

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6743340号
(P6743340)

(45) 発行日 令和2年8月19日 (2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年8月3日 (2020.8.3)

(51) Int. Cl.	F I	
DO4H 3/04 (2012.01)	DO4H 3/04	
DO3D 1/00 (2006.01)	DO3D 1/00	C
F41H 5/04 (2006.01)	F41H 5/04	
B32B 5/26 (2006.01)	B32B 5/26	
B32B 27/32 (2006.01)	B32B 27/32	E

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-571233 (P2016-571233)	(73) 特許権者	503220392
(86) (22) 出願日	平成27年6月15日 (2015.6.15)		ディーエスエム アイビー アセット ビー・ブイ・
(65) 公表番号	特表2017-527703 (P2017-527703A)		DSM IP ASSETS B. V.
(43) 公表日	平成29年9月21日 (2017.9.21)		オランダ国, 6411 テーイー ヘーレン, ヘット オーバールーン 1
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/063270		Het Overloon 1, NL-6411 TE Heerlen, Netherlands
(87) 国際公開番号	W02015/193215	(74) 代理人	100107456
(87) 国際公開日	平成27年12月23日 (2015.12.23)		弁理士 池田 成人
審査請求日	平成30年1月9日 (2018.1.9)	(74) 代理人	100128381
(31) 優先権主張番号	14172525.9		弁理士 清水 義憲
(32) 優先日	平成26年6月16日 (2014.6.16)	(74) 代理人	100162352
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		弁理士 酒巻 順一郎
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維状テープ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高配向ポリマーを含むポリマー繊維から製造された繊維状テープであって、
前記ポリマー繊維の全質量の少なくとも95質量%が、前記テープの長手方向に配向しており、

互いに隣接する前記ポリマー繊維は隣接長さにわたって互いに融着することができ、
前記テープが少なくとも1.2 N / t e x のテナシティおよび5 ~ 250 g / m² の間の面密度を有し、前記テープが少なくとも0.5 MPa の横強度を有する、テープ。

【請求項 2】

前記ポリマーがポリオレフィンである、請求項 1 に記載のテープ。

10

【請求項 3】

前記ポリマーが超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) である、請求項 1 に記載のテープ。

【請求項 4】

前記テープの断面アスペクト比の厚さ対幅が、最大1:50である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のテープ。

【請求項 5】

前記テープのテナシティが、少なくとも1.5 N / t e x である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のテープ。

【請求項 6】

20

前記横強度が、少なくとも 0.6 MPa である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のテープ。

【請求項 7】

前記ポリマーを含む前記繊維が、前記ポリマーに対する溶媒を少なくとも 10 ppm 含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のテープ。

【請求項 8】

繊維状テープを含む少なくとも 2 つの単層、または織物繊維状テープの少なくとも 1 つの層を含むシートであって、前記繊維状テープが請求項 1 ~ 7 のいずれか一項から選択される、シート。

【請求項 9】

単層中の前記繊維状テープの方向が、隣接する単層中の繊維状テープの方向に対して角度 α であり、または織物繊維状テープの前記層が、横系および縦系の織物テープを含み、織物繊維状テープの前記層中の前記横系および前記縦系の織物テープの配向方向が角度 β であり、 α または β が $20 \sim 90^\circ$ の間である、請求項 8 に記載のシート。

【請求項 10】

少なくとも 2 枚の請求項 8 または 9 に記載のシートを含む、対弾道物品。

【請求項 11】

$0.25 \text{ Kg/m}^2 \sim 250 \text{ Kg/m}^2$ の間の面密度を有する、請求項 10 に記載の対弾道物品。

【請求項 12】

前記対弾道物品は、前記シートが積層され圧縮されたパネルであり、
中間テープによって分離された 2 つのテープの間にある数の接点を含み、接点の数は前記中間テープの幅 1 メートルの単位当たり 20 未満であり、接点は、前記中間テープの分離によって生じる中間テープによって分離された前記 2 つのテープのテープ間相互作用に相当し、

前記中間テープ及び前記 2 つのテープは、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項から選択される繊維状テープである、請求項 10 または 11 に記載の対弾道物品。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の繊維状テープの製造方法であって：

(a) 高配向ポリマーを含む繊維を提供するステップであって、前記繊維が少なくとも 1.2 N/tex のテナシティを有するステップと、
(b) 前記繊維を含む層を形成するステップと、
(c) 長手方向の引張力を前記層中の前記繊維に加えるステップと、
(d) 少なくとも 1.01 の延伸比で前記繊維層を延伸して延伸層を形成するステップと；

(e) 前記延伸層を処理温度 T_p で圧縮手段に供給するステップと；
(f) 温度 T_c を有する圧縮手段によって前記層を圧縮することによって、前記繊維の延伸層を圧縮して繊維状テープを形成するステップと；

(g) 場合により、前記繊維状テープを最大 1.1 の延伸比で延伸するステップと、
(h) 機械的性質の低下を防止するのに十分な張力下で、 80°C 以下の温度まで前記繊維状テープを冷却するステップとを含み；

T_m は前記ポリマーの熔融温度であり、

$T_m > T_p$ $T_m - 30 \text{ K}$ であり、

$T_c = T_p - 3 \text{ K}$ である、方法。

【請求項 14】

$T_m > T_p$ $T_m - 15 \text{ K}$ であり、
 $T_c = T_p - 15 \text{ K}$ である、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記ポリマーが UHMWPE である、請求項 13 または 14 に記載の方法。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

フィラメントがステップ (a) から (f) の間に、1 . 0 2 ~ 3 . 0 の延伸比で延伸される、請求項 1 3 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

本発明は、高配向ポリマーを含む繊維から製造された繊維状テープであって、少なくとも 1 . 2 N / t e x のテナシティ、および 5 ~ 2 5 0 g / m ² の間の面密度を有する繊維状テープに関する。本発明は、高配向ポリマーを含む前記繊維から前記繊維状テープを製造する方法にも関する。

【 0 0 0 2 】

10

このようなテープは、国際公開第 2 0 1 3 / 1 3 1 9 9 6 号パンフレットから周知である。国際公開第 2 0 1 3 / 1 3 1 9 9 6 号パンフレットには、複数の融着した高テナシティ U H M W P E フィラメントから製造され 3 . 5 4 N / t e x のテナシティおよび約 3 5 g / m ² の面密度を有する繊維状テープが開示されている。国際公開第 2 0 1 3 / 1 3 1 9 9 6 号パンフレットに開示されるテープは、0 . 2 ~ 1 5 g / m ² の間の面密度でブラストマー層とさらに接触している。

【 0 0 0 3 】

国際公開第 2 0 1 3 / 1 3 1 9 9 6 号パンフレットによるテープは、対弾道パネルなどの用途に十分な強度および性能を示すが、これらはテープおよび / またはそれらのテープを含むシートの取り扱い中に欠陥を示し、これはテープの望ましくない分裂によるテープ中の欠陥の発生によって示される。さらに、弾道用途でのテープの性能はさらに改善可能である。

20

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、最適化された取り扱い特性を有し、それによって分離によるテープの欠陥が少なくなる繊維状テープを提供することである。本発明のさらなる目的の 1 つは、改善された対弾道性能を有するテープを提供することであってよい。

