



(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 201242992 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：101110268

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 23 日

(51)Int. Cl. : C08J5/06 (2006.01)

F41H1/02 (2006.01)

(30)優先權：2011/03/25 美國

13/072,523

(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 葛拉德 ARDIFF, HENRY GERARD (US)；葛倫登 布萊立
GRUNDEN, BRADLEY (US)；巴特爾 泰勒 BARTELT, TYLER (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

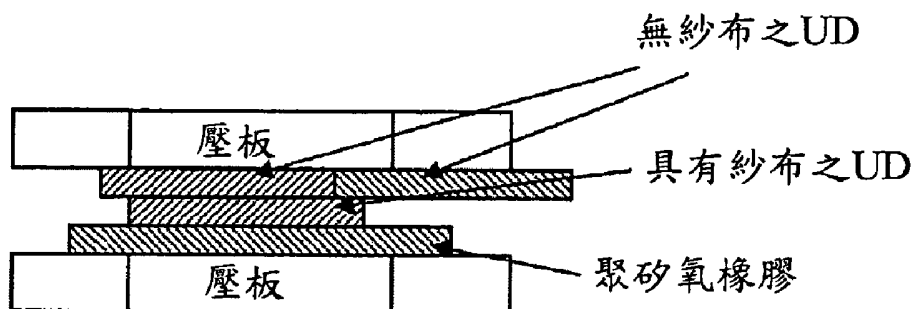
(54)名稱

單向複合物可加工性之改良方法

METHODS TO IMPROVE THE PROCESS-ABILITY OF UNI-DIRECTIONAL COMPOSITES

(57)摘要

本發明係關於一種製造適用於形成鎧甲及鎧甲次組合中間體之複合物之方法。更特定言之，本發明係關於改良之彈道抗性複合物，以及一種自具有由聚合黏合劑材料不均勻浸漬於纖維層中而產生之貧樹脂表面之複合物製造彈道抗性複合物及鎧甲次組合中間體的方法。





(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 201242992 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：101110268

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 23 日

(51)Int. Cl. : C08J5/06 (2006.01)

F41H1/02 (2006.01)

(30)優先權：2011/03/25 美國

13/072,523

(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 葛拉德 ARDIFF, HENRY GERARD (US)；葛倫登 布萊立
GRUNDEN, BRADLEY (US)；巴特爾 泰勒 BARTELT, TYLER (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

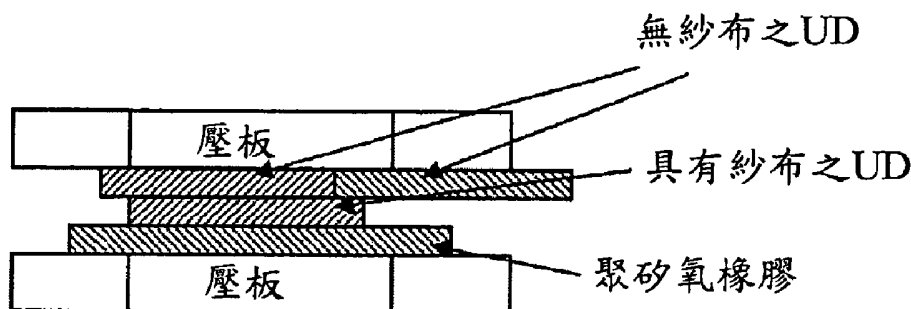
(54)名稱

單向複合物可加工性之改良方法

METHODS TO IMPROVE THE PROCESS-ABILITY OF UNI-DIRECTIONAL COMPOSITES

(57)摘要

本發明係關於一種製造適用於形成鎧甲及鎧甲次組合中間體之複合物之方法。更特定言之，本發明係關於改良之彈道抗性複合物，以及一種自具有由聚合黏合劑材料不均勻浸漬於纖維層中而產生之貧樹脂表面之複合物製造彈道抗性複合物及鎧甲次組合中間體的方法。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種製造適用於形成鎧甲及鎧甲次組合中間體之複合物之方法。更特定言之，本發明係關於改良之彈道抗性複合物及一種自具有由聚合黏合劑材料不均勻浸漬於纖維層中而產生之貧樹脂表面之複合物製造彈道抗性複合物及鎧甲次組合中間體的方法。

【先前技術】

具有極佳防射彈性質之含有高強度纖維之彈道抗性物品已眾所周知。諸如防彈背心、護盔、車輛面板及軍事裝備結構構件之物品通常由包含高強度纖維之織物製成。習知使用之高強度纖維包括聚乙烯纖維、芳族聚醯胺纖維(諸如聚(對苯二甲醯苯二胺))、石墨纖維、耐綸纖維、玻璃纖維及其類似物。對於諸如背心或背心部分之許多應用，纖維可以編織物或針織物來使用。對於其他應用，纖維可封裝或嵌埋於聚合黏合劑材料中以形成編織或非編織的剛性或可撓性織物。

經聚合黏合劑材料浸漬之纖維之非編織單向複合物在鎧甲行業中為最高效能的材料之一，且其對於製造個人護體鎧甲尤其有效。在製造個人護體鎧甲之一種方法中，將多層單向複合物堆疊在一起且在高溫及高壓下壓製以得到剛性物品，諸如胸甲(breast plate)或護盔。就此而言，已知其改良最終物品之效能以及製造效率，其可適用於在於較劇烈條件下加工最終物品之前在低溫或中等溫度、壓力及

滯留時間下首先將個別纖維層加工成成形次組合。

不幸的是，在製造隨後被加工成該等成形次組合之前驅材料期間，已發現不理想加工條件通常不當地引起聚合黏合劑材料在複合物中分佈不均勻。視特定加工條件(諸如塗佈技術、所施加之加工力及壓力(擠壓壓區(squeeze nip))、加工中之擦拭(固定計量桿)、所用加工助劑、重力、表面張力、塗料黏度、塗料與纖維之相容性、纖維表面之不均勻性及加工順序等)而定，複合物可製造為具有富樹脂及貧樹脂(resin-poor/resin-lean)區域，其中富樹脂區域與貧樹脂區域相比具有較大濃度之聚合黏合劑材料。通常於一個或兩個外表面處發現貧樹脂區域，且大部分聚合黏合劑處於複合物內部。此會在前述所需中等加工條件下在使個別層固結成次組合及/或加工多個次組合時造成困難。讓此問題更複雜的是，極難或不可能在現有製造方法之正常參數內充分校正此分佈。

本發明提供一種藉由增加非編織單向複合物織物表面(與內部相對)處熱塑性樹脂之相對量來校正與該不均勻分佈有關之問題的方法。所得纖維層或複合物可以最低溫度及壓力黏著或黏合至其他纖維層或複合物。重要的是，本發明方法允許在無需對加工條件作出通常為避免聚合黏合劑材料在複合物中分佈不均勻所需之嚴格監控及/或控制的情況下製造有用複合物，且克服與製造具有至少一個貧樹脂外表面之纖維層有關的問題。

【發明內容】

本發明提供一種製造經不均勻分佈之聚合黏合劑材料浸漬之複合物的方法，該方法包含：

- a) 提供具有外頂面及外底面之纖維層，該纖維層包含複數個纖維股，該等纖維股各自包含複數根纖維，其中該纖維層經聚合黏合劑材料浸漬；
- b) 在該纖維層之該外頂面及/或該纖維層之該外底面上施加熱塑性聚合物；及
- c) 使該纖維層上之該熱塑性聚合物黏合至該纖維層，其中：
 - i) 在使該複數個纖維股及該聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟之前，使該熱塑性聚合物黏合至該纖維層；或
 - ii) 在使該複數個纖維股及該聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟期間，使該熱塑性聚合物線內(in-line)黏合至該纖維層；或
 - iii) 在使該複數個纖維股及該聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟之後，使該熱塑性聚合物黏合至該纖維層。

本發明亦提供一種包含至少一個具有外頂面及外底面之纖維層之複合材料，該纖維層包含複數個纖維股，該等纖維股各自包含複數根上面具有聚合黏合劑材料之纖維，且其中該聚合黏合劑材料不均勻地分佈於該纖維層中；且熱塑性聚合物黏合至該纖維層之該外頂面及/或該纖維層之該外底面。

