

明 細 書

発明の名称：防護服

技術分野

[0001] 本発明は、環境中に放出された粉塵から人体を防護する防塵材料、およびそれを用いた防護服に関する。

背景技術

[0002] 粉塵を除去する作業や取り扱う作業において、作業者は、衣服の上に化学防護服、ゴム手袋、ゴム長靴、捕集効率95%以上の防塵マスクを着用して作業することが多い。このうち、化学防護服は、作業者一人当たり1日に3～4着使用される場合もあり、そして基本的に使い捨てされる。材料としては、ポリエチレンやポリプロピレンなどの材料が用いられる。最近では放射性物質を含む粉塵がある環境での着用が多くなってきている。粉塵から人体を防護するには、長靴やゴム手袋等の保護具を着用し、保護具と化学防護服の隙間をテープで固定し、外部の空気が保護具と化学防護服の隙間から衣服内に流入しないようにする。そのため、防護服内に外部の空気が流入せず衣服内湿度や温度が上昇する。夏場における作業においては、熱中症対策として休憩回数を増やす、作業時間を短縮するなどの対策が行われ、作業効率が低下しやすい。

[0003] 化学防護服は、粉塵を衣服内に進入させない高度な防塵性と快適に作業が行える通気性や透湿性を有することが求められている。

[0004] 特許文献1、2には、エレクトレット不織布シートとその製造方法が開示されている。特許文献1、2に記載された不織布は、粉塵の捕集効率が高く、通気性も高いが、エレクトレット不織布だけでは、防護服として用いることは、強度や耐摩耗性の点から難しい。さらに、積層構造体に関しては、積層方法よる解決策は開示されていない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-73971号公報

特許文献2：特開2008-179932号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、粉塵を衣服内に進入させない高度な防塵性を有し、快適に作業が行える通気性、透湿性を有し、糸縫製に適した防塵材料を用いた防護服を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 課題を解決するために本発明は、以下の防塵服を開示する。

(1) i および i i の特徴を有する防塵材料を用いた防護服。

i) 防塵材料は繊維層およびエレクトレット不織布層を有し、前記繊維層および前記エレクトレット不織布層の数の和は2以上である。

i i) 防塵材料は、隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とが5%以上10%以下の面積比率の領域で接着されている。

[0008] また好ましい態様として以下の防塵服がある。

(2) 防塵材料の前記エレクトレット不織布層が、メルトブロー不織布またはスパンボンド不織布である、上記防護服。

(3) 防護材料の通気性が $30\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上である、上記いずれかの防護服。

(4) 前記エレクトレット不織布層がメルトブロー不織布であって、このメルトブロー不織布が以下の量の添加剤を含有する上記いずれかの防護服。

i i i) ヒンダードアミン系添加剤を0.5～5質量%もしくはトリアジン系添加剤を0.5～5質量%を含有する。

または

i v) ヒンダードアミン系添加剤およびトリアジン系添加剤を必須とし、合計0.5～5質量%を含有する。

(5) 防塵材料の前記繊維層と前記エレクトレット不織布層とを接着する接着剤がホットメルト接着剤である上記いずれかの防護服。

(6) 前記繊維層と前記エレクトレット不織布層とを接着する前記ホットメルト接着剤の量が 0.5 g/m^2 以上 3.0 g/m^2 以下である上記いずれかの防護服。

(7) 糸縫製部を有する上記いずれかの防護服。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、防塵性、通気性に優れ、夏場の作業において、より涼しく、かつ、糸縫製に適した防塵材料を用いた防護服が得られる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]エレクトレット不織布層の電荷密度測定の概念図である。

[図2a]防護材料からエレクトレット不織布を剥離した後の繊維層の断面図。

[図2b]図2aの繊維層から、繊維層に付着しているエレクトレット不織布由来の繊維をすべて除去した繊維層の断面図

[図2c]図2aの繊維層から、繊維層に付着しているエレクトレット不織布由来の繊維を部分的に除去した繊維層の断面図。

[図3]防塵材料の接着面積を算出するために防塵材料からサンプルを切り出す部分を示した図。

発明を実施するための形態

[0011] <エレクトレット不織布層>

本発明の防塵材料に用いるエレクトレット不織布層は、非導電性の繊維材料からなるシートであり、メルトブロー法またはスパンボンド法によって得ることができる。すなわち、エレクトレット不織布層はメルトブロー不織布またはスパンボンド不織布であることが好ましい。

[0012] メルトブロー不織布はメルトブロー法によって製造される。メルトブロー法は、一般に、紡糸口金から押し出された熱可塑性ポリマーを熱風噴射することにより繊維状に細化し、該繊維の自己融着特性を利用して、ウェブを形成せしめる方法である。スパンボンド法によるスパンボンド不織布など他の製造法による不織布に比べて複雑な工程を必要とせず、また数 $10 \mu\text{m}$ から数 μm 以下の細い繊維が容易に得られる。メルトブロー法における紡糸条件

