



(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 I869332 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：107145485

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 17 日

(51)Int. Cl. : **F41H5/04 (2006.01)****B29C70/10 (2006.01)****B32B5/12 (2006.01)****B32B5/26 (2006.01)**

(30)優先權：2017/12/18 美國

62/599,920

2018/01/11 歐洲專利局

18151131.2

(71)申請人：荷蘭商埃萬特防護材料私人有限責任公司 (荷蘭) AVIENT PROTECTIVE MATERIALS B. V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：凡艾爾柏格 喬漢 VAN ELBURG, JOHANN (NL)；克雷格 馬修 CRAIG, MATTHEW (US)；羅格斯 詹姆士 ROGERS, JAMES (US)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

CN 101547787A

CN 101990492A

WO 2015018909A1

審查人員：黃孝怡

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：0 共 30 頁

(54)名稱

防彈之彎曲成形物件及製造其之方法

(57)摘要

本發明提供一種用以製造防彈之彎曲成形物件的方法，該方法包含在一模具中加壓一包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層及複數層黏著層的堆疊，其特徵為對著該堆疊的至少一個表面使用一用以分散壓力的工具。本發明亦提供一種防彈之彎曲成形物件及一實質上具有該彎曲模具的形狀之加壓墊。

The present invention provides a process for producing a ballistic-resistant curved molded article said process comprising pressing in a mold a stack comprising a plurality of layers of unidirectionally aligned polyolefin fibers substantially absent a bonding matrix and a plurality of layers of adhesive; characterized in that a means for dispersing pressure is employed against at least one surface of the stack. Also provided are a ballistic-resistant curved molded article and a press-pad having substantially the shape of a curved mold.



I869332

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

防彈之彎曲成形物件及製造其之方法

【英文發明名稱】BALLISTIC-RESISTANT CURVED MOLDED ARTICLE AND PROCESS
FOR PRODUCING THE SAME**【中文】**

本發明提供一種用以製造防彈之彎曲成形物件的方法，該方法包含在一模具中加壓一包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層及複數層黏著層的堆疊，其特徵為對著該堆疊的至少一個表面使用一用以分散壓力的工具。本發明亦提供一種防彈之彎曲成形物件及一實質上具有該彎曲模具的形狀之加壓墊。

【英文】

The present invention provides a process for producing a ballistic-resistant curved molded article said process comprising pressing in a mold a stack comprising a plurality of layers of unidirectionally aligned polyolefin fibers substantially absent a bonding matrix and a plurality of layers of adhesive; characterized in that a means for dispersing pressure is employed against at least one surface of the stack. Also provided are a ballistic-resistant curved molded article and a press-pad having substantially the shape of a curved mold.

【指定代表圖】 (無)

【代表圖之符號簡單說明】
(無)

【特徵化學式】
(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

防彈之彎曲成形物件及製造其之方法

【英文發明名稱】

BALLISTIC-RESISTANT CURVED MOLDED
ARTICLE AND PROCESS FOR PRODUCING THE
SAME

【技術領域】

【0001】發明領域

本發明係關於一種用以製造防彈之彎曲成形物件的方法，其中該物件包含複數層單向排列的聚烯烴纖維層及複數層黏著層；及一種具有改良的性能之防彈彎曲成形物件，例如，頭盔殼體。

【先前技術】

【0002】發明背景

在技藝中已知曉藉由將一單向排列的纖維層堆疊加壓埋入一基質中來製造一防彈之彎曲成形物件。在技藝中亦教導最小化所存在的黏合基質比例來改良在所提供的面密度下之防彈性能。為此所提出的原理闡述為雖然需要某些基質來對物件提供機械完整性，但黏合基質不會促成彈頭遏止(projectile stopping)能力，因此，應該最小化或甚至避免其存在。

【0003】在防彈面板之製造中，已知曉含有低或甚至零基質含量的材料。例如，WO 2009/056286描述出一種不存在有基質之單向排列聚合物纖維的材料薄片，而是該

等纖維係藉由對繞著一板捲繞之纖維施加熱及壓力而融合在一起。繞著一板相繼地捲繞數層垂直層，擠壓該捲繞有纖維層的板，然後，自該板移出所產生的二片固結層薄片。

【0004】再者，WO 2013/131996描述出一種自熱塑性聚合物帶，例如，超高分子量聚乙烯纖維及塑料作為黏著劑來製造的複合面板。藉由加壓自該等帶所形成的薄片來製造一防彈之成形物件。

【0005】亦已知在液壓釜(hydroclave)中加壓積層材料來製造防彈之彎曲成形物件。WO 2008098771描述出一種用以製造防彈頭盔殼體之方法，其係透過使用液壓釜對一單向排列的纖維層與19重量%接合劑之堆疊施加等靜壓力。此在液壓釜中加壓不會導致對抗7.62x39毫米MSC(AK47)威脅的V₅₀改良，但是與在習知加壓機中加壓比較，此V₅₀之標準偏差較低。此外，在對抗此威脅之彈道性能上的改良係受限制。

【0006】如上所述之具有低黏合基質量的材料之進一步缺點為它們無法容易地加壓成彎曲成形物件，同時在整個物件上維持一致好的防彈性能。

【發明內容】

【0007】發明概要

因此，本發明的目標為提供一種具有改良的防彈性能均一性之防彈彎曲成形物件。進一步目標為一種經改良用以製造此具有改良的彈道性能均一性之防彈彎曲成形物件的方法。

【0008】本發明家已發現當使用來加壓該堆疊層有加壓條件係均一時，其能改良自具有低基質含量之材料薄片的堆疊所製造之彎曲成形物件的防彈性質。此外，本發明提供一種用以製造防彈之彎曲成形物件的方法，該方法包括在一模具中加壓一包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層與複數層黏著層之堆疊，其特徵為對著該堆疊的至少一個表面使用一用以分散壓力的工具。