亦提供由此等複合物形成之鎧甲物品或鎧甲物品之次組合。

【實施方式】

本發明提供一種修飾經不均匀分佈之聚合黏合劑材料浸漬之纖維層外表面的方法。如本文所用之「纖維層」可包含單向定向纖維之單股、單向定向纖維之複數個非固結股、單向定向纖維之複數個固結股、編織物、複數個固結編織物或任何其他已由複數根纖維形成之織物結構，包括氈、墊及其他包含無規定向纖維之結構。「層」描述一般平面配置。各纖維層將具有外頂面及外底面。單向定向纖維之「單股」包含以單向、實質上平行之陣列排列的非重疊纖維之配置。此類纖維配置在此項技術中亦稱為「單向帶(unitape/unidirectional tape)」。如本文所用，「陣列」描述纖維或紗線之有序配置，且「平行陣列」描述纖維或紗線之有序平行配置。如在「定向纖維」之情況下使用之術語「定向」係指與拉伸纖維相對之纖維之排列。

出於本發明之目的，「纖維」為伸長體，其長度尺寸遠大於寬度及厚度之橫向尺寸。本發明中所用纖維之橫截面可廣泛變化，且其橫截面可為圓形、扁平形或長方形。因此，術語「纖維」包括具有規則或不規則橫截面之長絲、絲帶、條帶及其類似物，但纖維較佳具有實質上圓形的橫截面。如本文所用，術語「紗線」係定義為由多根纖維組成之單股。單根纖維可僅由一根長絲形成或由多根長絲形成。僅由一根長絲形成之纖維在本文中稱為「單長絲」纖

維或「單絲」纖維，且由複數根長絲形成之纖維在本文中稱為「複絲」纖維。

術語「織物」描述在存在或不存在纖維股之模製或固結之情況下可包括一或多個纖維股之結構。例如，編織物或氈可包含單個纖維股。由單向纖維形成之非編織物通常包含彼此堆疊且固結之複數個纖維股。當在本文中使用时，「單層」結構係指由一或多個個別股組成之單體結構，其中多個個別股已與聚合黏合劑材料一起固結成單個單式結構。「固結」意謂聚合黏合劑材料與各纖維股一起組合成單個單式層。固結可經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合來進行。加熱及/或加壓可能並非必需，因為纖維或織物層可僅膠合在一起，如在濕式層壓法之情況下。術語「複合物」係指纖維與至少一種聚合黏合劑材料之組合。如本文所用之「複合複合物」係指複數個纖維層之固結組合。如本文所述，「非編織」織物包括並非藉由編織而形成之所有織物結構。舉例而言，非編織物可包含複數個至少部分塗有聚合黏合劑材料、堆疊/重疊且固結成單層單體元件之單向帶以及包含(較佳)塗有聚合黏合劑組合物之非平行無規定向纖維之氈或墊。如本文所用，術語「貧樹脂(resin-poor或resin-lean)」可與「貧聚合物(polymer-poor或polymer-lean)」互換使用。術語「富樹脂」可與「富聚合物」互換使用。

本文所述之方法尤其有關於修飾材料之外表面，已認為在該等表面處缺乏樹脂。具有貧樹脂表面之次組合難以黏

著且需要高溫及高壓來固結，且該等材料當未經修飾時不能較好地加工為適用於製造鎧甲物品之鎧甲次組合。施加至貧樹脂表面之可熔熱塑性層將增加織物層一側或兩側之黏著，此改良其與其他織物層合併且成形為次組合之能力，以及允許在形成該次組合時使用較低溫度及壓力。因此，本發明之方法尤其適用於將具有較好加工性之材料製造為鎧甲次組合。

將熱塑性聚合物施加至複數個配置為纖維層但在塗佈時可能視為織物或可能不視為織物之纖維上。纖維層之一個或兩個外表面可能視需要加以處理，諸如若僅一個表面缺乏樹脂時。經修飾之材料(在貧樹脂表面上經此種另加的熱塑性材料修飾)將在中等條件下較好地加工。對於護盔中間體次組合，中等溫度為充分低於最終護盔之模製溫度之溫度且可視為在相對較短時期內可易於得到之參數。舉例而言，由第一材料形成之多個層之次組合可預先形成為護盔形狀，隨後添加其他由相同材料或不同材料形成之層。次組合通常藉由利用低至30磅/平方吋至60磅/平方吋(206.8 kPa至413.7 kPa)之壓力且在約100°F(37.8°C)至約220°F(104.4°C)、更通常為約130°F(54.4°C)至約220°F之溫度下以不同滯留時間一次裝配且預形成/固結單個(2股或4股)纖維層或兩個纖維層來加工。次組合較佳以約30磅/平方吋至約500磅/平方吋(3,447 kPa)、更佳為約30磅/平方吋至約325磅/平方吋(2,241 kPa)、更佳為約30磅/平方吋至約150磅/平方吋(1,034 kPa)且最佳為約30磅/平方吋至約60磅/

平方吋之壓力來加工。在該等中等固結條件下，典型加工滯留時間為每添加單股或雙股需約30秒。然而，適當壓力及溫度將隨材料而變化。舉例而言，具有較高熔點之基質材料在此等溫度下可能不能很好地加工。適當模製壓力及溫度亦會隨物品設計而變化，且亦會影響纖維濕潤/黏合、異種材料之間的黏著、密度、所含空隙以及高效能纖維之機械或結晶結構。

其後，將各個次組合在較高溫度及壓力下共加工成最終物品。最終護盔模製溫度一般較高。舉例而言，最終護盔之典型模製溫度為約300°F(148.9°C)。利用編織之基於酚系芳族聚醯胺之材料製造的護盔在320°F(160°C)下加工。基於聚乙烯之單向材料在約280°F(137.8°C)下加工。模製護盔之例示性條件可在300°F(148.9°C)及5,000磅/平方吋(34.47 MPa)下持續20分鐘模製成護盔形狀。然而，條件將再次隨材料等變化。亦應瞭解雖然在本發明全篇中提及護盔及護盔次組合中間體之模製，但如將由熟習此項技術者所進行般，相同條件適用於製造任何鎧甲物品或形狀及其相應次組合中間體。

需要在中等溫度下加工鎧甲次組合的原因係在於在加工期間對次組合之無約束組分中的任一者之熱損傷的可能性降低。中等壓力可以較少專門用於製造次組合之有能力的設備實現，諸如針對次組合機器為500磅/平方吋，相對於針對最終製造壓力機為5,000磅/平方吋。預形成次組合之另一益處為在固結期間減少滯留時間。由於複合物織物通

常為良好絕熱體，故將整個次組合(而非次組合之組分纖維層)充分加熱至高溫(尤其經由表面傳導)需耗費時間。將組分纖維層加熱至220°F(104.4°C)與將完全裝配之次組合加熱至300°F(148.9°C)相比顯著較快。多個次組合可隨後固結成複合鎧甲結構，諸如護盔，其中補充樹脂藉此主要定位於相鄰次組合之間的結構內部。

數種不同方法可有效地用來增加非編織單向複合物織物之貧樹脂表面處的熱塑性樹脂或黏合劑之量，一些在將多個纖維股層壓在一起以形成纖維層之製程步驟期間線內進行，或經由二次應用技術使層壓製品經歷後續製程步驟來進行。舉例而言，一個較佳方法為將獨立熱塑性網置於織物之貧樹脂側上且使其與織物黏合。此網可為連續熱塑性膜、有序不連續熱塑性網或非編織不連續織物或紗布。與織物黏合可藉由各種方法來實現，該等方法包括(但不限於)經由壓延機輥隙(calender nip)或平板層壓機(flat-bed laminator)熱層壓，或作為將樹脂黏合劑施加至纖維之塗佈方法之一部分的濕式層壓。或者，可將熱塑性樹脂或黏合劑之可熔粉末塗層施加至貧樹脂表面，且隨後諸如經由平板層壓機將粉末黏合、熔融及/或融合至表面。此等較佳方法僅為可能技術之非限制性實例且不意欲為實現所述目標之所有適用方法之詳盡列舉。在將熱塑性層施加至纖維層之後及/或在將熱塑性層黏合至纖維層之前，熱塑性層可在所用加工溫度下發黏使得其能夠在不加熱熱塑性層或纖維層之情況下且以最低壓力黏著相鄰層。然而，熱塑