【 0 0 0 5 】

この目的は、本発明により少なくとも 0 . 5 M P a の横強度を有するテープを提供することによって実現される。そのように改善された横強度を有するテープは、改善された取り扱い特性を得ることができることが分かった。本発明によるテープは、より容易に取り扱うことができ、欠陥が実質的により少ない対弾道シートおよび対弾道パネルに加工できることが分かった。本発明によるテープによって、最適化された対弾道性能を有する対弾道シートおよびパネルを得ることができることがさらに分かった。

30

【 0 0 0 6 】

繊維状テープは、国際公開第 2 0 1 2 / 0 8 0 2 7 4 号パンフレットおよび国際公開第 2 0 1 3 / 1 3 0 1 6 0 号パンフレットなどの別の特許出願からも周知となっている。また、それらに開示される繊維状テープは、高テナシティを有するが、前述の結果も示す。

【 0 0 0 7 】

本明細書において、用語「繊維状テープ」は、ポリマーを含む繊維が前駆体材料として使用される方法によって得られるテープであると理解される。繊維状テープは、ポリマー粉末、またはポリマーの紡糸溶液もしくは溶融物の圧縮によって通常は得られる非繊維状テープとは構造的に異なる。本発明による繊維状テープの断面は、顕微鏡で観察すると、テープを形成する繊維の間に境界を有する。この前駆体繊維の観察可能な境界は、繊維状テープ中の前駆体繊維の間の実質的に直線の境界として認識することができ、前駆体繊維は、主として多角形の断面、たとえば六角形、五角形、または長方形の断面を有することができる。

40

【 0 0 0 8 】

本発明の繊維状テープは、ある繊維長を有し隣接するポリマー繊維を含み、隣接する繊維は、ある隣接長さにわたって互いに融着することができる。好ましくは複数の繊維、すなわち 2 つ以上の繊維がこのようなテープの作製に使用され、複数の繊維は、繊維を含む

50

1つまたは2つ以上のヤーンによって得ることができる。好ましくは、隣接長さは、繊維の長さの少なくとも50%、より好ましくは少なくとも70%、最も好ましくは少なくとも90%である。より好ましくは、ポリマー繊維の隣接長さは、繊維の長さとはほぼ同じである。隣接するポリマー繊維が互いに融着することができる隣接長さは、繊維の融着の程度の尺度となる。繊維の融着の程度は、本明細書で以下に詳細に説明するように調節することができ、隣接長さは、調節可能な視野深度、および/またはコントラスト増強装置が好ましくは設けられた顕微鏡を用いて測定することができる。2本の少なくとも部分的に融着した繊維と、2本の融着していない繊維との間の差は、融着した繊維では、繊維を接触状態に維持する融着部分にわたって互いに対しての一方の移動が妨害されることである。したがって本発明の状況における繊維状テープは、繊維と、繊維を互いに封入し維持する弾性樹脂またはポリマーマトリックスとを含む当技術分野において周知の単層とは構造的に異なる。当技術分野において周知の上記単層とは対照的に、本発明のテープの繊維は、前述の隣接繊維の相互作用によって実質的に互いに維持される。本発明の繊維状テープは、テープを形成する繊維の間に配置される樹脂および接着剤を実質的に有さない。好ましくは繊維状テープは、樹脂および接着剤を実質的に有さない。実質的に有さないとは、繊維状テープが、5重量%未満、好ましくは3重量%未満、より好ましくは2重量%未満、最も好ましくは1重量%未満の樹脂または接着剤を含むものと理解される。

【0009】

本明細書においてテープは、長手方向、幅、厚さ、および断面アスペクト比、すなわち厚さ対幅の比を有する細長い物体であると理解される。上記断面は、テープの長手方向に対して実質的に垂直であるとして定義される。テープの長手方向、すなわち縦方向は、融着した繊維の向きに実質的に相当する。本発明のテープの長さ寸法は特に限定されない。この長さは10kmを超えてもよく、主としてポリマー繊維、およびテープの製造に使用されるプロセスによって決定される。にもかかわらず、上記テープは、利便性の理由で、想定される用途の要求により、より小さなサイズで製造することができる。

【0010】

好ましい一実施形態では、本発明のテープは、平均断面アスペクト比(厚さ:幅)が最大1:50、好ましくは最大1:100、より好ましくは最大1:500、さらにより好ましくは最大1:1000である。繊維状テープの幅は、好ましくは2mm~3000mmの間、より好ましくは10mm~2500mmの間、さらにより好ましくは20mm~2000mmの間、さらにより好ましくは50mm~1800mmの間、最も好ましくは80mm~1600mmの間である。繊維状テープは、好ましくは厚さが1μm~200μmの間、より好ましくは3μm~120μmの間、さらにより好ましくは5μm~100μmの間、さらにより好ましくは8μm~80μmの間、最も好ましくは10μm~50μmの間である。本明細書において、幅は、テープの断面の周囲上の2点間の最大距離であり、上記断面はテープの長さとは直交すると理解される。本明細書において、厚さは、上記断面の周囲上の2点間の距離であって、上記距離はテープの幅に対して垂直であると理解される。テープの幅および厚さは、当技術分野において周知の方法、たとえばルーラーおよび顕微鏡、またはマイクロメーターをそれぞれ用いる方法により測定することができる。従来技術のテープとは対照的に、本発明によるテープは、上記の好ましい幅および厚さの範囲内で製造しながら、対弾道物品に加工した後にテープの欠陥が少ない量で維持されることが確認された。

【0011】

本明細書において、繊維は、その横方向寸法よりもはるかに大きい長さを有する細長い物体であると理解される。繊維は、規則的な丸みを帯びた断面、たとえば楕円形または円形;または不規則な断面、たとえば葉形、C字型、またはU字型を有することができる。繊維は、当技術分野においてフィラメントと呼ばれる連続的な長さを有することができるし、または当技術分野において短繊維と呼ばれる不連続な長さを有することができる。短繊維は、一般にフィラメントの切断または牽切によって得られる。本発明の目的のためのヤーンは、多数の繊維を含有する細長い物体である。繊維は、ある断面アスペクト比、す

10

20

30

40

50

なわち繊維断面の周囲上の2点間の最大距離と、同じ周囲上の2点間の最小距離との間の比を有する。好ましくは繊維の断面アスペクト比は、最大10:1、より好ましくは最大5:1およびさらにより好ましくは3:1である。

【0012】

本発明に好適なポリマー繊維の例としては、ポリアミドおよびポリアラミド、たとえばポリ(p-フェニレンテレフタルアミド)(ケブラー(Kevlar)(登録商標))として知られている；ポリ(テトラフルオロエチレン)(PTFE)；ポリ{2,6-ジイミダゾ-[4,5b-4',5'e]ピリジニレン-1,4(2,5-ジヒドロキシ)フェニレン}(M5として知られている)；ポリ(p-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール)(PBO)(ザイロン(Zylon)(登録商標))として知られている；ポリ(ヘキサメチレンアジパミド)(ナイロン6,6として知られている)、ポリ(4-アミノ酪酸)(ナイロン6として知られている)；ポリエステル、たとえばポリ(エチレンテレフタレート)、ポリ(ブチレンテレフタレート)、およびポリ(1,4シクロヘキシリデンジメチレンテレフタレート)；ポリビニルアルコール；たとえば米国特許第4,384,016号明細書によって知られているサーモトロピック液晶ポリマー(LCP)；ポリオレフィン、たとえばポリエチレンおよび/またはポリプロピレンのホモポリマーおよびコポリマー；ならびにそれらの組合せから製造された繊維が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0013】