【0009】本發明進一步提供一種防彈之彎曲成形物件，其中該物件包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層與複數層黏著層，其中該防彈之彎曲成形物件具有至多 11 公斤/平方公尺之面密度及對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47) 符合 NIJ 程度 III+ 性能。

【0010】本發明進一步提供一種實質上具有彎曲模具的加壓表面形狀之加壓墊。

【0011】本發明進一步提供一種可藉由如於本文中所定義的方法獲得之防彈的彎曲成形物件。

【0012】如於本文中所使用，「彎曲」成形物件係一種非平面的成形物件。其具有三維而非二維形式。該物件可具有單一或多重曲線。

【0013】如於本文中所使用，「在模具中加壓」意謂著使用至少一個模具組件。因此，該用語包括對著一個模具組件，例如，公模具組件或母模具組件加壓。該用語亦包括在公模具組件與母模具組件間加壓。

【0014】如於本文中所使用，用語「複數」意謂著大於1的整數。

【0015】如於本文中所使用，用語「單向排列」意謂著在層中的纖維係於由該層所界定的平面中被定向成實質上彼此平行。

【0016】如於本文中所使用，用語「實質上缺乏黏合基質」意謂著該纖維層可包括微量的黏合基質，其限制條件為該微量係物質上不明顯。實質上缺乏黏合基質典型意謂著該層包含至多1.0重量%的黏合基質。換句話說，該層基本上無黏合基質。較佳的是，實質上缺乏意謂著缺乏。

【0017】如於本文中所使用，用語「缺乏黏合基質」意謂著包括0.0重量%的黏合基質，以該層之重量為基準。此外，該包含單向排列的聚烯烴纖維之層較佳為無黏合基質，換句話說，完全缺乏黏合基質。該黏著層可與單向排列之拉長的聚烯烴纖維層有區別。該包含單向排列的聚烯烴纖維之層可包含機械融合的單向排列聚烯烴纖維。

【0018】如於本文中所使用，用語「黏合基質」指為除了纖維其自身外的物質，其作用為將纖維黏合在一起。

【0019】如於本文中所使用，用語「用以分散壓力的工具」指為用以將壓力更均等地或更均勻地分佈在該堆疊表面上之任何物理工具。特別是，該用以分散壓力的工具排除模具組件。換句話說，用語「用以分散壓力的工具」指為與模具組件比較，用以將壓力更均等地或更均勻地分佈在該堆疊表面上之任何物理工具。該用以分散壓力的工

具典型具有比該模具組件低的Shore A硬度。

【0020】如於本文中所使用，「對著至少一個表面使用」意謂著將該用以分散壓力的工具放置在該表面處，但不必需與該表面直接接觸，如此壓力係透過該工具施加至該表面。該用以分散壓力的工具係設置在用以施加壓力之工具與該表面間。

【0021】如於本文中所使用，「填料層」意謂著存在於該堆疊中的一層，該層不完全覆蓋該堆疊存在於該彎曲防彈成形物件中之區域。例如，該填料層可具有一小於併入該彎曲防彈成形物件中之堆疊的面積。

【0022】如於本文中所使用，用語「前驅物薄片」指為合適於形成該防彈之成形物件的中間多層材料薄片。

【0023】如於本文中所使用，「熔點」指為該纖維之示差掃描卡計(DSC)的二次加熱曲線(以10°C/分鐘之加熱速率進行)在發生主波峰時之溫度。

【0024】在本申請案的上下文中，纖維係一具有長度尺寸更大於其寬度及厚度之拉伸主體。因此，用語「纖維」包括單絲、多絲紗、緞帶、長條或帶及其類似物。可對該包含長條或帶的層進行毗連或重疊。該纖維可具有任何截面形狀。該截面可沿著纖維長度而變化。典型來說，該纖維係單絲。典型來說，該纖維具有截面的縱深比率少於5：1，較佳為至多3：1；更佳為少於2：1，其係定義為在視野計上於纖維截面之二點間的最大尺寸與在相同視野計上於二點間之最小尺寸的比率。

【0025】當該聚烯烴纖維係聚乙烯纖維時可獲得好的結果。特別是，合適的聚烯烴有乙烯與丙烯之同元聚合物及共聚物，其亦可包括小量的一或多種其它聚合物，特別是其它烯烴-1-聚合物。較佳的聚乙烯纖維有高及超高分子量聚乙烯([U]HMWPE)纖維。

【0026】聚乙烯纖維可藉由在技藝中已知的任何技術製造，較佳為藉由熔融或凝膠紡絲法。最佳的纖維係凝膠紡絲UHMWPE纖維，例如，由DSM Dyneema, Heerlen, Netherlands, 以Dyneema®之名稱出售的那些。若使用熔融紡絲方法時，使用來製造其之聚乙烯起始材料較佳為具有重量平均分子量在20,000至600,000克/莫耳間，更佳為在60,000至200,000克/莫耳間。熔融紡絲方法的實施例係揭示在EP 1,350,868中，其以參考之方式併入本文。若使用凝膠紡絲方法來製造該纖維時，較佳為使用具有本質黏度(IV，如根據ASTM 1601決定及較佳為如關於實施例所描述般，以在十氫萘中的溶液，於135℃下)較佳為至少3分升/克的UHMWPE，更佳為至少4分升/克，最佳為至少5分升/克。較佳的是，該IV係至多40分升/克，更佳為至多25分升/克，更佳為至多15分升/克。較佳的是，該UHMWPE具有每100個C原子少於1條側鏈，更佳為每300個C原子少於1條側鏈。較佳的是，該UHMWPE纖維係根據如在許多公告中所描述的凝膠紡絲方法製造，包括EP 0205960 A、EP 0213208 A1、US 4413110、GB 2042414 A、GB-A-2051667、EP 0200547 B1、EP 0472114 B1、WO

01/73173 A1、EP 1,699,954；及在「Advanced Fiber Spinning Technology」，Ed. T. Nakajima，Woodhead Publ. Ltd (1994)，ISBN 185573 182 7 中。

