

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6742998号  
(P6742998)

(45) 発行日 令和2年8月19日(2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月31日(2020.7.31)

(51) Int.Cl.	F 1
A 41 D 31/08	(2019.01)
B 32 B 5/00	(2006.01)
B 32 B 27/12	(2006.01)
A 41 D 13/002	(2006.01)
A 41 D 31/00	(2019.01)

A 41 D	31/00	(2019.01)	A 41 D	31/00	5 O 1 H
B 32 B	5/00	(2006.01)	B 32 B	5/00	Z
B 32 B	27/12	(2006.01)	B 32 B	27/12	
A 41 D	13/002	(2006.01)	A 41 D	13/002	
A 41 D	31/00	(2019.01)	A 41 D	31/00	E

請求項の数 3 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-522058 (P2017-522058)
(86) (22) 出願日	平成27年10月21日 (2015.10.21)
(65) 公表番号	特表2017-533352 (P2017-533352A)
(43) 公表日	平成29年11月9日 (2017.11.9)
(86) 國際出願番号	PCT/US2015/056681
(87) 國際公開番号	W02016/114829
(87) 國際公開日	平成28年7月21日 (2016.7.21)
審査請求日	平成30年10月19日 (2018.10.19)
(31) 優先権主張番号	62/067,028
(32) 優先日	平成26年10月22日 (2014.10.22)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73) 特許権者	390023674 イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・ アンド・カンパニー E. I. DU PONT DE NEMO URS AND COMPANY アメリカ合衆国デラウエア州19805. ウィルミントン. センターロード974. ピー・オー・ボックス2915. チェスナ ット・ラン・プラザ
(74) 代理人	100094569 弁理士 田中 伸一郎
(74) 代理人	100088694 弁理士 弟子丸 健
(74) 代理人	100103610 弁理士 ▲吉▼田 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】難燃性サーマルライナー、複合布、および衣服

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

難燃性サーマルライナーであつて、

(a) 少なくとも 21 の限界酸素指数、10 マイクロメートル以下の平均流動細孔、1 2 ~ 2 8 8 0 立方メートル / 平方メートル / 分 (m³/m²/分) · マイクロメートルの厚さ通気度、および平均厚さ  $T_1$  を有する、50 % を超える合成ポリマーのナノファイバーを含む、不織シートと；

(b) 前記不織シートの外面に取り付けられた平均厚さ  $T_2$  を有する熱安定性難燃性布を含み；前記熱安定性布の表面は前記不織シートの表面に接触し；

$T_1$  の  $T_2$  に対する比が 0.75 未満となるように  $T_1$  および  $T_2$  が選択され、

ナノファイバーは、数平均直径が 1000 nm 未満のファイバーであり、非円形断面のナノファイバーの場合、前記直径が最大断面寸法を意味する、難燃性サーマルライナー。

## 【請求項 2】

外部シェル布および難燃性サーマルライナーを含む難燃性複合布系であつて、前記サーマルライナーが：

(a) 少なくとも 21 の限界酸素指数、10 マイクロメートル以下の平均流動細孔、1 2 ~ 2 8 8 0 立方メートル / 平方メートル / 分 (m³/m²/分) · マイクロメートルの厚さ通気度、および平均厚さ  $T_1$  を有する、50 % を超える合成ポリマーのナノファイバーを含む、不織シートと；

(b) 前記不織シートの外面に取り付けられた平均厚さ  $T_2$  を有する熱安定性難燃性布

10

20

を含み；前記熱安定性布の表面は前記不織シートの表面に接触し；

T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.75未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択され、

ナノファイバーは、数平均直径が1000nm未満のファイバーであり、非円形断面のナノファイバーの場合、前記直径が最大断面寸法を意味する、難燃性複合布系。

### 【請求項3】

前記外部シェル布と前記サーマルライナーとの間に配置された湿気バリアをさらに含む、請求項2に記載の難燃性複合布系。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

10

#### 本発明の分野

本発明は、難燃性熱保護服中に使用される、厚さ当たりで大きい熱抵抗を有する難燃性サーマルライナーに関する。本発明は、そのような難燃性サーマルライナーを含み、難燃性保護衣服を製造するための外部シェル布、湿気バリア、および内部裏地布などを有する複合布系、ならびにそれを含む難燃性衣服をも含む。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

20

Gibsonらは、論文の“Application of Nanofiber Technology to Nonwoven Thermal Insulation”(Journal of Engineered Fibers and Fabrics, Vol 2, Issue 2-2007)において、ナノファイバーの熱的性質および低温環境に対するそれらの保護については比較的知られていないことに言及しており、文献調査では断熱用途でポリマーナノファイバーを使用する基礎的および応用研究が明らかにされていないことをさらに開示している。この論文では、軍人は自分たちの寒い気候用の衣類および寝袋を運ぶ必要があるので、軍事用衣類および寝袋に使用される断熱材料の現実世界での特徴の1つは重量であることを議論している。この論文では、ASTM C-518 “Standard Test Method for Steady-state Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus”を用いて種々の断熱材料の熱的性質を試験しており、この場合、典型的な条件によって、幾分穩やかな条件、および上部プレート上の50と下部プレート上の10との温度差において操作されるプレート間に配置された材料を流れる熱流を測定する。

#### 【0003】

30

上記論文は、異なる纖維材料を互いに組み合わせることで、複合断熱材の断熱特性が向上しうることをさらに開示しており、一連の厚く高嵩高ポリエチレンバット断熱材料を用いて電界紡糸不織布を試験できる積層技術を開示している。難燃性サーマルライナーを形成するためのナノファイバーを含む不織シートを使用できる方法の開示および教示は行われていない。

#### 【0004】

40

Fanらの米国特許出願公開第2010/0003877号明細書には、織布または不織布基材によって支持されるポリマーナノファイバー上にコーティングされたIR反射材料である3層反射性ナノ纖維構造が開示されている。この発明も低温保護衣類に関するものであり、難燃性サーマルライナーを形成するためのナノファイバーを含む不織シートを使用できる方法の開示および教示は行われていない。

#### 【0005】

Lauらの国際公開第2013/030658号にも、非常に寒冷な気候に使用できる断熱構造が開示されている。難燃性サーマルライナーを形成するためのナノファイバーを含む不織シートを使用できる方法の開示および教示は行われていない。

#### 【0006】

Hubnerに付与された米国特許第7,284,398号明細書には、熱、火炎、ま

50

たはアーク放電などの作用に対する保護のための作業着の物品を製造するための布が開示されている。この布は、「マイクロファイバー」ヤーンと呼ばれるものから製造された一層の織布を含み、このマイクロファイバーは、1.3 d t e ×未満の個別の纖維のタイマーを有する。同様に、Kruszewski に付与された米国特許第8,347,420号明細書には、高熱または火炎に応答して厚さが増加しうる捲縮短纖維でできた不織布を含む、サーマルライナー部分組立体、布、および保護衣服が開示されている。これらの刊行物はいずれも、難燃性サーマルライナーを形成するためのナノファイバーを含む不織シートを使用できる方法の開示および教示は行われていない。

