

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7397809号  
(P7397809)

(45)発行日 令和5年12月13日(2023.12.13)

(24)登録日 令和5年12月5日(2023.12.5)

(51)国際特許分類	F I	
F 4 1 H 5/02 (2006.01)	F 4 1 H 5/02	
B 3 2 B 27/32 (2006.01)	B 3 2 B 27/32	E
A 4 1 D 31/28 (2019.01)	A 4 1 D 31/28	
A 4 1 D 31/24 (2019.01)	A 4 1 D 31/24	
A 4 1 D 31/02 (2019.01)	A 4 1 D 31/02	D
請求項の数 4 (全25頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2020-567878(P2020-567878)	(73)特許権者	520028531
(86)(22)出願日	令和1年5月31日(2019.5.31)		デュボン セイフティー アンド コンス
(65)公表番号	特表2021-527191(P2021-527191 A)		トラクション インコーポレイテッド
(43)公表日	令和3年10月11日(2021.10.11)		アメリカ合衆国 デラウェア州 1980
(86)国際出願番号	PCT/US2019/034895		5 ウィルミントン センター ロード 9
(87)国際公開番号	WO2019/236410	(74)代理人	100094569
(87)国際公開日	令和1年12月12日(2019.12.12)		弁理士 田中 伸一郎
審査請求日	令和4年5月17日(2022.5.17)	(74)代理人	100103610
(31)優先権主張番号	16/000,937		弁理士 吉 田 和彦
(32)優先日	平成30年6月6日(2018.6.6)	(74)代理人	100109070
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100119013
(31)優先権主張番号	16/353,381		弁理士 山崎 一夫
(32)優先日	平成31年3月14日(2019.3.14)	(74)代理人	100123777
最終頁に続く		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 形状適合性を有するポリエチレン生地及び該生地から製造された物品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

各突き刺しが互いの突き刺しから少なくとも1mmの距離隔てられている複数の突き刺しを有する、少なくとも10mmの幅を有する高延伸UHMWPE非フィラメント状シートを含む生地であって、前記生地内の前記複数の突き刺しが、スリット、穴、又は前記UHMWPE非フィラメント状シートの平面を貫通するフィラメントであり、前記複数の突き刺しの少なくとも50%が、配向方向に垂直な前記高延伸UHMWPE非フィラメント状シートを破らず、2500m/sを超える平均音速を有する生地。

【請求項2】

各UHMWPE非フィラメント状シートが互いに積み重ねられている、請求項1に記載の複数のUHMWPE非フィラメント状シートを含む生地。

【請求項3】

請求項1に記載の生地を含む物品。

【請求項4】

請求項2に記載の生地を含む物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐衝撃性又は耐切創性の積層体における使用に適した配向ポリエチレンシート

の生地に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

例えばWeedonらの米国特許第8,075,979号明細書に記載されているような超高分子量ポリエチレンポリマーのシートは、耐弾物品の構成要素としてのそれらの有効性について知られている。2つの同時方向に湾曲を有するものなどの起伏が大きい構成要素において使用される場合、圧着、引き裂き、座屈、又は永久的な拘束張力など、シートが損傷する傾向がある。そのため、複雑な形状で使用するために、破損せず容易に形状に適合する改良されたポリエチレンシートが必要とされている。更に、前記改良されたポリエチレンシートは、自立型且つ簡単に取り扱いすることができる生地として供給される必要がある。

10

## 【0003】

Kobayashiの米国特許第5,578,373号明細書には、後にスプリット化されるポリエチレン延伸材料が記載されている。この発明によるスプリット化ポリエチレン材料は、表面積が大きいいため、他の材料に容易にラミネートすることができ、高い強度及び柔軟性を有する。そのようなスプリット化フィルムを組み合わせることで、自立型の生地を製造することができる。しかしながら、この材料は、緩いスプリット化フィルムを、緩くて解けやすい状態でその後取り扱う必要があるという欠点を有している。

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

本発明は、少なくとも10mmの幅を有し、ある突き刺しが次の突き刺しから少なくとも1mmの距離隔てられている複数の突き刺しを有する、高延伸UHMWPE非フィラメント状シートを含む生地に関する。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0005】

【図1A-C】例示的な生地の突き刺しパターンの平面図を示す。

【図2】クロスプライされた非繊維状超高分子量(UHMWPE)ポリエチレン生地の断面を示す。

【図3】生地のドレープ性を測定するために使用したテストリグの端面図である。

【図4-7】本発明の生地の顕微鏡画像を示す。

30

## 【発明を実施するための形態】

## 【0006】

このセクションで言及される規格の日付及び/又は発行日は次の通りである：

A S T M D 7 7 4 4 - 1 1 は 2 0 1 1 年 9 月 に 発 行 さ れ た 。

A S T M D 4 4 4 0 - 0 7 は 2 0 0 7 年 3 月 に 発 行 さ れ た 。

M I L - D T L - 6 6 2 F は 1 9 9 7 年 1 2 月 に 発 行 さ れ た 。

M I L - D T L - 4 6 5 9 3 B は 2 0 0 6 年 に 発 行 さ れ た 。

N I J - 0 1 1 5 . 0 0 は 2 0 0 0 年 に 発 行 さ れ た 。

## 【0007】

生地

40

一実施形態では、生地は、複数の突き刺しを有する単一の高延伸UHMWPE非フィラメント状シートを含み、この中の1つの突き刺しは、次の突き刺しから少なくとも1mmの距離隔てられている。好ましくは、生地は少なくとも10mmの幅を有する。より好ましくは、生地は少なくとも40mmの幅を有する。更に好ましくは、生地は少なくとも100mmの幅を有する。最も好ましくは、生地は少なくとも200mmの幅を有する。

## 【0008】

別の実施形態では、生地は、複数の高延伸UHMWPEの非フィラメント状の積み重ねられたシートを含む。そのような生地の一実施形態では、積層体内の各シートは、あるシートの延伸方向を次のシートの延伸方向に対してずらすような向きで配置される。好ましい実施形態では、積層体内の各シートは、あるシートの延伸方向が次のシートの延伸方向

50

に対して直交するような向きで配置される。そのような生地のもう別の実施形態では、積層体内の各シートは、次のシートの延伸方向に対してずらさないように配置される、すなわち、全てのシートが同じ方向の延伸方向を有する。

【0009】

上述した生地では、シートの突き刺しは、スリット（切り込み）、穴、又はシートの平面を貫通するフィラメントであってもよい。好ましくは、スリット又は切り込みは、フィルムの延伸方向に製品を破ることなくフィルムが延伸方向に平行に分割されるように作られる。図1A及び1Bは、2つの突き刺しの配置又はパターンの例を示している。便宜上、これら2つの図の突き刺しは穴として示されている。図1Bは、複数の列の突き刺しが、最も上の配向フィルムの延伸方向に沿った位置を基準にして他の列の突き刺しに対してずらされているという点で、図1Aとは異なる。

10

【0010】

突き刺しは、生地を組み立て中又はその後に形成される。

【0011】

上述した生地では、ある突き刺しは、次の突き刺しから、少なくとも1、2、4、6、8、又は10mmの距離「d」だけ隔てられている。この文脈では、隣接する突き刺しの列は、互いに隣り合った突き刺しの列を意味する。図1A及び1Bにおいて、突き刺しの間隔は、最も小さいものであれば、縦方向の突き刺しの間（ $d_m$ ）であってもよく、横方向の突き刺しの間（ $d_x$ ）であってもよく、或いは対角線方向の突き刺しの間（ $d_d$ ）であってもよい。縦方向（MD）は周知の用語であり、ロールが機械上で形成される方向である。いくつかの実施形態では、ある列の突き刺しは、隣接する列の突き刺しに対してずらされていてもよい。ある突き刺しが次の突き刺しから少なくとも1、2、4、6、8、又は10mmの距離だけ隔てられている場合、突き刺しのランダムな配置も想定することができる。

20

【0012】

いくつかの実施形態では、複数の突き刺しの少なくとも10%、30%、50%、又は70%は、生地を完全には貫通しない。好ましくは、複数の突き刺しの100%が生地を完全には貫通しない。

【0013】

更なる実施形態では、上述した生地は、非UHMWPEポリマーフィルム、不織シート、織布、又はUHMWPEシートに隣接する接着剤を含み得る。

30

【0014】

シート又はシート積層体の平面を貫通させるために、ナイロンやポリエステルなどの任意の適切なフィラメント状材料を使用することができる。いくつかの実施形態では、これらのフィラメントは、シート又はシート積層体の平面に対して70~90度の角度でシート又はシート積層体の平面を貫通する。

【0015】

生地が複数のシートを含む場合、生地の子のシートの突き刺しは、シートが積層体へと組み立てられた後に行われることが好ましい。しかし、個々のシートに突き刺しを行ってから積層体へと組み立ててもよい。

40

【0016】

いくつかの実施形態では、生地は、複数のシート、好ましくは2枚又は4枚のシートを含み、シート間に配置された10gsmの最大目付を有する結合接着剤を含んでいてもよい。いくつかの実施形態においては、接着剤層の重量は8gsm未満、又は更には4gsm未満である。

【0017】

別の実施形態では、任意選択的な接着剤は、スクリム又は不織布であってもよい布地層を更に含む。

【0018】

例示的な生地が図1Cの10に示されている。この生地は、突き刺し13及び14がそ

50

それぞれの延伸方向 $MD_{11}$ 及び $MD_{12}$ に向くように配置された2つの層11及び12を含む。更に、層11は、その延伸方向が層12の延伸方向と直交するように配置されている。

【0019】

更なる例示的な生地が図2の20に示されており、これは2枚のUHMWPE配向シート21及び22、並びに2層の接着剤23を含む。一方のシート21の配向方向は、他方のシート22の配向方向に対してずらされる。好ましくは、2つの配向シート層21及び22は、互いに本質的に直交する配向を有する。「本質的に直交する」とは、2つのシートが互いに対して $90^\circ \pm 15^\circ$ の角度で位置していることを意味する。これは0/90配置と呼ばれる場合もある。

【0020】

2つの接着剤層23は図2に示されるように位置している。上述した生地20は、2枚のシートと2つの接着剤層を含む。シートは、0/90/0/90配置などで2枚より多くのシート又は2枚より多くの接着剤層を含んでいてもよい。

