



(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 I618824 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：102126992

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 26 日

(51)Int. Cl. : D01D5/12 (2006.01)

D01F6/14 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/27 美國

61/676,409

2013/03/12 美國

13/795,278

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

美國

(72)發明人：克林 羅爾夫 KLEIN, RALF (DE)；亞蒂夫 亨瑞 葛拉德 ARDIFF, HENRY GERARD (US)；楊 約翰 阿姆斯壯 YOUNG, JOHN ARMSTRONG (US)；譚湯瑪斯 TAM, THOMAS (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW I339224

TW 201104026A

CN 1662369A

US 2011/0269359A1

審查人員：陳進來

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：2 共 41 頁

(54)名稱

新穎 UHMWPE 纖維及製造方法

NOVEL UHMWPE FIBER AND METHOD TO PRODUCE

(57)摘要

本發明係關於用於製備超高分子量聚乙烯紗線之方法，及自其製造之紗線及物品。部分定向之紗線之表面經歷增強纖維表面處之表面能的處理且在該處理之後立即用保護塗層塗佈以增加該處理之保存期。該等經塗佈、經處理之紗線隨後經後牽伸以形成高度定向之紗線。

Processes for preparing ultra-high molecular weight polyethylene yarns, and the yarns and articles produced therefrom. The surfaces of partially oriented yarns are subjected to a treatment that enhances the surface energy at the fiber surfaces and are coated with a protective coating immediately after the treatment to increase the shelf life of the treatment. The coated, treated yarns are then post drawn to form highly oriented yarns.

指定代表圖：

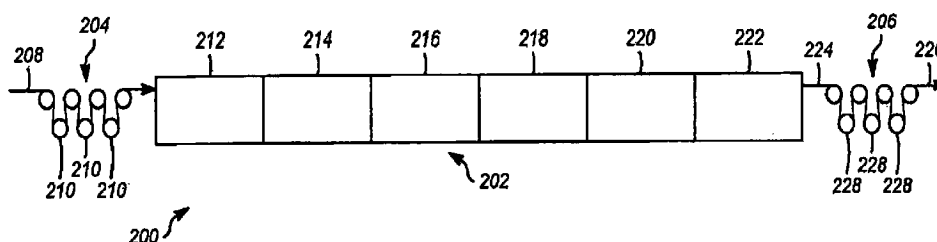


圖1

符號簡單說明：

200 . . . 後牽伸裝置

202 . . . 加熱裝置

204 . . . 第一組輥

206 . . . 第二組輥

208 . . . 部分定向之纖維

210 . . . 個別輥

- 212 . . . 烘箱
- 214 . . . 烘箱
- 216 . . . 烘箱
- 218 . . . 烘箱
- 220 . . . 烘箱
- 222 . . . 烘箱
- 224 . . . 加熱之纖維
- 226 . . . 高度定向之纖維/紗線產物
- 228 . . . 個別輥

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】

新穎UHMWPE纖維及製造方法

NOVEL UHMWPE FIBER AND METHOD TO PRODUCE

相關申請案之交叉參考

本申請案主張2012年7月27日申請的同在申請中之美國臨時申請案第61/676,409號之權益，其揭示內容以全文引用的方式併入本文中。

【技術領域】

本發明係關於用於製備超高分子量聚乙烯(「UHMW PE」)紗線之方法，及自其製造之紗線及物品。

【先前技術】

自包含高強度合成纖維之複合物製造的防彈物品已為吾人所熟知。已知許多類型之高強度纖維，且每一類型之纖維具有其自身獨特的特徵及特性。就此而言，纖維之一種確定的特徵為纖維結合或黏著諸如樹脂塗層之表面塗層的能力。舉例而言，超高分子量聚乙烯纖維為天然惰性的，而芳族聚醯胺纖維具有含極性官能基之高能表面。因此，樹脂對於芳族聚醯胺纖維通常展示比惰性UHMW PE纖維強的親和力。然而，亦通常已知合成纖維天然地有靜電積累之傾向且因此通常需要施加纖維表面修整劑以便於進一步加工成有用複合物。採用纖維修整劑以減少靜電積累，且在解撚纖維及未纏結纖維情況下輔助保持纖維黏結性且防止纖維纏結。修整劑亦使纖維表面潤滑，保護纖維免受設備損害且保護設備免受纖維損害。

此項技術教示了適用於各種行業的許多類型之纖維表面修整

劑。參見例如美國專利 5,275,625、5,443,896、5,478,648、5,520,705、5,674,615、6,365,065、6,426,142、6,712,988、6,770,231、6,908,579及7,021,349，其教示用於紡絲纖維之紡絲修整劑組合物。然而，典型的纖維表面修整劑並非普遍合乎需要的。一個顯著的原因係由於纖維表面修整劑可干擾纖維表面(包括芳族聚醯胺纖維表面)上聚合黏合劑材料之界面黏著或結合。聚合黏合劑材料之較強黏著對於製造防彈織物，尤其是諸如Morristown, NJ之Honeywell International Inc.製造之非編織SPECTRA SHIELD®複合物的非編織複合物很重要。纖維表面上聚合黏合劑材料之不充分黏著可減少纖維-纖維結合強度及纖維-黏合劑結合強度且由此使聯合之纖維彼此解開及/或使黏合劑與纖維表面分層。當試圖將保護性聚合物組合物施加至編織物上時，亦認識到相似的黏著性問題。此不利地影響該等複合物之防彈特性(防彈效能)且可引起災難性的產品失效。

自同在申請中之申請案案號 61/531,233、61/531,255、61/531,268、61/531,302、61/531,323、61/566,295及61/566,320 (該等申請案各自以引用之方式併入本文中)已知，當在纖維上施加之材料與纖維表面直接結合而不是施加於纖維修整劑頂部上時，其結合強度得到改良。該直接施加係藉由在施加諸如聚合黏合劑材料之材料至纖維上之前及將纖維聯合成為纖維層或織物之前，自纖維至少部分移除預先存在之纖維表面修整劑來實現。

自以上同在申請中之申請案亦已知，可使用諸如電漿處理或電暈處理之各種表面處理來處理纖維表面以增強纖維表面處之表面能且藉此增強材料結合至纖維表面的能力。表面處理當直接在暴露的纖維表面上而不是在纖維修整劑之頂部上進行時尤其有效。修整劑移除及表面處理之組合減少了當在防彈複合物內採用時纖維彼此分層及/或與纖維表面塗層分層之傾向。然而，已知該等表面處理之作用具有保

存期。隨時間推移，增加之表面能衰減且經處理之表面最終返回至其原始的達因水準。當經處理之纖維未立即製造成複合物，而是儲存起來以供將來使用時，處理之此種衰減尤其顯著。因此，在此項技術中需要一種保持表面處理且藉此增加經處理纖維之保存期的方法。

【發明內容】

本發明提供一種方法，其包含：

a)提供一或多根部分定向之纖維，該等部分定向之纖維各自具有實質上由纖維表面修整劑覆蓋之表面；

b)自纖維表面移除纖維表面修整劑之至少一部分以至少部分暴露底層纖維表面；

c)在有效增強纖維表面之表面能之條件下處理暴露之纖維表面；

d)施加保護塗層至經處理之纖維表面之至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維；及

e)使經塗佈、經處理之纖維通過一或多個乾燥器以乾燥該等經塗佈、經處理之纖維上之塗層，同時在該等經塗佈、經處理之纖維行進經過該一或多個乾燥器時對其進行拉伸，藉此形成具有大於27公克/丹尼爾(denier)之抗拉強度的高度定向之纖維。

本發明亦提供一種方法，其包含：

a)提供一或多根部分定向之纖維，該等部分定向之纖維各自具有至少一些暴露之表面區域，該等表面區域至少部分不含纖維表面修整劑；

b)在有效增強纖維表面之表面能之條件下處理暴露之纖維表面；

c)施加保護塗層至經處理之纖維表面之至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維；及

d)使經塗佈、經處理之纖維通過一或多個乾燥器以乾燥該等經塗佈、經處理之纖維上之塗層，同時在該等經塗佈、經處理之纖維行進

經過該一或多個乾燥器時對其進行拉伸，藉此形成具有大於27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之纖維。

本發明進一步提供一種方法，其包含：

a)提供一或多根經處理之部分定向之纖維，其中該等部分定向之纖維具有至少約18公克/丹尼爾至約27公克/丹尼爾之抗拉強度，且其中該等經處理之部分定向之纖維的表面已在有效增強纖維表面之表面能的條件下進行處理；

b)施加保護塗層至經處理之纖維表面之至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維，其中該保護塗層係在增強纖維表面之表面能的處理之後立即施加至該等經處理之纖維表面上；及

c)使經塗佈、經處理之纖維通過一或多個乾燥器以乾燥該等經塗佈、經處理之纖維上之塗層，同時在該等經塗佈、經處理之纖維行進經過該一或多個乾燥器時對其進行拉伸，藉此形成具有大於27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之纖維。

亦提供由該等方法製造之纖維複合物。

【圖式簡單說明】

圖1說明了利用合併有一系列水平佈置之烘箱且在烘箱外部具有牽伸輥的加熱裝置進行之後牽伸製程的一個實例。

圖2說明了利用合併有具有內部牽伸輥之單個烘箱的加熱裝置進行之後牽伸製程的一個實例。

【實施方式】

提供一種用於處理及塗佈部分定向之纖維，隨後牽伸該等部分定向之纖維以製造高度定向之纖維的方法。如本文中所使用，「部分定向之」纖維，或者稱作部分定向之紗線，係已經歷一或多個牽伸步驟而使得製造出具有至少約18公克/丹尼爾至約27公克/丹尼爾之抗拉強度之纖維的纖維(或紗線)。在共同擁有之美國專利申請公開案

2011/0266710及2011/0269359中描述一種自部分定向之纖維製造高度定向之纖維之合意方法，該等公開案在與此一致之程度上以引用的方式併入本文中。如該等公開案中所述，「部分定向之」纖維(或者「部分定向之紗線」)與「高度定向之」纖維(紗線)的區別在於，高度定向之纖維係自部分定向之纖維，使該部分定向之纖維經歷後牽伸操作以藉此增加其纖維抗拉強度來製造。在本發明之上下文中，高度定向之纖維(紗線)具有大於27公克/丹尼爾之纖維抗拉強度。如本文中所使用，術語「抗拉強度」係指以每單位線性密度(丹尼爾)未受應力試樣之力(公克)表示的抗拉應力且其係藉由ASTM D2256量測。纖維之「初始模數」為表示材料對變形之抗性的材料特性。術語「抗拉模數」係指以每丹尼爾之公克力(g/d)表示之抗拉強度之變化與以原始纖維長度之分數(in/in)表示之應力之變化的比率。