【0027】較佳的是，在合適溫度下拉長來自這些聚烯烴的纖維進行高度定向而獲得一經拉長的聚烯烴纖維。該拉長典型在低於纖維熔點之高溫下進行。該聚烯烴纖維較佳為一經拉長的聚烯烴纖維。

【0028】該聚烯烴纖維的抗拉強度較佳為至少 1.2 GPa，更佳為至少 2.5 GPa，最佳為至少 3.5 GPa。該聚烯烴纖維的拉伸模數較佳為至少 5 GPa，更佳為至少 15 GPa，最佳為至少 25 GPa。當該聚烯烴纖維係具有抗拉強度至少 2 GPa，更佳為至少 3 GPa，及拉伸模數較佳為至少 50 GPa，更佳為至少 90 GPa，最佳為至少 120 GPa 之 UHMWPE 纖維時，獲得最好的結果。

【0029】該實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層典型係自纖維之融合形成。該融合較佳為在實質上不產生熔融黏合之壓力、溫度及時間組合下達成。較佳的是，無可偵測的熔融黏合，如藉由 DSC 偵測(10°C/分鐘)。無可偵測的熔融黏合意謂著當以一式三份來分析該樣品時，無偵測到可看見的與纖維部分熔融再結晶一致之吸熱效應。較佳的是，該融合係機械融合。機械融合已認為係由纖維變形發生，此導致平行纖維的機械聯鎖增加及在纖維間之凡得瓦爾交互作用增加。此外，在層內的纖維典型經融合。因此，該層可沒有任何黏合基質或黏著劑存在而

具有好的結構穩定性。再者，其可沒有任何纖維熔融而具有好的結構穩定性。

【0030】該實質上缺乏黏合基質之單向定向的聚烯烴纖維層可藉由讓細絲的平行陣列接受高溫及壓力而形成。該用以施加壓力的工具可係軋光機、平滑化單位、雙帶式加壓機或交替式加壓機。較佳的施加壓力方式係將該單向定向纖維的陣列引進至軋光機之夾子，實質上如在 WO 2012/080274 A1 中所描述般。

【0031】較佳的是，該包含單向排列的聚烯烴纖維之層厚度係各別聚烯烴纖維厚度的至少 1.0 倍，更佳為至少 1.3，最佳為至少 1.5 倍。若使用具有不同厚度的聚烯烴纖維時，各別纖維之厚度於此了解為所使用的纖維之平均厚度。較佳的是，該層的最大厚度不超過各別聚烯烴纖維的厚度 20 倍，更佳為不超過 10，甚至更佳為不超過 5 及最佳為不超過 3 倍。

【0032】本發明之單向排列的聚烯烴纖維層的機械性質典型類似於使用來製造其之纖維的機械性質。該單向排列的聚烯烴纖維層之抗拉強度較佳為至少 1 GPa，更佳為至少 2 GPa，最佳為至少 3 GPa。該單向排列的聚烯烴纖維層之拉伸模數較佳為至少 40 GPa，更佳為至少 80 GPa，更佳為至少 100 GPa。

【0033】典型來說，該單向排列的聚烯烴纖維層具有厚度 10 至 200 微米。較佳的是，該厚度係 25 至 120 微米，更佳厚度係 35 至 100 微米。該層的厚度可例如使用顯微鏡，

採用三次測量的平均來度量。

【0034】自一些前驅物薄片形成一堆疊。該堆疊可僅包含相同的前驅物薄片，或可包含不同前驅物薄片的混合物。典型來說，存在於該堆疊中的黏著劑總量係少於12.0重量%，以該堆疊之重量為基準。較佳的是，所存在的黏著劑總量係6.0至11.0重量%，以該堆疊之總重量為基準。更佳的是，所存在的黏著劑總量係7.0至10.5重量%，更佳為7.5至10.0重量%，最佳為8.0至9.5重量%，以該堆疊之總重量為基準。

【0035】用語「黏著劑」指為將毗連的單向排列纖維層黏附在一起之材料。該黏著劑對本發明之前驅物薄片提供結構剛度。其亦作用為改良在本發明的成形物件中之毗連的單向排列纖維層間之層間黏合。在本發明的成形物件中，該黏著劑於毗連的單向排列纖維層間形成一層。該黏著劑可完全覆蓋毗連的單向排列纖維層之表面或可僅部分覆蓋該表面。該黏著劑可以多種形式及方法施加，例如，呈膜、呈橫向黏合長條或橫向纖維(關於該單向纖維呈橫向)；或藉由例如以聚合物熔融物或聚合物材料在液體中的溶液或分散液來塗佈該單向排列纖維層。較佳的是，該黏著劑均勻地分佈在該層之整體表面上，然而可局部施加黏合長條或黏合纖維。

【0036】合適的黏著劑包括熱固性聚合物、或熱塑性聚合物、或二種之混合物。該熱固性聚合物包括乙烯基酯、不飽和聚酯、環氧化合物或酚樹脂。該熱塑性聚合物包括

聚胺基甲酸酯、聚乙烯基類、聚丙烯酸類、聚烯烴、聚對酞酸伸丁酯(PBT)；或熱塑性彈性體嵌段共聚物，諸如聚苯乙烯-聚丁烯-聚苯乙烯、或聚苯乙烯-聚異戊二烯-聚苯乙烯嵌段共聚物。來自乙烯基酯、不飽和聚酯、環氧化合物或酚樹脂的熱固性聚合物之群較佳。

【0037】較佳的熱塑性聚合物包括乙烯的共聚物，其可包含一或多種具有2至12個C原子的烯烴作為共單體，特別是乙烯、丙烯、異丁烯、1-丁烯、1-己烯、4-甲基-1-戊烯、1-辛烯、丙烯酸、甲基丙烯酸及醋酸乙烯酯。在缺乏共單體的聚合物樹脂中，可存在有廣泛多種聚乙烯，例如，線性低密度聚乙烯(LLDPE)、非常低密度聚乙烯(VLDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)或其摻合物。但是，高密度聚乙烯(HDPE)較佳。