#### 【0007】

日本公開特許公報の特開2012-0216024号公報には、パラ系アラミドポリマーからなるナノファイバー纖維構造が開示されている。これを消防士が着用する保護衣服中に使用できるとの記載がこの刊行物に含まれている。特開2011-127234号公報およびタマルの特開2013-185273号公報などの別の日本公開特許公報には、消防士用の保護衣服中のナノファイバーの使用に対する研究が進展していることが開示されている。しかしこの場合も、これらの参考文献はいずれも、有用な難燃性サーマルライナーを形成するためのナノファイバーを含む不織シートを実際に使用できる方法に関する教示は行われていない。

#### 【0008】

Martinらの米国特許出願公開第2008-0220676号明細書は、水蒸気を透過する能力を有する防水性で通気度の衣服を対象としている。この衣服は、布層および多孔質のコーティングされたナノファイバー層を含み、ナノファイバー層は、フルオロカーボンポリマー部分の纖維表面上のコーティングと、樹脂バインダーまたはエキステンダーとを有する。この特許には、種々の汎用「保護衣服」を形成することができると開示されているが、この場合も有用な難燃性サーマルライナーの形成に関する教示は行われていない。

#### 【0009】

消防士の出動服に使用されるサーマルライナーまたはサーマルバリアは、互いに反対の2つの熱的性質が要求される。緊急状態で遭遇するような高温に曝露する場合には、サーマルライナーは、着用者をやけどから保護するために高い断熱性を有する必要がある。このような高レベルの断熱性が得られる出動服は嵩高になる場合がある。しかし、これらの出動服中に使用される布の重量によって、場合により使用者が疲労することがあり、および／または嵩高するために効率的に行動する能力が抑制されることがある。したがって、出動服の重量および嵩高さを減少させながら十分な防火性が得られる必要がある。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

したがって、さらなる改善が必要とされ、特により薄い難燃性サーマルライナー、改善された快適性および／または性能が必要とされる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明は、少なくとも21の限界酸素指数、10マイクロメートル以下の平均流動細孔、25～6000立方フィート／分・マイクロメートル(12～2880立方メートル／平方メートル／分・マイクロメートル)の厚さ通気度(thickness air permeability)、および平均厚さT<sub>1</sub>を有する合成ポリマーのナノファイバーを含む不織シートと；不織シートの外面に取り付けられた平均厚さT<sub>2</sub>を有する熱安定性難燃性布とを含む難燃性サーマルライナーであって；熱安定性布の表面は不織シートの表面に接触し；T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.75未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、難燃性サーマルライナーに関する。本発明は、本発明の難燃性サーマルライナーを含む難燃性複合布、およびこの難燃性複合布を含む衣服にも関する。

#### 【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【0012】

本発明は難燃性サーマルライナーに関する。サーマルライナーまたは布に関して、「難燃性」という語句は、ASTM D 6413 - 99の垂直燃焼試験に準拠して、布が4以下の炭化長および2秒以下の残炎を有することを意味する。本発明のサーマルライナーは、少なくとも21の限界酸素指数(LOI)を有する合成ポリマーでできたナノファイバーを含む不織シートを含む。ポリマー、ナノファイバー、纖維、またはヤーンに関して、「難燃性」という用語は、ポリマー、ナノファイバー、纖維、またはヤーンは、空気中の火炎を支援しないことを意味する。好ましい実施形態では、合成ポリマーおよびナノファイバーは26以上のLOIを有する。

## 【0013】

「不織」シートは、機械的、化学的、熱的、または溶媒の手段、ならびにそれらの組合せによって行われた、不規則な配列の纖維の接合および/または絡み合いによるウェブまたはマットの形成によって製造された布地構造を意味する。

## 【0014】

「ナノファイバーを含む不織シート」は、不織シートが主としてナノファイバーから構成されることを意味する。「ナノファイバー」という用語は、数平均直径が1000nm未満、さらには800nm未満、さらには約50nm~500nmの間、さらには約100~400nmの間である纖維を意味する。非円形断面のナノファイバーの場合、本明細書において使用される「直径」という用語は、最大断面寸法を意味する。「主として」は、シート中の50%を超える纖維がナノファイバーであることを意味するが、不織シートは70%を超える、または90%を超えるナノファイバーを有することができる。ある好ましい実施形態では、ナノファイバーを含む不織シート中の纖維の実質的にすべて(100%)が実際にナノファイバーである。

## 【0015】

ナノファイバーを含む不織シートは、10マイクロメートル以下の平均流動細孔サイズ(または「平均流動細孔」(MFP))を有する。ある実施形態では平均流動細孔サイズは6以下であり、ある別の実施形態では平均流動細孔サイズは4以下である。

## 【0016】

不織シートの平均流動細孔サイズは、ASTM Designation E 129 4 - 89、“Standard Test Method for Pore Size Characteristics of Membrane Filters Using Automated Liquid Porosimeter”に準拠して液体を用いて測定される量である。驚くべきことに、液体を使用するこの方法は、耐火性衣服用途に使用するためのナノファイバーを含む適切な不織シートの特性決定に非常に有用であることが分かった。10マイクロメートルを超える平均流動細孔サイズを有するものは、サーマルライナー中に使用すると好適となる十分な「緻密さ」を有さないと思われるという点で、ナノファイバーを含む不織シートが独特のものであると考えられる。さらに、1.5マイクロメートルの小さい平均流動細孔サイズを有するナノファイバーを含む不織シートがサーマルライナー中で有用となると考えられる。

## 【0017】

「厚さ通気度」が、サーマルライナー中で有用となるナノファイバーを含む不織シートの特徴付けに有用なパラメータとなることも分かった。本明細書において使用される場合、「厚さ通気度」は、ナノファイバーを含む不織シートの単層の平均厚さ(単位マイクロメートル)と、ナノファイバーを含む不織シートの単層の平均通気度(単位は、立方フィート/分(CFM)または立方メートル/平方メートル/分( $m^3/m^2/\text{分}$ )のいずれか)との積である。少なくとも25立方フィート/分・マイクロメートル(12立方メートル/平方メートル/分・マイクロメートル)の最小厚さ通気度、および6000立方フィート/分・マイクロメートル(2880立方メートル/平方メートル/分・マイクロメートル)の最大厚さ通気度を有するナノファイバーを含む不織シートがサーマルライナー中で有用であると考えられる。ある実施形態では、3000立方フィート/分・マイクロメートル

10

20

30

40

50

一トル(1440立方メートル/平方メートル/分・マイクロメートル)の最大厚さ通気度を有するナノファイバーを含む不織シートが好ましい。ある実施形態では、最小厚さ通気度を有するナノファイバーを含む不織シートは、150立方フィート/分・マイクロメートル(72立方メートル/平方メートル/分・マイクロメートル)以上であり、好ましい。厚さ通気度によって、サーマルライナー中で有用となる層密度および嵩高性の指標が得られると考えられる。

#### 【0018】

ナノファイバーを含む不織シートの単層の平均厚さは、好ましくは約45マイクロメートルを超える。ある実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートの単層の最大平均厚さは好ましくは150マイクロメートル以下である。これは、数センチメートル程度の厚さとなりうる典型的な高嵩高断熱材、さらには典型的には約0.5ミリメートル(500マイクロメートル)以上の厚さである種の断熱布とは対照的である。10