根據本發明，提供一種方法，其中首先處理部分定向之纖維以自纖維表面移除至少一部分纖維表面修整劑，從而至少部分暴露底層纖維表面，接著在有效增強纖維表面之表面能的條件下處理暴露之纖維表面纖維，接著使用保護塗層塗佈經處理之纖維。在施加保護塗層之後，使經塗佈、經處理之纖維經歷後牽伸操作，其中牽伸纖維，同時乾燥保護塗層以形成高度定向之纖維。

為進一步定義本發明，「纖維」為長度尺寸比寬度及厚度之橫向尺寸大得多的細長體。用於本發明中之纖維的橫截面可變化極大，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，但較佳纖維具有實質上呈圓形之橫截面。如本文中所使用，術語「紗線」定義為由多根纖維組成之單一股線。單一纖維可僅由一根長絲或由多根長絲形成。僅由一根長絲形成之纖維在本文中稱為「單長絲(single-filament)」纖維或「單絲(monofilament)」纖維，且由複數根長絲形

成之纖維在本文中稱為「多絲」纖維。

通常將纖維表面修整劑施加至所有纖維以促進其可加工性。為容許纖維表面之直接電漿或電暈處理，需要將現有的纖維表面修整劑自纖維表面至少部分移除，且較佳自將形成纖維複合物之一些或所有組分纖維的所有或一些纖維表面實質上完全移除。此纖維修整劑之移除亦將用以增強纖維-纖維摩擦且容許樹脂或聚合黏合劑材料直接結合至纖維表面，藉此增加纖維-塗層之結合強度。

洗滌纖維或以其他方式移除纖維修整劑之步驟將移除足夠之纖維修整劑使得至少一些底層纖維表面暴露，不過不同的移除條件應預期移除不同量之修整劑。舉例而言，諸如洗滌劑之組成(例如水)、洗滌技術之機械屬性(例如接觸纖維之水的力；洗滌槽之攪拌等)之因素將影響移除之修整劑的量。出於本文中之目的，達成纖維修整劑之最少移除的最少加工通常將暴露至少10%的纖維表面區域。較佳地，移除纖維表面修整劑使得纖維多數不含纖維表面修整劑。如本文中所使用，「多數不含」纖維表面修整劑之纖維為已移除至少50重量%之修整劑，更佳移除至少約75重量%之修整劑的纖維。甚至更佳為纖維實質上不含纖維表面修整劑。「實質上不含」纖維修整劑之纖維為已移除至少約90重量%之修整劑，且最佳移除至少約95重量%之修整劑，藉此暴露出至少約90%或至少約95%的先前由纖維表面修整劑覆蓋之纖維表面區域的纖維。最佳地，任何殘餘修整劑的存在量以纖維重量加上修整劑重量計將小於或等於約0.5重量%，較佳以纖維重量加上修整劑重量計小於或等於約0.4重量%，更佳小於或等於約0.3重量%，更佳小於或等於約0.2重量%且最佳小於或等於約0.1重量%。

取決於纖維修整劑組合物之表面張力，即使移除大量修整劑，修整劑亦可展示其自身分佈遍及纖維表面之傾向。因此，多數不含纖維表面修整劑之纖維可仍有一部分表面區域由極薄的纖維修整劑塗層

覆蓋。然而，此剩餘的纖維修整劑通常將以修整劑殘塊而不是連續塗層之形式存在。因此，具有多數不含纖維表面修整劑之表面之纖維的表面較佳至少部分暴露出來且未被纖維修整劑覆蓋，其中較佳小於50%之纖維表面區域由纖維表面修整劑覆蓋。當移除纖維修整劑使得小於50%之纖維表面區域由纖維表面修整劑覆蓋時，保護塗層材料將藉此與大於50%之纖維表面區域直接接觸。

最佳為纖維表面修整劑實質上完全自纖維移除且纖維表面實質上完全暴露。就此而言，實質上完全移除纖維表面修整劑為移除至少約95%，更佳移除至少約97.5%且最佳移除至少約99.0%的纖維表面修整劑，且藉此纖維表面至少約95%暴露，更佳至少約97.5%暴露且最佳至少約99.0%暴露。理想的情況是，移除100%之纖維表面修整劑，藉此暴露100%之纖維表面區域。在移除纖維表面修整劑之後，亦較佳在施加聚合黏合劑材料、樹脂或其他被吸附物至暴露的纖維表面上之前，清除纖維之任何移除之修整劑顆粒。由於加工纖維以達成纖維修整劑之最少移除通常將暴露至少約10%之纖維表面區域，故未經類似洗滌或處理以移除至少一部分纖維修整劑的類似纖維將具有小於10%之纖維表面區域暴露，及0%表面暴露或實質上無纖維表面暴露。

用於移除纖維表面修整劑之任何習知方法均可用於本發明之情形中，包括機械及化學技術方式二者。必要的方法通常取決於修整劑之組成。舉例而言，在本發明之較佳實施例中，纖維係用能夠僅用水就洗掉之修整劑塗佈。通常，纖維修整劑將包含一或多種潤滑劑、一或多種非離子乳化劑(界面活性劑)、一或多種抗靜電劑、一或多種潤濕劑及黏合劑以及一或多種抗菌化合物之組合。在本文中修整劑調配物較佳可僅用水就洗掉。機械方式亦可連同化學試劑一起使用以改良化學移除之效率。舉例而言，藉由操控水施加方法之力、方向速度等，可增強使用去離子水移除修整劑之效率。

最佳地，使用水，較佳使用去離子水來洗滌及/或沖洗纖維，且在洗滌之後視情況乾燥纖維，而不使用任何其他化學品。在修整劑不可溶於水之其他實施例中，修整劑可使用例如擦洗劑、化學清潔劑或酶清潔劑來移除或洗掉。舉例而言，美國專利5,573,850及5,601,775 (以引用之方式併入本文中)教示使紗線通過含有非離子界面活性劑(HOSTAPUR® CX，可購自Charlotte, N.C.之Clariant Corporation)、磷酸三鈉及氫氧化鈉之浴槽，接著沖洗纖維。其他有用的化學試劑非排他地包括醇，諸如甲醇、乙醇及2-丙醇；脂族及芳族烴，諸如環己烷及甲苯；氯化溶劑，諸如二氯甲烷及三氯甲烷。洗滌纖維亦將移除任何其他表面污染物，從而使纖維與樹脂或其他塗層材料之間的接觸更緊密。

除自纖維實質上移除纖維表面修整劑的能力之外，使用水來清潔纖維之較佳方式不意欲為限制性的。在一較佳方法中，修整劑之移除係藉由一種方法實現，該方法包含使大體上平行之纖維網或纖維連續陣列通過加壓水噴嘴以自纖維洗滌(或沖洗)及/或以物理方式移除修整劑。可在使纖維通過該等加壓水噴嘴之前視情況在水浴中預先浸泡纖維，及/或在使纖維通過該等加壓水噴嘴之後視情況浸泡纖維，且亦可在任何該等視情況選用之浸泡步驟之後藉由使纖維通過其他加壓水噴嘴來視情況沖洗纖維。較佳亦在完成洗滌/浸泡/沖洗之後乾燥經洗滌/浸泡/沖洗之纖維。用於洗滌纖維之設備及方式並不意欲為限制性的，但其必須能夠洗滌個別多絲纖維/多絲紗線而不是織物，亦即在該等纖維或紗線編織成纖維層/層片(ply)或成形成非編織纖維層/層片之前使用。

在移除纖維表面修整劑達到所需程度(且視需要進行乾燥)之後，使纖維經歷有效增強纖維表面之表面能的處理。有用之處理非排他地包括電暈處理、電漿處理、臭氧處理、酸蝕刻、紫外(UV)光處理或能

夠隨時間而老化或衰減的任何其他處理。亦已認識到，在移除纖維表面修整劑之後施加保護塗層至纖維上對纖維有益，即使該等纖維隨後不經處理或暴露的纖維表面經不改變纖維表面能之處理進行處理。此係因為通常已知合成纖維天然地有靜電積累的傾向且需要某種形式之潤滑來維持纖維黏結性。保護塗層為纖維表面提供充分的潤滑，藉此保護纖維免受設備損害且保護設備免受纖維損害。其亦減少靜電積累且有助於進一步加工為有用複合物。因此，由於保護塗層具有許多益處，故不改變纖維表面能且無處理衰減之風險的纖維表面處理亦在本發明之範疇內。

然而，最佳用有效增強纖維表面之表面能之處理來處理纖維，且最佳之處理為電漿處理及電暈處理。電漿處理及電暈處理均會使纖維表面處之纖維改質，藉此增強隨後施加至纖維表面上之保護塗層的結合。移除纖維修整劑使得此等其他方法直接對纖維表面而不是對纖維表面修整劑或對表面污染物起作用。電漿處理及電暈處理各自對於使散纖維與纖維表面塗層之間的相互作用最佳化以改良保護塗層之固著且隨後施加聚合/樹脂黏合劑(聚合/樹脂基質)塗層至纖維表面為尤其合乎需要的。

電暈處理為使通常呈纖維網或呈纖維連續陣列形式之纖維通過電暈放電台，藉此使纖維通過一系列高電壓放電從而增強纖維表面之表面能的方法。除增強纖維表面之表面能以外，電暈處理亦可諸如藉由在纖維表面中燃燒形成小凹坑或孔洞來使纖維表面凹陷及變粗糙，且亦可藉助於使纖維表面部分氧化來將極性官能基引入至表面。當經電暈處理之纖維可氧化時，氧化程度取決於諸如電暈處理之功率、電壓及頻率之因素。在電暈放電場內之滯留時間亦為一個因素，且此可藉由電暈處理器之設計或藉由該製程之線速度來操控。合適之電暈處理部件可例如自 Menomonee Falls, Wis.之 Enercon Industries Corp.；自

Thame, Oxon., UK之Sherman Treaters Ltd；或自Hamburg, Germany之Softal Corona & Plasma GmbH & Co獲得。

在一較佳實施例中，纖維經歷約2瓦/平方呎/分鐘至約100瓦/平方呎/分鐘，更佳約5瓦/平方呎/分鐘至約50瓦/平方呎/分鐘，且最佳約20瓦/平方呎/分鐘至約50瓦/平方呎/分鐘之電暈處理。約1瓦/平方呎/分鐘至約5瓦/平方呎/分鐘之較低能量電暈處理亦為有用的但可能不太有效。