【0021】

接着剤が含まれないか数層のみの接着剤の構造も想定される。

【0022】

耐摩耗性ポリマーシートにラミネートされた構造のように、外側に接着剤を含まない構造も想定される。

【0023】

本明細書で説明される生地とは、そのような幅での製造のために特別に設計された大きい商業用の装置で製造できるような、約0.2m超且つ最大1.6m又はそれ以上である幅の、長方形の断面と滑らかな端部とを有する材料の薄片を指すことが意図されている。

【0024】

ポリエチレンシート

本開示の文脈において、シート、フィルム、又は単層という用語は交換可能である。シートは非フィラメント状であり、高度に配向されている。

【0025】

これらの高度に配向されたシートの突き刺しは、各層の配向方向に平行な長い裂け目を作成し、そのため分離されているか実質的に分離された構成要素を形成する。得られた生地は、面内せん断で大きく変形することができる。シートが高度に延伸（配向）されていない場合、例えばシートが縦方向と横方向の両方で同様の強度を有している場合には、生地は面内せん断下で目的の形状に適合しない。

【0026】

好ましくは、シートは、少なくとも $1.3 \text{ N / tex (15 gpd)}$ の引張強さを有する。

【0027】

本明細書で使用される「シート」という用語は、少なくとも10mm又は12.5mm以上、好ましくは20mm超、より好ましくは30mm超、より好ましくは40mm超、更には100mm超程度の幅を有する略長方形断面の滑らかな端部を有する超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)シート製品を指し、これは幅3mm以下程度の「繊維状」UHMWPE製品と区別するために特に使用される。本発明の代表的なUHMWPEシートは、最小圧力でキャリパーを使用して測定した場合に、少なくとも25mmの幅、0.02mm~0.102mm、好ましくは0.02~0.06mm、より好ましくは0.027~0.058mmの厚さ、及びASTM D7744-11において「M1」として定義される少なくとも約 $100 \text{ N / Tex}$ 、好ましくは少なくとも約115又は120 $\text{ N / Tex}$ 、より好ましくは少なくとも約140 $\text{ N / Tex}$ 、最も好ましくは少なくとも約160 $\text{ N / Tex}$ の第1の弾性率を有する。いくつかの実施形態においては、シートは、実質的に厚さと同様の幅を有する繊維状UHMWPEとは異なり、非常に大きい幅対厚さの比率を有する。本発明のUHMWPEシートは例えば25.4mmの幅と0.0635mmの厚さを有していてもよく、これは400:1の幅対厚さの比率を意味する。シートは

10

20

30

40

50

、約660Tex～約1100Tex又はそれ以上の線密度で製造されてもよい。高弾性ポリエチレンシートの幅に理論上の制限はなく、加工装置の大きさによってのみ制限される。

#### 【0028】

本明細書で使用される「UHMWPE」又は「UHMWPE粉末」という用語は、本発明のシートを製造するプロセスで使用されるポリマーを指す。UHMWPE粉末は、好ましくは少なくとも75%、より好ましくは少なくとも76%の、示差走査熱量計(DSC)により決定される結晶化度を有する。ポリマーは同様にDSCによって決定される220ジュール/グラムを超える比融解熱も有する。ポリマーの分子量は、少なくとも1,000,000、より好ましくは少なくとも2,000,000、最も好ましくは4,000,000超である。いくつかの実施形態においては、分子量は200万～800万、更には300万～700万である。処理中、ポリマーは、好ましくは、DSCによって決定される溶融の開始点よりも1 高い温度を超える温度にさらされないことが好ましく、好ましくは、圧延シートの形成中に溶融の開始点より低い温度に維持される。好ましくは、結晶構造は低い絡み合いを有する。低い絡み合いにより、本発明の高い弾性率を得るために必要とされる高い総延伸まで、ポリマー粒子を圧延及び延伸中に引き伸ばすことができる。本発明の非常に高い弾性率のテープを得るために、Ticona Engineering PolymersのGUR-168及びMitsui Chemicalsの540RU又は730MUなどの市販のポリマーを使用することができる。これらのポリマーは共に、135.5～137 に溶融の開始点を有する。本明細書で使用される低い絡み合いとは、本発明のUHMWPEテープで使用されるポリマー結晶構造の、引っ張られるか引き伸ばされながら高い延伸比まで容易に引き伸ばされる能力を指す。高度に絡み合った結晶構造を有するポリマーは、破損なく容易に伸ばされる能力を有しておらず、結果として特性が失われ、アモルファス含有量が多い(高い結晶化度を有さない)ポリマーは、必要とされる特性を発現することができない。UHMWPEポリマーの多くの分類は、高度にアモルファスであり、低い結晶化度を有する。結晶化度のパーセンテージは、示差走査熱量計(DSC)を使用して決定することができる。

#### 【0029】

本発明による高弾性UHMWPEシートの製造は、本明細書に記載の通りに2つの段階で、又は単一の処理工程で行うことができる。好ましくは、高くて効率的なスループットを得るために、本発明は、後続の延伸プロセスと組み合わせられた直接圧延プロセスを含む。この延伸プロセスは、配向プロセスと呼ばれる場合もある。本明細書の説明において、「総延伸」又は「総延伸比」という用語は、元のポリマー粒子の総伸び量を指す。伸びは、圧延と延伸の2つの工程で生じ、総延伸は、圧延における伸びに延伸中の伸びを掛けたものに等しい。延伸は複数の工程で達成されてもよく、その場合、総延伸は圧延延伸とそれぞれの個々の延伸工程との積である。最初の延伸又は圧延工程は、圧延されたシートを形成するためのポリマー粒子の引き伸ばしを含む。圧延中の伸び又は延伸量は、圧延後のポリマー粒子の長さを圧延前の粒子サイズで割ったものである。粒子が2倍引き伸ばされたシート又はウェブは、2倍に延伸されたものとみなされる。高弾性率用途に適した大幅に強い完成シートを製造するためには、圧延されたシートの延伸量は4～12倍であり、圧延における最も好ましい延伸量は5～11倍又は更には7～11倍である。したがって、これは、最も好ましくは、UHMWPE粒子が、圧延中に元の長さの5～11倍に引き伸ばされること又は長くされることを意味する。伸びが11の圧延シートは、伸びが2のシートと比較して、はるかに高い配向度を示す。例として、6の伸びまで圧延され、延伸工程で更に20倍に延伸されたシートでは、総延伸は6×20すなわち120である一方で、伸びが10である最初の圧延シートが20倍に延伸されたものは200の総延伸を有することになる。圧延延伸が5～9の場合、配向シートの一般的な後延伸範囲は18～25である。いくつかの用途に適した特性を得ることが可能な一方で、本発明による高弾性UHMWPEシートの製造では、総延伸比としても知られる総延伸は、好ましくは100超であり、ポリマーの分子量、結晶化度、及び結晶構造の絡み合いの程度に応じて、160又

10

20

30

40

50

は180又は200又はそれ以上まで高くてもよい。UHMWPEシートの配向及び弾性率は、総延伸又は延伸比が増加するにつれて増加する。本明細書で使用される「高度に配向された」又は「高延伸」シートという用語は、100以上の総延伸比まで延伸されたポリオレフィンシートを指し、これは、テープ内のポリマー粒子が一方向に元のサイズの100倍引き伸ばされたことを意味する。本発明によるUHMWPEの延伸中に、長さ、材料の配向、強度や弾性率などの物理的引張特性、融解熱、及び熔融温度などのいくつかの特性が典型的には増加する。伸び、厚さ、及び幅は典型的には減少する。いくつかの実施形態では、圧延伸は、130～136.5又は130～136の範囲の温度で行われる。好ましい範囲は134～136である。

#### 【0030】

好ましくは、シートは、 $60\text{ g/m}^2$ 以下の最大目付、 $25\text{ }\mu\text{m}$ ～ $75\text{ }\mu\text{m}$ の厚さ、及び $600\sim 950\text{ kg/m}^3$ の密度を有する。別の実施形態では、シートの最大目付は、 $50\text{ g/m}^2$ 又は $35\text{ g/m}^2$ 又は $30\text{ g/m}^2$ 又は $25\text{ g/m}^2$ 又は $20\text{ g/m}^2$ 以下であってもよい。更に別の実施形態では、シートの密度は、 $600\sim 850\text{ kg/m}^3$ 又は $600\sim 750\text{ kg/m}^3$ 又は $600\sim 680\text{ kg/m}^3$ である。

#### 【0031】

シートの密度は、元のシートを永久的に変形させるのに十分な圧力下で製造後に圧縮されると増加し、シートが十分に高い圧力下にある場合には、最終的にポリエチレン結晶の密度に近づく。高温で圧縮すると、シート密度は更に増加する。

#### 【0032】

##### 接着剤

図2中の任意選択的な接着剤23は、隣接するシートを一体に結合させるために、各シートの表面に隣接して配置される。好ましくは、各接着剤層は、 $10\text{ gsm}$ 以下の坪量を有する。

#### 【0033】

接着剤の適切な例としては、ウレタン、ポリエチレン、ポリアミド、エチレン-オクテンコポリマーを含むエチレンコポリマー、エチレン酢酸ビニルコポリマー、エチレンアクリル酸コポリマー、エチレン/メタクリル酸コポリマー、アイオノマー、メタロセン、及びスチレンとイソプレン又はブタジエンとのブロックコポリマーなどの熱可塑性ゴムが挙げられる。接着剤は、圧縮工程時に隣接するシートが互いに対してずれる傾向を軽減するための揺変剤を更に含んでもよい。好適な揺変剤としては、その形状が樹状（その代表例はDuPont（商標）Kevlar（登録商標）アラミド繊維パルプである）、球状、平板状、若しくはロッド状として特徴付けることができる有機粒子、又はシリカ若しくはアルミニウム三水和物などの無機粒子が挙げられる。接着剤は、色、耐火性、臭気、生物活性、異なる表面エネルギー、及び耐摩耗性などの他の望まれる属性を作り出すために、ナノ材料や難燃剤などの他の機能性添加剤を更に含有していてもよい。