性聚合物通常在室溫或其他典型儲存條件下為非黏性的。

本發明方法亦可用於修飾未經聚合黏合劑材料浸漬之纖維層表面、或完全經具有高軟化溫度之聚合黏合劑材料浸透或均勻分佈有具有高軟化溫度之聚合黏合劑的纖維層，其更特定言之意欲修飾經聚合黏合劑材料浸漬之纖維層，諸如典型的非編織物，其中該黏合劑不均勻地分佈於其中且具有一或多個貧樹脂表面。本發明方法亦適用於修飾均勻分佈有聚合黏合劑但表面缺乏貧樹脂且不適用於製造如本文所述之次組合的纖維層。視該等浸漬織物之特定加工條件而定，該等條件諸如有塗佈技術、所用加工助劑、重力、表面張力、加工順序、纖維層上之樹脂分佈、樹脂體積分數及樹脂性質(諸如樹脂軟化點)，所有均為在製造特徵在於存在富樹脂及貧樹脂區域且不均勻地分佈有聚合黏合劑材料之複合物時需考慮的因素。最通常，此等條件引起貧樹脂區域位於外表面，且大部分聚合黏合劑位於複合物內部。因此，基本需要熱塑性聚合物在纖維層之外頂面及/或該纖維層之外底面。

熱塑性聚合物黏合至纖維層可一般在加工之任何階段發生。舉例而言，可在使複數個纖維股及聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟之前、在使複數個纖維股及聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟期間線內或在使複數個纖維股及聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟之後使熱塑性聚合物黏合至纖維層。

由此形成之纖維層及複合物較佳包含由高強度、高拉伸

模數聚合纖維形成之彈道抗性複合物。纖維最佳包含適用於形成彈道抗性材料及物品之高強度、高拉伸模數纖維。如本文中所用，「高強度、高拉伸模數纖維」為具有至少約7公克/丹尼爾(g/denier)或7公克/丹尼爾以上之較佳韌度、至少約150公克/丹尼爾或150公克/丹尼爾以上之較佳拉伸模數及至少約8 J/g或8 J/g以上之較佳斷裂能的纖維，該等參數各自用ASTM D2256來量測。如本文所用之術語「丹尼爾」係指線性密度之單位，其等於每9000公尺纖維或紗線之質量(公克)。如本文中所使用，術語「韌度」係指抗拉應力，該抗拉應力以無應力樣品之每單位線性密度(丹尼爾)之力(公克)表示。纖維之「初始模數」為材料之性質，代表其抗變形性。術語「拉伸模數」係指以每丹尼爾公克力(g/d)所表示之韌度變化與以原始纖維長度之分數(in/in)表示之應變變化的比率。

形成纖維之聚合物較佳為適用於製造彈道抗性複合物/織物之高強度、高拉伸模數纖維。尤其適用於形成彈道抗性複合物及物品之特別適合之高強度、高拉伸模數纖維材料包括聚烯烴纖維，包括高密度及低密度聚乙烯。尤其較佳者為伸長鏈聚烯烴纖維，諸如高度定向、高分子量聚乙烯纖維(尤其超高分子量聚乙烯纖維)及聚丙烯纖維(尤其超高分子量聚丙烯纖維)。適合者還有芳族聚醯胺纖維(尤其對芳族聚醯胺纖維)、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、伸長鏈聚乙烯醇纖維、伸長鏈聚丙烯腈纖維、聚苯并噁纖維(諸如聚苯并噁唑(PBO))

及聚苯并噻唑(PBT)纖維)、液晶共聚酯纖維及剛性桿纖維(諸如M5®纖維)。此等纖維類型各自在此項技術中為習知的。以上材料之共聚物、嵌段聚合物及摻合物亦適用於製造聚合纖維。

彈道抗性織物之最佳纖維類型包括聚乙烯(尤其伸長鏈聚乙烯)纖維、芳族聚醯胺纖維、聚苯并噻唑纖維、液晶共聚酯纖維、聚丙烯纖維(尤其高度定向伸長鏈聚丙烯纖維)、聚乙烯醇纖維、聚丙烯腈纖維及剛性桿纖維(尤其M5®纖維)。特定言之，最佳纖維為芳族聚醯胺纖維。

在聚乙烯之情況下，較佳纖維為具有至少500,000、較佳為至少一百萬且更佳為兩百萬與五百萬之間的分子量之伸長鏈聚乙烯。該等伸長鏈聚乙烯(ECPE)纖維可以溶液紡絲法生長，諸如以引用之方式併入本文中之美國專利4,137,394或4,356,138中所述，或可自溶液紡絲以形成凝膠結構，諸如亦以引用之方式併入本文中之美國專利4,551,296及5,006,390中所述。本發明中所用之尤其較佳的纖維類型為由Honeywell International Inc以商標SPECTRA®出售之聚乙烯纖維。SPECTRA®纖維為此項技術中所熟知，且描述於例如美國專利4,623,547及4,748,064中。除聚乙烯之外，另一種有用之聚烯烴纖維類型為聚丙烯(纖維或帶)，諸如可購自Spartanburg, South Carolina之Milliken & Company之TEGRIS®纖維。

芳族聚醯胺(aramid/aromatic polyamide)或對芳族聚醯胺纖維亦尤其較佳。該等纖維為可購得者且描述於例如美國

專利3,671,542中。舉例而言，有用之聚(對苯二甲醯對苯二胺)長絲由DuPont以商標KEVLAR®商業製造。由DuPont以商標NOMEX®商業製造之聚(間苯二甲醯間苯二胺)纖維及由Teijin以商標TWARON®商業製造之纖維、由Korea之Kolon Industries, Inc.以商標HERACRON®商業製造之芳族聚醯胺纖維、由Russia之Kamensk Volokno JSC商業製造之對芳族聚醯胺纖維SVM™及RUSAR™以及由Russia之JSC Chim Volokno商業製造的ARMOS™對芳族聚醯胺纖維亦適用於實施本發明。

適用於實施本發明之聚苯并唑纖維可購得且揭示於例如各以引用之方式併入本文中之美國專利5,286,833、5,296,185、5,356,584、5,534,205及6,040,050中。適用於實施本發明之液晶共聚酯纖維可購得且揭示於例如各以引用之方式併入本文中之美國專利3,975,487、4,118,372及4,161,470中。合適聚丙烯纖維包括高度定向伸長鏈聚丙烯(ECPP)纖維，如以引用之方式併入本文中之美國專利4,413,110中所述。合適聚乙烯醇(PV-OH)纖維描述於例如以引用之方式併入本文中之美國專利4,440,711及4,599,267中。合適聚丙烯腈(PAN)纖維揭示於例如以引用之方式併入本文中之美國專利4,535,027中。此等纖維類型各自為習知的且可廣泛購得。

M5®纖維由吡啶并雙咪唑-2,6-二基(2,5-二羥基-對-伸苯基)形成且由Richmond, Virginia之Magellan Systems International製造，且描述於例如各以引用之方式併入本

文中之美國專利 5,674,969、5,939,553、5,945,537 及 6,040,478 中。所有以上材料之組合亦適合，所有該等材料均可購得。舉例而言，纖維層可由芳族聚醯胺纖維、UHMWPE 纖維(例如 SPECTRA® 纖維)、碳纖維等其中之一或多者以及玻璃纖維及其他低效能材料之組合形成。

纖維可為任何適合之丹尼爾，諸如 50 丹尼爾至約 3000 丹尼爾，更佳為約 200 丹尼爾至 3000 丹尼爾，更佳為約 650 丹尼爾至約 2000 丹尼爾且最佳為約 800 丹尼爾至約 1500 丹尼爾。可藉由考慮彈道有效性及成本來控制選擇。雖然較細纖維製造及編織成本較高，但每單位重量可產生較大之彈道有效性。

如上所述，高強度、高拉伸模數纖維為具有各如用 ASTM D2256 所量測之約 7 公克/丹尼爾或 7 公克/丹尼爾以上之較佳韌度、約 150 公克/丹尼爾或 150 公克/丹尼爾以上之較佳拉伸模數及約 8 J/g 或 8 J/g 以上之較佳斷裂能的纖維。在本發明之較佳實施例中，纖維韌度應為約 15 公克/丹尼爾或 15 公克/丹尼爾以上，較佳為約 20 公克/丹尼爾或 20 公克/丹尼爾以上，更佳為約 25 公克/丹尼爾或 25 公克/丹尼爾以上且最佳為約 30 公克/丹尼爾或 30 公克/丹尼爾以上。較佳纖維亦具有約 300 公克/丹尼爾或 300 公克/丹尼爾以上、更佳為約 400 公克/丹尼爾或 400 公克/丹尼爾以上、更佳為約 500 公克/丹尼爾或 500 公克/丹尼爾以上、更佳為約 1,000 公克/丹尼爾或 1,000 公克/丹尼爾以上且最佳為約 1,500 公克/丹尼爾或 1,500 公克/丹尼爾以上之較佳拉伸模數。較佳纖