ポリマーがポリオレフィン、好ましくはポリエチレンである場合に良好な結果を得ることができる。好ましいポリエチレンは、高分子量または超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)である。ポリエチレン繊維は、当技術分野において周知のあらゆる技術によって、好ましくは熔融紡糸法またはゲル紡糸法によって製造することができる。最も好ましい繊維は、ゲル紡糸UHMWPE繊維、たとえばDSMダイニーマ(DSM Dyneema), NLよりダイニーマ(Dyneema)(登録商標)の商標で販売されるものである。熔融紡糸法が使用される場合、その製造に使用されるポリエチレン出発物質は、好ましくは重量平均分子量が20,000~600,000g/molの間、より好ましくは60,000~200,000g/molの間である高分子量ポリエチレンである。熔融紡糸プロセスの一例が、参照により本明細書に援用される欧州特許第1,350,868号明細書に開示されている。上記繊維の製造にゲル紡糸法が使用される場合、固有粘度(IV)が好ましくは少なくとも5dL/g、より好ましくは少なくとも8dL/g、最も好ましくは少なくとも12dL/gであるUHMWPEが好ましくは使用される。好ましくはIVは最大40dL/g、より好ましくは最大30dL/g、より好ましくは最大25dL/gである。好ましくは、UHMWPEは、C原子100個当たり1つ未満の側鎖、より好ましくはC原子300個当たり1つ未満の側鎖を有する。好ましくはUHMWPE繊維は、米国特許第4,413,110号明細書、英国特許出願公開第2042414A号明細書、英国特許出願公開第A-2051667号明細書、国際公開第01/73173A1号パンフレットなどの多数の刊行物に開示されるようなゲル紡糸法により製造される。

【0014】

ポリマー繊維のテナシティまたは引張強度は、好ましくは少なくとも1.2N/tex、より好ましくは少なくとも2.5N/tex、最も好ましくは少なくとも3.5N/texである。ポリマーの繊維が少なくとも2N/tex、より好ましくは少なくとも3N/texのテナシティを有するUHMWPE繊維である場合に最良の結果が得られた。

【0015】

本発明のテープのテナシティは、好ましくは少なくとも1.5N/tex、好ましくは少なくとも2.0N/tex、より好ましくは少なくとも2.5N/tex、さらにより好ましくは少なくとも3.0N/tex、最も好ましくは少なくとも3.5N/texである。テナシティが増加したテープ、弾道特性がさらに改善されたシートおよびパネルを得ることが可能なことが確認された。

【0016】

本発明の繊維状テープは少なくとも0.5 MPaの横強度を有する。テープの横強度が増加すると、通常はテナシティなどの他の機械的性質が犠牲となることが当技術分野において知られているので、このような横強度の実現は本発明者らには驚くべきことであった。0.5 MPaを超える横強度を有する繊維状テープを製造しながら、使用される繊維のテナシティを実質的に維持できる方法を初めて特定したことが、本発明者らの功績であると考えられる。好ましくは本発明のテープの横強度は、少なくとも0.6 MPa、より好ましくは少なくとも0.7 MPa、さらにより好ましくは少なくとも0.8 MPa、最も好ましくは少なくとも0.9 MPaである。このような好ましいレベルへの横強度の増加によって、テープの取り扱い特性がさらに改善され、それより製造された対弾道物品中の欠陥量をさらに減少させることが可能なことが確認された。本発明の状況において繊維状テープの横強度は、その幅方向に対して垂直の断面領域に沿ってテープを破断させるのに必要なニュートン(N)の単位の力を、上記断面領域の表面(単位 mm^2)で割ったものを意味する。したがって上記横強度は、MPaの単位、または N/mm^2 の単位で表される。横強度の測定に関するさらなる詳細は、測定方法の項で見ることができる。

10

【0017】

本発明によるテープが製造される繊維が、繊維の製造に使用されるポリマーの溶媒を10 ppm~1重量%の間で含有する場合に、横強度とテナシティとの間のバランスをさらに改善できることがさらに分かり、この重量パーセント値は、繊維の全重量に対する溶媒の重量として表される。したがって、本発明のテープの好ましい実施形態は、テープの製造に使用されたポリマーを含む繊維が、ポリマーの溶媒を少なくとも10 ppm、好ましくは20 ppm、最も好ましくは50 ppm含む。1重量%を超える含有量は、もはや実質的に改善に寄与しないか、またはさらには横強度が低下する。上記理由から、繊維中の溶媒含有量は、好ましくは10 ppm~1重量%、より好ましくは20 ppm~0.5重量%、さらにより好ましくは50 ppm~0.1重量%の間、最も好ましくは0.01重量%~0.1重量%の間である。

20

【0018】

ここで、溶媒は、対象となるポリマーを溶解させることが可能な物質であると理解される。ポリマーの適切な溶媒は当技術分野において周知である。それらは、たとえば、'Polymer Handbook', J. Brandrup and E. H. Immergut, third edition, chapter VII, pages 379-402から選択することができる。ポリオレフィン、特にポリエチレンに適切な溶媒の例は、単独でまたは組合せとしての、デカリン、テトラリン、トルエン、ヘキサンなどの低級n-アルカン、(パラ-)キシレン、パラフィンオイル、スクアラン、鉱油、パラフィンワックス、シクロオクタンである。前述の理由から、溶媒は、最も好ましくはパラフィン油、パラフィンワックス、またはデカリンである。

30

【0019】

好ましくは、溶媒はパラフィンオイルなどの高沸点溶媒である。このような溶媒によって、さらに改善された横強度を有する繊維状テープが得られることが確認された。好ましくは、これらは、ポリマーの熔融温度よりも実質的に高い、好ましくは少なくとも50 K、より好ましくは少なくとも100 K高い沸騰温度を有する溶媒である。繊維の熔融温度は、国際公開第2009/056286号パンフレットの13ページに記載のような方法を用いてDSCによって測定することができる。

40

【0020】

繊維中の溶媒の存在は、多数の原因が存在しうる。たとえば、繊維中に存在する溶媒は、繊維の紡糸プロセス中に使用される溶媒の残りであってよいし、または繊維の紡糸プロセスまたは繊維状テープの製造の前、最中、または後に意図的に加えられてもよい。

【0021】

本発明の状況では、高配向ポリマーの繊維は、ポリマー鎖が繊維方向と実質的に平行であるとして定義される。好ましくは、配向度Fは少なくとも0.95、より好ましくは少

50

なくとも 0.97 およびさらにより好ましくは少なくとも 0.98 である。配向度は、式 $F = (90^\circ - H^\circ / 2) 90^\circ$ で定義され、式中、 H° は、赤道上の最強反射のデバイ環に沿った最大強度の高さの半値幅である。