在電漿處理中，使纖維通過腔室中之離子化氣氛，以藉此使纖維與中性分子、離子、自由基以及紫外光之組合接觸，該腔室填充有惰性或非惰性氣體，諸如氧氣、氬氣、氮氣、氨氣，或另一種適當之惰性或非惰性氣體，包括以上氣體之組合。在纖維表面處，表面與帶電粒子(離子)之碰撞引起動能之轉移及電子之交換等，藉此增強纖維表面之表面能。表面與自由基之間的碰撞將引起類似的化學重排。纖維基質之化學變化亦係由激發原子發射之紫外光及由弛豫至較低能態之分子轟擊纖維表面所引起。由於此等相互作用，電漿處理可改變纖維之化學結構以及纖維表面之表面形狀。舉例而言，與電暈處理相同，電漿處理亦可添加極性至纖維表面及/或使纖維表面部分氧化。電漿處理亦可用以減小纖維之接觸角；增加纖維表面之交聯密度，藉此增加後續塗層之硬度、熔點及質量固著；且可添加化學官能基至纖維表面且潛在地除去纖維表面。此等效應同樣取決於纖維之化學性質，且亦取決於所用電漿之類型。

氣體之選擇對於所需表面處理很重要，因為使用不同的電漿氣體，將以不同方式改變表面之化學結構。此將由熟習此項技術者決定。舉例而言，已知使用氨電漿可將胺官能基引入至纖維表面，而藉由使用氧電漿可引入羧基及羥基。因此，反應性氣氛可包含以下一或多者：氬氣、氮氣、氧氣、氮氣、氨氣，及/或已知適合於織物之電

漿處理的其他氣體。反應性氣氛可包含呈原子、離子、分子或自由基形式之此等氣體中之一或多者。舉例而言，在本發明之較佳連續製程中，使纖維網或纖維連續陣列通過受控制之反應性氣氛，該反應性氣氛較佳包含氫原子、氧分子、氫離子、氧離子、氧自由基以及其他痕量物質。在一較佳實施例中，反應性氣氛包含氫氣及氧氣二者，氫氣濃度為約90%至約95%且氧氣濃度為約5%至約10%，其中氫氣/氧氣之濃度較佳為90/10或95/5。在另一較佳實施例中，反應性氣氛包含氮氣及氧氣二者，氮氣濃度為約90%至約95%且氧氣濃度為約5%至約10%，其中氮氣/氧氣之濃度較佳為90/10或95/5。另一有用的反應性氣氛為零點氣體(zero gas)氣氛，亦即包含約79%氮氣、約20%氧氣及少量其他氣體之室內空氣，其在一定程度上亦適用於電暈處理。

電漿處理與電暈處理之不同主要在於電漿處理係在受控制之反應性氣體氣氛中進行，而在電暈處理中反應性氣氛為空氣。電漿處理器中之氣氛可容易地進行控制及維持，從而允許以比電暈處理更可控制且更靈活之方式獲得表面極性。放電係藉由射頻(RF)能量進行，該能量將氣體解離成電子、離子、自由基及介穩態產物。電漿中產生之電子及自由基與纖維表面碰撞，使共價鍵斷裂且在纖維表面上產生自由基。在分批製程中，在預定反應時間或溫度之後，關閉處理氣體及RF能量且移除殘餘氣體及其他副產物。在連續製程(其在本文中較佳)中，使纖維網或纖維連續陣列通過包含所選反應性氣體之原子、分子、離子及/或自由基以及其他痕量物質的受控制之反應性氣氛。該反應性氣氛不斷地產生及補充，由此可能達到穩態組成，且直至電漿機停止才會關閉或淬滅。

可使用任何適用之可商購電漿處理機進行電漿處理，諸如可自Hamburg, Germany之Softal Corona & Plasma GmbH & Co; Belmont California之4th State, Inc; Elgin Illinois之Plasmatreat US LP;

Milwaukee, Wisconsin之Enercon Surface Treating Systems獲得的電漿處理機。電漿處理可在維持於真空下之腔室中或在維持於大氣條件下之腔室中進行。當使用大氣系統時，完全封閉之腔室為非強制性的。在非真空環境中，亦即在不是維持完全或部分真空之腔室中對纖維進行電漿處理或電暈處理可增加纖維降解之可能。此係因為反應性物質之濃度與處理壓力成比例。可藉由減少在處理腔室中的滯留時間抵消此種纖維降解可能之增加。在真空下處理纖維使得需要較長的處理滯留時間。此不合需要地造成約15%至20%之纖維強度特性(諸如纖維抗拉強度)的典型損失。可藉由減少處理之能量通量來減小處理之侵蝕性，但此犧牲了該等處理在增強纖維上塗層之結合方面的有效性。然而，當在至少部分移除纖維修整劑之後進行纖維處理時，纖維抗拉強度損失小於5%，通常小於2%或小於1%，通常無任何損失，且在一些情況下，纖維強度特性實際上增加，此係由於直接處理纖維表面使得聚合纖維之交聯密度增加。當在至少部分移除纖維修整劑之後進行纖維處理時，處理有效得多且可在侵蝕性較低之非真空環境中以各種能量通量水準進行，而不犧牲塗層結合之增強作用。在本發明之最佳實施例中，高抗拉強度纖維在維持於接近大氣壓或高於大氣壓之腔室中經歷電漿處理或電暈處理。作為次級效益，在大氣壓下進行之電漿處理允許一次處理超過一根纖維，而在真空下進行之處理侷限於一次處理一根纖維。

較佳電漿處理製程係在接近大氣壓下，亦即在1 atm (760 mm Hg (760托))下進行，且腔室溫度接近室溫(70°F-72°F)。電漿腔室內之溫度可由於處理製程而潛在地變化，但在處理期間溫度通常不獨立地進行冷卻或加熱，且咸信此不會影響纖維之處理，因為該等纖維快速地通過電漿處理器。電漿電極與纖維網之間的溫度通常為約100°C。電漿處理製程係在較佳具有可控制之射頻功率設定之電漿處理器內進

行。適用之射頻功率設定通常取決於電漿處理器之尺寸且因此將變化。來自電漿處理器之功率分佈遍及電漿處理區之寬度(或電極之長度)且此功率亦以一定速率分佈遍及基板或纖維網之長度，該速率與纖維網通過電漿處理器之反應性氣氛的線速度成反比。此每單位面積每單位時間之能量(瓦/平方呎/分鐘或 $\text{W/ft}^2/\text{min}$)或能量通量，為比較處理水準之適用方式。能量通量之有效值較佳為約 $0.5 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ 至約 $200 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ ，更佳為約 $1 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ 至約 $100 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ ，甚至更佳為約 $1 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ 至約 $80 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ ，甚至更佳為約 $2 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ 至約 $40 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ ，且最佳為約 $2 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ 至約 $20 \text{ W/ft}^2/\text{min}$ 。

作為一實例，當利用設定於大氣壓下具有30吋(76.2 cm)之相對較窄處理區之電漿處理器時，較佳在約 0.5 kW 至約 3.5 kW ，更佳在約 1.0 kW 至約 3.05 kW 之射頻功率設定下進行電漿處理製程且最佳係以設定在 2.0 kW 之射頻功率進行。此種大小之電漿處理器的總氣體流動速率較佳為約16公升/分鐘，但此不意欲為嚴格限制性的。相對於較小的電漿處理器，較大的電漿處理部件能夠具有較高的射頻功率設定，諸如 10 kW 、 12 kW 或甚至更大，且具有較高的氣體流動速率。

由於總氣體流動速率係分佈遍及電漿處理區之寬度，故隨著電漿處理器之電漿處理區之長度/寬度的增加，額外氣流可為必需的。舉例而言，具有2×之處理區寬度的電漿處理器可能需要具有1×之處理區寬度之電漿處理器之兩倍的氣流。纖維之電漿處理時間(或滯留時間)亦與所用電漿處理器的尺寸相關且不意欲為嚴格限制性的。在一較佳之大氣系統中，纖維以約½秒至約3秒之滯留時間暴露於電漿處理，且平均滯留時間為約2秒。此暴露之更適當的量度為就隨時間施加於每單位面積纖維之射頻功率而言之電漿處理量，亦稱為能量通量。

在增強纖維表面之表面能的處理之後，施加保護塗層至經處理

之纖維表面的至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維。最佳在表面處理之後立即塗佈經處理之纖維表面，因為此將對纖維製造製程造成最少破壞且將使纖維保持於經改質且未保護之狀態最短時段。更重要地是，因為已知增強表面能之處理隨時間而衰減或老化且纖維最終返回至其未經處理的初始表面能水準，已發現在表面處理之後施加聚合物或樹脂塗層至經處理纖維上可有效保持由纖維處理引起之能量水準增強。最佳地，在增強纖維表面之表面能的處理之後立即施加保護塗層至經處理之纖維表面的至少一部分上以使纖維保持於經處理且未塗佈之狀態最短時長，從而使表面能衰減最少。

保護塗層可為任何固體、液體或氣體，包括任何單體、寡聚物、聚合物或樹脂，及任何有機或無機聚合物及樹脂。保護塗層可包含傳統上用於防彈複合物技術中之任何聚合物或樹脂作為聚合基質或聚合黏合劑材料，但保護塗層係施加於個別纖維，而非織物層或纖維層片，且以較小量施加，亦即以纖維重量加上保護塗層重量計小於約5重量%。更佳地，保護塗層以纖維重量加上保護塗層重量計佔約3重量%或更小，甚至更佳佔約2.5重量%或更小，甚至更佳佔約2.0重量%或更小，甚至更佳佔約1.5重量%或更小，且最佳保護塗層以纖維重量加上保護塗層重量計佔約1.0重量%或更小。

合適之保護塗層聚合物非排他地包括低模數彈性材料及高模數剛性材料兩種，但最佳保護塗層包含熱塑性聚合物，尤其是低模數彈性材料。出於本發明之目的，低模數彈性材料具有根據ASTM D638測試程序量測的約6,000 psi (41.4 MPa)或更小之抗拉模數。低模數彈性材料的抗拉模數較佳為約4,000 psi (27.6 MPa)或更小，更佳為約2400 psi (16.5 MPa)或更小，甚至更佳為1200 psi (8.23 MPa)或更小，且最佳為約500 psi (3.45 MPa)或更小。彈性體之玻璃轉化溫度(T_g)較佳小於約0°C，更佳小於約-40°C，且最佳小於約-50°C。低模數彈性

