29.3 kg/m²(6 lb/ft²)之範圍內)，且通常小於約24.4 kg/m²(5 lb/ft²)(例如，在約9.77 kg/m²(2 lb/ft²)至約24.4 kg/m²(5 lb/ft²)之範圍內)。

物品形成

在層狀複合物形成之後，其可用於各種應用中。舉例而言，其可藉由受熱及加壓而成形為物品。成形溫度通常可在約20°C (68°F)至約175°C (347°F)、一般在約100°C (212°F)

至約 150°C (302°F) 且經常在約 110°C (230°F) 至約 130°C (266°F) 之範圍內。適用於形成物品之技術描述於例如 US 4,623,574、US 4,650,710、US 4,748,064、US 5,552,208、US 5,587,230、US 6,642,159、US 6,841,492 及 US 6,846,758 中。

根據一代表性形成方法，將複數個層狀複合物排列在一起以形成可撓性物品，包括服裝，諸如背心、褲子、帽子或其他衣著物品。層狀複合物亦可形成其他個人保護物品（諸如頭盔），或可視需要形成為保護性障壁、覆蓋物或毛毯。第一及第二非編織品之纖維網及毛氈層可個別地保留紡織織物之高可撓性特徵，同時較佳地維持分離（亦即，不黏結在一起）。或者，織物及/或毛氈層可縫合在一起或由黏著性材料或其他熱塑性或非熱塑性纖維或材料黏結在一起。因此，本發明之物品可包含複數個經組裝為黏結或非黏結陣列之非編織抗碎裂織物。

本發明之服裝可經由此項技術中習知之方法來形成。服裝較佳可藉由將本發明之防彈及抗碎裂層狀複合物與衣著物品鄰接而形成。舉例而言，防彈及抗碎裂背心可包含與如本文所述之一或多種層狀複合物鄰接之一般織物背心。術語「鄰接」包括實體連接，例如藉由縫製或黏附及其類似方法所達成之實體連接，以及不使用實體連接之耦接或並置，以使得層狀複合物可視情況易於自背心或其他衣著物品移除。層狀複合物可插入策略性安置之衣袋中。由此可在背心重量不過度之情況下達成所要之保護度。

包含本文所述之複數種層狀複合物之背心及其他衣著物品具有良好可撓性及舒適性以及優良防彈保護及抗碎裂性。小型尖銳拋射體可藉由橫向置換纖維而不使其斷裂來穿透鎧甲。在此情況下，抗穿透性取決於推開纖維之容易程度，且因此取決於纖維網之性質。包含非編織品之複合物之防彈性或抗碎裂性中之重要因素為交叉重疊纖維層中之交疊週期、纖維丹尼爾、纖維與纖維之摩擦、基質特徵、中間層黏結強度及其他因素。

圖中描繪代表性層狀複合物。如該實施例中所示，層狀複合物100包含含有高強度毛氈纖維之毛氈材料2。為達成對水以及石油、油及潤滑劑(POL)之高抗性，將作為樹脂基質之腈橡膠聚合物以佔樹脂基質與毛氈材料總重量之約2%至約50%之量安置於毛氈材料2上。層狀複合物100另外包含與毛氈材料2之各相反側表面相鄰之第一編織品1及第二非編織品3。

在該代表性實施例中，第一非編織品1及第二非編織品3可各自包含單向定向纖維交叉重疊排列之複數個高強度纖維層，其中一種或兩種織物中相鄰之纖維層以相對於彼此呈90°之方向延伸。根據較佳實施例，第一及第二非編織品因此包括SPECTRA SHIELD[®]，如上文論述其具有2至4層單向定向SPECTRA[®]纖維，其中相鄰層相對於彼此以90°交叉重疊。否則，第一及第二非編織品之一者或兩者可僅包含單一纖維層，且該單一層可相對於與位於非編織品之間之毛氈材料的相反側表面相鄰之其他非編織品層交叉重

疊排列。毛氈材料2及非編織品1、3在相對側表面A、B處固結。在替代性實施例中，層壓層(未圖示)可併入第一非編織品1與毛氈材料2之間以及毛氈材料2與第二非編織品3之間。可使用熱夾輥獲得進行固結之適合溫度及壓力。

本發明之所有態樣與固結層狀複合物相關，其具有至少一層抗碎裂織物(諸如毛氈材料)與周圍防彈織物(諸如包含單向高強度纖維(例如高分子量聚乙烯纖維)之交叉重疊纖維層的彼等織物)之組合。輕重量及可撓性(且因此舒適)物品可使用整體層狀複合物，從而對穿著者或使用提供高度保護。經由瞭解本發明，熟習此項技術者將意識到，在不偏離本發明範疇之情況下可對該等層狀複合物及其製造方法進行各種修改。因此，本文所述之標的物為本發明及其相關優勢之代表，且不理解為限制如隨附申請專利範圍中所闡述之本發明之範疇。

【圖式簡單說明】

圖1描繪根據本發明例示性實施例之複合物的代表性剖視圖。

【主要元件符號說明】

1	第一非編織品
2	毛氈材料
3	第二非編織品
100	層狀複合物
A	側表面
B	側表面

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：100126666

B32B 27/12 (2006.01)

B32B 5/26 (2006.01)

※ 申請日：100.7.27

※IPC 分類：F41H 1/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具提升抗碎裂性之防彈複合物

BALLISTIC SHIELD COMPOSITES WITH ENHANCED FRAGMENT
RESISTANCE

二、中文發明摘要：

本發明係關於對子彈及碎片具有高抗穿透性之固結層狀複合物。該等複合物依次包含：包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第一非編織品、包含高強度毛氈纖維之毛氈材料及包含一個或複數個單向定向高強度纖維層之第二非編織品。該等非編織品及中間毛氈材料於相對側表面處固結。

三、英文發明摘要：

Consolidated, layered composites having high penetration resistance to both bullets and fragments are described. The composites comprise, in order, a first non-woven fabric comprising one or a plurality of unidirectionally oriented high tenacity fibrous layers, a felt material comprising high tenacity felt fibers, and a second non-woven fabric comprising one or a plurality of unidirectionally oriented high tenacity fibrous layers. The non-woven fabrics and intermediate felt material are consolidated at facing lateral surfaces.