#### 【0034】

いくつかの実施形態では、接着剤は、シート、ペースト、又は液体の形態であってもよく、スクリム又は不織布であってもよい布地層を更に含んでもよい。

#### 【0035】

##### 物品

上述した生地は、物品の構成要素であってもよく、典型的な例は、耐弾性又は耐切削性の物品である。

#### 【0036】

物品中の生地枚数又は生地を含むシートの枚数は、完成品の設計要件に基づいて変動する。物品中の生地の典型的な重量は、 $0.1\sim 600\text{ kg/m}^2$ 又は $1\sim 60\text{ kg/m}^2$ 又は更には $1\sim 40\text{ kg/m}^2$ の範囲である。いくつかの実施形態では、物品は、接着剤が流動する温度であるが生地シートが配向及びその結果としての機械的強度を失う温度未満の温度で生地の積層体を圧縮することにより形成される。典型的には、接着剤は積層体中のポリエチレンテープ+接着剤の合計重量の15%以下で含まれる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 7 】

物品は、マトリックス樹脂中に埋め込まれた連続フィラメント繊維の少なくとも1つの層を更に含んでいてもよい。繊維は、織布、縦糸又は横糸が挿入編みされた生地、不織布、又は一方向生地の形態で供給されてもよく、これらの用語は繊維製品分野の当業者に周知である。

## 【 0 0 3 8 】

「マトリックス樹脂」とは、中に繊維が埋め込まれるかコーティングされる、本質的に均質な樹脂又はポリマー系材料を意味する。ポリマー樹脂は、熱硬化性であっても熱可塑性であってもよく、或いはその2つの混合であってもよい。適切な熱硬化性樹脂としては、PVBフェノール、エポキシ、ポリエステル、ビニルエステルなどのようなフェノール樹脂が挙げられる。適切な熱可塑性樹脂としては、エラストマーブロックコポリマー、ポリビニルブチラル、ポリエチレンコポリマー、ポリイミド、ポリウレタン、ポリエステルなどのブレンドが挙げられる。

## 【 0 0 3 9 】

物品のいくつかの実施形態では、複数の突き刺しの少なくとも50%は、配向方向に垂直に高延伸UHMWPE非フィラメント状シートを破らない。

## 【 0 0 4 0 】

## 防弾

本出願との関係において、材料の表面に平行な平らな端部で衝突させた鋼製の直円柱により材料が衝撃を受けた際に、材料の面密度で正規化された発射体の運動エネルギーを材料が少なくとも15 J / (kg / m<sup>2</sup>)まで吸収できる場合、その材料は「防弾性又は耐弾性」を有すると定義され、ここでの発射体の質量は約1.04 gであり、発射体の直径は約5.56 mmである。好ましくは、突き刺しを有する生地は、初期設定でSonisys OPUS - 3D超音波トランスデューサーを用いて試験した場合に少なくとも2500 m / sの平均音速を有する。平均音速は、一か所で10回の測定、すなわち最も大きい音速を有する2つの方向でそれぞれ5回の測定の平均として定義される。

## 【 0 0 4 1 】

## 試験方法

## シートの引張特性

シートの引張特性は、ASTM D7744 - 11に従って決定した。全幅で張力をかけてシートの試験を行うことが実用的でない場合には、試験片はシートからストリップを剥がすことによって準備した。ストリップの幅は約2~4 mmであり、縦方向に平行であった。これらは、シートの初めから終わりまで約1 mm幅のフィレット鋼帯を静かに引っ張ることによって、シート端を引き裂いてから配向方向に平行にシートの初めから終わりまで引き裂きを進めることにより剥がした。ストリップを指の間に軽く通すことにより、端から緩んだフィブリルを除去した。試験片に、Scotch (登録商標) Magic (商標) テープ (3M, Saint Paul, Minnesota) でタブを付けた。弾性率は、ASTM D7744で定義されている通りにM1とする。

## 【 0 0 4 2 】

## シートの寸法及び質量

別途記載がない限り、1 mmを超える長さの寸法は目で1 mmまで正確に定規を用いて測定した。シートの厚さは、平らな面の間にシートを接触させ、ノギスを介してシートを手で自由に引っ張ることができない最大表示値として厚さを得ることで、0.01 mmまで正確にノギスを用いて測定した。線形質量についてのシートストリップの質量及び密度の測定は、0.001 gまでの精度の重量スケールで測定した。

## 【 0 0 4 3 】

## シートの線密度及び密度

シートの線密度は、引張試験片について上述した方法を使用してストリップを形成し、上述した通りに長さ及び質量を測定し、線密度を計算することにより計算した。シート密度は、線密度をシートの厚さ(上述した通りに測定)及びシートストリップ幅で割ることに

10

20

30

40

50

より計算した。シートストリップの幅は、可動ノギスのジョウの移動方向に平行にシートストリップの幅断面寸法を配置し、ノギスの幅をゆっくりと狭め、シートがノギスのジョウの間を自由に通過しない時点のシートの最も大きい値を幅とすることにより、0.01 mmまで正確にノギスで測定した。

#### 【0044】

弾道貫通性能：生地積層体の防弾試験は、標準手順MIL STD - 662F (V50 Ballistic Test for Armor)に従って行った。試験は、積層体標的に対して端部を衝突させた1.04グラムのオイルロッドスチールの直円柱を使用して行った。各実施例について、1つの物品を、各標的に0度の傾斜で発射する10回の射撃で試験した。

#### 【0045】

耐切創性

耐切創性は、ASTM F2992 / F2992M - 15に従って測定した。

#### 【実施例】

#### 【0046】

以下の実施例は本発明を例証するために与えられ、いかなる仕方でもそれを限定すると解釈されるべきでない。別に指示されない限り、部及びパーセントは全て、重量による。本発明のプロセス又は複数のプロセスに従って調製された例は、数値によって示される。対照又は比較例は文字で指示する。

#### 【0047】

ステッチボンディングされた生地の構成

ステッチボンディングは、繊維製品分野で周知の用語であり、生地又はシート全体に縫われた又は編まれたステッチによって繊維を連結する手法である。これはキルティングとしても知られている。

#### 【0048】

本発明の実施例1～24及び比較例A～Cの生地は、幅約24cmの高延伸UHMWPE (Tensylon (登録商標)グレードHS、DuPont Safety & Construction, Wilmington, DE、100倍超に延伸、延伸した状態でASTM D7744 - 11により測定した場合に1デニールあたり21.5 ± 0.5グラム重の典型的な引張強さを有する)のシートに突き刺しを行うことにより形成した。シートの線密度は約108,000デニールであった。フィルムに、滑らかな軸を有する従来のバブ付き縫い針を使用して、横方向に幅約1.8mm (dx)のコースで突き刺しを行った。これは高延伸UHMWPEシートをスプリットさせる傾向があったものの、延伸方向に垂直に破らなかつた。その後、これを、ステッチボンディング機を使用して、同じプロセスで77-dtex / 34-フィラメントのテクスチャード加工されたナイロンで縫い合わせ、0-1 / 1-2トリコットステッチにした。トリコットステッチは、縦方向に約2.5mm離れていた。全ての場合において、生地を安定させて取り扱い性を改善するために、生地を軽量のポリマー不織スクリムに結合させた。

#### 【0049】

実施例1

上述した生地は、Tensylon (登録商標)の高延伸UHMWPEノンリットシート1枚と、公称30gsmの坪量を有するポリエチレンストランドのクロスプライオープンメッシュ生地 (JX Nippon ANCI Inc, Kennesaw, GAのCLAF) 1層とを組み合わせるにより製造した。いわゆる「テクニカルフェイス」のステッチ糸を捕捉するためにオープンメッシュ生地を使用した。これは、生地を横方向に更に安定化させ、その後の将来の成形用の熱可塑性樹脂としても使用可能である。「テクニカルフェイス」は、ステッチボンド生地の分野で理解される用語であり、例えばWildemanの米国特許第9,049,974号明細書において言及されている。生地を、ASTM F2992 / F2992M - 15に従って、縦方向に垂直な耐切創性について試験した。試験結果をANSI / ISEA 105 - 2016に従って評価したところ、

10

20

30

40

50

A 2 の耐切創性能レベルを有していた。

【 0 0 5 0 】

#### 実施例 2

実施例 1 と同様の生地を製造したが、オープンメッシュ生地を公称 5 0 g s m の坪量のナイロン不織布に置き換えた。

【 0 0 5 1 】

#### 実施例 3

実施例 2 と同様の生地を製造したが、2 層の T e n s y l o n (登録商標) シートを含んでいたため、生地の評量、厚さ、及び破断力が増加した。2 枚の T e n s y l o n (登録商標) シートは、同じ方向の延伸で位置合わせした。

【 0 0 5 2 】

#### 実施例 4

実施例 2 と同様の生地を製造したが、3 層の T e n s y l o n (登録商標) シートを含んでいたため、生地の評量、厚さ、及び破断力が更に増加した。T e n s y l o n (登録商標) シートは、同じ方向の延伸で位置合わせした。

【 0 0 5 3 】

#### 実施例 5

実施例 2 と同様の生地を製造したが、4 層の T e n s y l o n (登録商標) シートを含んでいたため、生地の評量、厚さ、及び破断力が一層増加した。T e n s y l o n (登録商標) シートは、同じ方向の延伸で位置合わせした。

【 0 0 5 4 】

#### 実施例 6

実施例 2 と同様の生地を製造したが、5 層の T e n s y l o n (登録商標) フィルムを含んでいたため、生地の評量、厚さ、及び破断力が更に増加した。T e n s y l o n (登録商標) シートは、同じ方向の延伸で位置合わせした。生地を、A S T M F 2 9 9 2 / F 2 9 9 2 M - 1 5 に従って、縦方向に垂直な耐切創性について試験した。試験結果を A N S I / I S E A 1 0 5 - 2 0 1 6 に従って評価したところ、A 3 の耐切創性能レベルを有していた。

【 0 0 5 5 】

#### 実施例 7

実施例 2 と同様の生地を製造したが、7 層の T e n s y l o n (登録商標) フィルムを含んでいたため、生地の評量、厚さ、及び破断力が更に増加した。T e n s y l o n (登録商標) シートは、同じ方向の延伸で位置合わせした。