材料亦具有至少約50%之較佳斷裂伸長率，更佳為至少約100%且最佳具有至少約300%之斷裂伸長率。

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、聚氯丁二烯、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、乙烯共聚物、聚醯胺(對於一些纖維類型適用)、丙烯酸丁二烯苯乙烯、聚碳酸酯，及其組合，以及在纖維熔點以下可固化的其他低模數聚合物及共聚物。不同彈性材料之摻合物，或彈性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的共軛二烯彈性體。苯乙烯、乙烯基甲苯及第三丁基苯乙烯為較佳的共軛芳族單體。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片段之熱塑性彈性體。聚合物可為簡單的A-B-A型三嵌段共聚物、 $(AB)_n$ 型($n = 2-10$)多嵌段共聚物或 $R-(BA)_x$ 型($x = 3-150$)徑向組態共聚物；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。此等聚合物中有許多在商業上由Houston, TX之Kraton Polymers製造且描述於期刊「Kraton Thermoplastic Rubber」, SC-68-81中。以商標PRINLIN®出售且可購自總部位於Düsseldorf, Germany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。尤佳低模數聚合黏合劑聚合物包含在商業上由Kraton Polymers製造且以商標KRATON®出售之苯乙烯類嵌段共聚物。尤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。

丙烯酸聚合物及丙烯酸共聚物亦尤佳。丙烯酸聚合物及共聚物較佳係因為其直鏈碳主鏈提供水解穩定性。丙烯酸聚合物較佳亦係因

為在商業上製造之材料中可獲得的廣泛範圍之物理特性。較佳丙烯酸聚合物非排他地包括丙烯酸酯，尤其是衍生自諸如以下單體之丙烯酸酯：丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸正丙酯、丙烯酸2-丙酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸2-丁酯及丙烯酸第三丁酯、丙烯酸己酯、丙烯酸辛酯及丙烯酸2-乙基己酯。較佳丙烯酸聚合物亦尤其包括衍生自諸如以下單體之甲基丙烯酸酯：甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸正丙酯、甲基丙烯酸2-丙酯、甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸2-丁酯、甲基丙烯酸第三丁酯、甲基丙烯酸己酯、甲基丙烯酸辛酯及甲基丙烯酸2-乙基己酯。由任何此等組分單體製成之共聚物及三元共聚物，以及亦併有丙烯醯胺、正羥甲基丙烯醯胺、丙烯腈、甲基丙烯腈、丙烯酸及順丁烯二酸酐之彼等共聚物及三元共聚物亦較佳。經非丙烯酸單體改質的經改質丙烯酸聚合物亦為合適的。舉例而言，丙烯酸共聚物及丙烯酸三元共聚物併有諸如以下之合適乙烯基單體：(a) 烯烴，包括乙烯、丙烯及異丁烯；(b) 苯乙烯、N-乙烯吡咯啉酮及乙烯吡啶；(c) 乙烯醚，包括乙基甲醚、乙基乙醚及乙基正丁醚；(d) 脂族羧酸之乙烯酯，包括乙酸乙烯酯、丙酸乙烯酯、丁酸乙烯酯、月桂酸乙烯酯及癸酸乙烯酯；(f) 乙烯基鹵化物，包括氯乙烯、偏二氯乙烯、二氯乙烯及氯丙烯。同樣合適之乙烯基單體為順丁烯二酸二酯及反丁烯二酸二酯，尤其是具有2至10個碳原子，較佳具有3至8個碳原子的單羥烷醇之彼等二酯，包括順丁烯二酸二丁酯、順丁烯二酸二己酯、順丁烯二酸二辛酯、反丁烯二酸二丁酯、反丁烯二酸二己酯及反丁烯二酸二辛酯。

極性樹脂或極性聚合物，尤其是抗拉模數在約2,000 psi (13.79 MPa)至約8,000 psi (55.16 MPa)範圍內在軟材料與剛性材料範圍內之聚胺基甲酸酯最佳。較佳聚胺基甲酸酯係以水性聚胺基甲酸酯分散液形式施加，該等分散液最佳不含共溶劑。該等水性聚胺基甲酸酯分散

液包括水性陰離子型聚胺基甲酸酯分散液、水性陽離子型聚胺基甲酸酯分散液及水性非離子型聚胺基甲酸酯分散液。水性陰離子型聚胺基甲酸酯分散液尤佳，且水性陰離子型脂族聚胺基甲酸酯分散液最佳。該等水性陰離子型聚胺基甲酸酯分散液包括水性陰離子型基於聚酯之聚胺基甲酸酯分散液；水性基於脂族聚酯之聚胺基甲酸酯分散液；及水性陰離子型基於脂族聚酯之聚胺基甲酸酯分散液，其均較佳為不含共溶劑之分散液。該等水性聚胺基甲酸酯分散液亦包括水性陰離子型聚醚聚胺基甲酸酯分散液；水性基於脂族聚醚之聚胺基甲酸酯分散液；及水性陰離子型基於脂族聚醚之聚胺基甲酸酯分散液，其均較佳為不含共溶劑之分散液。水性陽離子型及水性非離子型分散液之所有相應變化形式(基於聚酯；基於脂族聚酯；基於聚醚；基於脂族聚醚等)同樣較佳。在100%伸長率下模數為約700 psi或更大，且尤佳範圍為700 psi至約3000 psi之脂族聚胺基甲酸酯分散液最佳。在100%伸長率下模數為約1000 psi或更大，且甚至更佳為約1100 psi或更大之脂族聚胺基甲酸酯分散液更佳。模數為1000 psi或更大，較佳為1100 psi或更大之基於脂族聚醚之陰離子型聚胺基甲酸酯分散液最佳。

保護塗層係使用熟習此項技術者容易確定之任何適當方法直接施加至經處理之纖維表面上且術語「經塗佈」不意欲限制將保護塗層施加至纖維上之方法。所用方法必須以保護塗層至少部分塗佈每個經處理纖維，較佳用保護塗層實質上塗佈或封裝每一個別纖維，藉此覆蓋所有或實質上所有長絲/纖維表面區域。保護塗層可同時或依序施加至單一纖維或複數根纖維，其中複數根纖維可以陣列形式並排佈置且以陣列形式用保護塗層塗佈。

本文中之經處理纖維為在電漿/電暈處理之前具有至少約18公克/丹尼爾至約27公克/丹尼爾之抗拉強度的部分定向之纖維。如先前所述，部分定向之纖維/紗線未經後牽伸且因此具有比已經後牽伸之高

度定向纖維/紗線低的抗拉強度，後牽伸將纖維/紗線之抗拉強度增加至超過27公克/丹尼爾。舉例而言，在用於製造由超高分子量聚乙烯製成之凝膠紡絲紗線的較佳製程中，將包含UHMW PE及紡絲溶劑之漿液饋入至擠壓機中以製造液體混合物，該液體混合物隨後通過加熱之容器以形成包含UHMW PE及紡絲溶劑之均質溶液；隨後將溶液自加熱之容器提供至紡絲頭以形成溶液紗線；隨後以約1.1:1至約30:1之牽伸比牽伸由紡絲頭產生之溶液紗線以形成牽伸之溶液紗線；隨後將牽伸之溶液紗線冷卻至低於UHMW PE聚合物之膠凝點的溫度以形成凝膠紗線；隨後在一或多個階段中牽伸凝膠紗線一或多次；隨後自凝膠紗線移除紡絲溶劑以形成乾燥紗線；且隨後在至少一個階段中牽伸乾燥紗線以形成部分定向之紗線。此製程在共同擁有之美國專利申請公開案2011/0266710及2011/0269359中更詳細地揭示。

形成纖維之聚合物較佳為適合於製造防彈複合物/織物之高強度、高抗拉模數纖維。尤其適合於形成防彈複合物及物品的尤其合適之高強度、高抗拉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。尤佳為延伸鏈聚烯烴纖維，諸如高度定向之高分子量聚乙烯纖維，尤其是超高分子量聚乙烯纖維；及聚丙烯纖維，尤其是超高分子量聚丙烯纖維。芳族聚醯胺纖維，尤其是對芳族聚醯胺纖維、聚醯胺纖維、聚對苯二甲酸伸乙酯纖維、聚萘二甲酸伸乙酯纖維、延伸鏈聚乙烯醇纖維、延伸鏈聚丙烯腈纖維、諸如聚苯并噁唑(PBO)及聚苯并噻唑(PBT)纖維之聚苯并唑纖維、液晶共聚酯纖維及諸如M5®纖維之剛性桿狀纖維亦為合適的。此等纖維類型中之每一者在此項技術中通常為已知的。共聚物、嵌段聚合物及以上材料之摻合物亦適合於製造聚合纖維。

用於防彈織物之最佳纖維類型包括聚乙烯，尤其是延伸鏈聚乙烯纖維；芳族聚醯胺纖維；聚苯并唑纖維；液晶共聚酯纖維；聚丙烯

纖維，尤其是高度定向之延伸鏈聚丙烯纖維；聚乙烯醇纖維；聚丙烯腈纖維；及剛性桿狀纖維，尤其是M5®纖維。尤其最佳之纖維為聚烯烴纖維，尤其是聚乙烯及聚丙烯纖維類型。

在聚乙烯之情況下，較佳纖維為分子量為至少500,000、較佳為至少一百萬且更佳介於兩百萬與五百萬之間的延伸鏈聚乙烯。該等延伸鏈聚乙烯(ECPE)纖維可諸如美國專利4,137,394或4,356,138 (以引用之方式併入本文中)中所描述以溶液紡絲製程生長，或可諸如美國專利4,551,296及5,006,390 (亦以引用之方式併入本文中)中所描述，自溶液紡絲以形成凝膠結構。適用於本發明之尤佳纖維類型為自Honeywell International Inc以商標SPECTRA®出售之聚乙烯纖維。SPECTRA®纖維在此項技術中已吾人為所熟知且描述於例如美國專利4,413,110；4,440,711；4,535,027；4,457,985；4,623,547；4,650,710及4,748,064，以及同在申請中之申請公開案2011/0266710及2011/0269359中，所有該等專利及公開案在與此一致之程度上以引用的方式併入本文中。除聚乙烯以外，另一種適用之聚烯烴纖維類型為聚丙烯(纖維或條帶)，諸如可購自Spartanburg, South Carolina之Milliken & Company的TEGRIS®纖維。