【0022】

本発明の繊維状テープ、またはそれより製造されたシートおよび／または対弾道物品は、バインダーまたはマトリックス材料も含むことができる。上記バインダーまたはマトリックス材料は、ポリマー繊維の間、または繊維状テープの間に存在することができる。種々のバインダーまたはマトリックスを使用することができ、その例としては熱硬化性材料および熱可塑性材料を挙げることができる。多種多様の熱硬化性材料を利用できるが、エポキシ樹脂またはポリエステル樹脂が最も一般的である。好適な熱硬化性および熱可塑性材料は、たとえば、参照により本明細書に援用される国際公開第 $91/12136A$ 号パンフレット（ $15 \sim 21$ ページ）に列挙されている。熱硬化性材料の群からは、ビニルエステル、不飽和ポリエステル、エポキシド、またはフェノール樹脂が好ましい。熱可塑性材料の群からは、ポリウレタン、ポリビニル、ポリアクリル、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリオレフィン、または熱可塑性エラストマー性ブロックコポリマー、たとえばポリイソプロペン-ポリエチレン-ブチレン-ポリスチレンまたはポリスチレン-ポリイソブレン-ポリスチレンブロックコポリマーが好ましい。

10

【0023】

しかし、より好ましくは、繊維状テープは、ポリマー繊維の間にバインダーおよびマトリックス材料を実質的に有さない。バインダーおよびマトリックス材料を有さないことで、本発明の材料の弾道特性が改善されることが確認された。

20

【0024】

さらなる好ましい一実施形態では、たとえば参照により本明細書に援用される国際公開第 $2013/131996$ 号パンフレットの特に 9 、 11 、および 12 ページに開示されるように、バインダーまたはマトリックス材料は、繊維状テープの上または間に存在する。

【0025】

本発明はさらに、本発明のテープの製造方法であって：

- (a) 高配向ポリマーを含む繊維を提供するステップであって、前記繊維が少なくとも $1.2 N / tex$ のテナシティを有するステップと、
 - (b) 上記繊維を含む層を形成するステップと、
 - (c) 長手方向の引張力を上記層中の繊維に加えるステップと、
 - (d) 少なくとも 1.01 の延伸比で上記繊維層を延伸して延伸層を形成するステップと；
 - (e) 延伸層を処理温度 T_p で圧縮手段に供給するステップと；
 - (f) 層を圧縮手段によって圧縮することによって、繊維の延伸層を圧縮して繊維状テープを形成するステップであって、圧縮手段が温度 T_c を有するステップと；
 - (g) 場合により、繊維状テープを最大 1.1 の延伸比で延伸するステップと、
 - (h) 機械的性質の低下を防止するのに十分な張力下で、 80° 以下の温度まで繊維状テープを冷却するステップとを含み；
- T_m はポリマーの熔融温度であり、 $T_m > T_p$ 、 $T_m - 30 K$ であり、 $T_c = T_p - 3 K$ である、方法に関する。

30

40

【0026】

本発明の方法を用いると、周知繊維状テープよりも高い横強度を有するテープを得ることができることが確認された。

【0027】

本発明による方法により製造された繊維状テープの機械的性質は、そのテープの製造に使用される繊維の機械的性質と同程度であることもさらに確認された。これまでポリマー繊維から製造されたテープの機械的性質は、通常はポリマー繊維の機械的性質よりもはるかに劣っていたため、このことも驚くべきことであった。したがって、本発明は、本発明

50

の方法によって得ることができる繊維状テープにも関する。好ましくは、本発明の方法によって得ることができる繊維状テープは、上記繊維状テープの製造に使用されるポリマー繊維のテナシティよりも、最大20%低いテナシティを有し、繊維状テープの製造に使用されるポリマー繊維よりも、より好ましくは最大10%、最も好ましくは最大5%低いテナシティを有する。種々のテナシティおよびモジュラスを有するポリマー繊維が本発明のテープの製造に使用される場合、考慮されるポリマー繊維のテナシティまたはモジュラスは、種々のポリマー繊維の平均のテナシティおよびモジュラスである。

【0028】

好ましくは、本発明の方法のステップ(a)において、複数の高配向ポリマー繊維は、加撚されている場合もされていない場合もある少なくとも1つのヤーン、より好ましくは2つ以上のヤーンとして提供される。好ましくはヤーンは、ヤーン100cm当たり1回未満の撚り数、より好ましくはヤーン200cm当たり1回未満、さらにより好ましくは400cm当たり1回未満の撚り数を有する。最も好ましくはヤーンは、実質的に加撚されない。加撚されたヤーンがプロセスに供給される場合、当業者であれば、繊維を含む層を形成するステップ(b)の前または最中に、供給されたヤーンから撚りを取り除く手段を認識しているであろう。

【0029】

本発明の方法によると、ステップ(b)において、ポリマー繊維から繊維を含む層、好ましくは繊維の層が形成される。上記層は、不規則な方向の繊維、または平行な列での配列などの規則的な方向の繊維を含むことができるさまざまな種類の構成で配列された繊維であってよい。最も好ましい繊維の層は、大部分の繊維、たとえば層を形成する繊維の全質量の少なくとも50質量%、より好ましくは少なくとも75質量%、さらにより好ましくは少なくとも95質量%、最も好ましくは約100質量%が、1つの共通の方向に沿って実質的に平行に配列される一方向の網目構造である。ポリマー繊維の一方向の配列は、隣接する繊維が重なり合い、好ましくは隣接する繊維間に間隙が実質的に存在しないように、一方向に整列された繊維の実質的に直線の列を形成可能な当技術分野において周知の種々の標準的な技術によって実現できる。このような技術の一例が、参照により本明細書に援用される国際公開第2009/0056286号パンフレットに記載されており、この場合、ポリマー繊維を張力下で巻き出しステーションから、リールおよびその後の複数のスプレッダーバーなどの配列手段に通して供給することによって、隣接し一方向に整列したポリマー繊維を含む層を適切に形成することができる。このような層中の繊維の実質的に平行な配列によって、さらに改善された横強度を有するテープが得られることが確認された。

【0030】

ポリマー繊維を含む層の厚さは、好ましくはステップ(d)の延伸、および圧縮ステップ(f)の後にテープの所望の厚さが得られるように選択される。この層は、繊維のほぼ直径の最小限の厚さを有することができる。好ましくは層の厚さは、繊維の厚さの少なくとも2倍である。

【0031】

好ましくは、本発明の方法は、ステップ(d)の層の延伸の前または最中に繊維を T_m 未満の温度まで予備加熱する追加のステップ(b1)を含む。層の予備加熱は、ある滞留時間の間、予備加熱温度に設定したオープン中に層を維持する、層を熱放射に曝露する、または加熱流体または加熱表面などの加熱媒体に層を接触させることによって行うことができる。好ましくは、予備加熱温度は、 $T_m - 2\text{ K} \sim T_m - 30\text{ K}$ の間、より好ましくは $T_m - 3\text{ K} \sim T_m - 20\text{ K}$ の間、最も好ましくは $T_m - 5\text{ K} \sim T_m - 15\text{ K}$ の間である。滞留時間は、好ましくは2~100秒の間、より好ましくは3~60秒の間、最も好ましくは4~30秒の間である。