維亦具有約15 J/g或15 J/g以上、更佳為約25 J/g或25 J/g以上、更佳為約30 J/g或30 J/g以上之較佳斷裂能，且最佳具有約40 J/g或40 J/g以上之斷裂能。此等綜合之高強度性質可藉由使用熟知方法來獲得。美國專利4,413,110、4,440,711、4,535,027、4,457,985、4,623,547、4,650,710及4,748,064一般論述較佳高強度伸長鏈聚乙炔纖維之形成。該等方法(包括溶液生長或凝膠纖維方法)為此項技術所熟知。形成各種其他較佳纖維類型(包括對芳族聚醯胺纖維)之方法亦在此項技術中為習知的，且該等纖維可購得。

浸漬纖維層之聚合黏合劑部分或實質上塗佈纖維層之個別纖維。在一種典型方法中，聚合黏合劑在纖維層中變得分佈不均勻，除先前提及之別的因素之外，很大程度上歸因於重力及表面張力之影響。舉例而言，在一個自複數個單向纖維股(單向帶)形成非編織纖維層之方法中，將聚合黏合劑施加至第一股且隨後在經塗佈之纖維股仍濕潤時，使其與拋棄式經聚矽氧塗佈之剝離型紙接觸。濕樹脂通常由於重力而不會使自身均勻分佈於單向纖維網的整個厚度中，且一側經聚矽氧塗佈之紙與另一側空氣之間表面張力之差異在整個厚度中產生濃度梯度，其中接近於剝離型紙之長絲被樹脂重度浸透且暴露於空氣之長絲缺乏樹脂。接著，第二個濕潤的經塗佈之纖維網以一定角度(通常為90°)與第一個現已乾燥之纖維股之貧樹脂側接觸。濕樹脂將再次使自身分佈不均勻，且由於此等條件，故兩個正交

(0°/90°)纖維股界面處之樹脂濃度較高且空氣側或頂側(外頂面)缺乏樹脂。雖然聚合黏合劑不均勻地分佈於纖維層中之實施例以此方法為例，但其不意欲為強制性或限制性的。聚合黏合劑材料可在將熱塑性聚合物施加至纖維層之前、期間或之後以及在將熱塑性聚合物黏合至纖維層之前、期間或之後不均勻地分佈於纖維層內。

聚合黏合劑材料在此項技術中亦通常稱為「聚合基質」材料，且此等術語在本文中可互換使用。此等術語在此項技術中為習知的且描述藉助於固有黏著特徵或在經受熟知加熱及/或加壓條件之後將纖維黏合在一起之材料。該種「聚合基質」或「聚合黏合劑」材料亦可向織物提供其他所需性質，諸如耐磨性及對有害環境條件之抗性，所以以該種黏合劑材料塗佈纖維可能為所需的，即使當其黏合性質不重要時亦然，諸如關於編織物。一般不可能自編織物形成次組合，除非其經某種形式之聚合黏合劑材料浸漬或塗佈。因此，為了達成本發明之目的，本發明之方法係關於未經黏合劑浸漬、或當浸漬時類似於本文所述之非編織物具有會妨礙多個次組合固結之貧樹脂區域或表面的編織物。為合併多個編織物，使構成編織物之纖維至少部分經聚合黏合劑塗佈，繼之以類似於對非編織纖維層進行之固結步驟。可進行該種固結步驟以使多個編織纖維層相互合併或進一步使編織物經黏合劑材料浸漬。

適合之聚合黏合劑材料包括低模數彈性體材料及高模數剛性材料。如本文中通篇所用，術語拉伸模數意謂利用

ASTM 2256對纖維所量測及利用ASTM D638對聚合黏合劑材料所量測之彈性模數。低模數或高模數黏合劑可包含多種聚合及非聚合材料。較佳聚合黏合劑包含低模數彈性體材料。為了達成本發明之目的，低模數彈性體材料具有根據ASTM D638測試程序測知為約6,000磅/平方吋(41.4 MPa)或6,000磅/平方吋以下之拉伸模數。低模數聚合物較佳具有約4,000磅/平方吋(27.6 MPa)或4,000磅/平方吋以下、更佳為約2400磅/平方吋(16.5 MPa)或2400磅/平方吋以下、更佳為1200磅/平方吋(8.23 MPa)或1200磅/平方吋以下且最佳為約500磅/平方吋(3.45 MPa)或500磅/平方吋以下之彈性體拉伸模數。彈性體之玻璃轉移溫度(T_g)較佳低於約 0°C ，更佳低於約 -40°C 且最佳低於約 -50°C 。彈性體亦具有至少約50%、更佳至少約100%之較佳斷裂伸長率且最佳具有至少約300%之斷裂伸長率。

具有低模數之各種材料及調配物可用作聚合黏合劑。代表性實例包括聚丁二烯、聚異戊二烯、天然橡膠、乙烯-丙烯共聚物、乙烯-丙烯-二烯三元共聚物、聚硫化物聚合物、聚胺基甲酸酯彈性體、氯磺化聚乙烯、聚氯丁烯、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、含氟彈性體、聚矽氧彈性體、乙烯之共聚物、聚醯胺(適用於一些纖維類型)、丙烯腈丁二烯苯乙烯、聚碳酸酯及其組合，以及其他可在纖維熔點以下固化之低模數聚合物及共聚物。不同彈性體材料之摻合物或彈性體材料與一或多種熱塑性塑料之摻合物

亦較佳。

共軛二烯與乙烯基芳族單體之嵌段共聚物尤其適用。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A-B-A型簡單三嵌段共聚物、 $(AB)_n$ 型($n=2-10$)多嵌段共聚物或 $R-(BA)_x$ 型($x=3-150$)徑向構型共聚物；其中A為來自聚乙烯基芳族單體之嵌段且B為來自共軛二烯彈性體之嵌段。許多此等聚合物由Houston, TX之Kraton Polymers商業製造且描述於公告「Kraton Thermoplastic Rubber」, SC-68-81中。以商標PRINLIN®出售且可購自以Düsseldorf, Germany為基地之Henkel Technologies的苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯(SIS)嵌段共聚物之樹脂分散體亦適用。最佳低模數聚合黏合劑聚合物包含由Kraton Polymers商業製造、以商標KRATON®出售之苯乙烯類嵌段共聚物。最佳聚合黏合劑材料包含以商標KRATON®出售之聚苯乙烯-聚異戊二烯-聚苯乙烯嵌段共聚物。

雖然低模數聚合基質黏合劑材料最適用於形成可撓性鎧甲(諸如彈道抗性背心)，但適用於形成硬質鎧甲物品(諸如護盔)之高模數剛性材料在本文中尤其較佳。較佳高模數剛性材料一般具有具有高於6,000磅/平方吋之初始拉伸模數。本文中適用之較佳高模數剛性聚合黏合劑材料包括聚胺基甲酸酯(基於醚及酯)、環氧樹脂、聚丙烯酸酯、酚系/

聚乙烯醇縮丁醛(PVB)聚合物、乙烯酯聚合物、苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物，以及聚合物之混合物(諸如乙烯酯與鄰苯二甲酸二烯丙酯或苯酚甲醛與聚乙烯醇縮丁醛)。適用於本發明之尤其較佳的剛性聚合黏合劑材料為較佳可溶於碳-碳飽和溶劑(諸如甲基乙基酮)中且如利用ASTM D638所量測在固化時具有至少約 1×10^6 磅/平方吋(6895 MPa)之高拉伸模數的熱固性聚合物。尤其較佳的剛性聚合黏合劑材料為描述於揭示內容以引用之方式併入本文中之美國專利6,642,159中者。聚合黏合劑(無論低模數材料抑或高模數材料)亦可包括填充劑(諸如碳黑或二氧化矽)，可摻入油類，或可如此項技術中所熟知經硫、過氧化物、金屬氧化物或輻射固化系統硫化。處於模數在約2,000磅/平方吋(13.79 MPa)至約8,000磅/平方吋(55.16 MPa)範圍內之柔軟及剛性材料兩者範圍內的聚胺基甲酸酯聚合基質黏合劑最尤其較佳。