【0038】特別佳的熱塑性聚合物包括乙烯與丙烯酸的共聚物(乙烯丙烯酸共聚物)；或乙烯與甲基丙烯酸的共聚物(乙烯甲基丙烯酸共聚物)。較佳的是，該黏著劑係以水性懸浮液施用。

【0039】另一種特別佳的熱塑性聚合物為塑料，其中該塑料係一種乙烯或丙烯與一或多種C₂至C₁₂ α-烯烴共單體之無規共聚物。更佳的是，該熱塑性聚合物係乙烯及/或丙烯的同元聚合物或共聚物。

【0040】該黏著劑的熔點係低於該聚烯烴纖維。典型來說，該黏著劑具有熔點低於155℃。較佳的是，其係115℃至150℃。

【0041】典型來說，在本發明之方法中，存在於該防彈之彎曲成形物件中的黏著劑總量係少於15.0重量%，以該成形物件之總重量為基準。典型來說，存在於該防彈之彎曲成形物件中的黏著劑總量係少於15.0重量%，以該成形物件之總重量為基準。較佳的是，所存在的黏著劑總量係少於12.0重量%，以該成形物件之總重量為基準。更佳的是，所存在的黏著劑總量係6.0至11.0重量%，以該防彈面板之總重量為基準。而更佳的是，所存在的黏著劑總量係7.0至10.5重量%，更佳為7.5至10.0重量%，最佳為8.0至9.5重量%，以該防彈成形物件之總重量為基準。

【0042】該黏著劑典型實質上不滲透進該單向排列的聚烯烴纖維層中。較佳的是，該黏著劑根本不滲透進該單向排列的聚烯烴纖維層中。此外，該黏著劑不作用為在單層的單向排列纖維內之纖維間的黏合劑。較佳的是，該防彈之成形物件包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層與複數層黏著層。

【0043】典型來說，該防彈之成形物件包含至少5，較佳為至少10層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層。典型來說，該防彈之成形物件包含至少5，較佳為至少10層黏著層。

【0044】在本發明的防彈物件中，該黏著層可包含一完整層，例如，膜；一連續的部分層，例如，膜片；或一分散的部分層，例如，黏著劑點或島。

【0045】較佳的是，相對於毗連的單向排列聚烯烴纖

維層之定向，每層單向排列聚烯烴纖維層係定向成呈角度 45° 至 135° 。較佳角度為 75° 至 105° ，例如，約 90° 。較佳的是，每層單向排列的聚烯烴纖維層係藉由黏著層與毗連的單向排列聚烯烴纖維層分開。

【0046】典型來說，對著該堆疊的二個表面使用該用以分散壓力之工具。在使用包含公模具組件及母模具組件的彎曲模具之情況中，可於該公模具組件與該包含複數層的堆疊之一個表面及該母模具組件與該包含複數層的堆疊之相反表面各者間放置一加壓墊。在使用高壓釜、液壓釜或壓膜式造模機的情況中，可在一個模具組件與該包含複數層的堆疊之一個表面間放置一加壓墊。該對著該包含複數層堆疊的相反邊使用之用以分散壓力的工具可各別為該高壓釜、液壓釜或壓膜式造模機之氣體、液體或隔膜。

【0047】典型來說，該用以分散壓力的工具係一加壓墊。該加壓墊係在技藝中知曉用於加壓機中的加壓平板。該加壓墊應該可在加壓後與該材料薄片分開。要其在加壓條件下不太大地變形應該很難。其應該在加壓條件下不熔化。該加壓墊的典型 Shore A 硬度值係 20 至 80。較佳的是，該 Shore A 硬度值係 30 至 70，更佳為 40 至 60。最佳的是，該加壓墊的 Shore A 硬度值係約 50。可使用任何合適於加壓墊的材料。典型的材料包括塑膠及彈性聚合物。彈性體聚合物較佳。用於該加壓墊的特別佳材料有聚矽氧。該加壓墊可單次使用或多次使用。也就是說，其可在該加壓方法中損傷，或其可具有足夠的性質而存活使用數次。合適

於該加壓墊的厚度係1毫米至5毫米，例如，1.5毫米至3.5毫米，較佳為至3毫米。

【0048】本發明之加壓墊實質上具有該彎曲模具的加壓表面的形狀。藉此，其意謂著該加壓墊係至少非平面，及呈與該模具的加壓表面相同之方向彎曲。較佳的是，其具有與該模具之加壓表面相應的形狀。此加壓墊可依該加壓墊之材料而以任何合適的方法形成。例如，其可在具有與將使用的模具實質上相同形狀之模具中，或實際上在將使用的模具中注塑成形。任擇地，其可懸垂在該模具組件上及選擇性在加熱下拉伸。另一種形成該加壓墊的方法為切割及縫褶(dart)合適的材料平片。任擇地，可以液體或氣溶膠施加在模具表面上。

【0049】任擇地，該用以分散壓力的工具係在高壓釜、液壓釜或壓膜式造模機之任何一種中的流體。如於本文中所使用，用語「流體」包含液體及氣體。高壓釜包含壓力艙及泵，以使用氣體來施加高溫及壓力。對著一模具組件放置一堆疊，將其放置在高壓釜中及加壓氣體以在該堆疊上實現加壓。該模具組件可係公型或母型。由於氣體的流體本質能遍及該堆疊的表面施加均勻壓力，因此，該氣體係一種用以分散壓力的工具。

【0050】液壓釜係使用液體取代氣體。對著一模具組件放置一堆疊，將其放置在高壓釜中及將一液體泵入該液壓釜中及加壓以在該堆疊上實現加壓。該模具組件可係公型或母型。由於液體的流體本質能遍及該堆疊的表面施加