【0032】

本発明の方法の間、ステップ(d)で、層は少なくとも1.01の延伸比で延伸される。より好ましくは延伸比は少なくとも1.03、さらにより好ましくは少なくとも1.0

5、最も好ましくは少なくとも1.08である。層に対して使用できる最大延伸比は、本発明の方法に使用される繊維の延伸性によって実質的に制限されうる。にもかかわらず、圧縮ステップ(f)の前に層に使用される延伸比が大きすぎると、繊維状テープの加工中または加工後にテープのフィブリル化または分裂など、製造されるテープに望ましくない欠陥が生じる場合があることが確認された。したがって、ステップ(d)の延伸は、2.0未満、好ましくは1.8未満、より好ましくは1.5未満、最も好ましくは1.3未満の延伸比に好ましくは制限される。さらなる好ましい実施形態では、層の延伸比は、1.01~2.0の間、好ましくは1.03~1.8の間、より好ましくは1.05~1.5の間、最も好ましくは1.08~1.3の間であってよい。このように制限された延伸比において、さらに改善された性質を有する繊維状テープを得ることが可能なことが確認された。

10

【0033】

本発明の別の方法の1つでは、その方法は、高テナシティ繊維の製造方法の不可欠の部分を形成することができ、その方法の延伸ステップ(b)は、繊維に対して行われる延伸作業の最後の延伸ステップとなる。延伸ステップの数、および上記延伸ステップのそれぞれの延伸比によって決定されるが、ステップ(d)の延伸比は、2.0~10の間、好ましくは2.5~9.0の間、より好ましくは3.0~8.0の間、最も好ましくは4.0~7.0の間であってよい。延伸ステップ(d)と、高テナシティ繊維の製造との組合せによって、実質的な効率の利点を有しながら、製造されたテープの横強度は実質的に影響のないまま維持されることが確認された。

20

【0034】

ステップ(e)では、層は温度 T_p で圧縮手段に供給される。温度 T_p は、当業者に周知の手段を用いて層の加熱または冷却を行うことによって実現される。好ましくは温度 T_p は、 $T_m - 1\text{ K} \sim T_m - 30\text{ K}$ の間、より好ましくは $T_m - 1\text{ K} \sim T_m - 15\text{ K}$ の間、最も好ましくは $T_m - 1\text{ K} \sim T_m - 5\text{ K}$ の間である。

【0035】

本発明の方法のステップ(f)において、ポリマー繊維を含む層は、圧縮手段によって圧縮される。好ましくは、圧縮手段は、カレンダー、平滑化装置、二重ベルトプレス、交互プレス(alternating press)であってよい。圧縮手段によって間隙が形成され、それによって層が加工される。好ましくは、上記層は、少なくとも1m/分、より好ましくは少なくとも2m/分、最も好ましくは少なくとも3m/分のインライン速度で上記間隙に通される。層に加えられる横圧力は、圧縮手段の形状によりN/mmまたは N/mm^2 の単位で表すことができる。圧縮手段がカレンダー、または狭い表面積に圧縮を加える類似の圧縮手段である場合、ライン圧力は、少なくとも100N/mm、より好ましくは少なくとも200N/mm、さらにより好ましくは少なくとも300N/mm、最も好ましくは少なくとも500N/mmである。圧縮手段がプレス機である場合、すなわち圧縮が広い表面に加えられる場合、表面圧力は、少なくとも 1 N/mm^2 、より好ましくは少なくとも 5 N/mm^2 、さらにより好ましくは少なくとも 10 N/mm^2 、最も好ましくは少なくとも 20 N/mm^2 である。それぞれの圧力が大きいほど、繊維状テープの横強度が高くなることが確認された。当技術分野において周知のように、カレンダーは、ロールに好ましくは一定の圧縮力を加えることによってロールが互いに隣接する場合にニップを形成する少なくとも2つの逆転カレンダーロールを含む。圧縮力は、通常はフォースゲージによって測定される。したがって、カレンダー加工のライン圧力は、フォースゲージによって測定される圧縮力を繊維の網目構造を含む層の幅に分割することによって容易に求めることができる。さらに当技術分野において一般に知られるように、プレス機は、ある好ましくは一定の圧縮力を圧縮面に加えることによる、したがって少なくとも2つの圧縮面の間の材料上に N/mm^2 の単位の圧力を加えることによる、少なくとも2つの反対に作用する圧縮面を含む。

30

40

【0036】

本発明の方法の圧縮ステップ(f)は、圧縮手段の温度 T_c を用いて行われ、ここでT

50

は、ポリマー繊維を含む層が圧縮手段に供給される温度 T_p よりも低い。好ましくは、圧縮手段の温度は、 T_p よりも少なくとも3 K低く、好ましくは層の T_p よりも少なくとも5 K、より好ましくは少なくとも10 K、より好ましくは少なくとも20 K、さらにより好ましくは少なくとも30 K、最も好ましくは少なくとも50 K低い。本発明者らは、驚くべきことに、圧縮手段のより低い温度を使用することで、機械的性質の最適化されたバランスを有するテープを得ることが可能なことを見出した。本発明による方法を使用することで、最適化されたテナシティおよび横強度を有する繊維状テープを得ることが可能なことを確認した。圧縮手段の温度は、内部加熱または冷却される圧縮手段を用いることによって設定できる。上記温度への影響は、特に、圧縮手段の寸法（たとえばカレンダーロールの直径）、層が供給される温度（ T_p ）、インライン速度、および場合により、圧縮手段を励起する製造後の繊維状テープの強制冷却などの圧縮手段を越える空間に加えられる温度によって生じる。圧縮手段の温度（ T_c ）は、本明細書では、圧縮される層に接触する圧縮手段の表面の温度であると理解される。上記表面の温度が圧縮手段の異なる位置で異なる場合、 T_c は、繊維状テープが圧縮手段から離れる位置で測定される。圧縮手段がカレンダーである場合、カレンダーロールの直径は、好ましくは100 mm ~ 1000 mmの間、より好ましくは200 mm ~ 700 mmの間、最も好ましくは300 mm ~ 600 mmの間である。

【0037】

任意選択の一実施形態では、繊維状テープは、ステップ（g）において最大1.1の延伸比で延伸される。好ましくは繊維状テープの延伸比は、最大1.05、より好ましくは最大1.03、最も好ましくは最大1.01である。驚くべきことに、ポリマー繊維を圧縮してテープを得た後の延伸比のこのような制限によって、さらに増加した横強度を有する繊維状テープを得ることが可能なことが確認された。