由本發明複合物形成之物品之剛性、衝擊及彈道性質受塗佈纖維之聚合黏合劑聚合物的拉伸模數影響。舉例而言，美國專利4,623,574揭示以具有低於約6,000磅/平方吋(41,300 kPa)之拉伸模數之彈性體基質構造的纖維增強型複合物與以較高模數聚合物構造之複合物相比以及與無聚合黏合劑材料之相同纖維結構相比具有優異的彈道性質。然而，低拉伸模數聚合黏合劑材料聚合物亦產生較低剛性的複合物。另外，在某些應用中，尤其在複合物必須以反彈道及結構模式起作用之應用中，需要彈道抗性及剛性之

優異組合。因此，欲使用之聚合黏合劑聚合物之最適合類型將視欲由本發明複合物形成之物品的類型而變化。為了兼顧兩種性質，適當聚合黏合劑可組合低模數及高模數材料以形成單一聚合黏合劑。

聚合黏合劑材料可同時或依序施加至配置為纖維網(例如平行陣列或氈)之複數根纖維以形成經塗佈之網，可施加至編織物以形成經塗佈之編織物，或呈另一種配置，藉此以黏合劑浸漬纖維層。如本文所用，術語「經...浸漬」與「嵌埋於...中」以及「經...塗佈」同義，或者另外以塗層形式施加，其中黏合劑材料擴散至纖維層中且不僅僅在纖維層之表面上。亦可將聚合材料施加至並非纖維網之一部分的至少一個纖維陣列上，隨後將纖維編織成編織物或隨後根據本文先前所述之方法按配方製造非編織物。形成編織及非編織纖維股、層及織物之技術為此項技術所熟知。

儘管未作要求，但形成編織纖維層之纖維至少部分經聚合黏合劑塗佈，繼之以類似於對非編織纖維層進行之固結步驟。可進行該種固結步驟以使多個編織纖維層相互合併或進一步使黏合劑與該編織物之纖維合併。舉例而言，複數個編織纖維層未必必須經固結，且可用其他方式附著，諸如用習知黏著劑，或利用縫合。

一般而言，聚合黏合劑塗層有必要有效合併(亦即固結)複數個非編織纖維股。聚合黏合劑材料可施加至個別纖維之全部表面區域上或僅施加至纖維之部分表面區域上。最

佳將聚合黏合劑材料之塗層施加至形成本發明纖維層之各個別纖維之實質上全部表面區域上。當纖維層包含複數根紗線時，形成紗線之單股之各纖維較佳塗有聚合黏合劑材料。

任何適當施加方法均可用於施加聚合黏合劑材料且術語「經塗佈」不意欲限制將聚合物層施加至長絲/纖維上之方法。聚合黏合劑材料使用任何將易於由熟習此項技術者決定之適當方法直接施加至纖維表面上，且隨後黏合劑通常如本文所論述擴散至纖維層中。舉例而言，聚合黏合劑材料可以溶液、乳液或分散液之形式藉由將聚合物材料之溶液噴霧、擠壓或滾塗至纖維表面上，隨後乾燥來施加，其中一部分溶液包含所需聚合物且一部分溶液包含能夠溶解或分散該(等)聚合物之溶劑。或者，聚合黏合劑材料可使用習知技術，諸如經由狹縫型擠壓法(slot-die)，或經由其他技術，諸如直接凹板(direct gravure)、梅耳桿(Meyer rod)及氣刀系統(air knife system)來擠壓至纖維上，該等技術為此項技術所熟知。另一方法為將黏合劑材料之純聚合物以液體、黏性固體或懸浮顆粒之形式或以流體化床之形式施加至纖維上。或者，塗層可以在施加溫度下不會不利影響纖維性質之於適當溶劑中之溶液、乳液或分散液之形式施加。舉例而言，纖維可經輸送通過聚合黏合劑材料之溶液以實質上塗佈纖維且隨後乾燥。

在另一塗佈技術中，可使纖維浸入含有溶解或分散於適當溶劑中之聚合黏合劑材料之溶液浴中，且隨後經由蒸發或揮發溶劑來乾燥。此方法較佳用聚合材料至少部分塗佈

各個別纖維，較佳用聚合黏合劑材料實質上塗佈或封裝各個別纖維且覆蓋所有或實質上所有長絲/纖維表面區域。浸漬程序可視需要重複數次以在纖維上置放所需量之聚合物材料。

可使用向纖維施加塗層之其他技術，包括適當時塗佈凝膠纖維前驅體，諸如藉由在能獲得所需塗層之條件下使凝膠纖維通過適當塗層聚合物之溶液。或者，可將纖維擠壓至適當聚合粉末之流體化床中。

纖維可在將纖維配置成一或多個股/層之前或之後或者在將纖維編織成編織物之前或之後經聚合黏合劑塗佈。編織物可使用此項技術中熟知之技術利用任何織物編織法(諸如平紋編織法(plain weave)、五經緞紋編織法(crowfoot weave)、籃式編織法(basket weave)、緞紋編織法(satin weave)、斜紋編織法(twill weave)及其類似編織法)來形成。平紋編織法最為常見，其中將纖維以正交 $0^{\circ}/90^{\circ}$ 定向編織在一起。在編織之前或之後，可能用或可能不用聚合黏合劑材料塗佈各編織物材料之個別纖維。織物之編織通常在用聚合黏合劑塗佈纖維之前進行，其中編織物藉此經黏合劑浸漬。然而，本發明既不意欲受聚合黏合劑施加至纖維之階段限制，亦不意欲受施加聚合黏合劑所用之方法限制。

製造非編織物之方法為此項技術所熟知。在本文之較佳實施例中，將複數個纖維配置成至少一個陣列，通常以包含複數根以實質上平行之單向陣列形式排列之纖維的纖維網形式配置。在形成非編織單向排列之纖維股之典型方法

中，纖維束由紗架提供且經由導紗器(guide)及一或多個分紗桿(spreader bar)引導至準直梳(collimating comb)中，隨後用聚合黏合劑材料塗佈纖維。典型的纖維束將具有約30根至約2000根個別纖維。分紗桿及準直梳使成束之纖維分散且展開，使其以共平面方式並排重組。理想的纖維展佈使個別長絲或個別纖維在單一纖維平面內彼此鄰接定位，形成纖維之實質上單向的平行陣列且無纖維彼此重疊。此時，在此展佈步驟之前或期間精練纖維可增強且加速纖維展佈成該種平行陣列。纖維精練為使纖維(或織物)通過化學溶液之方法，其移除在製造期間或製造之後可能已施加至纖維之不需要之殘餘纖維油劑(fiber finish)(或編織助劑)中的任一者。纖維精練亦可改良隨後施加之聚合黏合劑材料(或隨後施加之保護膜)於纖維上之黏合強度，且相應地可需要較少黏合劑。藉由降低黏合劑之量，可在織物中包括較多數目之纖維，從而產生具有改良強度之較輕彈道材料。此亦會增強與纖維之拋射接合，使所得織物複合物之抗穿刺性改良及使複合物對抗反覆衝擊之抗性增加。在纖維展佈及準直之後，該種平行陣列之纖維視長絲/纖維厚度而定通常含有每吋約3纖維經數至12纖維經數(每公分1.2經數至每公分4.7經數)。

在纖維經黏合劑材料塗佈之後，使經塗佈之纖維形成包含複數個固結成單層單體元件之重疊的非編織纖維股之非編織纖維層。在本發明之一個較佳非編織物結構中，形成複數個堆疊之重疊單向帶，其中各單股(單向帶)之平行纖

維相對於各單股之縱向纖維方向與各相鄰單股之平行纖維正交定位。重疊非編織纖維股之堆疊在加熱及加壓下或藉由黏著個別纖維股之塗層加以固結，以形成在此項技術中亦稱為單層固結網狀物之單層單體元件，其中「固結網狀物」描述纖維股與聚合基質/黏合劑之固結(合併)組合。本發明之物品亦可包含編織物與非編織物之混雜固結組合以及由單向纖維股形成之非編織物與非編織氈織物的組合。