#### 【0019】

ある実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートは、テクスチャ―加工された表面を形成する表面パターンを有することができる。テクスチャ―加工は、製造中の空気ジェットまたは水ジェット、ならびにパターン化されたロールを用いたエンボス加工などの機械的押込によって行うことができる。しかし、好ましくは任意のこのようない不織シートは、実質的に連続した纖維表面を維持し、すなわち、シートは開口部を有さず、すなわち、1ミリメートル程度の規模の直径を有する孔を全く有さない。ある別の実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートは、非常に平滑で均一な表面を有するシートを形成するために、2つの平滑面のカレンダーロール間のニップ中でカレンダー加工することができる。ある実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートは、高い弾性伸張および回復特性を有する不織布を含むことができる。20

#### 【0020】

ナノファイバーを含む不織シートの製造方法としては、代表的な刊行物として、国際公開第2003/080905号、米国特許第4,172,706号明細書、および米国特許出願公開第2005/0067732号明細書などに開示されるエレクトロプローイング法が挙げられるが、本明細書に記載されるようなナノファイバーを含む適切な不織シートが形成される任意の方法を使用することができる。エレクトロプローイング法は、混合室からの溶媒中のポリマーの溶液を、紡糸ビームを介して、高電圧が印加される紡糸ノズルに供給するステップを含み、同時に、ノズルを出るときの吹き込みガス流のポリマー溶液に圧縮ガスが向けられる。真空下のコレクタ接地上にウェブとしてナノファイバーが形成され収集される。30

#### 【0021】

収集されたナノファイバーは、有利には接合される。接合は、限定するものではないが、加熱された平滑またはエンボス加工されたニップロール間の熱カレンダー加工、超音波接合、およびスルーガス(through gas)接合などの周知の方法によって行うことができる。接合によって、ナノファイバーの不織シートの強度および圧縮抵抗が増加し、それによってシートは取り扱いに関連する力に耐えることができる。厚さ、密度、ならびに細孔の大きさおよび形状などの不織シートの物理的性質を調節することもできる。たとえば、熱カレンダー加工を使用することで、シートの厚さを減少させ、密度および中実性を増加させることができ、細孔の大きさを減少させることができる。好ましくはナノファイバーを含む不織シートの嵩密度は500kg/m<sup>3</sup>未満、好ましくは120~500kg/m<sup>3</sup>の範囲内であり、多孔度は少なくとも60%、好ましくは75%~95%である。次にこれによって、加えられた特定の圧力差において媒体を通過する流量が減少する。ある実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートは、所望の厚さ、通気度、および平均流動細孔サイズを得るために必要な程度まで、加熱された平滑なニップロールの間でカレンダー加工される。必要なカレンダー加工の量は、ナノファイバーの製造に使用されるポリマーの種類、製造速度、纖維のサイズなどのいくつかの要因によって決定される40。

## 【0022】

ある好ましい実施形態では、ポリアミド酸などのポリマー前駆体を紡糸して、ポリマー前駆体ナノファイバーのシートを形成し、次にこれを熱に曝露して、重合を完了させる（たとえば、イミド化によってポリイミドナノファイバーが得られる）。ナノファイバーを含む不織シート上にテクスチャー加工された表面が望ましい場合に、これが特に有用である。シート表面の粗さは、シート製造中のシート表面上に空気の流れを与える空気ジェットの使用によって制御することができる。シート表面に与えられる空気の温度および速度は、イミド化（および／または溶媒ストリッピング）中に希望通りに制御され、表面の三次元構造（典型的には収集スクリーン）上でイミド化／ストリッピングが行われる。ウェブ表面上のテクスチャー加工を誘導する別の有用な方法としては、ハイドロジェット、捲縮、エンボス加工などを挙げることができる。10

## 【0023】

ある好ましい実施形態では、「平坦」表面を有するシートが望ましい場合、ポリマー前駆体ナノファイバーのシートを、クロスウェブ方向でウェブを制限せずに水平IRオープニングに通して、纖維のイミド化または溶媒のストリッピングを行うことができる。得られたシートは、配置されたナノファイバーの不規則な粗さ以外の表面テクスチャーを有さない。表面を平坦化する別の方法は、前述のような一連のカレンダーロールにウェブを通すことであった。種々のロール構成をウェブの作製に使用することができる：ある範囲の通気度、細孔サイズ、および多孔度を有する種々の構造を形成するためのニップおよびギャップカレンダリング（calendaring）方式の鋼／綿；鋼／ナイロン；鋼／複合材料。20

## 【0024】

ナノファイバーを含む不織シートは、少なくとも21、好ましくは少なくとも26以上の限界酸素指数（LOI）を有する合成ポリマーから製造される。ナノファイバーの製造に有用なポリマーとしては、ポリイミド（完全芳香族ポリイミドを含む）、芳香族ポリアミド、ポリアレーンアゾール、メラミン、ポリアクリロニトリル、酸化ポリアクリロニトリル（polyacrylonitrile）、ポリエーテルスルホン、ポリシリホン（polysilphone）、ポリビジレンフルオリド（polyvidylene fluoride）、およびそれらの混合物などが挙げられる。ある実施形態では、ポリイミド、メタ系アラミド、パラ系アラミド、ポリベンザゾール、およびポリベンゾイミダゾールを含有するポリマーが特に好ましい。さらに、ナノファイバーを含む不織シートは、1種類のポリマーまたはポリマー混合物を含むナノファイバーを用いて製造することができ、または希望するなら、ナノファイバーを含む不織シートは、2つの異なる種類のポリマーナノファイバーを有することができる。30

## 【0025】

ナノファイバーを含む不織シートの少なくとも1つの外面は、熱安定性難燃性布の表面に接触し取り付けられる。「熱安定性」は、そのような布の寸法が、150を超える温度に少なくとも5分間曝露した場合に縦方向および横方向で、10パーセント以下、より好ましくは6パーセント以下、最も好ましくは3パーセント以下だけ変化することを意味する（ISO 17493）。40

## 【0026】

熱安定性難燃性布は、熱曝露後に比較的平坦で寸法安定性のままとなるので、布を安定化させる機能を果たし、ナノファイバーを含む不織シートとの十分な表面相互作用または摩擦が存在することで、熱が発生する状況の最中にナノファイバーを含む不織シートの横方向の収縮が最小限となる。好ましくは、熱安定性難燃性布は、ナノファイバーからはできていないが、短纖維、または短纖維のヤーン、または連続フィラメントからできている。好ましくはこれらの纖維またはフィラメントは、5マイクロメートル以上、最も好ましくは10マイクロメートル以上の直径を有する。