均勻壓力，因此該液體係一用以分散壓力的工具。該液體可係油或水。使用水實際上不會限制可獲得的用以固結該堆疊之溫度範圍，因為該固結係在高至非常高壓下進行，水於此狀態下的沸騰溫度程度明顯大於 100℃。

【0051】壓膜式造模機使用經加壓的流體經由可撓的隔膜、薄膜或囊以將壓力行使到欲成形之堆疊層上。該堆疊可保持在公或母模具中，如此該隔膜、薄膜或囊各別形成該模具的母或公組件。該流體與該可撓的隔膜組合作用以對該堆疊層施加均勻壓力，因此，該隔膜係一用以分散壓力的工具。

【0052】高壓釜及液壓釜可指為施加等靜壓力。此外，該用以分散壓力的工具可係一用以施加等靜壓力的工具。等靜壓力意欲意謂著將該堆疊層加壓至每邊等壓。典型來說，使用高壓釜或液壓釜時，該堆疊係在減壓下密封於袋中。

【0053】加壓溫度典型為低於該聚烯烴的熔點至少 3℃，更佳為低於該聚烯烴纖維的熔點至少 5℃，最佳為低於該聚烯烴纖維的熔點至少 10℃。該聚烯烴纖維之熔點係由 DSC 如於本文中所描述般決定。較佳的是，該加壓壓力係至少 10 MPa。更佳的是，該加壓壓力係至少 12 MPa，而更佳為至少 15 MPa。雖然理論壓力的上限可較高，實務上，該加壓壓力係至多 30 MPa。該經加壓的堆疊典型在壓力下冷卻。維持壓力直到該經加壓的堆疊經冷卻，以保證該單向排列之聚烯烴纖維層良好地黏附。特別是，此防止該層

當壓力降低時鬆弛。較佳的是，在壓力下進行冷卻至低於 80°C。較佳的是，在冷卻期間維持於加壓期間所施加的壓力。任擇地，可施加較低的壓力。

【0054】典型來說，在本發明的方法中，該防彈之彎曲成形物件包含至少一層填料層。該填料層可具有一小於併入該彎曲防彈成形物件中之堆疊的面積。在使用深抽成形(deep-draw)技術來製造頭盔時，通常使用一填料層。典型會加入一或多層具有面積小於併入該頭盔中的堆疊之補強材料填料層。典型來說，該填料層係實質上圓形。典型來說，在圓頂或頭盔殼體的情況中，會將填料層放置在其冠處。此外，會將該填料層的邊緣併入該防彈之彎曲成形物件中。可使用填料層來對該成形物件授予除了改良防彈性能外的性質。例如，其可改良剛度或抗衝擊性。任擇地或額外地，可加入其來提供增加厚度。該填料層可係與該纖維堆疊不同的材料。例如，其可包含纖維補強樹脂。典型的纖維有碳纖維或玻璃纖維。該填料層可使用在任何防彈彎曲成形物件中。典型來說，該防彈之彎曲成形物件包含至少一層填料層。

【0055】如上述提及，使用填料層會發生特別的問題，其中該堆疊之面密度會在該層的邊緣處變化一層。此將導致該堆疊層在成形期間所經歷的壓力改變。本發明之方法係藉由保證在欲固結的區域表面上行使比將由模具組件所施加者更均勻的壓力來減輕此問題。因此，在填料層之邊緣上所施加的壓力係經平順化。

【0056】本發明之或藉由本發明之方法所製造的防彈彎曲成形物件係呈硬質彈道材料形式。其係合適於以嵌件使用在防彈織物中、或作為用於個人保護的頭盔殼體、或用於車輛保護的盔甲、或作為天線罩。其亦可合適作為防彈頭盔的組件，例如，擋板或下顎。典型來說，在彈道織物中的嵌件係於一或二個方向上彎曲。例如，胸板嵌件可在二個方向上稍微彎曲。車輛盔甲可在一或二個方向上彎曲。天線罩可在一或二個方向上彎曲，其可係例如圓頂形狀。頭盔殼體係在二個方向上大程度彎曲。典型來說，該防彈之彎曲成形物件係頭盔殼體或天線罩。

【0057】本發明之特別佳的具體實例有防彈頭盔殼體，其中該頭盔殼體包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層、複數層黏著層及至少一層填料層，其中該頭盔殼體具有至多11公斤/平方公尺之面密度及對抗7.62x39毫米MSC(AK47)符合NIJ程度III+性能，及其中存在於該頭盔殼體中的黏著劑總量係少於15.0重量%，以該頭盔殼體之總重量為基準。

【0058】特別佳為一種用以製造防彈頭盔殼體的方法，該方法包括在一模具中加壓一包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層與複數層黏著層之堆疊，及其中存在於該頭盔殼體中的黏著劑總量係少於15.0重量%，以該頭盔殼體之總重量為基準；其特徵為該壓力係經由一加壓墊施加至該堆疊的至少一個表面，及所施加的壓力係至少8 MPa及接著在同時維持相同壓力下冷卻。

【0059】典型來說，根據先述技藝，在埋入基質中的纖維堆疊層之固結期間，施加足以軟化或(至少部分)熔化該基質的熱。然後，該基質會繞著該纖維流動以黏結毗連層。此外，與在被加壓的模具中之間隙比較，該基質可因應由在該材料中的不規則性所造成之不均勻壓力而流動，即，該基質將自高壓區域流動至低壓區域。該不規則性可由在相同層中之毗連的材料薄片間之間隙、由氣泡造成的缺陷或簡單地，纖維的不規則面密度引起。

【0060】該防彈成形物件之彎曲形狀可引起貫穿該物件的表面施加不相等壓力。若該前驅物薄片之堆疊具有低基質含量或由纖維層分開的黏著層時，該基質無法適當地流動來均勻化所施加的壓力。此使得該堆疊在加壓期間經歷不均勻壓力，因此產生不均勻的固結。此不均勻性可藉由將該成形物件放置在透光桌上看見。暗區域指示出差的固結及導致差的防彈性。