非編織纖維層或織物最通常包括1股至約6股，但如可能為多種應用所需可包括多達約10股至約20股。股數愈多，轉化成之彈道抗性則愈大，但重量亦愈大。因此，形成本發明之纖維層複合物及/或織物複合物或物品的纖維股數目視織物或物品之最終用途而變化。舉例而言，在軍事應用之身體鎧甲背心中，為了形成達到所需1.0磅/平方呎或1.0磅/平方呎以下之面密度(4.9 kg/m^2)之物品複合物，可能需要總共約100股(或層)至約50個個別股(或層)，其中該等股/層可為由本文所述之高強度纖維形成之編織、針織、氈製或非編織織物(具有平行定向之纖維或其他配置)。在另一實施例中，用於法律執行用途之身體鎧甲背心基於國家司法研究所(National Institute of Justice, NIJ)威脅級別可具有許多股/層。舉例而言，NIJ威脅級別IIIA背心可能有總共40股。對於較低NIJ威脅級別，可使用較少股/層。本發明允許併入較多數目的纖維股以在與其他已知彈道抗性結構相比不增加織物重量之情況下達到所需彈道保護級別。

如此項技術中所習知，當個別纖維股交叉合股以致使一股之纖維排列方向相對於另一股之纖維排列方向旋轉某一角度時，達成優良彈道抗性。最佳地，纖維股以 0° 及 90° 角度正交交叉合股，但相鄰股實際上可相對於另一股之縱向纖維方向以在約 0° 與約 90° 之間的任何角度排列。舉例而言，五股非編織結構可具有以 $0^\circ/45^\circ/90^\circ/45^\circ/0^\circ$ 或以其他角度定向之股。該等旋轉單向排列描述於例如美國專利4,457,985、4,748,064、4,916,000、4,403,012、4,623,574及4,737,402中，所有該等文獻均在不與本文相矛盾之程度上以引用之方式併入本文中。

使纖維股固結以形成纖維層及複合物之方法已熟知，諸如利用描述於美國專利6,642,159中之方法。固結可經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合來進行。加熱及/或加壓可能並非必需，因為纖維或織物層可僅膠合在一起，如在濕式層壓法之情況下。固結通常藉由在足夠熱量及壓力之條件下將個別纖維股安置於彼此之上以使纖維股組合成單式織物來進行。固結可在約 50°C 至約 175°C 、較佳為約 105°C 至約 175°C 範圍內之溫度下及在約5磅/平方吋錶壓(0.034 MPa)至約2500磅/平方吋錶壓(17 MPa)範圍內之壓力下進行約0.01秒至約24小時、較佳為約0.02秒至約2小時。當加熱時，可能使得聚合黏合劑塗層黏結或流動而未完全熔融。然而，一般而言，若使聚合黏合劑材料熔融，則需要相對較小的壓力來形成複合物，而若僅將黏合劑材料加熱至黏結點，則通常需要較大壓力。如此項技術中所

習知，固結可於壓延機裝置、平板層壓機、壓力機或高壓釜中進行。最通常，複數個正交纖維網與黏合劑聚合物「膠合」在一起且穿過平板層壓機以改良黏合之均一性及強度。另外，固結及聚合物施加/黏合步驟可包含兩個獨立步驟或單個固結/層壓步驟。

或者，固結可藉由在加熱及加壓下在適當模製裝置中模製來達成。一般而言，模製在約50磅/平方吋(344.7 kPa)至約5,000磅/平方吋(34,470 kPa)、更佳為約100磅/平方吋(689.5 kPa)至約3,000磅/平方吋(20,680 kPa)、最佳為約150磅/平方吋(1,034 kPa)至約1,500磅/平方吋(10,340 kPa)之壓力下進行。或者，模製可在約5,000磅/平方吋(34,470 kPa)至約15,000磅/平方吋(103,410 kPa)、更佳為約750磅/平方吋(5,171 kPa)至約5,000磅/平方吋且更佳為約1,000磅/平方吋至約5,000磅/平方吋之較高壓力下進行。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)範圍內，更佳在約200°F至約300°F之溫度下且最佳在約200°F至約280°F之溫度下。模製本發明之纖維層及織物複合物時所處之壓力對所得模製產品之硬度或可撓性具有直接影響。特定言之，其模製壓力愈高，則硬度愈高，且反之亦然。除模製壓力之外，纖維股之數量、厚度及組成以及聚合黏合劑塗佈類型亦直接影響由複合物形成之物品之硬度。

雖然本文所述之各模製及固結技術類似，但各方法不同。特定言之，模製為分批製程且固結一般為連續製程。

此外，模製通常包含在形成平板時使用模具，諸如成型模具或配模模具，且不一定產生平面產物。固結通常在平板層壓機中，在壓延機輥隙裝置中或以濕式層壓之形式進行以製造柔軟(可撓性)身體鎧甲織物。模製通常供製造硬質鎧甲(例如剛性板)之用。在任一種方法中，適合之溫度、壓力及時間一般取決於聚合黏合劑塗層材料之類型、聚合黏合劑含量、所用方法及纖維類型。

為製造具有足夠彈道抗性性質之織物物品，黏合劑/基質塗層之總重量較佳包含約2重量%至約50重量%、更佳為約5重量%至約30重量%、更佳為約7重量%至約20重量%且最佳為約11重量%至約16重量%之纖維加上塗層重量，其中非編織物最佳為16%。較低黏合劑/基質含量適於編織物，其中大於零但低於10重量%之纖維加上塗層重量之聚合黏合劑含量通常為最佳。此並不意欲具限制性。舉例而言，浸漬酚系/PVB之編織芳族聚醯胺織物有時以約20%至約30%之較高樹脂含量製造，不過約12%含量通常為較佳。

在使非編織纖維層固結之前、期間或之後，或者在編織編織纖維層之後，在相應表面缺乏樹脂時將熱塑性聚合物施加至纖維層之外頂面及/或纖維層之外底面上。此將增加纖維層之貧樹脂表面處的熱塑性樹脂或黏合劑之量。可使用數種不同方法，一些在將產品之多個交叉股層壓在一起之當前製程步驟期間線內進行，或經由二次應用技術使層壓製品經歷後續製程步驟來進行。一種方法為將第二熱塑性網置於織物之貧樹脂側上且使其黏合至織物。此網可

為連續熱塑膜、有序不連續熱塑性網或非編織不連續織物或紗布。黏合可藉由多種方法來實現，該等方法包括(但不限於)經由壓延機輥隙或平板層壓機熱層壓，以及作為將樹脂黏合劑施加至纖維之塗佈方法中之一部分的濕式層壓。另一適用之方法為向貧樹脂表面施加熱塑性樹脂或黏合劑之粉末塗層，且隨後用平板層壓機使粉末黏合或融合至表面。此等方法為潛在技術之非限制性的代表性實例且並非所有適用方法之詳盡列舉。熱塑性聚合物最佳為熱活化之非編織黏著網，諸如可購自 Cuyahoga Falls, Ohio 之 Keuchel Associates Inc. 之 SPUNFAB®、可購自 Cernay, France 之 Protechnic S.A. 的 THERMOPLAST™ 及 HELIOPLAST™ 網(web/net)及膜以及其他者。另外應瞭解纖維股/纖維層固結及聚合物施加/黏合步驟可能包含兩個獨立步驟或單個固結/層壓步驟。

適用於熱塑性聚合物層之聚合物非排他性地包括可非排他性地選自由以下各物組成之群的熱塑性聚合物：聚烯烴、聚醯胺、聚酯(尤其聚對苯二甲酸乙二酯(PET)及PET共聚物)、聚胺基甲酸酯、乙烯基聚合物、乙烯乙醇共聚物、乙烯辛烷共聚物、丙烯腈共聚物、丙烯酸系聚合物、乙烯基聚合物、聚碳酸酯、聚苯乙烯、含氟聚合物及其類似物，以及其共聚物及混合物(包括乙烯乙酸乙烯酯(EVA)及乙烯丙烯酸)。天然及合成橡膠聚合物亦適用。其中，較佳為聚烯烴及聚醯胺層。較佳聚烯烴為聚乙烯。適用之聚乙烯之非限制性實例為低密度聚乙烯(LDPE)、線性

低密度聚乙烯(LLDPE)、中密度聚乙烯(MDPE)、直鏈中密度聚乙烯(LMDPE)、直鏈極低密度聚乙烯(VLDPE)、直鏈超低密度聚乙烯(ULDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)以及其共聚物及混合物。其中，最佳聚乙烯為MDPE。在所有上述者中，最佳為聚醯胺網，尤其為SPUNFAB®聚醯胺網。SPUNFAB®聚醯胺網具有通常約75℃至約200℃之熔點，但此並非限制性的。