【 0 0 5 6 】

#### 実施例 8

実施例 3 と同様の生地を製造したが、T e n s y l o n (登録商標) シートを、延伸方向が生地の縦方向と横方向が交互になるように方向を合わせた。この生地は、依然として形状適合性を維持しながらも、バランスの取れた二軸強度と剛性を提供する。

【 0 0 5 7 】

#### 実施例 9

実施例 2 と同様の生地を製造したが、これは縦方向と横方向に交互に方向が合わせられた合計 9 枚の超延伸 U H M W P E シートを有しており、縦方向に方向が合わせられたシートが生地面に最も近い外側であった。この生地は大きい二軸破断力及び剛性を付与したが、依然として形状適合性を有していた。

【 0 0 5 8 】

#### 実施例 1 0

実施例 8 と同様の生地を製造したが、これは高延伸 U H M W P E シート層の間、及び U H M W P E シート層と生地面との間にポリマーフィルムも含んでいた。ポリマーフィルムは D u P o n t (商標) S u r l y n (登録商標) ブランドのアイオノマーであり、およその坪量は 4 g s m であった。この生地は大きい二軸破断力及び剛性を付与したが、依

10

20

30

40

50

然として形状適合性を有していた。生地は、更に熱可塑性成形によりその形状を固定することができたであろう。

【0059】

#### 実施例11

ポリマーフィルムを6gsmの坪量のポリエチレンコポリマー(Spunfab, Ltd., Cuyahoga Falls, OHの製品コード412DPF)の不織スクリムで置き換えたことを除いては、実施例10と同様の生地を製造した。この生地は大きい二軸破断力及び剛性を付与したが、依然として形状適合性を有していた。生地は、更に熱可塑性成形によりその形状を固定することができたであろう。

【0060】

#### 実施例12

実施例6の生地のステッチ糸を、Tensylon(登録商標)シートを無傷のままにしながら生地から注意深く取り除いた。シートは、各シート層の隣接する構成要素間で、リガンドで相互接続されているように見えた。ポリエチレンシートの構成要素を接続リガンドから手作業で剥がし、その後ASTM D7744-11に従って引張強さについて試験した。得られた平均の引張強さは、1デニールあたり21.3グラム重であった。これは、上述した生地製造の前に延伸したままの状態に試験したフィルムの典型的な引張強さの範囲内である。このことは、滑らかな側面を有する針を使用すると、高延伸であるが形状に適合しないUHMWPEシートの有用な補強特性を、形状適合性を有する生地へと本発明が効果的に変換できることを証明している。

【0061】

#### 実施例13

実施例6の生地の2つの層を、500デニールのナイロン6,6の織布スタイルCTD500の層の間に配置し、ゴムバンドで木片に固定し、最高のチェーン速度で動くチェーンソーにかけた。ナイロン生地の最上層はすぐに断ち切られた。しかし、生地の最上層にある高延伸UHMWPEシートの構成要素は、本発明の生地の2番目の層にチェーンがダメージを与えることができる前に、生地から剥がれ、チェーンと共にドライブギアの中に戻り、その後チェーンソーがすぐに詰まった。このことは、生地がチェーンソーに対して有益な保護を与えられることを証明している。

【0062】

#### 実施例14

実施例1~11に記載の生地を、手で2つの方向に変形させた。それらは全て、座屈することなく二方向の湾曲に同時に順応し、継続的な張力をかけずに変形した形状を維持できることが証明された。これは、本発明が、形状適合性を有さない材料から形状適合性を有する生地を形成できることを示している。

【0063】

#### 実施例15

実施例10に記載の生地を、125の温度及び34Barの圧力で平行な鋼製プラテンの間で加熱し、次いで加圧下で室温まで冷却してから圧力を解放した。生地は、接着フィルムの溶融及びその後の凝固により硬くなった。これは、熱及び圧力によって硬くすることができる生地を製造するために本発明を使用できることを実証している。

【0064】

#### 実施例16

実施例2に記載の生地を室温硬化エポキシ樹脂(West MarineのWest Systems Type 105)で濡らし、その後直角に曲げて硬化させた。生地は硬くなり、その形状を維持した。これは、本発明が複雑な湾曲している複合物品の補強を可能にし得ることを実証している。

【0065】

#### 実施例17及び比較例A

高延伸UHMWPEフィルム(DuPontのTensylon(登録商標)HS)で

10

20

30

40

50

補強された、実施例 6 及び 8 で上述した生地（それぞれ一軸及び二軸強化された生地）を、比較の生地である比較例 A（DuPont の Tensylon（登録商標）HSBD30A）と共に、 $38\text{ cm}^2$  のオリフィス及び初期設定で Textest FX-3300 測定装置（Textest AG, Schwerzenbach, Switzerland より）を使用して、ASTM D737-04 に従って透気率について試験した。本発明の生地の実施例 6 及び 8 の両方の複数の測定値について、平均空気流を  $6.5\text{ cm}^3/\text{s}/\text{cm}^2$  で測定した。空気流は、先行技術の比較例の測定には低すぎた。これは、本発明が、流体の流れを可能にできる生地を形成することにより、比較技術を改善することを実証している。これは、個人の快適さにおける空気の流れ、並びに複合材料の含浸及び結合における液体の流れに有用である。

10

【0066】

実施例 18

Tensylon（登録商標）高延伸ポリエチレンシート 5 層と、テクニカルフェイスの CLAF クロスプライオープンメッシュ生地 1 層とから形状適合性を有する生地を製造した。フィルムに、横方向に幅約  $1.8\text{ mm}$  のコースで突き刺しを行った。その後、これを、ステッチボンディング機を使用して、同じプロセスで 77-dtex/34-フィラメントのテクスチャード加工されたナイロンで縫い合わせ、0-1/1-2 トリコットステッチにした。生地を、ASTM F2992/F2992M-15 に従って、縦方向に垂直な耐切創性について試験した。試験結果を ANSI/ISEA 105-2016 に従って評価したところ、A3 の耐切創性能レベルを有していた。

20

【0067】

比較例 B

高延伸ポリエチレンシートの複数の層の代わりに、DuPont Teijin Films, Hopewell, VA の二軸配向した溶融押出ポリエステルフィルム、0.92 ゲージ（約 23 マイクロメートル）を組み込んだことを除いては、上の実施例 18 と同様の生地を製造した。得られた生地は、フィルムを通る穿孔による穴が一貫して縦に裂けてほぼ分離された個々のストリップを形成するのではなく、分離された穴の周期的な配列のままであったため、せん断適合性を有していなかった。この比較例は、請求項に記載の発明が単なる溶融押出で製造された穴あきシートではなく、高度に延伸されているものであることから、元のシートからほぼ切り離された平行なストリップを形成する製造プロセスのために、突き刺しによる穴が張力下及び/又はせん断下で伝播して延伸方向に平行な裂け目を形成することを実証している。そのような特性は、溶融押出フィルムでは実用的ではない。

30

【0068】

比較例 C

高延伸ポリエチレンシートの複数の層の代わりに、中程度に一軸延伸されたポリエチレンシートの単層（縦方向に元の長さの約 6 倍延伸）を使用したことを除いては、上の実施例 18 と同様の生地を製造した。総坪量は実施例 18 と同様であった。約 7 倍の一軸延伸は、通常のフィルム溶融押出で可能な延伸の実用的な上限に近い。

【0069】

得られた生地は、フィルムを通る穿孔による穴が一貫して縦に裂けてほぼ分離された個々のストリップを形成するのではなく、分離された穴の周期的な配列のままであったため、せん断適合性を有していなかった。この比較例は、請求項に記載の発明が任意の量の一軸延伸で製造された単なる穴あきシートではないことを実証している。代わりに、本発明は、元のシートからほぼ切り離された平行なストリップを形成する製造プロセスのために、シートにおいて上述したような優先的に裂け目が伝播する特殊な特性を必要とする。そのような特性は、約 7 以下の延伸比で一軸延伸されたシートでは実用的ではなく、代わりに、多くの場合は複数の工程で行われるより高度の延伸が必要とされる。

40

【0070】

実施例 19

50

形状適合性を有する生地を、Tensylon（登録商標）の高延伸ポリエチレンシート1層と、パラアラミド繊維の絡み合った不織布（DuPont（商標）Kevlar（登録商標）ブランドのアラミド繊維から製造されたDuPont（商標）「Z11」不織布）1層とから製造した。フィルムに、横方向に幅約1.8mmのコースで突き刺しを行った。その後、これを、ステッチボンディング機を使用して、同じプロセスで77-dtex/34-フィラメントのテクスチャード加工されたナイロンで縫い合わせ、0-1/1-2トリコットステッチにした。この実施例は、生地のテクニカルフェイスにある横方向の補強構成要素が追加の機能（この場合はパラアラミド不織布に固有の耐切創性、耐引裂性、及び熱保護）を有し得ることを実証している。

【0071】

10

#### 実施例20

生地がA-B-A-Bの順の4層を含み、AがTensylon（登録商標）シートであり、BがZ11パラアラミド不織布であり、層Bが生地のテクニカルフェイスであることを除いては、実施例19と同様の形状適合性を有する生地を製造した。この実施例は、本発明の生地が生地の平面に繊維状材料を組み込むこともでき、それが嵩高さ、耐摩耗性、及び靱性などの望まれる特性を高め得ることを実証している。

【0072】

#### 実施例21

生地がA-B-A-B-A-Bの順の6層を含み、AがTensylon（登録商標）高延伸ポリエチレンシートであり、BがZ11パラアラミド不織布であり、Bが生地のテクニカルフェイスにあることを除いては、実施例19と同様の形状適合性を有する生地を製造した。この実施例は、本発明の生地の内層を繊維質材料で製造できることを実証している。

20

【0073】

#### 実施例22

コースの幅が約3.6mm幅であることを除いては、実施例18と同様の形状適合性を有する生地を製造した。生地は、実施例18で形成した生地よりも変形に抵抗したが、二方向に湾曲した形状に変形し、拘束なしに変形した形状を維持した。これは、本発明が、生地の剛性（コースが大きいほど増加する）と柔軟性及び延伸性（コースが小さいほど増加する）との間の折り合いを可能にできることを示している。そのような折り合いは、ジオテキスタイルなどの、ある程度の形状適合性を要するが衣類で必要とされるほどは要さない生地にとっては有用な場合がある。