としては、ポリマー吐出量、ノズル温度、エア圧力等があるが、これら紡糸条件の最適化を行うことで、所望の繊維径を有する不織布が得られる。

[0013] スパンボンド法は以下の方法である。樹脂を熔融し、紡糸口金から紡糸する。冷却固化した糸条に対し、エジェクターから噴射される圧縮エアで牽引、延伸する。それを移動するネット上に捕集して繊維ウェブを形成する。繊維ウェブを熱接着して不織布を形成する。樹脂を熔融し牽引する工程があることからメルトブロー法よりも高強度の繊維を得やすい特徴がある。

[0014] 不織布の素材としては、合成繊維或いは天然繊維が例示されるが、合成繊維が好ましい。

[0015] 使用される主たる素材はエレクトレット性が要求されるので、好ましくは、体積抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、さらに好ましくは $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ である。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート、ポリ乳酸等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイト、フッ素系樹脂、およびこれらの混合物などを挙げることができる。これらの中でも、ポリオレフィンおよびポリ乳酸を主体とするものはエレクトレット性能の点から好ましい。さらにポリオレフィンでは、ポリプロピレンを主体とするものが一層好ましい。

[0016] 本発明に使用するエレクトレット不織布層がメルトブロー不織布である場合には、上記メルトブロー不織布は、ヒンダードアミン系添加剤および／またはトリアジン系添加剤を含有することが好ましい。この添加剤を非導電性繊維シートに含有させることにより、特に高いエレクトレット性能を保持させることが可能になるからである。

[0017] 上記ヒンダードアミン系添加剤および／またはトリアジン系添加剤の含有量としては、特に限定されない。メルトブロー不織布がヒンダードアミン系添加剤またはトリアジン系添加剤を単独で含有する場合には、それらの含有量はそれぞれメルトブロー不織布の 0.5～5 質量%の範囲とするのが好ましく、それぞれ 0.7 質量%以上、それぞれ 3 質量%以下とするのがより好ましい。また、メルトブロー不織布がヒンダードアミン系添加剤およびトリ

アジン系添加剤の両方を含有する場合には、それらの合計の含有量はメルトブロー不織布の0.5～5質量%の範囲とするのが好ましく、上限を0.7質量%以上、下限を3質量%以下とするのがより好ましい。添加量が少ないと、目的とする高レベルのエレクトレット性能を得ることが難しくなる。また、多すぎると製糸性や製膜性を悪くし、かつコスト的にも不利になる。

[0018] 上記2種類の添加剤のうちヒンダードアミン系添加剤としては、ポリ〔（6-（1, 1, 3, 3, -テトラメチルブチル）イミノ-1, 3, 5-トリアジン-2, 4-ジイル）（（2, 2, 6, 6, -テトラメチル-4-ピペリジル）イミノ）ヘキサメチレン（（2, 2, 6, 6, -テトラメチル-4-ピペリジル）イミノ）〕（チバガイギー製、“キマソープ”（登録商標。以下同じ。）944LD）、コハク酸ジメチル-1-（2-ヒドロキシエチル）-4-ヒドロキシ-2, 2, 6, 6-テトラメチルピペリジン重縮合物（チバガイギー製、“チヌビン”（登録商標。以下同じ。）622LD）、2-（3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル）-2-n-ブチルマロン酸ビス（1, 2, 2, 6, 6-ペンタメチル-4-ピペリジル）（チバガイギー製、“チヌビン”144）などが挙げられる。

[0019] また、トリアジン系添加剤としては、前述のポリ〔（（6-（1, 1, 3, 3, -テトラメチルブチル）イミノ-1, 3, 5-トリアジン-2, 4-ジイル）（（2, 2, 6, 6, -テトラメチル-4-ピペリジル）イミノ）ヘキサメチレン（（2, 2, 6, 6, -テトラメチル-4-ピペリジル）イミノ）〕（チバガイギー製、“キマソープ”944LD）、2-（4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル）-5-（（ヘキシル）オキシ）-フェノール（チバガイギー製、“チヌビン”1577FF）などを挙げることができる。これらのなかでも特にヒンダードアミン系添加剤を使用することが好ましい。

[0020] エレクトレット不織布層の電荷密度は、 1×10^{-10} クーロン/cm²以上、さらには 1×10^{-9} クーロン/cm²以上、さらには、 1×10^{-8} クーロン