【0038】

本発明の方法は高配向ポリマー繊維を使用する。このような繊維は完全延伸繊維であってよく、これは繊維が、繊維製品の製造に選択される最大限まで延伸されていることを意味する。繊維製造業者は、典型的には安全限界を有するように製品を設計するので、過度のさらなる延伸によって通常は繊維の破壊が生じるが、完全延伸繊維をさらに延伸することが可能である。本発明の方法の好ましい一実施形態では、ポリマー繊維を含む層は、ステップ（a）～（f）の間に、1.02 ~ 3.0、好ましくは1.03 ~ 2.0、より好ましくは1.05 ~ 1.5、最も好ましくは1.08 ~ 1.3の全延伸比で延伸される。テープ製造中のこれらの好ましい延伸範囲によって、テープの強度および横強度のバランスが最適化されることが確認された。より高い延伸比によってテープのテナシティを増加させることができるが、それによって横強度に悪影響が生じる場合がある。低すぎる延伸比が使用されると、テープの横強度およびテナシティの両方に悪影響が生じる場合がある。

【0039】

本明細書で前述したステップ（h）では、テープの温度が少なくとも25℃低下するように繊維状テープが冷却され、好ましくはテープは室温まで冷却される。

【0040】

したがって、本発明の方法の好ましい一実施形態では、 T_p および T_c は、 $T_m > T_p$ 、 $T_m - 15\text{ K}$ 、および $T_c = T_p - 15\text{ K}$ のそれぞれの条件を考慮して選択される。さらなる好ましい一実施形態では、 T_p および T_c は、 $T_m > T_p$ 、 $T_m - 5\text{ K}$ 、および $T_c = T_p - 30\text{ K}$ の条件を考慮して選択される。本発明の方法が上記範囲内で実施される場合、得られる繊維状テープは、テナシティおよび横強度を最適化されたバランスで有し、欠陥数が実質的に減少した対弾道物品が得られるであろうことが確認された。

【0041】

本発明による好ましい方法の1つでは、繊維はポリマーとしてUHMWPEを含み、好ましくはUHMWPEは、5 dL/g ~ 40 dL/gの間、より好ましくは8 ~ 30 dL/gの間、より好ましくは10 dL/g ~ 25 dL/gの間のIV（デカリン中135

10

20

30

40

50

で測定)を有する。UHMWPEのこのような固有粘度の範囲によって、それより製造される繊維状テープの対弾道性能がさらに改善されることが確認された。

【0042】

本発明の方法によって、さらに、これまで得られなかったテープ、すなわち独特の組合せの機械的性質を有するテープ、すなわち弾道特性と取り扱いの欠点との間のバランスが取れたテープが製造可能である。特に、本発明によって、少なくとも 1.2 N/tex のテナシティ(TS)、および少なくとも 0.5 MPa の横強度(S_{tr})を有する繊維状テープが可能となる。好ましい一実施形態では、テープのテナシティおよび横強度は、式1;

$$S_{tr} = 2 \text{ MPa} - a \times \rho \times TS \quad \text{式(1)}$$

の関係に従い、式中、 S_{tr} は MPa の単位で表され、 ρ は g/mm^3 の単位での繊維の密度であり、TSは N/tex の単位で表され、係数 a は最大 6.5×10^{-3} であり、より好ましくは a は最大 5.0×10^{-3} であり、さらにより好ましくは a は最大 4.0×10^{-3} であり、最も好ましくは最大 3.0×10^{-3} である。驚くべきことに、このようなテープは、対弾道製品の製造に使用する場合に優れた性能が得られる。このような高い性能は、対弾道製品の分野では予期せぬことである。

【0043】

本発明はさらに、本発明の繊維状テープを含むシートおよび対弾物品等の製品に関する。特に、本発明は、本発明による繊維状テープを含む少なくとも2つの単層、または本発明による繊維状テープの少なくとも1つの層を含むシートに関する。好ましくは単層は、一方向に整列された繊維状テープを含む。

【0044】

本発明のシートは、上記シートを形成するテープの間にバインダーを含有することでもできる。バインダーの目的は、単層またはそれを含むシートの使用しやすさを改善するために上記繊維状テープを維持することであってよい。適切なバインダーは、たとえば欧州特許第0191306 B1号明細書、欧州特許出願公開第1170925 A1号明細書、欧州特許第0683374 B1号明細書、および欧州特許出願公開第1144740 A1号明細書に記載されている。シートまたはそれより製造されるパネルが、バインダーと、繊維状テープを互いに維持する目的のその他の材料とを実質的に有さない場合に、良好な結果を得ることが可能なことが確認された。

【0045】

本明細書において、一方向に整列された繊維状テープの単層は、シート中の繊維状テープの大部分、たとえば上記単層中の繊維状テープの全質量の少なくとも70質量%、より好ましくは少なくとも90質量%、最も好ましくは約100質量%が共通の1つの方向に沿っていることと理解される。少なくとも2つの単層を含むシートでは、1つの単層中の繊維状テープの方向は、隣接する単層中の繊維状テープの方向に対してある角度 α となる。横糸および縦糸の繊維状テープを含む繊維状テープの層では、横糸および縦糸の繊維状テープの配向方向は角度 β となり、これらによる α および β のそれぞれは、好ましくは $20 \sim 90^\circ$ の間、より好ましくは $45 \sim 90^\circ$ の間、最も好ましくは $75 \sim 90^\circ$ の間であり、最も好ましくは角度 α および β は約 90° である。

【0046】

好ましい一実施形態では、本発明のシートは、繊維状テープの機械的融着によって圧縮される。上記機械的融着は、好ましくは、溶融接合が実質的に形成されない圧力、温度、および時間の組合せの下で実現される。好ましくは、 $\text{DSC}(10 \text{ K/分})$ によって検出すると、検出可能な溶融接合が存在しない。検出可能な溶融接合が存在しないとは、試料を3回分析した場合に、部分的に溶融再結晶化した繊維に対応する吸熱効果が全く見られないことを意味する。繊維の融点よりも低い好適な温度で高圧を使用することによって、検出可能な量の溶融再結晶化した繊維が存在しないことが分かり、これは溶融接合が実質的に存在しないことと一致する。

【0047】

したがって、本発明は、本発明の繊維状テープを含む圧縮シートにも関する。上記圧縮シートは、当技術分野において周知の繊維状テープから製造した圧縮シートと比較すると、より均一な外観を有することが確認された。前述のように、当技術分野において周知の繊維状テープは、取り扱い時に長手方向に分裂しやすい。上記の従来技術の繊維状テープから製造したシートでは、分裂の形態の欠陥を確認することができる。テープ中の分裂の存在によって、テープ中の重なりまたは間隙のために局所的な欠陥が生じうる。したがって、本発明は、繊維状テープを含むシートであって、テープ中の分裂長さが 5 m/m^2 シート未満、好ましくは 2 m/m^2 シート未満、さらにより好ましくは 1 m/m^2 シート未満、最も好ましくは 50 cm/m^2 シート未満であるシートにも関する。テープを含むシート中のこのような短い分裂長さによって、上記シートから製造される物品の対弾道性能が改善されることが確認された。

10

【0048】

本発明は、本発明によるシートを含む対弾道物品にも関する。好ましくは、少なくとも2枚、好ましくは少なくとも4枚、より好ましくは少なくとも8枚のシートを含む対弾道物品。このような数のシートを含む対弾道物品は、当技術分野において周知の繊維状テープを含むシートと比較した場合に改善された対弾道特性を有することが確認された。