30

【0074】

#### 実施例23

全て縦方向に平行な延伸方向に整列した5枚の高延伸UHMWPEシートと、約30gsmの坪量のCLAFクロスプライオープンメッシュ生地1層とを含む実施例6のステッチボンディングされた生地を、上述した通りに製造した。クロスプライされたCLAF生地を使用して、テクニカルフェイスのステッチ糸を捕捉し、横方向の生地に追加的な安定性を付与した。

【0075】

40

#### 実施例24

実施例23で製造した2枚の生地を、テクニカルフェイスが接触するように互いに垂直に配置した。結果として、高延伸UHMWPEシートの中央平面の法線は反平行であった。この組立体を、121に加熱された鋼製プラテン間で60Barの圧力まで加圧し、次いで加圧下で25まで冷却した。本発明の生地を複合生地に結合することにより、得られたラミネートされた生地を実施例1の教示に拡張した。高延伸UHMWPEシートは二軸配向していたため、生地は二方向に有用な引張強さを有していた。

【0076】

#### 突き刺しによる高延伸フィルムからのコンフォーマル生地形成の実施例

実施例25～47及び比較例D～Fの生地は、バープ付きの針で生地を開け、層の

50

構成要素を引っ掛け、それらと共に材料の下層に穴を開けることで自立生地を形成するニードル織機に材料の複数の層を通過させることによって作製した。以下の実施例の生地は、製造中に取り扱い易くするために、その最下層として約30 gsmのナイロン繊維不織基材を有していた。ニードル織機は繊維製品業界で周知の技術である。

【0077】

下の実施例34でニードル処理された生地の顕微鏡写真は、1平方センチメートルあたり約30の密度の突き刺しのランダムなパターンを示した。実施例25～37は全て同じ突き刺し条件を使用して製造したため、これら全ての実施例で同様の突き刺しパターンが予期される。穴パターンのランダム性も穴密度も本発明の制限ではない。従来の教示とは対照的に、いくつかの実施形態では、ランダムでない穴のパターンが好ましい場合がある。

10

【0078】

実施例25

幅約24cm、線密度約108,000のDuPont(商標)Tensylon(登録商標)高延伸ポリエチレンシート、グレードHSの単層を、前述した通りにナイロン不織基材上にニードル処理した。ポリエチレンシートの構成要素がTensylon(登録商標)シートから解放されて基材に渡されて、自立した接続された生地構造を形成した。これは、高延伸ポリエチレンシート自体を使用して、絡み合った生地に絡み合いを作り出すことができるという、本発明の実施形態を実証している。高延伸ポリエチレンシートの強度、剛性、及び低い摩擦係数を考慮すると、これは驚くべき結果である。得られた生地は形状適合性を有していた。

20

【0079】

実施例26

ポリエステル繊維の中綿を、実施例25で使用したのと同じTensylon(登録商標)シート材料にニードル処理し、次いで上述したランダムな穴パターンを使用して、予め絡み合わせたパラアラミド不織布(DuPont(商標)Kevlar(登録商標)Z11)の中にニードル処理した。得られた生地は形状適合性を有していた。

【0080】

実施例27

ポリエステル繊維の中綿を、実施例25で使用したのと同じTensylon(登録商標)シート材料の中にニードル処理し、次いでいくつかの針を取り外したニードルボードのランダムな穴パターンを使用して、予め絡み合わせたパラアラミド不織布(DuPont(商標)Kevlar(登録商標)Z11)の中にニードル処理し、縦方向に平行な幅約2cmのストリップを形成したところ、この中の高延伸ポリエチレンシートは破損していなかった。1層のポリエステル不織布と、1枚のポリエチレンシートと、1層のp-アラミド不織布とをこの順で含む得られた生地は、形状適合性を有していたが、実施例26で形成した生地よりも形状適合性は小さかった。これは、リップストップ生地などの、耐荷重性又は耐引き裂き性のために周期的で大きな元の状態の構成要素を必要とする生地に有用な場合がある。

30

【0081】

実施例28

レーン間隔 $d_x$ の幅が約4cmであることを除いては、実施例27と同様の生地を形成した。これは、本発明が特定の幅のストリップに制約されないことを実証している。生地は形状適合性を有していた。

40

【0082】

実施例29～31

ポリエステル繊維の中綿の代わりに、公称長52mmのパラアラミド繊維(DuPont(商標)Kevlar(登録商標))のばらの中綿をTensylon(商標)高延伸ポリエチレンシートの中にニードル処理し、次いで予め絡み合わせたパラアラミド不織布(DuPont(商標)Kevlar(登録商標)Z11)の中にニードル処理したことを除いては、実施例26～28のものと同様の生地を形成した。これは、本発明の絡み合

50

った繊維が、高延伸シートを貫通する繊維に高い強度及び追加の機能性（この場合、高強度、耐切削性、及び耐熱性）を有し得ることを実証している。また、これは、ばらの繊維を直接組み込むことによって本発明の生地を形成できることも実証している。生地は形状適合性を有していた。

【0083】

#### 実施例32

幅10cmのUHMWPEテープフィルム(DSM Dyneema LLC, Greenville, NCのDyneema BT10)から製造された平織りの168gsmの生地2層を、1平方センチメートルあたり約32の突き刺し(穴)でナイロン不織布担体の中に突き刺した。生地は形状適合性を有していた。これは、本発明の高延伸シート基材がテープフィルムへと細長く切られた場合に、製織プロセスに適していることを実証している。

10

【0084】

#### 実施例33

穴の密度を1平方センチメートルあたり約60個の穴に増やしたことを除いては、実施例32と同様の生地を製造した。これは、本発明がある特定の穴密度のものに限定されず、むしろ高延伸ポリエチレンフィルムが非常に密なパターンの穿孔にも耐え得ることを実証している。生地は形状適合性を有していた。

【0085】

#### 実施例34

直鎖状低密度ポリエチレン接着剤(DuPont(商標)Tensylon(登録商標)スタイルHSBD30A)でラミネートされた、高延伸ポリエチレンシートのクロスプライされた不織ラミネート生地を、本質的にランダムなパターンで1平方センチメートルあたり約30の突き刺しでナイロン不織布にニードルパンチした。ラミネートされた生地は形状適合性を有していた。

20

【0086】

#### 実施例35

実施例33で形成した生地の高延伸ポリエチレンシート成分を含む積層体を、ナイロン不織布から剥がした。これは、突き刺しによって透過性が付与される場合には、これらの実施例において処理し易くするために使用される不織基材が、本発明の必須の要件ではないことを実証している。生地は形状適合性を有していた。

30

【0087】

#### 実施例36

実施例34で製造したクロスプライされラミネートされた高延伸ポリエチレンシートの穴あき生地を、実施例17及び比較例Aに記載した通りに透気率について測定した。平均透気率は $6.5 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}^2$ であった。比較例Aを考慮すると、これは、本発明が、最初は本質的に不透性の出発材料から透過性の生地を形成できることを実証している。

【0088】

#### 実施例37

実施例35で製造したクロスプライされラミネートされた高延伸ポリエチレンシートの穴あき生地を、最初は正方形の形状から直角ではない平行四辺形へと手でせん断変形させた。生地は、皺が寄ることなく手で簡単に25度せん断変形された。このことは、高延伸ポリエチレンフィルム層の延伸方向の配向が最初の90度から65度に変化したことを表している。これは、皺が寄ることなしに複数の方向に湾曲を有する強化された熱可塑性の構成要素を製造するために本発明を使用できることを実証している。対照的に、比較例Aは、手でせん断変形させて直角ではない平行四辺形にすることはできなかった。

40

【0089】

#### 実施例38～40及び比較例D

DuPont(商標)Tensylon(登録商標)HSBD30Aを使用したクロスプライされラミネートされた高延伸ポリエチレンシートの穴あき生地を、ニードル織機を

50

用いて、実施例 35 と同様であるが異なる突き刺し密度とパターンで製造した。予想されるランダムな突き刺しの列だけでなく、長方形の突き刺しの配列も生成するために、ニードル織機の配置には特別な注意を払った。

【 0 0 9 0 】

幅 2 c m のクロスプライされた生地のスリップを、スリップの長手方向が生地ロールの長手方向に平行又は垂直になるように切断した。スリップを、重力に垂直な滑らかな表面上に平らに置き、生地のカンチレバー型部分の先端が、スリップの最初の方向に平行であるが滑らかな表面から 5 4 m m 下に位置する定規に距離「 f d 」で接触するまで、表面の端からゆっくりと滑り落とした。これは図 3 に示されている。各生地の各方向で生地の各面を上にして複数のスリップを測定し、カンチレバー型部分の平均長さを記録した。これは、生地のドレープ性の尺度である。カンチレバー型部分が定規まで落ちる平均距離「 d 」が減少するのに伴い、ドレープ性が増加する。

10

【 0 0 9 1 】

穴あき生地の 4 5 層のサンプルを、 2 2 . 8 x 2 2 . 8 c m の正方形に、生地の縦方向及び横方向に平行に切断し、 2 0 4 B a r の圧力で鋼製のプラテン間で圧縮した。付着を防ぐために、フッ素ポリマーで処理されたファイバークラスの離型プライを、鋼製プラテンとサンプルとの間に配置した。その後、プラテンを 1 1 0 で 2 0 分間加熱し、次いで 4 0 未満に冷却してから圧力を解放した。得られた成形した試験板を、高速衝撃によって辛うじて穴を開ける平均速度（「 V 5 0 」）について試験した。表 1 には、単層の突き刺し密度、突き刺しパターン、平均カンチレバー距離（ドレープ性に反比例）、及び圧縮成形した試験板の V 5 0 が、突き刺しのない同じ材料の対照と共に示されている。

20

【 0 0 9 2 】

【表 1】

表 1: 実施例 38 - 40 についてのドレープ性及び防弾データ

サンプル	突き刺し パターン	突き刺し 密度 (cm <sup>-2</sup> )	平均カンチ レバー距離 (cm)	45 層の試験 板の面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	45 層の 試験板の 厚さ(mm)	45 層の 試験板の V50 (m/s)	吸収された 比エネルギー — (J- m <sup>2</sup> /kg)
比較例 D	なし	0	175	5.21	5.4	549	31.9
実施例 38	長方形の 配列	2.3	165	5.17	5.4	535	30.6
実施例 39	長方形の 配列	4.2	130	5.24	5.4	535	30.2
実施例 40	ランダム	26.4	129	5.39	5.7	404	16.7