## 【0027】

熱安定性難燃性布用に適した難燃性纖維としては、芳香族ポリアミド、ポリアレーンア50

ゾール、メラミン、ポリアクリロニトリル、ポリイミド、ポリアミド - イミド、ポリエーテル - イミド、ポリアクリレート、ポリエーテルケトン、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、およびそれらの混合物から製造された纖維が挙げられるが、これらに限定されるものではない。好ましい纖維は、メタ系アラミド、パラ系アラミド、ポリベンザゾール、ポリベンゾイミダゾール、およびポリイミドポリマーから製造される。布が織布である場合、好ましくは難燃性纖維から製造されたヤーンは、ヤーンのテナシティが少なくとも 3 グラム / デニール (2.7 グラム / d t e x) である。不織布および織布に有用な特に好適な難燃性纖維としては、メタ系およびパラ系アラミドの混合纖維が挙げられる。E.I. DuPont de Nemours, Wilmington, DE より入手可能な Nomex (登録商標) IIIA などの 93 % のメタ系アラミド、5 % のパラ系アラミド、および 2 % の炭素コアナイロン帯電防止纖維の好ましい混合纖維の 1 つ。

## 【0028】

熱安定性難燃性布は、織布もしくは不織布、または短纖維のニードルパンチフェルトであってよく、いずれも前述の難燃性纖維が使用される。ある実施形態では、この不織布は、好ましくは 0.2 ~ 3.0 oz / yd<sup>2</sup> (7 ~ 101 g / m<sup>2</sup>) の範囲内の重量を有する。好適な熱安定性布の 1 つは、Nomex (登録商標) E 89 であり、これは DuPont より入手可能な Nomex (登録商標) および Kevlar (登録商標) 短纖維の混合纖維から製造されたスパンレース不織材料である。E 89 布は、公称厚さが 1.9 ミル (0.48 mm) であり、坪量が 1.5 oz / yd<sup>2</sup> (50.5 g / m<sup>2</sup>) である。

## 【0029】

熱安定性難燃性布の単層の平均厚さは、好ましくは約 60 マイクロメートルを超える。ある実施形態では、熱安定性難燃性布の単層の最大平均厚さは、好ましくは 1.25 ミリメートル以下である。

## 【0030】

本発明のサーマルライナーは、ナノファイバーを含む不織シートと、その不織シートの外面に取り付けられた熱安定性難燃性布とで構成される。不織シートと布は任意の方法によって取り付けることができるが、ある実施形態では、これらの層は機械的に取り付けることができる。一部の機械的な取り付け方法としては、縫製、縫合、および / またはキルティングが挙げられるが、これらに限定されるものではない。好適なキルトパターンとしては、ボックス、ジグザグ、直線対角、またはシェブロンが挙げられる。特に有用な方法の 1 つは、Nomex (登録商標) アラミド糸 (Atlantic Thread and Supply, Baltimore, MD より入手可能) などの難燃性糸を用いて 2 つの層を互いに縫い付ける、またはキルティングすることである。このように縫い付けられた、またはキルティングされたサーマルライナーは、2 つ以上の層を有するが、1 枚のサーマルライナー布として衣服用途に切断して使用できるので、これは好ましい一実施形態となる。

## 【0031】

実際的な観点から、特に、両方の表面がパターン化およびエンボス加工が行われていない場合には、ナノファイバーを含む不織シートの 1 つの表面の実質的に全体が、熱安定性難燃性布の 1 つの表面全体と接触する。明らかなように、ナノファイバーを含む不織シートまたは熱安定性難燃性布の一方または両方がテクスチャー加工またはパターン化が行われる場合、好ましい一実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートおよび熱安定性難燃性布の表面の主要部分 (> 50 %) が接触し、好ましくはシートの間の接触領域は 75 % を超え、最も好ましくは 80 % を超える。

## 【0032】

ナノファイバーを含む不織シートの層の平均厚さ T<sub>1</sub> およびその不織シートの外面に取り付けられた熱安定性難燃性布の層の平均厚さ T<sub>2</sub> は、平均厚さ T<sub>1</sub> の平均厚さ T<sub>2</sub> に対する比が 0.75 未満となるように選択される。これは必ず平均厚さ T<sub>1</sub> が平均厚さ T<sub>2</sub> より小さくなることを意味し、サーマルライナーは、熱安定性難燃性布の複数の層を用いて作製したものよりも確実に薄くなり、嵩が低くなる。ある実施形態では、平均厚さ T<sub>1</sub> の平

10

20

30

40

50

均厚さ  $T_2$  に対する比は 0.30 未満である。多くの実施形態では、平均厚さ  $T_1$  の平均厚さ  $T_2$  に対する比は 0.120 を超える。

#### 【0033】

1枚のナノファイバーを含む不織シートと1枚の熱安定性難燃性布との組合せから形成されたサーマルライナーの平均厚さは、好ましくは約100マイクロメートルを超える。ある実施形態では、このように形成されたサーマルライナーの最大平均厚さは、好ましくは1.4ミリメートル以下である。好ましいサーマル平均厚さの1つは、1ミリメートル未満である。ある実施形態では、好ましいサーマルライナーの平均厚さは0.4~0.75ミリメートルの間である。

#### 【0034】

希望するならある実施形態では、ナノファイバーを含む不織シートまたは熱安定性難燃性布のいずれかの取り付けが行われない表面は、さらに、保護フェースクロスを取り付けることができ、これはサーマルライナーの一部となる。好適なフェースクロスは、優先的には、少なくとも21の限界酸素指数を有する合成ポリマーでできた纖維またはフィラメントで構成され、たとえば非常に軽量の織布スクリムを含むことができる。任意のこのようなフェースクロス構造は、取り扱い中および複合衣服への組み込みの間に、ナノファイバーを含む不織シートおよび/または熱安定性難燃性布の表面の完全性を保護するのに有用となりうる。多くの場合、衣服中の内部裏地としての使用に適したフェースクロスが望ましい。

#### 【0035】

本発明のサーマルライナーは、保護衣服の複合布系に使用することができる。このような衣服中、ナノファイバーを含む不織シートと、熱安定性難燃性布との組合せの使用によって、驚くべきことに、全体的な断熱および放射熱の断熱の性能が、熱安定性難燃性布単独の層の使用、または短纖維のバットの使用のいずれとも同等となるが、衣服の重量および嵩高性は少なくなる。

#### 【0036】

特に、ナノファイバーを含む不織シートと熱安定性難燃性布とを含むサーマルライナーを使用する複合布は、ナノファイバーを含む不織シートを有さずに熱安定性難燃性布のみからなるサーマルライナーを有する対照の布と比較した場合に、熱保護性能(TPP)(直接火炎の断熱)が少なくとも約5%増加するが、複合布の重量増加は5%よりもはるかに少ないことが示された。おそらく、より重要なことには、ナノファイバーを含む不織シートと熱安定性難燃性布とを有するサーマルライナーを使用する複合布は、ナノファイバーを含む不織シートを有さずに熱安定性難燃性布のみからなるサーマルライナーを有する対照の布と比較した場合に、放射保護性能(RPP)(放射熱の断熱)が約5%を超えて(ほとんどの場合5%よりも大きく超えて)増加するが、複合布の重量増加は5%よりもはるかに少ないことが示された。

#### 【0037】

さらに、本明細書に記載のサーマルライナーを含有する複合布は、洗浄後に驚くべき熱的性能を有する。驚くべきことに、5回の洗浄後、ナノファイバーを含む不織シートと熱安定性難燃性布とのサーマルライナーを用いてキルティングした複合布は、TPPおよびRPPの両方の性能が顕著に増加することが分かった。5回洗浄した複合布試料のTPPおよびRPPの性能は、洗浄前の同じ複合布のTPPおよびRPPよりも3パーセントを超えて増加しうることが分かった。