芳族聚醯胺(aramid/aromatic polyamide)或對芳族聚醯胺纖維亦尤佳。該等纖維為可商購的且描述於例如美國專利3,671,542中。舉例而言，在商業上由DuPont以商標KEVLAR®製造適用之聚(對伸苯基對苯二甲醯胺)長絲。在商業上由DuPont製造的商標為NOMEX®之聚(間伸苯基間苯二甲醯胺)纖維及在商業上由Teijin製造的商標為TWARON®之纖維；在商業上由韓國Kolon Industries, Inc.製造的商標為HERACRON®之芳族聚醯胺纖維；在商業上由俄羅斯Kamensk Volokno JSC製造之對芳族聚醯胺纖維SVM™及RUSAR™以及在商業上由俄羅斯JSC Chim Volokno製造之ARMOST™對芳族聚醯胺纖維亦適

用於本發明之實踐中。

適合用於本發明之實踐的聚苯并唑纖維為可商購的且揭示於例如美國專利5,286,833、5,296,185、5,356,584、5,534,205及6,040,050中，該等專利各自以引用的方式併入本文中。適合用於本發明之實踐的液晶共聚酯纖維為可商購的且揭示於例如美國專利3,975,487；4,118,372及4,161,470中，該等專利各自以引用的方式併入本文中。合適之聚丙烯纖維包括如美國專利4,413,110中所述之高度定向之延伸鏈聚丙烯(ECPP)纖維，該專利以引用之方式併入本文中。合適之聚乙烯醇(PV-OH)纖維係描述於例如美國專利4,440,711及4,599,267中，該等專利以引用之方式併入本文中。合適之聚丙烯腈(PAN)纖維係揭示於例如美國專利4,535,027中，該專利以引用之方式併入本文中。此等纖維類型中之每一者為通常已知的且為廣泛可商購的。

M5®纖維係由吡啶并雙咪唑-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，且描述於例如美國專利5,674,969、5,939,553、5,945,537及6,040,478中，該等專利各自以引用的方式併入本文中。所有以上材料之組合亦為合適的，所有該等材料均為可商購的。舉例而言，纖維層可由以下一或多者之組合形成：芳族聚醯胺纖維、UHMWPE纖維(例如SPECTRA®纖維)、碳纖維等，以及玻璃纖維及其他效能較低之材料。儘管如此，本發明之方法主要適用於聚乙烯及聚丙烯纖維。

一旦塗佈，即隨後將經塗佈、經處理之部分定向纖維/紗線輸送至包含一或多個乾燥器的後牽伸裝置中，在該裝置中再次拉伸/牽伸該等纖維/紗線以將其最終轉變為高度定向之纖維/紗線，同時乾燥纖維上之塗層。乾燥器較佳為溫度維持於約125°C至約160°C之強制對流空氣烘箱。較佳地，後牽伸裝置包含複數個烘箱，該等烘箱以水平串聯方式彼此相鄰佈置，或在彼此頂部上垂直佈置，或其組合。亦可使

用其他乾燥塗層之方式，此將由熟習此項技術者確定。

後牽伸操作可例如包括描述於美國專利6,969,553、美國專利7,370,395或美國公開申請案第2005/0093200號中之條件，該等專利或申請案各自以全文併入本文中。在圖1中說明了後牽伸製程之一個實例。如所說明之後牽伸裝置200包括加熱裝置202、在加熱裝置202外部之第一組輥204及在加熱裝置202外部之第二組輥206。部分定向之纖維208可自一來源饋入且越過第一組輥204。第一組輥204可為從動輥，其經操作而以所需速度旋轉，由此以所需饋料速度將部分定向之纖維208提供至加熱裝置202中。第一組輥204可包括複數個個別輥210。在一實例中，第一組的少數個別輥210未加熱，且剩餘個別輥210經加熱以在部分定向之纖維208進入加熱裝置202之前對該纖維之長絲進行預熱。儘管圖1中所示之第一組輥204總共包括七個個別輥210，但個別輥210之數目可取決於所需組態而較高或較低。

在圖1之實施例中，將部分定向之纖維208饋入包含六個相鄰水平烘箱212、214、216、218、220及222之加熱裝置202中，不過可利用任何合適數目之烘箱，且每個烘箱可各自具有任何合適之長度以提供所需纖維路徑長度。舉例而言，每個烘箱可為約10呎至約16呎(3.05公尺至4.88公尺)長，更佳為約11呎至約13呎(3.35公尺至3.96公尺)長。部分定向之纖維208通過加熱裝置202之溫度及速度可視需要變化。舉例而言，在加熱裝置202中可存在一或多個溫度控制區，且每個區具有約125°C至約160°C，更佳約130°C至約160°C，或約150°C至約160°C之溫度。較佳將區內溫度控制在變化小於 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ （總計小於 4°C ），更佳小於 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ （總計小於 2°C ）。

部分定向之纖維208在加熱裝置202中之路徑可大致為一直線。可藉由調整各種輥之速度或藉由調整加熱裝置202之溫度分佈，來調整在後牽伸製程期間部分定向之纖維208的張力分佈。舉例而言，可

藉由增加連續從動輥速度之間的差異或降低加熱裝置202中之溫度來增加部分定向之纖維208的張力。較佳地，部分定向之纖維208之張力在加熱裝置202中為大致恆定的，或穿過加熱裝置202時遞增。

加熱之纖維224離開最後一個烘箱222且可隨後越過第二組輥206以藉此形成最終的高度定向之纖維產物226。第二組輥206可為從動輥，其經操作而以所需速度旋轉，由此設定經塗佈之部分定向紗線之牽伸比且自加熱裝置202移除加熱之纖維222。第二組輥206可包括複數個個別輥228。儘管如圖1中所示，第二組輥206總共包括七個個別輥228，但個別輥228之數目可取決於所需組態而較高或較低。另外，第二組輥206中個別輥228之數目可與第一組輥204中個別輥210的數目相同或不同。較佳地，第二組輥206可為冷的，使得最終的高度定向之纖維產物226在張力下冷卻至低於至少約90℃之溫度以保持其定向及形態。

在圖2中說明了加熱裝置202之一個替代性實施例。如圖2中所示，加熱裝置202可包括一或多個烘箱，諸如單一烘箱300。每個烘箱較佳為具有與以上參照圖1描述相同之條件的強制對流空氣烘箱。烘箱300可具有任何合適之長度，且在一實例中可為約10呎至約20呎(3.05至6.10公尺)長。烘箱300可包括一或多個中間輥302，部分定向之纖維208可在烘箱300中越過該等中間輥以改變其方向，由此增加部分定向之纖維208在加熱裝置202內之行進路徑。該一或多個中間輥302各自可為以預定速度旋轉之從動輥，或當部分定向之纖維208越過其時可自由旋轉之惰輥。另外，該一或多個中間輥302各自可位於烘箱300之內部(如圖所示)，或者一或多個中間輥302可位於烘箱300之外部。利用一或多個中間輥302使得加熱裝置202之有效長度增加。為提供所需的總纖維路徑長度，可利用任何合適數目之中間輥。離開加熱裝置202的是高度定向之纖維/紗線產物226。

在一較佳之後牽伸操作中，後牽伸較佳係在約1.8:1至約15:1、更佳在約2.5:1至約10:1之牽伸比下，且最佳在約3.0:1至約4.5:1之牽伸比下進行以形成具有大於約27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之紗線產物。更佳地，所得高度定向的經塗佈、經處理之纖維具有至少約30公克/丹尼爾之抗拉強度，甚至更佳具有至少約37公克/丹尼爾之抗拉強度，甚至更佳具有至少約45公克/丹尼爾之抗拉強度，甚至更佳具有至少約50公克/丹尼爾之抗拉強度，甚至更佳具有至少約55公克/丹尼爾之抗拉強度且最佳具有至少約60公克/丹尼爾之抗拉強度。本文中標識之所有抗拉強度量測值均係在環境室溫下量測。如本文中所使用，術語「丹尼爾」係指線性密度之單位，等於每9000公尺纖維或紗線之質量(公克)。該方法可包括在無張力情況下或在張力下冷卻高度定向之纖維產物以形成經冷卻的所製造之高度定向纖維產物，且捲繞經冷卻、經塗佈、經處理之高度定向纖維產物，藉此將其製造成線軸或捲裝以儲存供以後使用的最終步驟。作為此方法之主要有益特徵，施加於纖維之塗層在纖維儲存待用，諸如製造為防彈複合物時，使纖維表面保持於表面能增強之經處理狀態，藉此改良纖維處理方法之商業可擴展性。

在替代性實施例中，可延遲後牽伸操作，其中在不立即進一步拉伸的情況下，對經塗佈、經處理之部分定向纖維/紗線上之保護塗層進行乾燥或使其乾燥，或可完全跳過後牽伸。在此等實施例中，將經塗佈、經處理之部分定向纖維/紗線捲繞成線軸或捲裝。此儲存之纖維/紗線可隨後經儲存以隨後經由如上所述之後牽伸操作拉伸為高度定向之纖維/紗線，或經儲存以隨後以具有27公克/丹尼爾或更小之抗拉強度的經塗佈、經處理之部分定向纖維/紗線形式使用。然而，此等實施例並非較佳的。

根據本發明之方法製造的經處理之高度定向纖維可製造成具有

優良防彈穿透性的編織及/或非編織纖維材料。出於本發明之目的，具有優良防彈穿透性之物品描述針對諸如子彈之可變形射彈及針對諸如榴散彈之碎片穿透展示極佳特性的彼等物品。「纖維(fibrous)」材料為自纖維、長絲及/或紗線製造之材料，其中「織物」為一種類型之纖維材料。

非編織物較佳係藉由堆疊隨機定向纖維(例如氈或墊)或單向排列之平行纖維的一或多個纖維層片，且接著使該堆疊固結以形成纖維層而形成。如本文中所使用之「纖維層」可包含單層片非編織纖維或複數個非編織纖維層片。纖維層亦可包含編織物或複數個固結的編織物。「層(layer)」描述具有外部頂面及外部底面的大體上平坦之佈置。「單層片(single-ply)」單向定向纖維包含以單向、實質上平行之陣列形式排列的大體上不重疊之纖維之佈置，且在此項技術中亦稱為「單帶(unitape)」、「單向帶(unidirectional tape)」、「UD」或「UDT」。如本文中所使用，「陣列」描述纖維或紗線之有序佈置，不包括編織物在內，且「平行陣列」描述纖維或紗線之有序的平行佈置。在「定向纖維」情形中使用之術語「定向」係指與纖維之拉伸相反的纖維排列。