【0049】

好ましい一実施形態では、対弾道物品は、 $0.25\text{ kg/m}^2 \sim 250\text{ kg/m}^2$ の間、好ましくは $0.5\text{ kg/m}^2 \sim 100\text{ kg/m}^2$ の間、より好ましくは $1\text{ kg/m}^2 \sim 75\text{ kg/m}^2$ の間、最も好ましくは $2\text{ kg/m}^2 \sim 50\text{ kg/m}^2$ の間の面密度を有する。

20

【0050】

さらに好ましい一実施形態では、本発明の対弾道物品はパネルである。パネルは、個別のシートが、場合により高温下で圧縮されて、1つのモノリス構造を形成していることであると理解される。好ましくは、本発明のパネルは、パネルを得るためにポリマー繊維の T_m よりも低い温度、より好ましくは上記 $T_m \sim T_m - 100\text{ K}$ の間の温度、および少なくとも 100 bar 、より好ましくは少なくとも 150 bar の圧力で圧縮される。

【0051】

本発明によるテープを含むパネルは、高い構造的均一性を有し、したがって、当技術分野において周知の繊維状テープを含むパネルと比較して対弾道特性のゆらぎが少ないパネルが得られることが確認された。本発明者らは、分裂したテープでは、隣接するテープの部分が、成形条件下で、中間テープの分裂部分に押し込まれることによって、局所的な繊維および/またはテープのずれが生じうることを確認した。このようなテープの一部の移動によって、対弾道パネルの構造的均一性が低下する。構造的不均一性は、たとえば圧縮パネルの断面の顕微鏡分析によって観察することができ、この断面は、一方向に整列した繊維状テープの共通の方向に対して垂直である。このような断面（図1および図2）中、一方向に整列した繊維状テープは、別個の実質的に平行な帯（1）として観察できる。単層（2）の分裂したテープによるずれは、2つの隣接する単層（3および4）のテープが中間単層（2）のテープによって最初に分離する上記断面中の位置での互いの接点（5）として現れうる。本発明の目的は、高い構造的均一性を有するパネル、すなわちそのようなテープの接点の数が減少したパネルを提供することである。したがって、本発明は、分離テープとも呼ばれる少なくとも1つの中間テープによって分離された2つのテープ間にある数の接点を含む対弾道物品にも関し、接点の数は、1メートルの中間テープの幅の単位当たり20未満であり、一方、接点は、中間テープによって分離される2つのテープのテープ間相互作用に相当し、中間テープの分離によってこれが生じる。このような接点は、図1および図2に示されるように上記パネルの断面を分析する場合に、当業者によって容易に数えることができる。

30

40

【0052】

本発明はさらに、本発明のパネルを含む装甲に関する。装甲の例としては、ヘルメット、胸当て、乗り物の車体、および乗り物の扉が挙げられるが、これらに限定されるもので

50

はない。

【 0 0 5 3 】

本発明は、自動車用途、たとえば自動車部品など；海洋用途、たとえば船、ボート、パネルなど；航空宇宙用途、たとえば飛行機、ヘリコプター、パネルなど；防衛／生命保護用途、たとえば弾道保護、ボディアーマー、弾道ベスト、盾、弾道ヘルメット、弾道ロケット保護など；建築用途、たとえば窓、ドア、壁、仮壁、貨物口、貨物壁、レードーム、シールドなどの製品にさらに関し、上記製品は、本発明のテープ、シート、またはパネルを含有する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 4 】

【図 1】図 1 は、本発明による繊維状テープの単層を含むパネルの断面（ 1 ）の一部を示す光学顕微鏡写真である。

【図 2】図 2 は、本発明による繊維状テープの単層を含むパネルの断面（ 1 ）の一部を示す光学顕微鏡写真である。

【 0 0 5 5 】

図 1 及び図 2 は、2つの異なるスケールでの光学顕微鏡写真を示しており、本発明による繊維状テープの単層を含むパネルの断面（ 1 ）の一部を示している。繊維が断面に対して実質的に平行である単層は、繊維が断面に対して実質的に垂直な単層（ 2 ）よりも明るい影（ 3 および 4 ）となっている。図中の位置（ 5 ）は、単層（ 2 ）のテープの分裂部分を示しており、その分裂部分は、それぞれ隣接する単層（ 3 ）および（ 4 ）のテープで埋まっている。

【 0 0 5 6 】

本発明は、以下の実施例を用いてさらに説明されるが、これらに実施例に限定されるものではない。

【 0 0 5 7 】

[実験]

[測定方法]

・パネルまたはシートの面密度（ A D ）は、好ましくは $0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$ の試料の重量を 0.1 g の誤差で測定することによって求めた。テープの面密度は、好ましくは $1.0 \text{ m} \times 0.03 \text{ m}$ の試料の重量を 0.1 g の誤差で測定することによって求めた。

・固有粘度（ I V ）は、A S T M - D 1 6 0 1 / 2 0 0 4 に準拠して、135 において、16時間の溶解時間で、 $2 \text{ g} / 1$ 溶液の量の D B P C を酸化防止剤として有するデカリン中、異なる濃度で測定した粘度をゼロ濃度に外挿することにより求められる。I V と M_w との間にいくつかの実験的關係が存在するが、このような関係はモル質量分布に大きく依存する。式 $M_w = 5.37 \times 10^4 [I V]^{1.37}$ （欧州特許出願公開第 0 5 0 4 9 5 4 A 1 号明細書参照）の式に基づくと、 $4.5 \text{ dl} / \text{g}$ の I V は約 $422 \text{ kg} / \text{mol}$ の M_w と同等となる。

・ポリエチレンまたは U H M W P E 試料中の側鎖は、厚さ 2 mm の圧縮成形したフィルムに対する F T I R によって、N M R 測定に基づいた較正曲線を使用して 1375 cm^{-1} における吸収を定量することによって求められる（たとえば欧州特許第 0 2 6 9 1 5 1 号明細書などに示される）。

・繊維の引張特性、すなわち強度およびモジュラスは、 500 mm の繊維の公称ゲージ長さ、 50% / 分のクロスヘッド速度、および F i b r e G r i p D 5 6 1 8 C の種類のインストロン（ I n s t r o n ） 2 7 1 4 クランプを用いて、A S T M D 8 8 5 M に規定されるようにマルチフィラメントヤーンに対して測定した。強度を計算するために、測定した引張力を、 10 メートルの繊維を秤量することによって求められるタイターによって割り；G P a の単位の値は、ポリマーの本来の密度（ ρ ）を仮定して計算され、たとえば U H M W P E の場合は $0.97 \text{ g} / \text{cm}^3$ である。

テープおよびフィルムの引張特性は、 1 メートル当たり 40 回撚られた幅 2 mm のテープに対して求められる。

・テープの横強度は、Zwick Z005引張試験機に1kNのフォースセルと、手動式G13TおよびG13Bテープクランプとを用いて測定される。試験試料は、テープを250mmのストリップに手で切断することで作製される。試験試料の作製中、テープの意図せぬ部分的分裂を避けるため注意を払うべきである。整った250mmのストリップに切断することが不可能であることが判明した試料は、横強度が0MPaと割り当てられる。試料のクランプ長さは60mmであり、クランプ間の距離は20mmである。予備荷重は0.1Nであり、試験は50mm/分の速度で行われる。最大の力によって横強度が求められる。MPaの単位の強度は、mmの単位の試料の幅および厚さで割ることによって計算される。したがって、N/mm²の単位の破壊応力が得られ、これはMPaの単位の破壊応力と同一である。5つの試料の平均が報告される。