#### 【0038】

一実施形態では、サーマルライナーは、森林消防士または軍人用のジャンプスーツなどの、外部シェル布である1つのみの追加層を複合布が実質的に有する難燃性衣服中に使用することができる。このようなスーツは、典型的には森林消防士の衣類の上に使用され、森林火災の消火のための領域中にパラシュートで降下するために使用することができる。

#### 【0039】

好ましい一実施形態では、サーマルライナーは、保護衣服の複合布系に使用するこ

10

20

30

40

50

でき、この複合布系は少なくとも3つの構成要素を有し、各構成要素は別個の機能を果たす。特に、サーマルライナーは、米国特許第5,468,537号明細書に開示されるような一般的構成を有する多層衣服である難燃性衣服に使用される。このような衣服は、一般に、3つの層または3種類の布構造を有し、それぞれの層または布構造は別個の機能を果たす。火炎を防御し、消防士の火炎からの主要な防御としての機能を果たす外部シェル布が存在する。外部シェルに隣接して、典型的には液体バリアであるが、水蒸気はそのバリアを透過できるように選択することができる湿気バリアが存在する。纖維不織布または織布のメタ系アラミドスクリム布上のGore-Tex(登録商標)PTFE膜またはネオプレン(登録商標)膜の積層体が、このような構造に典型的に使用される湿気バリアである。湿気バリアに隣接して、本明細書に記載されるような第3の構成要素のサーマルライナーが存在し、前述したようにこれは内面の布に取り付けることもできる。湿気バリアは、サーマルライナーを乾燥状態に維持し、サーマルライナーは、着用者が遭遇しうる火炎または熱の脅威による熱応力から着用者を保護する。

#### 【0040】

外部シェルは任意の難燃性布からなることができる。ある実施形態では、このシェルはアラミド纖維を含む。好適なアラミドの1つは、ポリ(メタフェニレンイソフタルアミド)であり、これはE.I.DuPont de Nemours, Inc.よりNomex(登録商標)の商品名で販売されている。別の布では、ポリ(パラフェニレンテレフタルアミド)(E.I.DuPont de Nemours, Inc.よりKevlar(登録商標)の商品名で販売される)またはポリベンゾイミダゾール(PBI)などのポリアレーナゾール(polyarenazole)が使用される。上記纖維を2種類以上含有する布を使用することもできる(たとえば、Nomex(登録商標)/Kevlar(登録商標)またはKevlar(登録商標)/PBI)。

#### 【0041】

湿気バリアは、液体に対するバリアとして機能するが、そのバリアを水蒸気は透過することができる構成要素である。消防士の出動服などの難燃性衣服において、これらのバリアは、消防士から水を引き離し、それによって消防士が支える重量が最小限となる。さらに、このバリアは水蒸気(汗)を逃すことができ、これは高温環境で作業する場合に重要な機能である。典型的には、湿気バリア構成要素は、不織布または織布に積層された膜を含む。布への積層に使用される膜材料としては、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)およびポリウレタンが挙げられる。このような積層体の例としては、纖維不織布または織布のメタ系アラミド布上のCrossTech(登録商標)PTFE膜またはネオプレン(登録商標)膜が挙げられる。

#### 【0042】

複合布中の種々の層は、ナノファイバーを含む不織シートおよび熱安定性難燃性布を互いに取り付ける場合に本明細書で前述した方法などのあらゆる好適な方法を用いて互いに取り付けることができる。特に有用な方法の1つは、難燃性糸を用いて互いに層をキルティングすることである。明らかに、本発明の複合布は、衣服中で、外部シェル布が火災の可能性のある環境により近くなり、サーマルライナーが着用者または衣服により近くなるように使用される。ある好ましい実施形態では、複合布中にサーマルバリアを配置する場合、ナノファイバーを含む不織シートを有するサーマルライナーの側が、液体バリアにより近くなるように配置され、熱安定性難燃性布は着用者により近くなるように配置される。また、ナノファイバーを含む不織シートがサーマルライナーにとって有用であるので、希望するならナノファイバーを含む不織シートの追加層を、サーマルライナーに隣接して、またはいずれかの側で、サーマルライナーに組み込むことができる。

#### 【0043】

##### 試験方法

###### 垂直燃焼試験

ASTM D 413 - 99を用いてサーマルライナーの垂直燃焼性能を測定した。炭化長を求めるための試験手順は、最低坪量が $2 \sim 6 \text{ oz/yd}^2$ ( $68 \sim 203 \text{ g/m}^2$ )で

10

20

30

40

50

ある材料に対して計画され、したがって、低坪量材料の場合、合わせた坪量が約135g/m<sup>2</sup>である多層において求めた。

#### 【0044】

##### 平均流動細孔

不織シートの平均流動細孔サイズは、ASTM Designation E 1294-89、“Standard Test Method for Pore Size Characteristics of Membrane Filters Using Automated Liquid Porosimeter”に準拠して測定される量である。キャピラリーフロー・ポロメーター CFP-2100AE (Porous Materials Inc. Ithaca, NY) を使用した。直径25mmの個別の試料を、低表面張力流体（表面張力が16ダイン/cmである1, 1, 2, 3, 3, 3-ヘキサフルオロプロペン、または“Galwick”）でぬらし、ホルダー中に取り付け、空気の圧力差を生じさせ、流体を試料から除去した。湿式流が乾式流（溶媒でぬらさない場合の流れ）の2分の1になる圧力差を使用し、供給されるソフトウェアを用いて平均流動細孔サイズを計算する。10

#### 【0045】

##### 厚さ

個別の材料の厚さ測定は、ASTM 5947に準拠し、10kPa(1.45psi)の圧力および直径15mmのフート（精密厚さゲージFT3 Hanatek Instruments, east Sussex, UK）を用いて行った。複合布の厚さ測定は、ASTM D1777-96 Option 1に準拠し、標準的な台に搭載された直径50.8mmのフートを有するマイクロメーター、および0.9kPa(0.13psi)の圧力を使用して測定した。20

#### 【0046】

##### 熱的性能

熱保護性能（TPP）は、NFPA 1971 (ISO 17492)に準拠して2.0cal/cm<sup>2</sup>sの熱流束において測定した。放射保護パフォマンス（Performance）（RPP）は、NFPA 1971 (ASTM F1939)に準拠して0.5cal/cm<sup>2</sup>sの熱流束において測定した。30

#### 【0047】

##### 坪量

ナノファイバーを含む不織シートを含む個別の層の坪量は、ASTM D-3776に準拠して測定した。複合布の坪量は、6.75インチ×6.75インチのTPP試験体の重量から測定した。

#### 【0048】

##### 多孔度

多孔度は、g/m<sup>2</sup>の単位での試料の坪量を、g/cm<sup>3</sup>の単位のポリマー密度およびマイクロメートルの単位の試料厚さで割り、100を乗じ、続いて100%から引くことによって計算し、すなわちパーセント多孔度 = 100 - 坪量 / (密度 × 厚さ) × 100であった。40