如本文中所使用，「固結」係指藉助或不藉助於聚合黏合劑材料將複數個纖維層組合為單一單式結構。固結可經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合來進行。當纖維或織物層可只要膠合在一起時，熱及/或壓力可並非必需的，如在濕式疊層製程中之情況。術語「複合物」係指纖維與至少一種聚合黏合劑材料之組合。

如本文所描述，「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，非編織物可包含至少部分經聚合黏合劑材料塗佈、堆疊/重疊且固結成單層、單片式元件之複數個單帶，以及包含較佳經聚合黏合劑組合物塗佈之非平行隨機定向纖維之氈或墊。

最通常，由非編織物形成之防彈複合物包含經聚合黏合劑材料或樹脂黏合劑材料(在此項技術中通常稱為「聚合基質」材料)塗佈或浸漬之纖維。此等術語在此項技術中通常為已知的且描述藉助於材料之固有黏著特徵或在經歷熟知熱及/或壓力條件之後將纖維黏合在一起的材料。該「聚合基質」或「聚合黏合劑」材料亦可提供具有諸如抗磨損性及對有害環境條件之抗性之其他所需特性的纖維，因此即使在黏合劑材料之黏合特性不重要時，諸如在編織物情況下，使用該黏合劑材料塗佈纖維亦可為合乎需要的。

聚合黏合劑材料部分或實質上塗佈纖維層之個別纖維，較佳實質上塗佈或封裝每一纖維層之每一個別纖維/長絲。合適之聚合黏合劑材料包括低模數材料及高模數材料。低模數聚合基質黏合劑材料根據ASTM D638測試程序通常具有約6,000 psi (41.4 MPa)或更小之抗拉模數且通常用於製造軟質、可撓性防具，諸如防彈背心。高模數材料通常具有高於6,000 psi之初始抗拉模數且通常用於製造剛性、硬質防具物品，諸如頭盔。

較佳低模數材料包括上文描述為適用於保護塗層之所有彼等材料。較佳高模數黏合劑材料包括聚胺基甲酸酯(基於醚與基於酯二者)、環氧樹脂、聚丙烯酸酯、酚/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，以及諸如乙烯酯與鄰苯二甲酸二烯丙酯或酚甲醛與聚乙烯醇縮丁醛之聚合物混合物。適用於本發明中之尤佳剛性聚合黏合劑材料為熱固性聚合物，較佳可溶於諸如甲基乙基酮之碳-碳飽和溶劑中，且如藉由ASTM D638所量測，當固化時具有至少約 1×10^6 psi (6895 MPa)之高抗拉模數。尤佳剛性聚合黏合劑材料為描述於美國專利6,642,159中之彼等材料，該專利之揭示內容以引用之方式併入本文中。由本發明複合物形成之物品的剛性、衝擊及防彈特性受塗佈纖維之聚合黏合劑聚合物的抗拉模數影響。如在

此項技術中所熟知，聚合黏合劑(無論為低模數材料抑或高模數材料)亦可包括諸如碳黑或二氧化矽之填料，可用油增量，或可藉由硫、過氧化物、金屬氧化物或輻射固化系統硫化。

類似於保護塗層，聚合黏合劑可同時或依序施加至佈置成纖維網(例如平行陣列或氈)形式之複數個纖維以形成經塗佈網，施加於編織物以形成經塗佈編織物，或呈另一種佈置，以藉此使用黏合劑浸漬纖維層。如本文中所使用，術語「用.....浸漬」與「包埋於.....中」以及「用.....塗佈」或以其他方式施加塗層同義，其中黏合劑材料擴散至纖維層中且不是簡單地在纖維層表面上。聚合黏合劑材料可施加至個別纖維之整個表面區域上或僅施加至纖維之部分表面區域上，但最佳將聚合黏合劑材料施加至形成本發明之纖維層之每一個別纖維的實質上所有表面區域上。當纖維層包含複數根紗線時，形成單股紗線之每一纖維較佳用聚合黏合劑材料塗佈。

聚合材料亦可施加至不為纖維網之一部分的至少一個纖維陣列上，接著將纖維編織成編織物或接著調配非編織物。形成編織物之技術在此項技術中已吾人為所熟知且可使用任何織物編織法，諸如平紋編織、破斜紋編織(crowfoot weave)、籃式編織、緞紋編織、斜紋編織及其類似方法。平紋編織最常見，其中纖維以正交 $0^{\circ}/90^{\circ}$ 定向編織在一起。3D編織方法亦適用，其中藉由水平與垂直地編織經紗及緯紗來製造多層編織結構。

在此項技術中亦熟知用於形成非編織物之技術。在典型製程中，將複數根纖維佈置成至少一個陣列，通常佈置為包含以實質上平行之單向陣列形式排列之複數個纖維的纖維網。隨後用黏合劑材料塗佈纖維且使經塗佈之纖維形成非編織纖維層片，亦即單帶。複數個此等單帶隨後在彼此頂部重疊且固結成多層片、單層、單片式元件，最佳為其中每一單層片之平行纖維與每一相鄰單層片之平行纖維相對於

每一層片之縱向纖維方向正交安置。儘管正交 $0^{\circ}/90^{\circ}$ 纖維定向較佳，但相鄰層片可相對於另一層片之縱向纖維方向以在約 0° 與約 90° 之間的實際上任何角度排列。舉例而言，五層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層片。該等旋轉的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，所有該等專利在不與此相矛盾的程度上以引用之方式併入本文中。

隨後在熱及壓力下，或藉由將個別纖維層片之塗層彼此黏著來使此重疊非編織纖維層片之堆疊固結以形成非編織複合織物。最通常，非編織纖維層或織物包括1至約6個鄰接纖維層片，但如可能為各種應用所需的，可包括多達約10至約20個層片。較多的層片數轉化成較強的防彈性，以及較大的重量。

一般而言，聚合黏合劑塗層需要有效地合併(亦即，固結)複數個非編織纖維層片。當需要將複數個堆疊之編織物固結成複雜的複合物時，使用聚合黏合劑材料塗佈編織物較佳，但亦可藉由其他方式，諸如使用習知黏著層或藉由縫合來附接編織物之堆疊。

固結纖維層片以形成纖維層及複合物之方法已為吾人所熟知，諸如美國專利6,642,159中所描述之方法。固結可經由乾燥、冷卻、加熱、加壓或其組合來進行。當纖維或織物層可只要膠合在一起時，熱及/或壓力可並非必需的，如在濕式疊層製程中之情況。通常，藉由在充足熱及壓力之條件下將個別纖維層片安置於彼此之上以使該等層片組合成單一織物來進行固結。固結可在約 50°C 至約 175°C 、較佳在約 105°C 至約 175°C 之範圍內的溫度下且在約5 psig (0.034 MPa)至約2500 psig (17 MPa)範圍內之壓力下進行，持續約0.01秒至約24小時，較佳持續約0.02秒至約2小時。當加熱時，有可能使聚合黏合劑塗層在未完全熔融的情況下黏附或流動。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，而若僅加熱黏合劑材料至黏附點，則通常需要較大壓力。如此項技術中通常已知，固結可在研光機、平板式疊合機、衝壓機中或在高壓釜中進行。固結亦可藉由在置放於真空下之模具中真空模製材料來進行。在此項技術中熟知真空模製技術。最常見的是，使用黏合劑聚合物將複數個正交纖維網「膠合」在一起且使其迅速穿過平板式疊合機以改良結合之均一性及強度。另外，固結及聚合物施加/結合步驟可包含兩個獨立步驟或單一固結/疊層步驟。

或者，可藉由在熱及壓力下在合適模製裝置中進行模製來達成固結。一般而言，模製係在約50 psi (344.7 kPa)至約5,000 psi (34,470 kPa)，更佳約100 psi (689.5 kPa)至約3,000 psi (20,680 kPa)，最佳約150 psi (1,034 kPa)至約1,500 psi (10,340 kPa)之壓力下進行。可替代地在約5,000 psi (34,470 kPa)至約15,000 psi (103,410 kPa)，更佳約750 psi (5,171 kPa)至約5,000 psi且更佳約1,000 psi至約5,000 psi之較高壓力下進行模製。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，更佳為約200°F至約300°F之溫度且最佳為約200°F至約280°F之溫度。本發明之纖維層及織物複合物之模製壓力對所得模製產物之硬度或可撓性具有直接影響。具體言之，其模製壓力愈高，則硬度愈高，且反之亦然。除模製壓力之外，纖維層片之數量、厚度及組成以及聚合黏合劑塗層類型亦直接影響由複合物形成之物品的硬度。

儘管本文所述之模製及固結技術中之每一者相似，但各自的製程不同。具體言之，模製為分批製程且固結通常為連續製程。此外，模製在形成平板時通常涉及使用模具，諸如成形模具或配模模具，且未必產生平面產物。通常固結係在平板式疊合機、研光夾持機中或以濕式疊層形式進行以製造軟質(可撓性)人體防具織物。模製通常供製

造硬質防具(例如剛性板)之用。在任一製程中，合適之溫度、壓力及時間通常取決於聚合黏合劑塗層材料之類型、聚合黏合劑含量、所用製程及纖維類型。

本發明之織物/複合物亦可視情況包含一或多個附接至其一或兩個外表面之熱塑性聚合物層。適合用於熱塑性聚合物層之聚合物非排他地包括聚烯烴、聚醯胺、聚酯(特定言之聚對苯二甲酸伸乙酯(PET)及PET共聚物)、聚胺基甲酸酯、乙烯基聚合物、乙烯乙烯醇共聚物、乙烯辛烷共聚物、丙烯酸共聚物、丙烯酸聚合物、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，聚烯烴及聚醯胺層較佳。較佳聚烯烴為聚乙烯。適用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)、中等密度聚乙烯(MDPE)、線性中等密度聚乙烯(LMDPE)、線性極低密度聚乙烯(VLDPE)、線性超低密度聚乙烯(ULDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)以及其共聚物及混合物。可購自Cuyahoga Falls, Ohio之Spunfab, Ltd (商標登記為Keuchel Associates, Inc.)的SPUNFAB®聚醯胺網，以及可購自Cernay, France之Protechnic S.A.的THERMOPLAST™及HELIOPLAST™網、網狀物及膜亦適用。該熱塑性聚合物層可使用諸如熱疊層之熟知技術結合至織物/複合物表面。通常，疊層係藉由在充足熱及壓力之條件下使個別層安置於彼此上以使該等層組合成單式結構來進行。疊層可在約95°C至約175°C、較佳在約105°C至約175°C範圍內之溫度下，在約5 psig (0.034 MPa)至約100 psig (0.69 MPa)範圍內之壓力下進行，持續約5秒至約36小時，較佳持續約30秒至約24小時。或者，如熟習此項技術者將理解，可使用熱膠或熱熔纖維將該等熱塑性聚合物層結合至該等外表面。