30

【 0 0 9 3 】

表 1 は、現在の技術についてのいくつかの驚くべき知見を明らかにしている。ニードルパンチの当業者は、好ましい突き刺しパターンがランダムであると想定するであろう。この典型は、Hoechst Celanese による the Dictionary of Fiber & Textile Technology であり、これには、ニードル織機では「針は整列していない配列で配置される」と定義されている。実施例 40 と実施例 39 を比較すると、ドレープ性を大幅に向上させるために、突き刺しのランダムな配列を形成する必要があるという従来知見は不要なようである。更に、驚くべきことに、実施例 39 と 40 を比較すると、いくつかの実施形態では、最終使用効率を改善するために、従来知見で受け入れられているランダムな配列よりも、規則正しい（ここでは長方形の）突

40

50

き刺しの配列が好ましい場合があるようである。実施例 38 及び 39 を比較例 D と比較すると、本発明は、従来技術と比較して少なくとも衝撃保護能力の大部分を依然として保持する、強化されたドレープ性を有する生地を可能にするようである。

【0094】

実施例 41 ~ 43 及び比較例 B

上の実施例 38 から 40 に従って製造した材料を、熱成形機 (Formech, Middleton, Wisconsin のモデル 686) で評価した。610 mm x 610 mm の正方形を、テーブルの孔から真空引きすることによって孔の開いたテーブルに保持し、その後シリコンゴムの座面を有する楕円形のアルミニウムリングで更に固定した。高さ約 130 mm、軌道長半径 230 mm の半楕円形のアルミニウム製の成形されたプラグをサンプル材料の中に押し上げ、全て室温 (約 22 ) で複合湾曲を持たせた。比較として、DuPont (商標) Tensylon (登録商標) HA120 の突き刺しされていないフィルムから製造された積層体の単一の層について、高温が複合湾曲に形状を一致させることを可能にするのに十分なほど生地を柔らかくすることを見込んで、約 22 ~ 100 の様々な温度で同じ試験を行った。本発明の実施例の室温のサンプルは、皺がほとんど又は全くない状態でかけられた複合湾曲に形状を一致させることができ、皺の量は突き刺し密度に反比例した。対照的に、いずれの温度においても、比較例の生地はかなり皺を有していた。これは、レドームやヘルメットなどの有益な形状に特徴的な大きい複合湾曲であっても、比較材料の生地に固有の皺によって生じる欠陥がほとんど又は更には全くない状態で製造できることを実証している。更に、そのような延伸成形プロセスは、個々の層に切り込み及びダーツを入れることによって非ドレープ性の補強材から複合湾曲を有する部品を形成し、その後切り込み及びダーツを整列させる作業を行って強度を損なう影響をほぼ均一に分布させる製造コストを有利に削減するはずである。

【0095】

実施例 44 ~ 47 及び比較例 F

DuPont (商標) Tensylon (登録商標) HA120 は、あるシートの最大の延伸配向が隣接するシートの最大の延伸配向と直交するように配置された 4 層の高延伸 UHMWPE シートを用いて製造された不織布であり、全てのシートがエチレンポリマー熱可塑性接着剤で結合されている。組立体を、上述した装置を使用して、深く二重に湾曲した形状に熱成形した。生地は一辺が 61 cm の正方形であった。比較例 F は、突き刺しされていない DuPont (商標) Tensylon (登録商標) HA120 であった。本発明の実施例 44 ~ 47 は、ローラーセットに通して引っ張られた DuPont (商標) Tensylon (登録商標) HSB D30A であり、このローラーセットでは、上部ローラーが鋼製であり、且つ円錐形のスパイクの規則的な長方形の配列を含み、下部ローラーが、上部ローラーのスパイクが下部ロールの最も広い直径に入るのを可能にする溝を有していた。上部と下部のロールが同じ速度で回転するように、2 つのギアがチェーンで連結されていた。ロールセットを通して生地を引っ張ると、一辺が公称 6.4 mm の正方形の穿孔のパターンが形成された。ロール中心間の距離は、円錐形の針穴を大きくしたり小さくしたりすることができるように調整することができた。一部のサンプルはローラーを 1 回通過させ、その他のサンプルは 2 回通過させて、2 つの重ねられた長方形の穴のパターンを形成した。全ての穴のパターンは、高延伸フィルムの配向方向と平行であった。本発明の生地は接続されたままであり、破れや追加の破損の懸念なく容易に取り扱うことができた。穴の間隔及び穴のサイズを測定し、光学顕微鏡で穴の形状を調べた。パーブ付きの針を使用した上述した前の実施例とは異なり、高延伸フィルムは延伸方向に垂直に破れず、代わりに、延伸方向に平行にのみ破れ、貫通針の周りでレンズ状の穴になった。

【0096】

熱成形装置を公称温度 80 まで加熱した。加熱された装置で一辺が 61 cm の正方形の生地片を 15 秒間コンディショニングした後、プラグを 3 段階で持ち上げて生地を熱成形した。形成された生地を、完全に形成された形状でプラグ上で写真撮影した。その後、デジタル画像を円の上に重ね、円がプラグの端に重なるまで画像を縮小又は拡大して、全

での画像を同じ寸法にスケール合わせした。その後、熱成形した生地のカウンの周囲の画像に楕円を重ね、皺を含まないようにできるだけ大きく調整した。したがって、楕円が大きいほど、材料がプラグの二重湾曲をより簡単にドレープで覆うことができる。他の技術に対する高延伸UHMWPEフィルムを含む生地のドレープ性を改善する本発明の有効性を判断するために、皺のない領域の比率を比較した。この知見は表2にまとめられている。

【0097】

【表2】

表2

材料	穴の大きさ (mm)	ローラー 通過数	穴の密度 ( $\text{cm}^{-2}$ )	複製 サンプルの 数	皺がない最も 大きい楕円の 相対平均面積
比較例 F	なし	なし	0	1	1.0
実施例 44	0.6	1	2.5	1	1.5
実施例 45	1.3	1	2.5	2	1.9
実施例 46	0.6	2	5.0	2	1.9
実施例 47	1.3	2	5.0	2	2.3

【0098】

定性的には、比較例 F には大きくて深い皺を有しており、これは、対応する金属ダイでの後続の圧縮成形では、接触させても平らにプレスできなかった。対照的に、本発明の材料は小さな皺を有しており、その後成形されても平らにプレスされる可能性がより高いであろう。

【0099】

これらの結果は、本発明が、高延伸UHMWPEシートで補強された、他の場合では本質的にドレープできない生地の、複雑な形状にドレープする能力を有用に高めることができることを示している。更に、これらは、シートを耐荷重方向に破ることなくこの改善を達成でき、強度と剛性が重要な用途での有用性を改善することを示している。最後に、これらは、穴のサイズと穴の密度を制御することの組み合わせによって、望ましいドレープを得ることができ、設計を柔軟にできることを示している。熱成形の当業者は、本発明の生地の皺が、成形プロセス中の追加の拘束により更に低減され得ることに気付くであろう。

【0100】

実施例 48 及び 49 並びに比較例 G  
準備

1つの製造ロットからの、高延伸UHMWPEフィルムで縦方向及び横方向に強化されたDuPont(商標)Tensylon(登録商標)HA120であるシート材料の2本のロールに、丸い断面を持つテーパ針の規則的なパターンを積層体を通してバックキングロールにプレスすることにより連続プロセスで突き刺しを行った。材料は、ロールの縦方向及び横方向に平行な幅20cmを超える高延伸ポリエチレンフィルムで二軸強化された積層体である。突き刺しのパターン及び密度は実施例48と実施例49の間で類似していたが、実施例を通して針で穴を開ける程度が異なっていた。実施例48では、針は、積層体を通してバックキングロールに深く突き刺された。これにより残留穴がより大きくなり、積層体内の高延伸ポリエチレンフィルムは配向方向に垂直に破れる。実施例49では、針がバックキングロールに辛うじて接触するように設定された。これにより残留穴がより小

さくなり、積層体内の高延伸ポリエチレンフィルムは、光学顕微鏡又は走査型電子顕微鏡で検査した際に、配向方向に平行にスプリットされ、配向方向に垂直に破れない。穴のパターン、穴と穴の分離、突き刺し密度などについての情報は表3にまとめられている。

【0101】

比較例Gは、製造したままの、つまり穴が開けられていない状態で使用したDuPont(商標)Tensylon(登録商標)HA120の追加サンプルであった。

【0102】

特性評価

Sonisy OPUS-3D超音波トランスデューサー(Sonisy, Atlanta, Georgia)を初期設定で使用して、積層体の面内の音響速度(音速)についてサンプルを測定した。平均音速は、1つの位置での10回、すなわち最も速い音速の2つの方向(すなわちこれらのサンプルについて、ラミネート機の方向に平行と、横方向に平行)のそれぞれで5回の測定の平均として定義した。積層体の両側、ロールを横断するように、及びロール沿いに、複数の平均音速を決定し、平均を計算した。

10

【0103】

穴のパターンに基づいて、突き刺し密度と突き刺しあたりの面積を計算した。穴の直径は、穴が画像化された面に最も近いフィルムの配向方向に平行な長軸を有する楕円であるとみなし、複数の穴の長軸と短軸を測定して、針が最初に接触した面と背面の両方の顕微鏡撮影により測定した。空隙率は、穴の面積を突き刺しあたりの面積で割ったものとして計算した。通気性は、Technidyne PROFILE/Plus自動粗さ計及び空隙率測定装置(Technidyne, New Albany, Indiana)を使用して、TAPPI試験法T460om-16(Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Peachtree Corners, Georgia, USA)に記載されているガーレー空気抵抗により測定した。

20

【0104】

比較例Gの音速の平均は、3045~3338m/sの範囲であり、平均は3192m/sであった。実施例48の平均音速は2333~2718m/sの範囲であり、平均は2514m/sであった。実施例49の平均音速は、比較例と重複している2806~3175m/sの範囲であり、平均は3023m/sであった。これらの実施例での音速の低下は、面内引張荷重が伝達される経路が比較例Gよりも蛇行していたことを示唆している。音速が低いほど、その後材料で補強された物品の剛性が低下し、着弾衝撃貫通に対する耐性が低下すると見込まれる。