七、申請專利範圍：

1. 一種對子彈及碎片具有高抗穿透性之固結層狀複合物，其依次包含：
 - (a)包含一或多個單向定向高強度纖維層之第一非編織品(1)，
 - (b)包含高強度毛氈纖維之毛氈材料(2)，及
 - (c)包含一或多個單向定向高強度纖維層之第二非編織品(3)。
2. 如請求項1之複合物，其另外包含安置於該毛氈材料之高強度纖維上之脛橡膠聚合物。
3. 如請求項2之複合物，其中該脛橡膠聚合物以約2重量%至約50重量%之量存在於該毛氈材料中。
4. 如請求項1至3中任一項之複合物，其另外包含(i)位於該第一非編織品與該毛氈材料之間之第一層壓薄膜層及(ii)位於該毛氈材料與該第二非編織品之間之第二層壓薄膜層，其中該第一及第二層壓薄膜層各自以該毛氈材料之約5重量%至約25重量%之量存在。
5. 如請求項4之複合物，其中該毛氈材料包含安置於該第一與第二層壓薄膜層之間之單一毛氈層。
6. 如請求項4之複合物，其中該毛氈材料包含複數個由毛氈層壓層分隔之毛氈層，其中該複數個層係安置於該第一與第二層壓薄膜層之間。
7. 如請求項1至6中任一項之複合物，其中該複合物可抵抗具有約400 J(295 ft-lb)至約4000 J(2950 ft-lb)之能量的步

槍子彈及具有約400 J(295 ft-lb)至約4000 J(2950 ft-lb)之能量的碎片。

8. 一種對子彈與碎片均具有高抗穿透性的背心，其包含如請求項1至7中任一項之複合物。

9. 一種製造層狀複合物之方法，該方法包含在約75°C至約150°C範圍內之溫度及約1個錶壓(barg)(15 psig)至約14個錶壓(203 psig)範圍內之壓力下固結以下各物：

(a)包含一或多個單向定向高強度纖維層之第一非編織品，

(b)包含高強度毛氈纖維之毛氈材料，

(c)包含一或多個單向定向高強度纖維層之第二非編織品，

視情況與(a)與(b)之間的層壓薄膜層及/或(b)與(c)之間的層壓薄膜層一起固結，以提供該層狀複合物，

其中在該固結期間，該毛氈材料經歷實且在該層狀複合物中之厚度相對於固結之前之初始厚度減少至少約10%。

10. 一種對子彈與碎片均具有高抗穿透性之物品，該物品包含固結層狀複合物，該固結層狀複合物包含含有高強度毛氈纖維的毛氈材料(2)，該等高強度毛氈纖維上安置有約2重量%至約50重量%之量之腈橡膠聚合物，且該固結層狀複合物另外包含與該毛氈材料之相對側表面(A、B)相鄰之第一及第二非編織品(1、3)，

其中該第一及第二非編織品(1、3)各自包含單向定向

纖維交叉重疊排列之一或多個高強度纖維層，其中相鄰纖維層以相對於彼此呈 90° 之方向延伸，其中該毛氈材料(2)及非編織品(1、3)於相對側表面(A、B)處固結。

八、圖式：

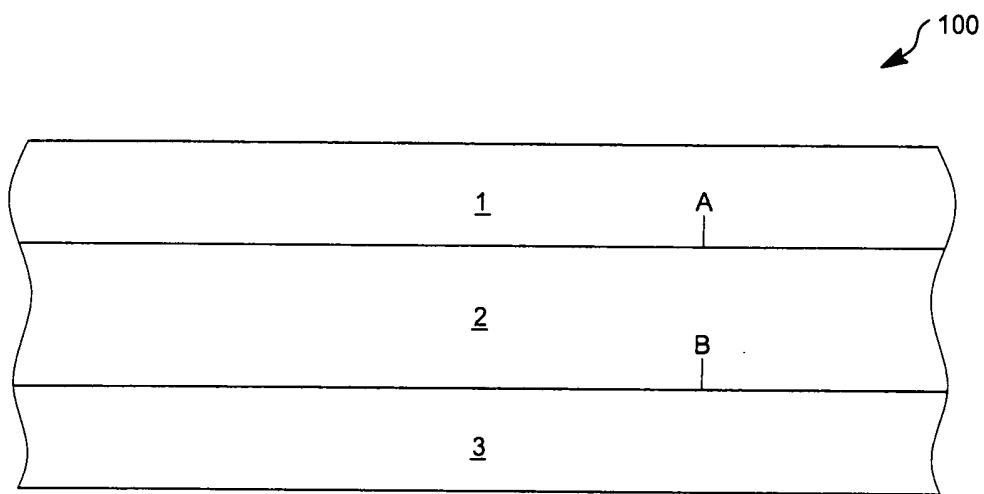


圖 1

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	第一非編織品
2	毛氈材料
3	第二非編織品
100	層狀複合物
A	側表面
B	側表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)