織物/複合物之厚度將對應於併入織物/複合物中之個別纖維/條帶之厚度及纖維/條帶層片或層的數目。舉例而言，較佳編織物將具有每層片/層約25 μm 至約600 μm ，更佳約50 μm 至約385 μm 且最佳每層片/層約75 μm 至約255 μm 之較佳厚度。較佳兩層片非編織物將具有約12 μm 至約600 μm ，更佳約50 μm 至約385 μm 且最佳約75 μm 至約255 μm 之較佳厚度。任何熱塑性聚合物層較佳為極薄的，具有約1 μm 至約250 μm ，更佳約5 μm 至約25 μm 且最佳約5 μm 至約9 μm 之較佳層厚度。較佳施加的諸如SPUNFAB®非編織網之不連續網具有6公克/平方公尺(gsm)之基本重量。雖然該等厚度為較佳的，但應瞭解可製造其他厚度以滿足特定需要且仍在本發明範疇內。

為製造具有足夠防彈特性之織物物品，黏合劑/基質塗層之總重量以纖維重量加上塗層重量計較佳佔約2%至約50%，更佳佔約5%至約30%，更佳佔約7%至約20%，且最佳佔約11%至約16%，其中16%對於非編織物最佳。較低黏合劑/基質含量對於編織物為適當的，其中聚合黏合劑含量以纖維重量加上塗層重量計大於0但小於10%通常最佳。此不意欲為限制性的。舉例而言，所製造之酚/PVB浸漬的芳族聚醯胺編織物有時具有約20%至約30%之較高樹脂含量，但約12%之含量通常較佳。

本發明之織物可在各種應用中使用以使用熟知技術形成多種不同的防彈物品，包括可撓性、軟質防具物品以及剛性、硬質防具物品。舉例而言，用於形成防彈物品的合適技術係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，所有該等專利在不與此相矛盾的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防具及在製造硬質防具物品之製程中形成的成形或未成形次總成中間體。

「硬質」防具意謂諸如頭盔、軍用車輛面板或保護罩之物品，其具有

足夠機械強度以使得其在經受大量應力時維持結構剛性且能夠獨立而不發生塌陷。該等硬質物品較佳(但非排他地)係使用高抗拉模數黏合劑材料形成。

該等結構可切割成複數個離散的薄片且經堆疊以形成物品，或其可形成前驅物，該前驅物隨後用於形成物品。該等技術在此項技術中已為吾人所熟知。在本發明之最佳實施例中，提供複數個纖維層，每一纖維層包含固結的複數個纖維層片，其中在使該複數個纖維層片固結之固結步驟之前、期間或之後將熱塑性聚合物膜結合至每一纖維層之至少一個外表面，其中該複數個纖維層隨後藉由另一固結步驟合併，該固結步驟將複數個纖維層固結成防具物品或防具物品之次總成。

如在以上標識之同在申請中的申請案案號 61/531,233；61/531,255；61/531,268；61/531,302；及61/531,323中所述，防彈複合物之背面凹痕記號(backface signature)與防彈複合物之組分纖維由於射彈衝擊而彼此分層及/或自纖維表面塗層分層之傾向之間有直接相關性。背面凹痕記號，在此項技術中亦稱為「背面變形」、「外傷記號」或「鈍力外傷」，為由槍彈衝擊引起之人體防具偏轉深度的量度。當槍彈被複合物防具阻止時，對個體潛在產生之鈍傷損傷可如同槍彈已穿透防具且進入身體一樣致命。此在頭盔防具之情況下尤其會作為結果發生，在頭盔防具中由停止之槍彈造成的短暫突起仍可橫穿過配戴者之顱骨平面且造成衰弱或致命的大腦損害。

諸如電漿或電暈處理之處理改良塗層吸附、黏著或結合至纖維表面的能力，藉此減少纖維表面塗層分層之傾向。因此，已發現該處理可減少射彈衝擊時之複合物背面變形，此為合乎需要的。本文所述之保護塗層保持表面處理使得不必立即將經處理之紗線製造為複合物，而是可將其儲存起來以供將來使用。儘管移除紗線修整劑，根據

本發明方法處理之纖維亦保持可加工性，且相對於未處理之纖維，其在處理之後保留纖維物理特性。

以下實例用以說明本發明。

發明實例1

以6.7 m/min之速率自四個線軸解開四根3300丹尼爾部分定向之UHMW PE紗線且進行洗滌以自紗線移除預先存在之修整劑。為洗滌紗線，首先導引紗線通過含有去離子水之預浸泡水浴，且在浴槽中之大致滯留時間為約18秒。在離開預浸泡水浴之後，使用水噴嘴，在約42 psi之水壓下且以每分鐘每噴嘴約0.5加侖之水流速率沖洗紗線。水溫經量測為28.9℃。隨後乾燥且電漿處理經洗滌之紗線。電漿處理係藉由使紗線以約6 m/min之速率通過具有包含90%氬氣及10%氧氣之氣氛的大氣壓電漿處理器(型號：Enercon Plasma3 Station Model APT12DF-150/2，來自Enercon Industries Corp.，具有29吋寬的電極)進行。電漿處理器設定為2 kW之功率，藉此以54瓦/平方呎/分鐘之能量通量處理紗線。紗線在電漿處理器內之滯留時間為約2秒。在標準大氣壓下進行處理。隨後用水性陰離子型基於脂族聚酯之聚胺基甲酸酯分散液塗佈經電漿處理之紗線。聚胺基甲酸酯塗層重量以塗層重量加上紗線重量計為2%。隨後將紗線輸送至具有150℃之烘箱溫度的加熱烘箱中且輸送通過該烘箱，在該烘箱中以4.4 m/min之牽伸比牽伸經塗佈之紗線以將其轉變為高度定向之紗線，同時乾燥紗線上之聚胺基甲酸酯塗層。隨後在新線軸上以29.5 m/min之速率再捲繞每一乾燥之高度定向紗線。隨後量測每一高度定向紗線之最終丹尼爾、抗拉模數及抗拉強度。高度定向紗線之平均最終丹尼爾為754。每一高度定向紗線之平均最終抗拉模數為1551公克/丹尼爾，且每一高度定向紗線之平均最終抗拉強度為48.2公克/丹尼爾。

比較實例1

與發明實例1一樣，以6.7 m/min之速率自四個纖維線軸解開四根3300丹尼爾部分定向之UHMW PE紗線。然而，此等紗線不經洗滌移除其預先存在之修整劑，亦不對其進行電漿處理。

隨後將紗線輸送至具有150°C之烘箱溫度的加熱烘箱且輸送通過該烘箱，在該烘箱中以4.4 m/min之牽伸比牽伸(未塗佈)紗線以將其轉變為高度定向紗線。隨後在新線軸上以29.5 m/min之速率再捲繞每一高度定向紗線。隨後量測每一高度定向紗線之最終丹尼爾、抗拉模數及抗拉強度。高度定向紗線之平均最終丹尼爾為737。每一高度定向紗線之平均最終抗拉模數為1551公克/丹尼爾，且每一高度定向紗線之平均最終抗拉強度為48.6公克/丹尼爾。

結論

如此等實例所示，根據本發明方法處理及塗佈之紗線具有與未處理之紗線之特性大致相當的最終物理特性。由於紗線洗滌及電漿處理，以及保護電漿處理免於隨時間衰減的塗佈，可推斷根據本發明方法處理且塗佈之纖維可儲存數週以供將來使用且預期與在電漿處理之後立即轉變為防彈複合材料之纖維效能相同。

預期該等益處包括背面凹痕記號之改良，其在此項技術中亦稱為由此形成之複合物的「背面變形」、「外傷記號」或「鈍力外傷」。除保持處理之此等益處以外，保護塗層亦藉由防止或減少纖維表面上之靜電積累、藉由增強纖維束抱合性及藉由提供良好纖維潤滑來改良纖維可加工性。

雖然已特定地參照較佳實施例展示且描述了本發明，但一般熟習此項技術者將容易瞭解在不背離本發明之精神及範疇的情況下可作出各種變化及修改。申請專利範圍意欲解釋為涵蓋所揭示之實施例、上文已論述之彼等替代形式及其所有等效形式。

【符號說明】

200	後牽伸裝置
202	加熱裝置
204	第一組輥
206	第二組輥
208	部分定向之纖維
210	個別輥
212	烘箱
214	烘箱
216	烘箱
218	烘箱
220	烘箱
222	烘箱
224	加熱之纖維
226	高度定向之纖維/紗線產物
228	個別輥
300	烘箱
302	中間輥

公告本

發明摘要

※ 申請案號：102126992

※ 申請日：102.7.26

※ IPC 分類：D01D 5/12 (2006.01)

D01F 6/14 (2006.01)

【發明名稱】

新穎UHMWPE纖維及製造方法

NOVEL UHMWPE FIBER AND METHOD TO PRODUCE

【中文】

本發明係關於用於製備超高分子量聚乙烯紗線之方法，及自其製造之紗線及物品。部分定向之紗線之表面經歷增強纖維表面處之表面能的處理且在該處理之後立即用保護塗層塗佈以增加該處理之保存期。該等經塗佈、經處理之紗線隨後經後牽伸以形成高度定向之紗線。

【英文】

Processes for preparing ultra-high molecular weight polyethylene yarns, and the yarns and articles produced therefrom. The surfaces of partially oriented yarns are subjected to a treatment that enhances the surface energy at the fiber surfaces and are coated with a protective coating immediately after the treatment to increase the shelf life of the treatment. The coated, treated yarns are then post drawn to form highly oriented yarns.