30

【0105】

実施例48及び49のような二軸強化積層体は、高い音速方向から45度の伸びに対する抵抗が減少する場合に皺がほとんど又は全くない二重湾曲形状へと形成される。幅3.6cmのストリップを縦方向及び横方向に対して45度で切り取り、15.2cmのゲージ長で試験フレームにクランプ留めし、12.7cm/分のクロスヘッド速度で引き離した。試験は約22、相対湿度50%で行った。複数の複製を試験し、試験片の幅で正規化した、試験片が破損する前の平均の最大の力を決定した。

40

【0106】

小スケール耐着弾衝撃試験

実施例48、実施例49、及び比較例Gのそれぞれから、単一の多層サンプルを準備した。サンプルは、それぞれ正方形であり、2~4層であり、一辺が公称22.9cmであった。層を室温で約0.03Barの圧力まで脱気し、次いでそのまま脱気しながら硬い平行なプラテン間で約204Barの圧力及び115のプラテン温度で30分間圧縮成形し、次いで加圧下で30未満のプラテン温度に冷却した後、真空及び成形圧力を解放した。成形中、片面は公称90デュロメーターのシリコンゴムの厚さ1.6mmのシートに接触していた。

【0107】

50

その後、サンプルの周囲を硬いフレームに取り付け、ガスを動力とする滑腔砲で推進し、名目上フラットオンでサンプルに衝撃を与える鋼製の直円柱を用いてそれぞれ最大8回射撃した。円柱は、質量1.04g、直径0.556cm、ロックウェルCスケール硬度30であった。衝撃速度を制御するためにガス圧を変化させ、確実に穿孔するように速度を選択した。発射体の速度は、衝突前の飛行約1メートルと、衝突後の飛行約1メートルで測定した。各サンプルについて、6～8回の射撃を行った。吸収された比エネルギー（SEA）は、穴が開く前後の円柱の運動エネルギーの差をパネルの面密度で割ったものとして計算した。結果は、高延伸UHMWPEフィルム補強材を配向方向に垂直に破る穴を有する実施例48は、比較例Gよりも着弾衝撃貫通に対する耐性が少ない一方で、穴がフィルムを配向方向に平行に単にスプリットさせた実施例49は、比較例Gと同様であるか

10

【0108】

#### 大スケール耐弾衝撃試験

上の小スケール試験は、サンプルの層の数が異なっており複雑なため、最初の観察の影響をより正確に定量化するために、追加の試験を行った。

【0109】

剛性プレートの3つの多層サンプルを、穴の開いていない同じ製造ロットのTensylon（登録商標）HA120からの比較サンプルと共に、各ロールから準備した。サンプルは、それぞれ正方形であり、22層であり、一辺が公称22.9cmであった。層を室温で約0.03Barの圧力まで脱気し、次いでそのまま脱気しながら硬い平行なプラ

20

【0110】

その後、サンプルの周囲を硬いフレームに取り付け、ガスを動力とする滑腔砲で推進し、名目上フラットオンでサンプルに衝撃を与える鋼製の直円柱を用いてそれぞれ最大8回射撃した。円柱は、質量1.04g、直径0.556cm、ロックウェルCスケール硬度30であった。円柱の衝撃がサンプル中での停止からサンプルの穿孔に移行した衝撃速度の範囲を求めるためにガス圧を変化させた。辛うじて穴を開ける平均速度、すなわちV50は、最大38m/sの範囲での停止及び穿孔の衝突速度の同じ数の平均として計算した。吸収された比エネルギーは、円柱のV50での運動エネルギーをパネルの面密度で割ったものとして計算した。

30

【0111】

#### 結果及び観察

薄い最初のサンプル及びより厚い硬いサンプルの両方の穴のパターン、サンプル寸法、及び防弾性能が表3に示されている。これらの2つの実施例のうち実施例49が好ましい実施形態である。

【0112】

40

【表 3】

表 3

ロール	比較例	実施例 48	実施例 49
穴のパターン	穴なし	六角形の周期的な配列	六角形の周期的な配列
穴と穴の間の距離(mm)	該当なし	2.00	1.73
突き刺しあたりの面積(mm <sup>2</sup> )	該当なし	3.46	2.99
突き刺し密度(cm <sup>-2</sup> )	該当なし	28.9	33.4
突き刺し面の平均の穴の長軸(mm)	該当なし	0.69	0.15
突き刺し面の平均の穴の短軸(mm)	該当なし	0.42	0.10
突き刺し面の空隙率(%)	0	12.0%	0.4%
背面の平均の穴の長軸(mm)	該当なし	0.60	0.17
背面の平均の穴の短軸(mm)	該当なし	0.60	0.01
背面の空隙率(%)	0	8.2%	0.4%
ガーレー空気抵抗 (s)	不透性	4.6	試験方法の範囲外
平均音速 (測定平均) (m/s)	3045, 3338 (3192)	2407, 2586, 2718, 2524, 2333 (2514)	2806, 3207, 3175, 2966, 3009, 2975 (3023)
比較例に対する平均音速の低下	1	-21%	-5%
配向方向から 45 度で張力をかけた状態での平均の最大の力 (N/cm)	77.4	測定せず	62.4
小スケール防弾試験			
多層サンプルに圧縮成形された層の数	4	4	3
公称衝撃速度(m/s)	426	426	336
SEA (J-m <sup>2</sup> /kg)	27.0	12.5	31.8
大スケール防弾試験			
剛性パネル面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	4.48	4.40	4.48
成形パネル V50 (m/s)	544	329	525
SEA (J-m <sup>2</sup> /kg)	34.3	12.8	32.0

## 【 0 1 1 3 】

実施例 48 と実施例 49 の間の着弾衝撃貫通に対する保護の相違は、最初の小さい試験からの予測と一致しており、これは驚くほど大きい。両方において、実施例 48 は不十分に機能した一方で、実施例 49 は比較例と同様に機能したが、通気性を有しており、皺がほとんど又は全くない状態で材料をその後複雑な形状に形成できるという利点を有している。驚くべきことに、実施例 49 は、より高い密度の穿孔を有しているにもかかわらず着弾衝撃貫通に対して実施例 48 よりも高い耐性を与えた。

## 【 0 1 1 4 】

最初に接触した面及び背面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 画像が、実施例 48 についてはそれぞれ図 4 及び 5 として、実施例 49 についてはそれぞれ図 6 及び 7 として示されている。実施例 48 では、穴は延伸方向に垂直に配向フィルムを破いた。対照的に、実施例 49 では、穴はより小さく、延伸方向に垂直にフィルムを破かず、代わりにフィルムをスプリットしたのみであった。したがって、配向方向に垂直に高延伸フィルムを破かない穴は、本発明の材料が形状適合性を持ち、着弾衝撃貫通に対する高い耐性を維持するために好ましい。これらの図では、図 4 と 6 は、最上部の高延伸フィルムの配向方向が垂直であ

るのに対し、図5と7では、最上部の高延伸フィルムの配向方向は水平である。

【0115】

ヘルメットの製造

比較例Fで示されるような従来技術のフィルムで強化された材料は、シームレスな絞り成形の公知の方法により深刻な皺なしにヘルメットへと成形することができない。その後、防護具性能のためにポリオレフィンフィルムで補強された複合材料を成形するために当該技術分野で公知の方法により圧縮成形される場合(J. J. Prifti et al., "Hardened Tuned-Wall Plastic Radomes for Military Radars", US Army Materials and Mechanics Research Center Report Accession number ADA026146, 1976など)、このように皺の寄ったプリフォームは、水と比較して低い密度、不安定且つ概して不透明な透過性、叩かれた際の大きい音響減衰、及び平坦な積層体に圧縮成形された材料の同じ数の層の防弾性能よりも概して低い防弾性能を示す。当業者は、平坦な形状に成形された同等の材料よりも劣る低い密度、不安定な透過性、高い音響減衰、及び防弾性能は、全て望ましくない成形品質及び保護と一致することを理解するであろう。

10

【0116】

対照的に、実施例49の16層(公称面密度 $3.3 \text{ kg/m}^2$ )から、ほとんど皺のないプリフォームへと搾り成形することにより、ヘルメットシェルをシームレスに予備成形した。圧縮成形後、ヘルメットは水の密度に近い密度、均一な透過性、及び叩かれた際の低い音響減衰を示した。当業者は、これらの特徴が優れた成形品質及び保護値を予測するものであることを理解するであろう。その後、シェルを粘土の頭の形の上に取り付け、5発のレミントン9mmフルメタルジャケット、8.2グラムのパラベラム弾で撃った際に、最大衝撃速度 $519 \text{ m/s}$ までシェルは穿孔に耐えた。これは、平坦な形状に成形された場合に耐性を有すると見込まれる16層の比較例よりも大きい。これは、ヘルメットのような複雑な湾曲形状の高品質且つ高性能の防護具における本発明の有用性を示している。

20

【0117】

本発明の有用性

本発明は、チェーンソーによる切断から保護する生地、樹脂の補強材料、ボディアーマ用途の構成要素、及び熱可塑性パイプやケーブル被覆材の補強などの様々な用途で有用性を見出すことができる。

30

次に、本発明のまた別の好ましい態様を示す。

1. 各突き刺しが互いの突き刺しから少なくとも1mmの距離隔てられている複数の突き刺しを有する、少なくとも10mmの幅を有する高延伸UHMWPE非フィラメント状シートを含む生地であって、 $2500 \text{ m/s}$ を超える平均音速を有する生地。
2. 前記生地内の前記複数の突き刺しが、スリット、穴、又は前記UHMWPE非フィラメント状シートの平面を貫通するフィラメントである、上記1に記載の生地。
3. 前記各突き刺しが、互いの突き刺しから少なくとも2mmの距離隔てられている、上記1に記載の生地。
4. 非UHMWPEポリマーフィルム、不織シート、織シート、又は前記UHMWPE非フィラメント状シートに隣接する接着剤を更に含む、上記1に記載の生地。
5. 前記UHMWPE非フィラメント状シートが少なくとも $15 \text{ gpd}$  ( $1.3 \text{ N/te x}$ )の引張強さを有する、上記1に記載の生地。
6. 前記複数の突き刺しが一列に配置されている、上記1に記載の生地。
7. 前記複数の突き刺しがランダムに配置されている、上記1に記載の生地。
8. 前記UHMWPE非フィラメント状シートの平面を貫通する前記フィラメントが、前記UHMWPE非フィラメント状シートの前記平面に対して $70 \sim 90$ 度の角度で貫通する、上記2に記載の生地。
9. ある列の前記突き刺しが、次の列の前記突き刺しに対してずらされている、上記6に記載の生地。