#### 【0049】

##### 通気度

通気度は、ASTM D737に準拠し125Paの圧力差で測定した。

#### 【0050】

##### 熱安定性

熱安定性難燃性布の熱安定性は、NFPA 1971のNational Fire Protection Association's 2007 editionに記載の方法に準拠して求めることができる。

#### 【0051】

##### 熱抵抗 / 热伝導度

50

シートおよび布の耐熱性 (R) および熱伝導度 (k) は、ASTM E 1530 (Guarded Heat Flow) に準拠し、TA DTC 300 試験機を用いて測定した。試験領域は  $20.3 \text{ cm}^2$  (直径  $50.8 \text{ mm}$ ) であった。すべての試料は、表面接触を説明するためにヒートコンパウンドグリースを使用せずに試験した。試料は、12 kPa の最小圧力および 100 度までの温度設定で試験し、冷却板は 10 度低くした。一連の試料に対応するために種々の抵抗領域を使用した：低領域：0.0005 ~ 0.010 m<sup>2</sup>K/W；中間領域：0.0005 ~ 0.010 m<sup>2</sup>K/W、高領域 0.01 ~ 0.05 m<sup>2</sup>K/W。抵抗は出力の 1 つであり、熱伝導度は同様の圧力下で既知の試料厚さを用いて計算した。

#### 【実施例】

10

#### 【0052】

##### 実施例 1

順番に外部シェル布、湿気バリア、サーマルライナー、および裏地布を有する複合衣服布の試料を以下の材料から作製した。外部シェル布、湿気バリア、および裏地は、すべて市販の布であり；外部シェル布は  $7.5 \text{ oz/yd}^2$  の Kevlar (登録商標) / PB I (60% / 40%) 布であり、湿気バリアは  $6 \text{ oz/yd}^2$  の Stedair (登録商標) 3000 布であり、裏地は  $3.3 \text{ oz/yd}^2$  の Nomex (登録商標) パジャマチック (pajamachek) 織布であった。

#### 【0053】

20

試験用の多数の異なる複合衣服布を作製するために、多数の異なるサーマルライナーを作製した。各サーマルライナーは、この場合  $1.5 \text{ oz/yd}^2$  ( $51 \text{ g/m}^2$ ) スタイル 715 Nomex (登録商標) E-89 (商標) スパンレースアラミド纖維不織布である熱安定性難燃性布の層を、ナノファイバーを含む不織シートの層と組み合わせることによって作製した。これらすべてのサーマルライナーは、ASTM D6413-99 の垂直燃焼試験に合格可能である。

#### 【0054】

30

米国特許出願公開第 2005/0067732 号明細書に詳細に記載されるエレクトロブローイング法を使用し、26 を超える LOI を有するポリマーを使用して、種々のナノファイバーを含む不織シートを作製した。使用した種々のナノファイバーを含む不織シートの性質を表 1 に示す。ナノファイバーを含む不織シートは、種々の量の表面テクチャーを有した。試料 1-2 は高度にテクスチャー加工された表面を有し、一方、試料 1-1 は中程度にテクスチャー加工された表面を有した。試料 1-4 および 1-B の両方は、少ないテクスチャー加工が行われた表面を有し、試料 1-5 は、非常に少ないテクスチャー加工が行われた表面を有し、ほぼ平滑であった。試料 1-3 は平滑で実質的に平坦な表面を有した。

#### 【0055】

【表1】

例	ポリマーの種類*	坪量、g/m <sup>2</sup>	厚さ、マイクロメートル	多孔度、%	平均流動細孔、マイクロメートル
1-1	PI	18	121	90	3.6
1-2	PI	8	46	88	4.8
1-3	PI	24	59	72	1.8
1-4	PES	15	99	89	6.1
1-5	PI	17	108	89	5.6
1-A	A	80	541	89	30
1-B	PES	5	45	92	11

\* - PI = ポリイミド、PES = ポリエーテルスルホン、A= メタ系アラミドおよびパラ系アラミドのブレンド。

#### 【0056】

複合衣服布の試料の性能は、多層構造を試作するために試験ホルダー中に個別の布層を積層することによって測定した。種々の層は、順に、外部シェル布、湿気バリア、サーマルライナー、および裏地布であり、外部シェル布が熱の脅威に最も近かった。サーマルライナーは、ナノファイバーを含む不織シートの側が湿気バリアに接触し、熱安定性難燃性布の側が裏地に接触するように配置した。外部シェル布、湿気バリア、サーマルライナー、および裏地布を有し、サーマルライナーの多孔度が90%である1.5oz/yd<sup>2</sup>(51g/m<sup>2</sup>)のスタイル715 Nomex(登録商標)E-89(商標)スパンレースアラミド繊維不織布の1層のみである対照試料も、追加の不織ナノファイバーシートならびに他のシートおよび布を使用せずに作製した。

#### 【0057】

比較の複合衣服布の2つの試料も同様の方法で積層した。第1の比較試料は、外部シェル布、湿気バリア、サーマルライナー、および裏地布から作製し、サーマルライナーは、熱安定性難燃性布の2つの層からなり、その一方の層は1.5oz/yd<sup>2</sup>(51g/m<sup>2</sup>)のスタイル715 Nomex(登録商標)E-89(商標)スパンレースアラミド繊維不織布であり、他方の層は同じスパンレースアラミド繊維不織布の2.3oz/yd<sup>2</sup>(80.4g/m<sup>2</sup>)の種類のものであった。この2.3oz/yd<sup>2</sup>(80.4g/m<sup>2</sup>)のスパンレースアラミド繊維不織布の単層(1-A)の性質を表1に示している。第2の比較試料は、外部シェル布、湿気バリア、サーマルライナー、および裏地布から作製し、サーマルライナーは、1-Bと示されるナノファイバーを含む1つの不織シートと、1.5oz/yd<sup>2</sup>(51g/m<sup>2</sup>)のスタイル715 Nomex(登録商標)E-89(商標)スパンレースアラミド繊維不織布の1層とを組み合わせたものであった。ナノファイバーを含む不織シートの単層(1-B)の性質も表1に示している。

#### 【0058】

次に複合衣服布の試料のNFPA 1971 / ISO 17492(2.0cal/cm<sup>2</sup>・sにおける)に準拠した熱保護性能(TPP)およびASTM F1939(0.5cal/cm<sup>2</sup>・sにおける)に準拠した放射保護性能(RPP)の熱的性能を試験した。種々のサーマルライナーを用いて作製した複合衣服の性質および熱的性能を表2に示す。

#### 【0059】

10

20

30

40

50

複合衣服布試料 1 - 1 から 1 - 4 のいずれかと対照との比較から、ナノファイバーを含む不織シートを加えることで、TPP（直接火炎の断熱）が少なくとも約 5 % 増加するが、重量増加は 5 % よりはるかに少なく、RPP（放射熱の断熱）も 5 % を超えて（ほとんどの場合で 5 % を大幅に超えて）増加し、重量増加は 5 % よりもはるかに少ないことが示されている。