圖式

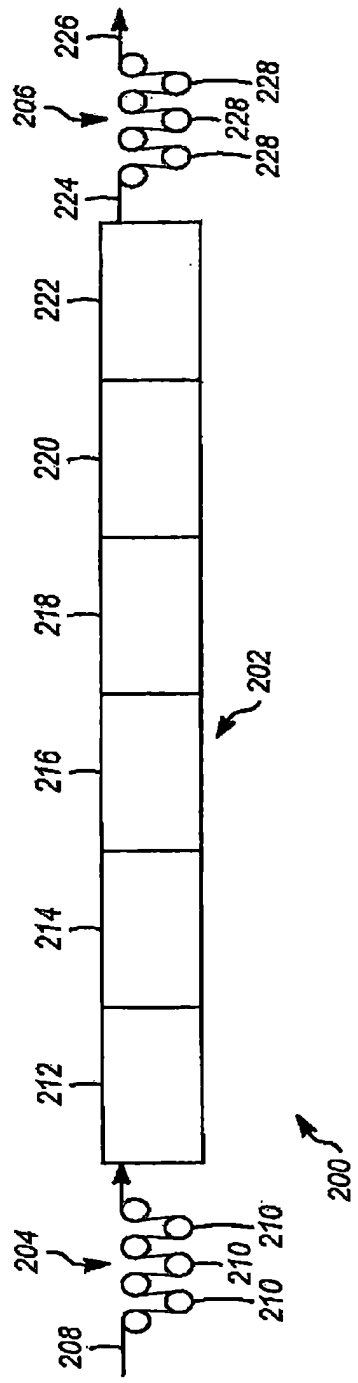


圖1

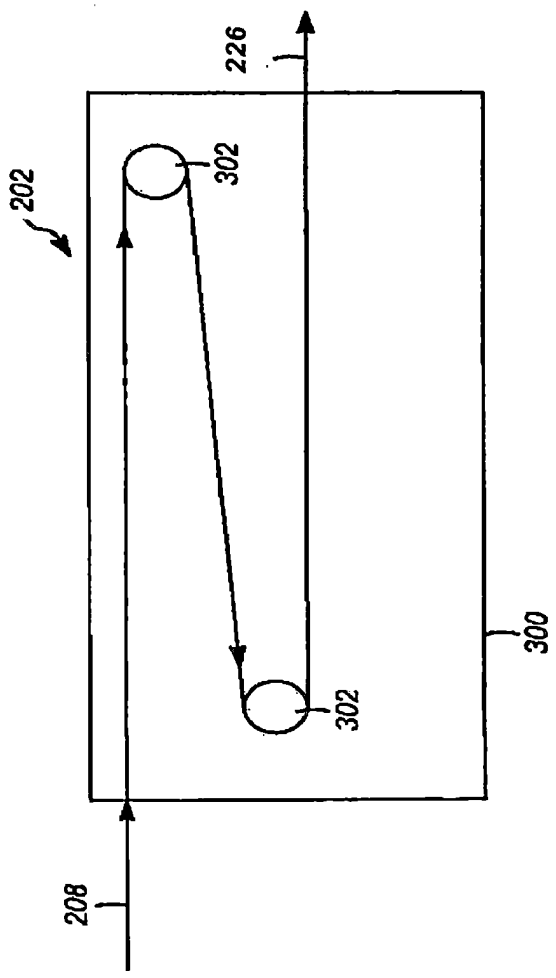


圖2

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

200	後牽伸裝置
202	加熱裝置
204	第一組輥
206	第二組輥
208	部分定向之纖維
210	個別輥
212	烘箱
214	烘箱
216	烘箱
218	烘箱
220	烘箱
222	烘箱
224	加熱之纖維
226	高度定向之纖維/紗線產物
228	個別輥

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

申請專利範圍

1. 一種方法，其包含：

a)提供一或多根部分定向之纖維，該等部分定向之纖維各自具有實質上由纖維表面修整劑覆蓋之表面；

b)自該等纖維表面移除該纖維表面修整劑之至少一部分以至少部分暴露底層纖維表面；

c)在有效增強該等纖維表面之表面能之條件下處理該等暴露之纖維表面；

d)施加保護塗層至該等經處理之纖維表面之至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維；及

e)使該等經塗佈、經處理之纖維通過一或多個乾燥器以乾燥該等經塗佈、經處理之纖維上之塗層，同時在該等經塗佈、經處理之纖維行進經過該一或多個乾燥器時對其進行拉伸，藉此形成具有大於27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之纖維。

2. 如請求項1之方法，其中該等部分定向之纖維具有至少18公克/丹尼爾至27公克/丹尼爾之抗拉強度，且其中該高度定向之纖維具有至少45公克/丹尼爾之抗拉強度。

3. 如請求項1之方法，其中該步驟c)之處理步驟包含電暈處理或電漿處理，且其中該保護塗層以該等纖維重量加上該保護塗層重量計佔3.0重量%或更小。

4. 如請求項1之方法，其中該保護塗層以該纖維重量加上該保護塗層重量計佔小於5重量%，其中該保護塗層係在處理步驟c)之後立即施加至該等經處理之纖維表面上，且其中在步驟e)之後將聚合黏合劑材料施加至該保護塗層之頂部上之該等纖維上，其中該聚合黏合劑材料以該纖維重量加上該聚合黏合劑材料重量計佔7%至20%。

5. 如請求項1之方法，其中該方法包含提供複數個在步驟e)中製造之高度定向之纖維，及自該複數個纖維製造編織物或非編織物，其中在步驟b)中該等纖維僅用水洗滌以自該等纖維表面僅移除一部分纖維表面修整劑，其中殘餘纖維表面修整劑保留在該等纖維表面上，其中50%至99.0%之纖維表面區域經暴露且未被殘餘纖維表面修整劑覆蓋，其中該保護塗層係施加在該殘餘纖維表面修整劑之頂部上，且其中該保護塗層以該纖維重量加上該保護塗層重量計佔小於5重量%。
6. 如請求項1之方法，其中在步驟b)中該等纖維經洗滌以自該等纖維表面僅移除一部分纖維表面修整劑，其中殘餘纖維表面修整劑保留在該等纖維表面上，其中50%至99.0%之纖維表面區域經暴露且未被殘餘纖維表面修整劑覆蓋，且其中該保護塗層係施加在該殘餘纖維表面修整劑之頂部上。
7. 如請求項1之方法，其中該保護塗層包含陰離子型基於脂族聚酯之聚胺基甲酸酯。
8. 如請求項1之方法，其中該方法進一步包含在步驟e)之後將經塗佈、經處理之纖維捲繞以儲存，之後解開該等纖維並由該等纖維製造編織物或非編織物。
9. 一種纖維複合物，其係由如請求項5之方法製造。
10. 如請求項9之纖維複合物，其中該保護塗層包含無機聚合物、單體、具有經量測為6,000 psi (41.4 MPa)或更小之抗拉模數的低模數彈性材料、或具有經量測為2,000 psi (13.79 MPa)至8,000 psi (55.16 MPa)之抗拉模數的聚胺基甲酸酯，該抗拉模數係根據ASTM D638測試程序量測。
11. 一種方法，其包含：
 - a)提供一或多根部分定向之纖維，該等部分定向之纖維各自具有至少一些暴露之表面區域，該等表面區域至少部分不含纖維

表面修整劑；

b)在有效增強該等纖維表面之表面能之條件下處理該等暴露之纖維表面；

c)施加保護塗層至該等經處理之纖維表面之至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維；及

d)使該等經塗佈、經處理之纖維通過一或多個乾燥器以乾燥該等經塗佈、經處理之纖維上之塗層，同時在該等經塗佈、經處理之纖維行進經過該一或多個乾燥器時對其進行拉伸，藉此形成具有大於27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之纖維。

12. 如請求項11之方法，其中該等部分定向之纖維具有至少18公克/丹尼爾至27公克/丹尼爾之抗拉強度，且其中該保護塗層以該纖維重量加上該保護塗層重量計佔小於1.5重量%。

13. 如請求項11之方法，其中該步驟b)之處理步驟包含電暈處理或電漿處理，其中在處理步驟b)之後立即將該保護塗層施加至該經處理之纖維表面上，其中該保護塗層以該纖維重量加上該保護塗層重量計佔小於2.5重量%或更小。

14. 一種方法，其包含：

a)提供一或多根經處理之部分定向之纖維，其中該等部分定向之纖維具有至少18公克/丹尼爾至27公克/丹尼爾之抗拉強度，且其中該等經處理之部分定向之纖維的表面已在有效增強該等纖維表面之表面能的條件下進行處理；

b)施加保護塗層至該等經處理之纖維表面之至少一部分上以藉此形成經塗佈、經處理之纖維，其中該保護塗層係在增強該等纖維表面之表面能的處理之後立即施加至該等經處理之纖維表面上；及

c)使該等經塗佈、經處理之纖維通過一或多個乾燥器以乾燥該等經塗佈、經處理之纖維上之塗層，同時在該等經塗佈、經處

- 理之纖維行進經過該一或多個乾燥器時對其進行拉伸，藉此形成具有大於27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之纖維。
15. 如請求項14之方法，其中該保護塗層以該纖維重量加上該保護塗層重量計佔小於5重量%，且其中該保護塗層包含陰離子型基於脂族聚酯之聚胺基甲酸酯，其中該等纖維經洗滌以自該等纖維表面僅移除一部分纖維表面修整劑，其中殘餘纖維表面修整劑保留在該等纖維表面上，其中50%至99.0%之纖維表面區域經暴露且未被殘餘纖維表面修整劑覆蓋，且其中該保護塗層係施加在該殘餘纖維表面修整劑之頂部上。
 16. 如請求項14之方法，其中該保護塗層包含無機聚合物或單體。
 17. 一種經塗佈、具有大於27公克/丹尼爾之抗拉強度的高度定向之纖維，該纖維具有表面，其中該纖維已在有效增強纖維表面之表面能的條件下進行處理，且其中該纖維經保護塗層塗佈，該保護塗層包含無機聚合物、單體、具有經量測為6,000 psi (41.4 MPa)或更小之抗拉模數的低模數彈性材料、或具有經量測為2,000 psi (13.79 MPa)至8,000 psi (55.16 MPa)之抗拉模數的聚胺基甲酸酯，該抗拉模數係根據ASTM D638測試程序量測。
 18. 如請求項17之經塗佈、高度定向之纖維，其中該保護塗層包含無機聚合物或單體。
 19. 如請求項17之經塗佈、高度定向之纖維，其中該保護塗層包含具有經量測為6,000 psi (41.4 MPa)或更小之抗拉模數的低模數彈性材料，或具有經量測為2,000 psi (13.79 MPa)至8,000 psi (55.16 MPa)之抗拉模數的聚胺基甲酸酯，該抗拉模數係根據ASTM D638測試程序量測。
 20. 一種纖維複合物，其包含複數個如請求項17之經塗佈、高度定向之纖維。