40

50

10. 各UHMWPE非フィラメント状シートが互いに積み重ねられている、上記1に記載の複数のUHMWPE非フィラメント状シートを含む生地。

11. 積層体内の各UHMWPE非フィラメント状シートが、あるUHMWPE非フィラメント状シートの延伸方向が次のUHMWPE非フィラメント状シートの延伸方向に対してずらすような向きに配置される、上記10に記載の生地。

12. UHMWPE非フィラメント状シートの前記積層体の平面を貫通するフィラメントを更に含む、上記10に記載の生地。

13. 非UHMWPEポリマーフィルム、不織シート、織シート、又は前記UHMWPE非フィラメント状シートに隣接する接着剤を更に含む、上記10に記載の生地。

14. 前記積層体内の各UHMWPE非フィラメント状シートが、あるUHMWPE非フィラメント状シートの延伸方向が次のUHMWPE非フィラメント状シートの延伸方向に対して直交するような向きで配置される、上記10に記載の生地。

15. 前記UHMWPE非フィラメント状シートの平面を貫通する前記フィラメントが、前記UHMWPE非フィラメント状シートの前記平面に対して70~90度の角度で貫通する、上記12に記載の生地。

16. 上記1に記載の生地を含む物品。

17. 耐弾性であり、端部を衝突させた1.04グラム、直径5.56mmの鋼製の直円柱に対する面密度あたりの運動エネルギーの吸収が、 $15 \text{ J m}^2 / \text{kg}$ 以上である、上記16に記載の物品。

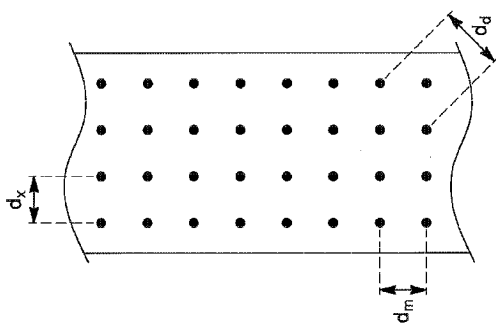
18. 耐切創性であり、試験法ASTM F2992/F2992M-15により生成された耐切創性データからANSI/ISEA105-2016で定義された分析によって決定した場合に、A2以上の耐切創性能レベルを有する、上記16に記載の物品。

19. 前記複数の突き刺しの少なくとも50%が、配向方向に垂直な前記UHMWPE非フィラメント状シートを破らない、上記10に記載の生地を含む物品。

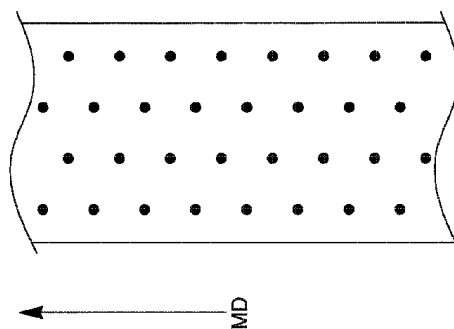
20. 前記複数の突き刺しの少なくとも10%が前記生地を完全には貫通していない、上記1に記載の生地。

【図面】

【図1A】



【図1B】



10

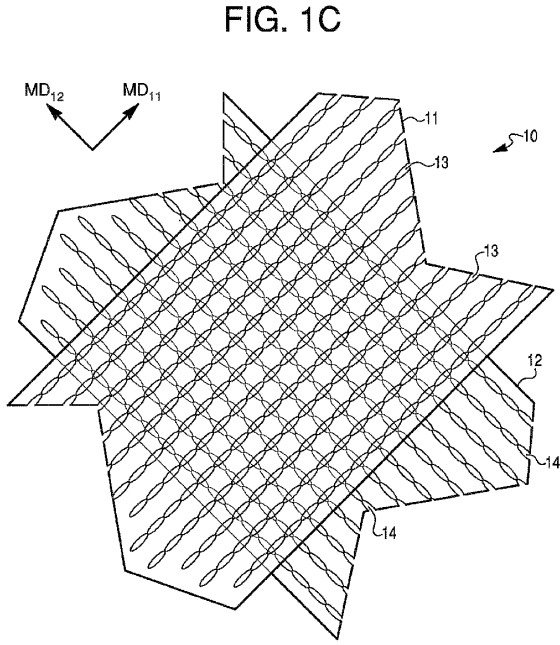
20

30

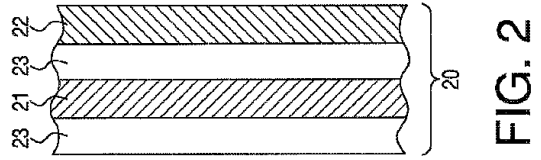
40

50

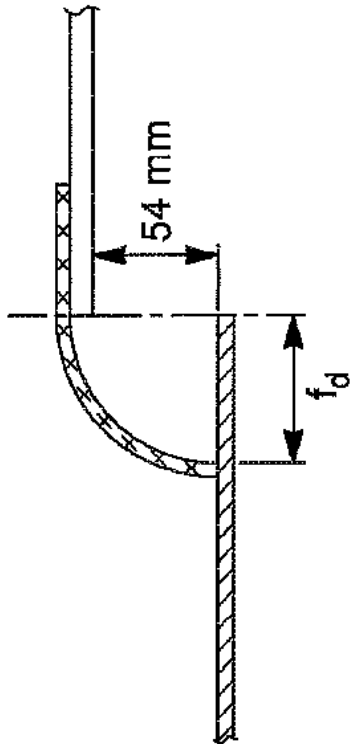
【 図 1 C 】



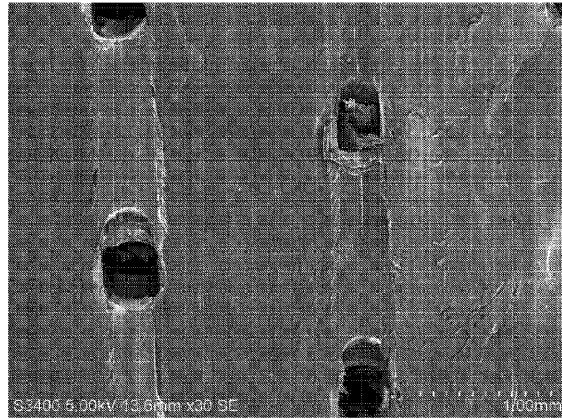
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

20

30

40

50

【 5 】

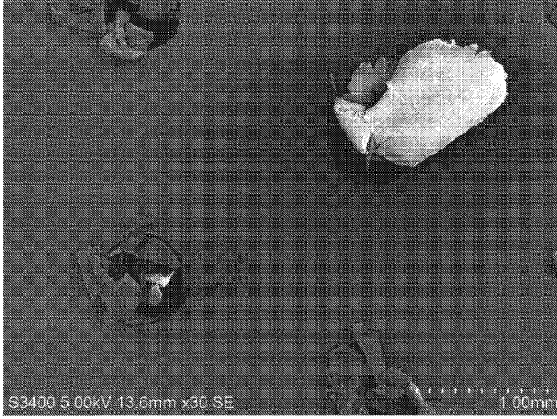


FIG 5

【 6 】

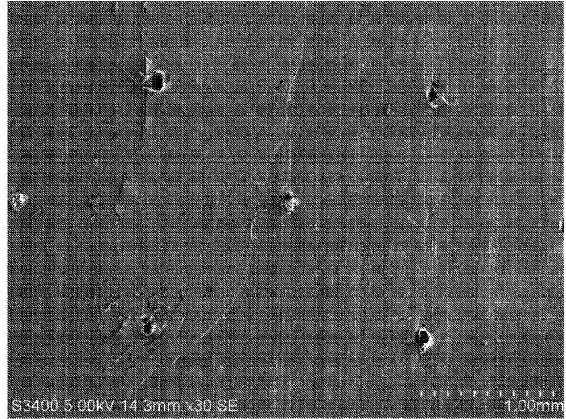


FIG 6

【 7 】

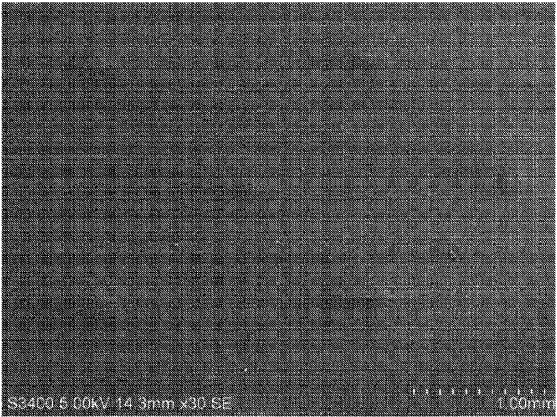


FIG 7

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

A 4 1 D 13/05 (2006.01)

F I

A 4 1 D 31/02

C

A 4 1 D 13/05

## (33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

弁理士 市川 さつき

## (74)代理人 100111796

弁理士 服部 博信

## (72)発明者 シングルタリー ジェイムズ ニール

アメリカ合衆国 バージニア州 2 3 1 1 2 ミッドロージアン クリーク クロッシング ドライブ  
5 5 0 1

審査官 山本 賢明

## (56)参考文献 米国特許第 0 7 9 6 4 2 6 7 ( U S , B 1 )

特開平 0 9 - 1 0 5 0 0 7 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 5 7 9 9 7 ( U S , A 1 )

米国特許第 0 5 5 8 0 6 2 9 ( U S , A )

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

F 4 1 H 5 / 0 2

B 3 2 B 2 7 / 3 2

A 4 1 D 3 1 / 2 8

A 4 1 D 3 1 / 2 4

A 4 1 D 3 1 / 0 2

A 4 1 D 1 3 / 0 5