#### 【0060】

【表2】

例	複合布の平均坪量、g/m <sup>2</sup> (oz/yd <sup>2</sup> )	パーセント重量増加	複合布の平均厚さ、mm (ミル)	2 cal/cm <sup>2</sup> における TPP	パーセント TPP 増加	0.5 cal/cm <sup>2</sup> における RPP	パーセント RPP 増加
対照	622 (18.3)	—	1.7 (66)	30.5	—	25.3	—
1-1	639 (18.8)	2.7	1.8 (71)	32.2	5.6	28.1	11.1
1-2	629 (18.5)	1.3	1.7 (67)	32.2	5.6	26.7	5.5
1-3	646 (19.0)	3.9	1.8 (69)	32.3	5.9	29.2	15.4
1-4	639 (18.8)	2.7	1.8 (71)	32.1	5.2	27.7	9.5
1-5	638 (18.8)	2.7	1.8 (71)	32.3	5.9	27.0	6.7
1-A	700 (20.6)	12.6	2.3 (90)	36.0	18	28.1	11.1
1-B	625 (18.4)	0.8	1.7 (67)	30.8	1.0	25.5	0.8

#### 【0061】

表2に示されるように、薄い試料を使用する複合布試料 1 - 1 ~ 1 - 4 は、対照よりも改善された TPP 性能を有した。さらに、複合布試料の RPP 性能も向上し、これらの複合布試料の一部は、試料 1 - A によって示されるような短纖維を用いて作製した厚い標準的なサーマルライナーに対して、同等または改善された性能を示した。しかし、表1に示されるように、すべてのナノファイバーおよび比較シートは高い多孔度を有し、すべてが 72 ~ 92 % の範囲であり、すべてが同様の重量であった。

#### 【0062】

サーマルライナー中のナノファイバーを含む不織シートと熱安定性難燃性布（この場合はスパンレース不織布であった）との性質の間の相乗効果をさらに理解するため、不織ナノファイバーシートの別の性質、およびその熱安定性難燃性布との相乗効果を表3に示す。表中、T<sub>1</sub> および R<sub>1</sub> は、この場合 1.5 oz / yd<sup>2</sup> (51 g / m<sup>2</sup>) のスタイル 715

Nomex (登録商標) E - 89 (商標) スパンレースアラミド纖維不織布の 1 層であった熱安定性難燃性布の平均厚さおよび熱抵抗を意味する。T<sub>2</sub> および R<sub>2</sub> は、1 つのシート上で測定したナノファイバーを含む不織シートの平均厚さおよび熱抵抗を意味する。

#### 【0063】

この表は、異なる平均厚さを有する材料の構造の多孔度および細孔を表す新しい構造パラメータである「通気度 × 平均厚さ」も示している。単位は (cm × (マイクロメートル) または国際単位 (m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> / 分) × (マイクロメートル) である。

#### 【0064】

10

20

30

40

【表3】

例	熱抵抗 “R <sub>z</sub> ”、 m <sup>2</sup> K/W (x 10 <sup>-3</sup> )	熱伝導度 “K <sub>z</sub> ”、 W/mK (x 10 <sup>-2</sup> )	抵抗の変化、 (R <sub>1</sub> +R <sub>2</sub> )/R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> /T <sub>2</sub>	通気度、 cfm (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /分)	厚さ通気度、 cfm *マイクロメートル (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /分 * マイクロメートル)
対照	6.92	5.4	—	—	360 (173)	18300 (8800)
1-1	2.8	4.3	1.5	0.323	11 (5)	1306 (864)
1-2	1.6	2.9	1.3	0.123	28 (13)	1304 (626)
1-3	1.5	3.9	1.2	0.160	3.0 (1.4)	181 (87)
1-4	2.8	3.5	1.4	0.264	23 (11)	2286 (1096)
1-5	2.6	4.1	1.3	0.290	25 (12)	2688 (1290)
1-A	9.35	5.8	2.2	1.44	260 (125)	20900 (10000)
1-B	0.9	3.2	1.10	0.120	217 (104)	9657 (4635)

## 【0065】

对照試料（この場合も、1.5 oz/yd<sup>2</sup> (51 g/m<sup>2</sup>) のスタイル 715 Nome x (登録商標) E-89 (商標) スパンレースアラミド繊維不織布の1層の熱安定性難燃性布である）および比較例 1-A（この場合も、対照と同じスパンレースアラミド繊維不織布の2.3 oz/yd<sup>2</sup> (80.4 g/m<sup>2</sup>) の種類のモノを加えている）の両方によって表3に示されるように、これらの従来の短纖維不織布は、ナノファイバーウェブよりも高い熱伝導度を有する傾向にあり、これらの布の増加した厚さによってそれらの熱抵抗も増加する傾向にある。しかし、表3中の最後の2列によって示されるように、ナノファイバーシートの厚さ通気度は、ナノファイバーシートを別の断熱シートと組み合わせる場合の重要なパラメータになると考えられる。たとえば、試料 1-B の場合のように、ナノファイバーシートが薄すぎ、通気度が高くなりすぎる場合、表2に示されるように TPP および RPP の増加はわずかである。

## 【0066】

## 実施例2

実施例1において積層し試験した、ナノファイバーを含む不織シート 1-1 または 1-3 のいずれかを使用した複合衣服布試料を、Nome x (登録商標) アラミド糸 (Antic Thread and Supply, Baltimore, MD) を用いてさらにキルティングして、2つのキルティングされた複合衣服布を形成した。これらの複合衣服布試料を、次に実施例1のように熱 (TPP) および放射 (RPP) の熱的性能の試験を行った。キルティングした複合衣服布の熱的性質は、実施例1のように単に積層した試料と同じであった。これらのキルティングした複合衣服布試料について、次に5回の洗浄サイクルを行い、熱的および放射的性能を再び測定した。これらの試料の性質を表4に示す。驚くべきことに、キルティングした複合布の熱的および放射的性能は洗浄とともに増加した。

## 【0067】

10

20

30

40

【表4】

例	2 cal/cm <sup>2</sup> における TPP	パー セント TPP 増加 (対照に対して)	0.5 cal/cm <sup>2</sup> における RPP	パー セント RPP 增加 (対照に対して)
1-1 キルティング後	32	5.6	28	11.1
1-1 キルティング および洗浄後	33	8.8	29	14.3
1-3 キルティング後	32	5.9	29	15.4
1-3 キルティング および洗浄後	33	9.1	30	18.0

10

## 【0068】

## 実施例3

複合衣服布試料を、ナノファイバーを含む不織シート1-1または1-3のいずれかを用いて作製し、実施例1と同じ外部シェル布、湿気バリア布、および裏地布を積層し試験したが、この場合サーマルライナーは、1.5 oz / yd<sup>2</sup> (51 g / m<sup>2</sup>) のスタイル715 Nomex (登録商標) E-89 (商標) スパンレースアラミド纖維不織布の2つの層とともに、1-1または1-3のナノファイバーを含む不織シート1つの層を含んだ。対照試料は、同じ複合衣服布試料からなったが、サーマルライナーは1.5 oz / yd<sup>2</sup> (51 g / m<sup>2</sup>) のスタイル715 Nomex (登録商標) E-89 (商標) スパンレースアラミド纖維不織布の2つの層のみであり、追加の不織ナノファイバーシートは有さなかった。これらの試料の性質を表5に示す。この場合も、ナノファイバーを含む不織シートを加えることで、TPPおよびRPPの性能が顕著に増加し（それぞれ6%を超える）、布重量の増加は非常にわずか（3重量%未満）であった。