【0061】在製造特別高彎曲成形物件，例如，頭盔殼體或圓頂形狀天線罩時，基本上可蓄意引進二種型式的不均勻性。一種用來製造頭盔殼體或圓頂形狀天線罩的技術包括「花型切割(flower-cut)」設計，其中自圓形材料薄片的外周製得v字形切割及折疊該薄片而形成圓頂。第二種技術為「深抽成形」，其藉由將該層加壓進模具中進行拉伸。此產生較薄的頭盔殼體區域，例如，在冠處。典型來說，會加入填料層來增加在此區域處的厚度。在這二種設計中，於該成形區域中存在有層邊緣，此會在厚度上產生

步階變化。根據先述技藝，在將纖維埋入基質中之材料中，該基質典型將會流動而平坦化該步階及能夠實質上均等化所經歷的壓力。在加壓材料時會發生可獲得的基質流動不足之問題，而此將引起不均勻加壓及不均勻固結。在防彈物件中，此將會於較低固結點處產生較低的彈道性能。

【0062】該層堆疊可包含一前驅物薄片堆疊。該前驅物薄片包含至少一層聚烯烴纖維層及至少一層黏著層。典型來說，該前驅物薄片包含相等數目的實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層與黏著層。典型來說，該前驅物薄片包含2至8層之單向定向的聚烯烴纖維，較佳為2或4層。典型來說，該前驅物薄片包含2至8層黏著層，較佳為2或4層。典型來說，該前驅物薄片僅包含實質上缺乏黏合劑之單向定向的聚烯烴纖維層與黏著層。較佳的是，相對於毗連的聚烯烴纖維層之單向排列的聚烯烴纖維之定向，每層單向排列的聚烯烴纖維層係定向成呈角度45°至135°。較佳角度為75°至15°，例如，約90°。較佳的是，每層單向排列的聚烯烴纖維層係藉由黏著層與毗連的單向排列聚烯烴纖維層分開。

【0063】典型來說，該前驅物薄片係藉由對實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層施加一黏著劑而製造。

【0064】典型來說，該包含一層聚烯烴纖維及一層黏著劑的前驅物薄片具有25至150克/平方公尺之面密度，較佳為35至100克/平方公尺，更佳為45至75克/平方公尺。典

型來說，該包含二層聚烯烴纖維層及二層黏著層的前驅物薄片具有50至300克/平方公尺之面密度，較佳為70至200克/平方公尺，更佳為90至150克/平方公尺。

【0065】典型來說，本發明之彎曲成形物件包含20至480層的單向定向聚烯烴纖維層。較佳的是，其結合60至360層，更佳為100至240層。所需要的層數依應用及欲防禦對抗的彈道威脅而定。

【0066】該防彈之彎曲成形物件的面密度將依層數目及所選擇的層之面密度而定。藉由本發明之方法所製造的防彈彎曲成形物件之面密度典型為1至100公斤/平方公尺。較佳的是，該彎曲成形物件具有5至50公斤/平方公尺之面密度。更佳的是，其具有7至20之面密度，最佳為8至15公斤/平方公尺。

【0067】本發明的防彈彎曲成形物件可在一或二面處包含一膜。此膜具有保護表面不被刮傷或磨損的性質。合適的膜包括厚度例如少於20，少於15或甚至少於10微米之自熱塑性聚合物製得的薄膜，例如，聚烯烴，例如，聚乙烯、聚丙烯或其共聚物；聚四氟乙烯、聚酯、聚醯胺或聚胺基甲酸酯，包括該等聚合物的熱塑性彈性體版本。但是，典型來說，該防彈的彎曲成形物件僅包含實質上缺乏黏合劑之單向定向的聚烯烴纖維層及黏著層。

【0068】本發明之防彈成形物件可具有改良的特定能量吸收(E_{abs} 或SEA)、背襯變形、或層離、或其組合。特別是，已經發現該成形物件對來福槍威脅，例如，7.62x39

毫米 MSC(AK47) 或 SS109 之特定能量吸收 (E_{abs} 或 SEA) 特別好。

【0069】本發明的防彈成形物件具有至多 11 公斤/平方公尺之面密度，及該成形物件對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47) 符合 NIJ 程度 III⁺ 性能。更佳的是，本發明的防彈成形物件具有至多 10 公斤/平方公尺之面密度或甚至至多 9 公斤/平方公尺之面密度，及該成形物件對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47) 符合 NIJ 程度 III⁺ 性能。

【0070】根據本發明的防彈成形物件對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47) 典型具有 E_{abs} 至少 205 焦耳公斤⁻¹ 平方公尺。但是，可製造出對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47) 具有 E_{abs} 至少 240 焦耳公斤⁻¹ 平方公尺之防彈成形物件，更佳為至少 280，至少 300 或甚至至少 330。該 E_{abs} 典型在 9.8 公斤/平方公尺下決定。

【0071】如於本文中所描述的防彈成形物件可與一或多種進一步防彈材料層結合。此進一步防彈材料包括聚合物防彈材料或無機防彈材料。該聚合物防彈材料典型包含高強度纖維，例如，對-芳族聚醯胺或超高分子量聚乙烯纖維。典型來說，若存在有聚合物防彈材料時，其係放置在遠離該防彈之成形物件的衝擊面處。

【0072】進一步防彈材料層可任擇地係選自於由下列所組成之群的無機材料薄片：陶瓷、金屬、金屬合金、玻璃、石墨或其組合。特別佳為金屬，例如，鋁、鎂、鈦、銅、鎳、鉻、鈹、鐵及銅，包括其合金。該無機薄片的厚