如上所述，熱塑性聚合物較佳利用熟知技術(諸如熱層壓)黏合至纖維層。層壓通常藉由在足夠熱量及壓力之條件下將個別層安置於彼此之上以使該等層組合成單式膜來進行。使個別層安置於彼此之上，且隨後通常利用此項技術中熟知之技術使該組合通過一對經加熱之層壓輥之壓區。層壓加熱可在約95℃至約175℃、較佳為約105℃至約175℃範圍內之溫度下，在約5磅/平方吋錶壓(0.034 MPa)至約100磅/平方吋錶壓(0.69 MPa)範圍內之壓力下進行約5秒至約36小時、較佳為約30秒至約24小時。

纖維層表面上之熱塑性聚合物塗層較佳為極薄，具有約1 μm至約250 μm、更佳為約5 μm至約25 μm且最佳為約5 μm至約9 μm之較佳層厚度。然而，應瞭解此等厚度未必為不連續網之描述。舉例而言，SPUNFAB®網樣材料在材料所在處為數密耳厚，而網中大部分僅為空氣。此等材料較佳用其基本重量來描述，例如尤其較佳為具有6公克/平方公尺(每平方公尺克數)之基本重量的SPUNFAB®網。個別纖維層之厚度將對應於個別纖維之厚度。雖然該等厚度較

佳，但應瞭解，可製成其他膜厚度以滿足特定需要且仍屬於本發明之範疇內。熱塑性聚合物較佳佔整個複合物之約1重量%至約25重量%，更佳佔整個複合物之約1重量%至約17重量%且最佳佔1%至12%。聚合物膜層之重量百分比一般將視所包括之纖維層之數目而變化。舉例而言，6 gsm SPUNFAB®層由僅超過1重量%之500 gsm之最終產品組成。

個別織物/複合物/纖維層之厚度將對應於個別纖維之厚度及併入織物之纖維層的數目。較佳編織物將具有每層約25 μm 至約600 μm 、更佳為每層約50 μm 至約385 μm 且最佳為每層約75 μm 至約255 μm 之較佳厚度。較佳非編織物(亦即非編織單層固結之網狀物)將具有約12 μm 至約600 μm 、更佳為約50 μm 至約385 μm 且最佳為約75 μm 至約255 μm 之較佳厚度，其中單層固結之網狀物通常包括兩個固結之股(亦即兩個單向帶)。雖然該等厚度較佳，但應瞭解，可製成其他膜厚度以滿足特定需要且仍屬於本發明之範疇內。

本發明之織物/複合物將具有約20公克/平方公尺(0.004 lb/ft²(磅/平方呎))至約1000 gsm(0.2磅/平方呎)之較佳面密度。本發明之織物/複合物之更佳面密度將在約30 gsm(0.006磅/平方呎)至約500 gsm(0.1磅/平方呎)範圍內。本發明之織物/複合物之最佳面密度將在約50 gsm(0.01磅/平方呎)至約250 gsm(0.05磅/平方呎)範圍內。包含多個彼此堆疊且固結之纖維層的本發明物品將另外具有約1000 gsm(0.2磅/平方呎)至約40,000 gsm(8.0磅/平方呎)、更佳為約2000 gsm(0.40磅/平方呎)至約30,000 gsm(6.0磅/平方

呎)、更佳為約 3000 gsm(0.60 磅/平方呎)至約 20,000 gsm(4.0 磅/平方呎)且最佳為約 3750 gsm(0.75 磅/平方呎)至約 15,000 gsm(3.0 磅/平方呎)之較佳面密度。成形為護盔之複合物物品之典型範圍為約 7,500 gsm(1.50 磅/平方呎)至約 12,500 gsm(2.50 磅/平方呎)。

本發明之織物可用於多種應用以使用熟知技術來形成多種不同的彈道抗性物品，包括可撓性柔軟鎧甲物品以及剛性硬質鎧甲物品。舉例而言，形成彈道抗性物品之適當技術描述於例如美國專利 4,623,574、4,650,710、4,748,064、5,552,208、5,587,230、6,642,159、6,841,492 及 6,846,758 中，所有該等文獻均在不與本文相矛盾之程度上以引用之方式併入本文中。複合物尤其適用於形成硬質鎧甲及在製造硬質鎧甲物品之方法中形成的成形或未成形之次組合中間體。「硬質」鎧甲意謂諸如護盔、軍用車輛面板或保護罩之物品，其具有足夠機械強度以致使其在經受巨大應力時維持結構剛性且能夠在不坍塌之情形下自立。該等硬質物品較佳但並非只能使用高拉伸模數黏合劑材料來形成。

結構可被切割成複數個各別片且加以堆疊以形成物品或其可形成前驅體，該前驅體隨後用於形成物品。該等技術為此項技術所熟知。在本發明之最佳實施例中，提供複數個纖維層，各自包含固結之複數個纖維股，其中熱塑性聚合物在使複數個纖維股固結之固結步驟之前、期間或之後黏合至各纖維層之至少一個外表面，其中複數個纖維層隨後藉由使複數個纖維層固結成鎧甲物品或鎧甲物品之次組

合的另一固結步驟來合併。

以下實例用於說明本發明：

實例 1

將含有黏合至貧樹脂表面之各種紗布材料的基於芳族聚醯胺纖維之非編織單向複合材料(1000丹尼爾芳族聚醯胺纖維；纖維面密度：每股45 gsm；4股層製品(0°/90°/0°/90°)材料；基於聚胺基甲酸酯之基質樹脂；樹脂含量：約16重量%)與具有相同構造但無紗布材料之對照材料相比較。使用多種加工條件在壓機中使三片12"×12"之單向複合材料形成次組合。圖1說明如何於平板壓機中配置該三片材料，隨後使其經歷製程條件。材料上施加壓力之總面積為12"×12"。複合材料之上面兩片偏置，其產生兩個區域-1"×12"重疊區及11"×12"重疊區，其中上面第一片與底片接觸表面積為11"×12"，且上面第二片與底片接觸表面積為1"×12"。僅材料試驗之具有紗布之下方片被施用紗布處理。為評價表面處理是否成功，藉由測定材料在多種溫度、壓力及滯留時間下置於下壓板上設置有聚矽氧橡膠片之經加熱之平板壓機中以模擬預形成過程時是否如圖1所說明在1"×12"重疊區域中或在11"×12"重疊區域中「黏著(tacked)」在一起來評估材料。

加工條件包括改變預形成步驟之壓力、溫度及時間，隨後評價預形成條件之組合是否產生材料自身之成功黏著。結果顯示於表1中：

表 1

產品	壓力 (磅/平方吋)	溫度(°F)	時間(秒)	黏著11"×12"	黏著1"×12"
無紗布之對照物	150	125 (51.7°C)	30	否(不合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	150	175 (79.4°C)	30	是(合格)	是(合格)
無紗布之對照物	150	125 (51.7°C)	150	否(不合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	150	175 (79.4°C)	150	是(合格)	是(合格)
無紗布之對照物	325	150 (65.6°C)	90	是(合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	325	150 (65.6°C)	90	是(合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	325	150 (65.6°C)	90	否(不合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	500	125 (51.7°C)	30	否(不合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	500	125 (51.7°C)	150	否(不合格)	否(不合格)
無紗布之對照物	500	175 (79.4°C)	30	是(合格)	是(合格)
無紗布之對照物	500	175 (79.4°C)	150	是(合格)	是(合格)
對照物+紗布1	325	150 (65.6°C)	30	是(合格)	否(不合格)
對照物+紗布1	325	150 (65.6°C)	90	是(合格)	是(合格)
對照物+紗布2	325	150 (65.6°C)	30	否(不合格)	否(不合格)
對照物+紗布2	325	150 (65.6°C)	90	否(不合格)	否(不合格)
對照物+紗布3	325	150 (65.6°C)	30	是(合格)	是(合格)
對照物+紗布3	325	150 (65.6°C)	90	是(合格)	是(合格)