10

・フィラメントの熔融温度(T_m)は、インジウムおよびスズを用いて校正し、5mgの試料に対して10K/分の加熱速度を使用して、電力補償型のパーキンエルマー(ParkinElmer)DSC-7測定装置上でDSCによって求められる。DSC-7測定装置の校正(2点温度校正)のために、約5mgのインジウムおよび約5mgのスズが使用され、どちらも少なくとも小数点以下2桁まで秤量される。インジウムは温度および熱流量の両方の校正に使用され、スズは温度校正のみに使用される。

・弾道性能は、さらに示される弾薬を用いて行われる射撃試験をパネルに対して行うことによって測定した。第1の弾丸は、弾丸の50%が停止すると予想される発射体速度(V_{50})で発射した。衝突前の短距離で実際の銃弾速度を測定した。停止した場合、次の弾丸は、前回の速度よりも10%早い予想速度で発射した。貫通した場合、次の弾丸は、前回の速度よりも10%遅いと予想される速度で発射した。実験的に得られる V_{50} 値の結果は、2つの最も速い停止と2つの最も遅い貫通との平均とした。 V_{50} における弾丸の運動エネルギー($E_{kin} = 1/2 \times m \times V_{50}^2$) (式中、 m は発射体の質量である)を、装甲の面密度で割ることによって、いわゆる E_{abs} 値が求められる。 E_{abs} は、装甲の重量/厚さに対する装甲の阻止能を反映している。 E_{abs} が大きいこと、装甲がより良好となる。

20

・発射体の速度は、発射体の進路に対して垂直に配置された1組のDreilIo Infrared(IR)ライトスクリーン(light screen)Type LS19i3を用いて測定した。発射体が第1のライトスクリーンを通過する瞬間に、IRビームの擾乱のために第1の電気パルスが発生する。発射体が第2のライトスクリーンを通過するときに第2の電気パルスが発生する。第1および第2の電気パルスが発生した時間を記録し、ライトスクリーン(light screen)間の距離が分かれば、直ちに発射体の速度を求めることができる。

30

・パネル中のテープ間の接点は、パネルの研磨断面の光学顕微鏡法によって求められる。接点の数は少なくとも $1 \times 5 \text{ mm}^2$ の断面上で数えられる。 $1 \times 5 \text{ mm}^2$ の上記断面中に存在する断面が形成されたテープ全幅(単位m)は、0.005mの断面長さに、目に見える断面のテープ数を掛けることによって、すなわち高さをテープの厚さで割ることによって計算される。

【0058】

[一般的実験構成]

40

8つのマルチフィラメントUHMWPEヤーンを並べて、約50ミクロンの全厚さおよび約3cmの幅のフィラメントの均一層を形成した。このフィラメント層を、それぞれ直径40cmおよび幅4cmの2つの逆転カレンダーロールの組に通した。この温度制御されたロールは、530cm/分の速度に設定され、1750N/mmの圧力をフィラメント層に加えた。カレンダーロールの後に配置されたさらなるローラースタンドによって、カレンダーロールのニップを出たテープに約80Nの引張力が加えられ、形成された繊維状テープに場合により後延伸が行われ、次に80 未満の温度まで空気乾燥され、ポビン上に巻き取った。

【0059】

[比較実験A]

50

3.1 N / t e x のテナシティおよび約 50 p p m のパラフィン系溶媒量を有するマルチフィラメント U H M W P E ヤーンに対して、前述の一般的実験構成を実施した。カレンダーロールは 161 に加熱した。得られた繊維状テープ A は、47.2 マイクロメートルの平均厚さ、28 mm の幅、957 d t e x のタイター、および 3.01 N / t e x のテナシティを有した。このテープの横強度は 0.39 M P a であった。

【0060】

[比較実験 B]

カレンダーロールの前に、フィラメントに引張力を加える 2 つのローラースタンドの間の 143 の温度の強制空気対流オープンを配置したことを除けば、比較実験 A を繰り返した。160 の温度に設定したカレンダーロールに入る前に、フィラメント層の延伸比

10

【0061】

[実施例 1]

比較実験 B を繰り返し、139 の温度に設定したカレンダーロールに入れる前に、延伸したフィラメント層を、157 の加熱面上に、長さ約 3 c m の加熱面との接触経路で通すことを付け加えた。得られた繊維状テープ 1 は、39.6 マイクロメートルの平均厚さ、30 mm の幅、751 d t e x のタイター、および 3.19 N / t e x のテナシティを有した。このテープの横強度は 0.60 M P a であり、これはテープ B の横強度に対して約 50 % の改善を示している。

20

【図 1】

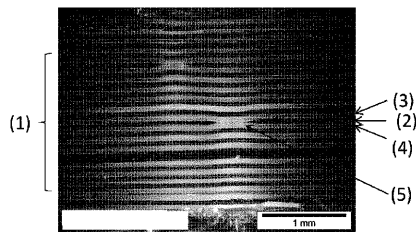


Figure 1

【図 2】

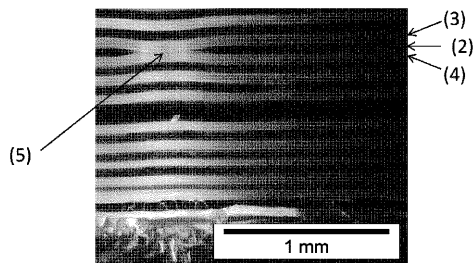


Figure 2

フロントページの続き

(74)代理人 100165526

弁理士 阿部 寛

(72)発明者 ブッテン, ファン, クーン

オランダ, エヌエル - 6 1 0 0 アーアー エヒト, ピー . オー . ボックス 4

(72)発明者 カラザンス - ベーン, マリーナ

オランダ, エヌエル - 6 1 0 0 アーアー エヒト, ピー . オー . ボックス 4

(72)発明者 マリッセン, ルーロフ

オランダ, エヌエル - 6 1 0 0 アーアー エヒト, ピー . オー . ボックス 4

(72)発明者 フェルスパーゲン, アントーン マリア

オランダ, エヌエル - 6 1 0 0 アーアー エヒト, ピー . オー . ボックス 4

(72)発明者 ウェーバー, クリスタ

オランダ, エヌエル - 6 1 0 0 アーアー エヒト, ピー . オー . ボックス 4

(72)発明者 スティーマン, レイナルド ジョセフ マリア

オランダ, エヌエル - 6 1 0 0 アーアー エヒト, ピー . オー . ボックス 4

審査官 小石 真弓

(56)参考文献 特公平 0 4 - 0 6 9 8 8 0 (J P , B 2)

国際公開第 2 0 1 3 / 0 0 3 2 5 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

D 0 4 H 1 / 0 0 - 1 8 / 0 4

B 3 2 B 1 / 0 0 - 4 3 / 0 0

D 0 3 D 1 / 0 0 - 2 7 / 1 8

F 4 1 H 5 / 0 4