度可在廣泛範圍內變化及較佳為在1毫米至50毫米間，更佳為在2毫米至30毫米間。典型來說，若存在有無機防彈材料時，其係置於該防彈成形物件的衝擊面處。

【0073】該進一步防彈材料可黏附至該防彈之成形物件或可分開。該黏附可藉由加壓達成，含或不含進一步黏著劑存在。此黏著劑可包含環氧樹脂、聚酯樹脂、聚胺基甲酸酯樹脂或乙烯基酯樹脂。在另一個較佳的具體實例中，該黏合層可進一步包含無機纖維之編織或不織層，例如，玻璃纖維或碳纖維。

【0074】如在本申請案中所指出的測試方法係如下：

- IV：本質黏度係根據ASTM D1601方法，在135℃下，於十氫萘中，溶解時間為16小時，且作為抗氧化劑的DBPC係呈2克/升溶液之量，藉由對如在不同濃度下所測量的黏度外插至零濃度而決定；

- 拉力性質(在25℃下測量)：抗拉強度(或強度)及拉伸模數(或模數)係如於ASTM D885M中所定義，及在具體指定的多絲紗線上，使用標稱隔距長度 500毫米的纖維，夾頭速率(crosshead speed)50%/分鐘來決定。以所測量的應力-應變曲線為基礎，該模數係決定為在0.3至1%應變間之梯度。為了計算該模數及強度，將所測量的拉力除以如藉由稱重10公尺纖維，假設密度0.97克/立方公分所決定之纖維度來計算以Gpa計的值。根據ISO 1184(H)來測量薄膜之拉力性質。

- 成形物件之彈道性能係藉由將樣品懸浮在空氣中，

於 400 毫米 x 400 毫米的樣品上，以展開樣式 (spread pattern) 在每個樣品處射擊六發來計算 V_{50} 值而決定。該射擊係位於離樣品邊緣至少三英吋及離先前射擊至少 2 英吋處。 V_{50} 係自 4 個樣品計算。所使用的彈藥係 7.62x39 毫米 MSC(AK47)。

- V_{50} 係採用最低的二個貫穿及最高的二個非貫穿速度之平均值來測量，如在 Lightweight Ballistic Composites, Military and Law Enforcement Applications, Bhatnagar, 2006, Woodhead Publishing Limited. Page 29 中所定義。

- E_{abs} 係使用彈藥質量及材料的面密度自 V_{50} 計算。

【實施方式】

【0075】較佳實施例之詳細說明

實施例

參考實驗 1a) 及 b)

對可自 DSM Dyneema, Heerlen, Netherlands 獲得如為 HB210 之 400 毫米 x 400 毫米的單向排列纖維層薄片進行堆疊，以形成一具有 13.0 公斤/平方公尺之面密度的組合。該等薄片各者皆包含 4 層，每層皆包含埋入 17% 的聚胺基甲酸酯樹脂基質中之單向排列的 UHMWPE 纖維，及以纖維方向 $0^\circ/90^\circ/0^\circ/90^\circ$ 之組態進行積層。總共使用 96 片薄片，且遍及該堆疊將毗連層維持交替的 $0^\circ/90^\circ$ 方向。在 a) 16.5 MPa 或 b) 31.7 MPa 下加壓該薄片組合，且於每種情況中，在 125°C 下 40 分鐘，接著在 2 MPa 下 20 分鐘的冷卻

時期。產生一具有 13.0 公斤/平方公尺之面密度的成形物件。使用 7.62x39 毫米 MSC(AK47) 子彈來射擊該成形物件以決定 E_{abs} 。

參考實驗 2a) 及 b)

【0076】自 40 條 Dyneema® SK76 1760 分德士 (dtex) 紗線製造一前驅物薄片，其中該紗線可自 DSM Dyneema, Heerlen, Netherlands 獲得。在張力經控制的紗架上，將紗線自紗管去捲繞及讓其通過鋼筚。隨後，藉由在展紗單元上進料該等紗線，將紗線展開以形成一具有寬度 320 毫米的細絲低間隙床 (gap-less bed)。然後，將展開的紗線進料至軋光機中。該軋光機的輥具有直徑 400 毫米及所施加的線壓力係 2000 牛頓/公分。該線係以線速度 8 公尺/分鐘及在輥表面溫度 154°C 下操作。在該軋光機中將該紗線融合成纖維帶。藉由第一輥架將該帶自該軋光機移除。在該軋光機與第一輥架間放置一粉末散佈單元，其將 7 重量 % 可自 Borealis, Vienna, Austria 獲得的 Queo 1007 粉末施加至該帶之上表面。在高溫下軋光該含有粉末的帶及將其捲繞到輥架上。

【0077】獲得一具有寬度 320 毫米及厚度 46 微米之纖維帶。該纖維帶具有韌性 35.4 釐牛頓/分德士及模數 1387 釐牛頓/分德士。

【0078】平行及毗連排列五條該帶以形成一 1600 毫米寬的薄片。在該第一薄片頂上形成相同的五條帶第二薄片，且二片薄片的黏著層面向上，但是毗連的薄片之纖維

呈垂直排列。產生一具有95克/平方公尺的面密度之二層正交層疊的薄片。將此前驅物薄片切割成400毫米x400毫米的方形前驅物薄片。以保證維持該等帶層係呈交替的0°/90°方向之方式堆疊多片方形前驅物薄片。將該前驅物薄片堆疊加工成9.8公斤/平方公尺的成形物件。該成形物件包括103片之方形前驅物薄片(206層的單向排列帶)。在a) 16.5 MPa或b) 31.7MPa下將該前驅物薄片堆疊加壓成一成形物件，且於每種情況中，在145°C下40分鐘，接著在2 MPa下20分鐘的冷卻時期。