* 紗布1=SPUNFAB® 100HWE 6 gsm可熔共聚醯胺樹脂網；熔化範圍(DSC(ASTM D3418))為100°C至115°C。

** 紗布2=SPUNFAB® 408HWG 6 gsm可熔聚烯烴樹脂網；黏著點(Kofler Hot Bench)(QWI-1005)為88°C至98°C。

*** 紗布3=SPUNFAB® 308HWF 6 gsm可熔EVA樹脂網；熔化範圍(DSC(ASTM D3418))為120°C至135°C。

以上資料展示使用紗布材料有利於允許使用較低溫度(較佳處於或低於175°F(79.4°C))及低壓來加工次組合。

實例2

使經聚胺基甲酸酯聚合黏合劑材料塗佈之單個基於芳族聚醯胺纖維之單向纖維股在仍濕潤時與拋棄式經聚矽氧塗佈之剝離型紙接觸。濕樹脂由於重力而使自身不均勻地分佈於單向纖維網之整個厚度中，且一側經聚矽氧塗佈之紙與另一側空氣之間表面張力有差異，在整個厚度中產生濃度梯度，其中接近於剝離型紙之長絲被樹脂重度浸透且暴露於空氣之長絲十分缺乏樹脂。接著，在第一股乾燥之後，使經聚胺基甲酸酯聚合黏合劑材料塗佈之第二濕潤的經塗佈之基於芳族聚醯胺纖維之纖維網以90度與第一纖維股之貧樹脂側接觸。此濕樹脂再次使自身不均勻地分佈，其中兩個正交的纖維股界面處之樹脂濃度較高且空氣側或頂側缺乏樹脂。視情況重複此等步驟以製造4股非編織結構。

實例3

可購自Cuyahoga Falls, Ohio之Keuchel Associates, Inc.的SPUNFAB®熱活化型黏著網之非編織網在225°F(107.2°C)及50磅/平方吋(344.7 kPa)下經由平板層壓機附著至根據實例2製造的複合物。將SPUNFAB®添加至第二90度濕潤網之頂部，同時將90度濕潤網層壓至第一0度網。所施加之壓力為約100磅/平方吋(689.5 kPa)，但其僅在其穿過壓區時瞬間施加。

實例 4

重複實例 2 及實例 3，但在兩個 2 股結構正送進平板層壓機中以固結成 4 股結構時，將 SPUNFAB® 添加至乾燥的第二 90 度網之頂部。

實例 5

重複實例 2 及實例 3，但在已固結之 4 股結構離開平板層壓機時，將 SPUNFAB® 添加至已固結之 4 股結構的頂部，利用固結之餘熱將 SPUNFAB® 黏合至表面。

實例 6

重複實例 2 及實例 3，但在施加額外熱源及壓力之情況下添加 SPUNFAB® 以將其黏合至 4 股結構之表面。

實例 7

製造複數個根據實例 2 製成之纖維層，將其堆疊在一起且使其固結。隨後，如根據實例 2 將熱塑性聚合物施加且黏合至所得固結結構之貧樹脂表面。隨後將所得結構模製成護盞次組合。亦製備其他自相同或不同材料製造之護盞次組合。各次組合藉由在中等溫度及中等壓力下以較短滯留時間層壓來製造。此後，將所有次組合一起置放入最終護盞模型中且在高溫及高壓下以較長滯留時間黏合在一起以使其合併且藉此製造護盞組合。隨後，使此最終組合在加壓下冷卻且自模型中移出以進行進一步的精製過程。

儘管已參考較佳實施例詳細展示且描述了本發明，然而一般技術者將易於瞭解在不背離本發明之精神及範疇之情況下可作出各種改變及修改。意欲將申請專利範圍理解為

涵蓋所揭示之實施例、上文已討論之彼等替代形式及其所有等效形式。

【圖式簡單說明】

圖1為在壓製之前配置於平板壓機中之三片材料的示意性圖示。

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：101110268

※ 申請日：101. 3. 23

※IPC 分類：E08L

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

C08J 5/06
F41H 1/02

(2006.01)

單向複合物可加工性之改良方法

METHODS TO IMPROVE THE PROCESS-ABILITY OF UNI-DIRECTIONAL COMPOSITES

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種製造適用於形成鎧甲及鎧甲次組合中間體之複合物之方法。更特定言之，本發明係關於改良之彈道抗性複合物，以及一種自具有由聚合黏合劑材料不均勻浸漬於纖維層中而產生之貧樹脂表面之複合物製造彈道抗性複合物及鎧甲次組合中間體的方法。

三、英文發明摘要：

A method of producing composites useful for the formation of armor and armor sub-assembly intermediates. More particularly, improved ballistic resistant composites and a method for the production of ballistic resistant composites and armor sub-assembly intermediates from composites that have resin-poor surfaces resulting from the non-uniform impregnation polymeric binder materials in fiber layers.

七、申請專利範圍：

1. 一種製造經不均勻分佈之聚合黏合劑材料浸漬之複合物的方法，該方法包含：
 - a) 提供具有外頂面及外底面之纖維層，該纖維層包含複數個纖維股，該等纖維股各自包含複數根纖維，其中該纖維層經聚合黏合劑材料浸漬；
 - b) 在該纖維層之該外頂面及/或該纖維層之該外底面上施加熱塑性聚合物；及
 - c) 使該纖維層上之該熱塑性聚合物黏合至該纖維層，其中：
 - i) 在使該複數個纖維股及該聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟之前，使該熱塑性聚合物黏合至該纖維層；或
 - ii) 在使該複數個纖維股及該聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟期間，使該熱塑性聚合物線內(in-line)黏合至該纖維層；或
 - iii) 在使該複數個纖維股及該聚合黏合劑材料固結成複合物之固結步驟之後，使該熱塑性聚合物黏合至該纖維層。
2. 如請求項1之方法，其中該纖維層包含富聚合物區域及貧聚合物區域，該等富聚合物區域與該等貧聚合物區域相比包含較大濃度之該聚合黏合劑材料，且其中將該熱塑性聚合物施加至該纖維層之貧聚合物外表面上。
3. 如請求項1之方法，其中該熱塑性聚合物係作為黏著性

熱塑性網、作為連續熱塑性黏著膜、作為有序不連續熱塑性黏著網、作為非編織不連續黏著性織物、作為非編織不連續黏著性紗布或作為可熔粉末施加至該纖維層。

4. 如請求項1之方法，其中該複合物包含鎧甲物品或鎧甲物品之次組合。
5. 如請求項1之方法，其中提供複數個纖維層，各自包含固結之複數個纖維股，其中使熱塑性聚合物在使該複數個纖維股固結之固結步驟之前、期間或之後黏合至各纖維層之至少一個外表面，其中該複數個纖維層隨後藉由使該複數個纖維層固結成複合複合物之另一固結步驟來合併。
6. 一種複合材料，其包含至少一個具有外頂面及外底面之纖維層，該纖維層包含複數個纖維股，該等纖維股各自包含複數根其上具有聚合黏合劑材料之纖維，且其中該聚合黏合劑材料不均勻地分佈於該纖維層中；且熱塑性聚合物黏合至該纖維層之該外頂面及/或該纖維層之該外底面。
7. 如請求項6之複合材料，其中該纖維層包含富聚合物區域及貧聚合物區域，該等富聚合物區域與該等貧聚合物區域相比包含較大濃度之該聚合黏合劑材料。
8. 如請求項7之複合材料，其中該纖維層之該外頂面及該外底面中之至少一者為該纖維層之貧聚合物區域，且該熱塑性聚合物黏合至該貧聚合物表面。
9. 如請求項6之複合材料，其中該熱塑性聚合物包含黏著

性熱塑性網、連續熱塑性黏著膜、有序不連續熱塑性黏著網、非編織不連續黏著性織物、非編織不連續黏著性紗布或黏著性熔融粉末。

10. 如請求項6之複合材料，其包含固結之複數個纖維層，該等纖維層各自包含固結之複數個纖維股，其中將熱塑性聚合物施加且黏合至各纖維層之至少一個外表面。

八、圖式：

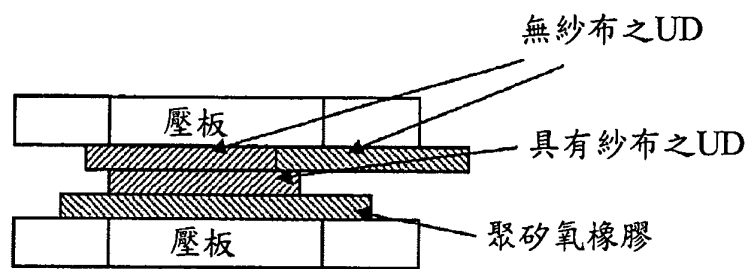


圖 1

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：

(無元件符號說明)

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)