20

## 【0069】

【表5】

30

例	複合布の 平均坪量、 g/m <sup>2</sup> (oz/yd <sup>2</sup> )	パー セント重 量增加	複合布の 平均厚さ、 マイクロ メートル (ミル)	2 cal/cm <sup>2</sup> におけ る TPP	パー セ ント TPP 増加	0.5 cal/cm <sup>2</sup> におけ る RPP	パー セ ント RPP 増加
対照	673 (19.8)	—	2.2 (85)	34	—	28	—
1-1	683 (20.1)	1.5	2.3 (89)	37	8.8	31	10.8
1-3	690 (20.3)	2.5	2.2 (87)	36	6.8	31	11.5

40

## 【0070】

## 実施例4

実施例3を繰り返したが、複合衣服布試料は、外部シェル布、サーマルライナー、および裏地布のみを含んだ。特に、外部シェル布は4.6 oz / yd<sup>2</sup>のNomex (登録商標) IIIA布であり、裏地布は2.7 oz / yd<sup>2</sup>のNomex (登録商標) 編地であった。

## 【0071】

対照試料は、サーマルライナーが1.5 oz / yd<sup>2</sup> (51 g / m<sup>2</sup>) のスタイル715

50

N o m e x (登録商標) E - 8 9 (商標) スパンレースアラミド繊維不織布の1層があり、追加の不織ナノファイバーシートは有さない複合衣服布からなった。次に、サーマルライナーが1つのスパンレース層とともに1 - 1または1 - 3のいずれかのナノファイバーを含む不織シートの1つの層を含む、2つのさらなる複合衣服布試料を作製した。これらの試料の性質を表6に示す。この場合も、ナノファイバーを含む不織シートを加えることでTPPおよびRPPの性能が顕著に増加し(それぞれ6%を超え、10パーセントを超える)、布重量の増加は非常にわずか(3重量%未満)であった。

## 【0072】

【表6】

例	複合布の平均坪量、g/m <sup>2</sup> (oz/yd <sup>2</sup> )	ペーセント重量増加	複合布の平均厚さ、mm(ミル)	2 cal/cm <sup>2</sup> におけるTPP	ペーセントTPP増加	0.5 cal/cm <sup>2</sup> におけるRPP	ペーセントRPP増加
対照	309 (9.1)	—	1.4 (56)	15	—	15	—
I-1	337 (9.9)	8.8	1.6 (62)	18	19.3	19	25.8
I-3	316 (9.3)	2.7	1.5 (60)	16	7.5	17	14.1

10

本発明のまた別の態様は、以下のとおりであってよい。

[1] 難燃性サーマルライナーであって、

(a) 少なくとも21の限界酸素指数、10マイクロメートル以下の平均流動細孔、25~6000立方フィート/分・マイクロメートル(12~2880立方メートル/メートル/分・マイクロメートル)の厚さ通気度、および平均厚さT<sub>1</sub>を有する合成ポリマーのナノファイバーを含む不織シートと;

(b) 前記不織シートの外面に取り付けられた平均厚さT<sub>2</sub>を有する熱安定性難燃性布を含み; 前記熱安定性布の表面は前記不織シートの表面に接触し;

T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.75未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、難燃性サーマルライナー。

[2] T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.30未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、前記[1]に記載のサーマルライナー。

[3] T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.120を超えるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、前記[1]または[2]に記載のサーマルライナー。

[4] A S T M D 6 4 1 3 - 9 9 に準拠して前記サーマルライナーを火炎に曝露した場合に、残炎が2秒以下である、前記[3]に記載のサーマルライナー。

[5] 前記ナノファイバーを含む不織シートが、ポリイミド、メタ系アラミド、パラ系アラミド、ポリベンザゾール、ポリベンゾイミダゾール、またはそれらの混合物から製造されたナノファイバーを含み、前記熱安定性難燃性布が、ポリイミド、メタ系アラミド、パラ系アラミド、ポリベンザゾール、ポリベンゾイミダゾール、またはそれらの混合物から製造された短纖維および/または連続フィラメントを含む、前記[4]に記載のサーマルライナー。

[6] 外部シェル布および難燃性サーマルライナーを含む難燃性複合布系であって、前記サーマルライナーが:

(a) 少なくとも21の限界酸素指数、10マイクロメートル以下の平均流動細孔、25~6000立方フィート/分・マイクロメートル(12~2880立方メートル/メートル/分・マイクロメートル)の厚さ通気度、および平均厚さT<sub>1</sub>を有する合成ポリマーのナノファイバーを含む不織シートと;

(b) 前記不織シートの外面に取り付けられた平均厚さT<sub>2</sub>を有する熱安定性難燃性布を含み; 前記熱安定性布の表面は前記不織シートの表面に接触し;

20

40

50

T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.75未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、難燃性複合布系。

[7] T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.30未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、前記[6]に記載の難燃性複合布系。

[8] T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.120を超えるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、前記[6]または[7]に記載の難燃性複合布系。

[9] 前記[8]に記載の複合布系を含む難燃性保護衣服。

[10] 前記外部シェル布と前記サーマルライナーとの間に配置された湿気バリアをさらに含む、前記[6]に記載の難燃性複合布系。

[11] 前記ナノファイバーを含む不織シートが、ポリイミド、メタ系アラミド、パラ系アラミド、ポリベンザゾール、ポリベンゾイミダゾール、またはそれらの混合物から製造されたナノファイバーを含み、前記熱安定性難燃性布が、ポリイミド、メタ系アラミド、パラ系アラミド、ポリベンザゾール、ポリベンゾイミダゾール、またはそれらの混合物から製造された短纖維および/または連続フィラメントを含む、前記[6]または[10]に記載の難燃性複合布系。 10

[12] T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.30未満となるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、前記[10]に記載の難燃性複合布系。

[13] T<sub>1</sub>のT<sub>2</sub>に対する比が0.120を超えるようにT<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が選択される、前記[10]または[12]に記載の難燃性複合布系。

[14] 前記[13]に記載の複合布系を含む、難燃性保護衣服。 20

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
A 4 1 D 31/02 (2019.01) A 4 1 D 31/00 5 0 2 E  
A 4 1 D 31/02 D

(74)代理人 100084663  
弁理士 箱田 篤  
(74)代理人 100093300  
弁理士 浅井 賢治  
(74)代理人 100119013  
弁理士 山崎 一夫  
(74)代理人 100123777  
弁理士 市川 さつき  
(74)代理人 100111796  
弁理士 服部 博信  
(74)代理人 100154988  
弁理士 小林 真知  
(72)発明者 レヴィット ナタリア ヴィ  
アメリカ合衆国 バージニア州 23059 グレン アレン ドリン ヒル コート 5120  
(72)発明者 ヤング リチャード ホール  
アメリカ合衆国 バージニア州 23236 リッチモンド マンスフィールド クロッシング  
テラス 11405

審査官 長尾 裕貴

(56)参考文献 特表2011-518684 (JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0003877 (US, A1)  
特表2010-520386 (JP, A)  
特表2008-507638 (JP, A)  
特開2009-006622 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 4 1 D 31/00 - 31/32  
B 3 2 B 1/00 - 43/00