【0079】以7.62x39毫米MSC(AK47)子彈來射擊該成形物件以決定 E_{abs} 。

比較用實驗A

【0080】重覆參考實驗1a)，除了在堆疊該4層薄片前，於五片該4層薄片切割出六個5公分x5公分的方形片外，其中該方形片係以2個邊緣與該纖維方向平行而均等地分佈在該薄片之區域上。該切割的方形片於該五片薄片之每片中係在相同位置處，如此當進行堆疊時，該切割的方形片係呈疊加。如在參考實驗1中所描述般加壓成形物件。以7.62x39毫米MSC(AK47)子彈來射擊該成形物件以決定 E_{abs} 。每次在該切割的方形片之一的區域中心處射擊該物件。所獲得的 E_{abs} 以參考實驗1a)的 E_{abs} 之百分比表示，其係提供在表1中。

比較用實驗B

【0081】重覆比較用實驗A，除了該加壓係在31.7

MPa下進行外。再者，在加壓期間於所使用的一邊上使用一加壓墊。該加壓墊係由具有Shore A硬度50+/-5及厚度1.6毫米之聚矽氧製得。 E_{abs} 係以參考實驗1b)的 E_{abs} 之百分比表示，其係提供在表1中。

比較用實驗C

【0082】重覆參考實驗2a)，除了在堆疊該2層前驅物薄片前，於六片該2層前驅物薄片，切割出六片5公分x5公分的方形片外，其中該方形片係以2個邊緣與該纖維方向平行而均等地分佈在上該薄片之區域上。該切割的方形片在六片前驅物薄片之每片中係於相同位置處，如此當進行堆疊時，該切割的方形片係呈疊加。如在比較用實驗2a)中所描述般加壓面板。以7.62x39毫米MSC(AK47)子彈來射擊該成形物件以決定 E_{abs} 。每次在該切割的方形片區域之中心處射擊該物件。所獲得的 E_{abs} 以參考實驗2a)的 E_{abs} 之百分比表示，其係提供在表1中。

比較用實驗D

【0083】重覆比較用實驗C，除了該加壓係在31.7 MPa下進行外。再者，該 E_{abs} 以參考實驗2b)的 E_{abs} 之百分比表示，其係提供在表1中。

實施例1

【0084】重覆比較用實驗D，除了在加壓期間於一邊上使用加壓墊外。該加壓墊係由具有Shore A硬度50+/-5及厚度1.6毫米的聚矽氧製得。 V_{50} 係以參考實驗2b)的 V_{50} 之百分比表示，其係提供在表1中。

實施例編號	面密度 [公斤 / 平方公尺]	壓力 [MPa]	用以增加 均一性的 工具	與參考實 施例比較	對參考實施 例之 E _{abs} 性能 (AK47) [%]
比較例 A	13.0	16.5	無	參考實施 例 1a)	58
比較例 B	13.0	31.7	2 毫米聚 矽氧加壓 墊	參考實施 例 1b)	92
比較例 C	9.8	16.5	無	參考實施 例 2a)	25
比較例 D	9.8	31.7	無	參考實施 例 2b)	41
實施例 1	9.8	31.7	2 毫米聚 矽氧加壓 墊	參考實施 例 2b)	92

【0085】對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47)威脅的結果顯示出當面密度改變時 E_{abs} 發生明顯降低，此係藉由將切割的方形片引進該堆疊層中且與具有均勻面密度的材料比較而顯示出。該比較例 D 及特別是 C 的材料顯示出比比比較例 B 更明顯降低。當在 31.7 MPa 下加壓(實施例 1 及比較例 B)時，使用加壓墊提供該切割的方形片區域之 E_{abs} 幾乎和沒有方形切割的相應材料(參考實施例 1b 及 2b)一樣高。按比例地，此改良對實施例 1(超過比較例 C)比對比較例 B(超過比較例 A)更明顯。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用以製造防彈之彎曲成形物件的方法，該方法包括在一模具中加壓一包含下列的堆疊：

複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層；及

複數層黏著層；

其中黏著劑於毗連的單向排列的聚烯烴纖維層間形成一層，

其中，對著該堆疊的至少一個表面使用一用以分散壓力的工具。

【請求項2】 如請求項1之方法，其中對著該堆疊的二個表面使用一用以分散壓力的工具。

【請求項3】 如請求項1或2之方法，其中該用以分散壓力的工具係一加壓墊。

【請求項4】 如請求項1之方法，其中該用以分散壓力的工具係在高壓釜、液壓釜或壓膜式造模機之任何一種中的流體。

【請求項5】 如請求項1或2之方法，其中該防彈之彎曲成形物件包含至少一層填料層。

【請求項6】 如請求項1或2之方法，其中該防彈之彎曲成形物件係頭盔殼體或天線罩。

【請求項7】 如請求項1或2之方法，其中存在於該防彈之彎曲成形物件中的黏著劑總量係少於15.0重量%，以該成形物件之總重量為基準。

【請求項8】 如請求項1或2之方法，其中相對於該毗連的單向排列聚烯烴纖維層之定向，該單向排列的聚烯烴纖維每層係定向成呈角度 45° 至 135° 。

【請求項9】 如請求項1或2之方法，其中該單向排列的聚烯烴纖維每層係藉由一黏著層與毗連的單向排列聚烯烴纖維層分開。

【請求項10】 一種防彈之彎曲成形物件，其可藉由如請求項1至9之任一項的方法獲得。

【請求項11】 一種防彈之彎曲成形物件，其中該物件包含複數層實質上缺乏黏合基質之單向排列的聚烯烴纖維層及複數層黏著層，其中黏著劑於毗連的單向排列的聚烯烴纖維層間形成一層，其中該防彈之彎曲成形物件具有至多 11 公斤 / 平方公尺之面密度及對抗 7.62x39 毫米 MSC(AK47)符合NIJ程度III+性能。

【請求項12】 如請求項11之防彈彎曲成形物件，其中該防彈之彎曲成形物件包含至少一層填料層。

【請求項13】 如請求項11或12之防彈彎曲成形物件，其該防彈之彎曲成形物件係頭盔殼體或天線罩。

【請求項14】 如請求項11或12之防彈彎曲成形物件，其中存在於該防彈之彎曲成形物件中的黏著劑總量係少於15.0重量%，以該成形物件之總重量為基準。