／ cm^2 以上が好ましい。

[0021] エレクトレット不織布層は、上記添加剤の他に、熱安定剤、耐候剤、重合禁止剤等の一般にエレクトレット加工品の非導電性繊維シートに使用されている公知の添加剤を含有してもよい。

[0022] 不織布をエレクトレット化する方法としては以下の方法がある。

非導電性繊維シートを走行させる。そのシートにスリット状の吸引ノズルをシートの幅全面方向に横切るように接触させる。かつこの接触部反対側のシートの面を水面に接触させるか又は浸漬させる。このような状態で吸引ノズルから水を吸引する。

吸引ノズルから水を吸引すると、吸引ノズルをシートに接触させた部分の反対側の水がシートを厚さ方向に貫通するように移動するため、水をシート内に厚さ方向全体に渡り浸透させることができる。また吸引ノズルをシート幅方向に横切るように配置し、かつシートを走行させながら吸引するから、上記シート厚さ方向全体に水を浸透させた状態をシート全面に満遍なく行き渡らせることができる。したがって、このシートを乾燥すると、シート全面に電荷が均一かつ高密度に帯電したエレクトレット化不織布になる。

[0023] また、不織布のシートへの直流コロナ放電による方法でも良い。例えば以下の方法である。複数の直流コロナ放電電極を設け、シートに対し、第一番目に作用する直流コロナ放電電極による電界強度よりも、後に作用する直流コロナ放電電極による電界強度の方を強くして、エレクトレット化する。

[0024] エレクトレット不織布層の通気性は、好ましくは、 $40\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上、さらに好ましくは $80\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上、よりさらに好ましくは $100\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上であることで防塵材料としたときの通気性を維持しやすくなる。通気性は、目付や平均繊維径、厚みなどにより達成することができる。

[0025] <繊維層>

続いて、防塵材料に用いる繊維層について述べる。

[0026] 本発明の繊維層は、本発明での定義の区分上、エレクトレット不織布でな

いものからなり、繊維を含有する層である。かような繊維層としては、材料に十分な強度、耐摩耗性、手触りなどの風合い、柔らかさがあり、通気性が高いものであることが好ましい。繊維層として用いられる布帛の繊維の構造としては、織物、編物、不織布、紙などがあげられる。なかでも、コスト、物性の観点から不織布が好ましい。不織布としては、湿式不織布やレジンボンド式乾式不織布、サーマルボンド式乾式不織布、スパンボンド式乾式不織布、ニードルパンチ式乾式不織布、ウォータージェットパンチ式乾式不織布、メルトブロー式乾式不織布またはフラッシュ紡糸式乾式不織布が使用できる。また目付や厚みを均一にしやすい抄紙法によるものも好ましく使用できる。なかでも、スパンボンド不織布が、コスト、物性の面から好ましい。

[0027] 繊維層に求められる機能としては、必要に応じて、強度、耐摩耗性、手触りなどの風合いに関わる剛軟性、および通気性などが求められる。

[0028] 繊維層の素材としては、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン；ポリエチレンテレフタレート、ポリ乳酸等のポリエステル；ポリカーボネート；ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイト；フッ素系樹脂；およびこれらの混合物などを挙げることができる。これらの中でも、ポリオレフィンまたはポリ乳酸を主体とするものはエレクトレット性能の点から好ましい。さらにポリオレフィンでは、ポリプロピレンを主体とするものが一層好ましく、前述のエレクトレット不織布層と同じ素材であることが、貼り合わせ時の加工性の観点から好ましい。

[0029] 繊維層の引張強さは、 $5\text{ N}/50\text{ mm}$ 以上が好ましい。さらに好ましくは、 $10\text{ N}/50\text{ mm}$ 以上、さらに好ましくは $15\text{ N}/50\text{ mm}$ 以上である。引張強さが $200\text{ N}/50\text{ mm}$ 以上となると、構成する繊維の強度を著しく高くしたり、目付を高くする必要があることから、防塵材料としての柔らかさが得られなくなる。よって、繊維層の引張強さは $200\text{ N}/50\text{ mm}$ 未満であることが好ましい。

[0030] 耐摩耗性は、JIS L 1913:2010(6.6.1)記載のテーパー形法において、3級以上が好ましい。さらに好ましくは、4級以上であ

る。

- [0031] 剛軟性は、JIS L 1913:2010 (6.7.1) の a) 41.5° カンチレバー法において、150 mm 以下であることが好ましい。より好ましくは、130 mm 以下。さらに好ましくは、100 mm 以下である。150 mm 超であると布帛としての剛性が高く、防護服とした際にごわつきの原因となる。
- [0032] 通気性は、 $40 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上が好ましい。さらに好ましくは $80 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上、よりさらに好ましくは $100 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上である。通気性が $40 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上あることで防塵材料としたときの通気性を維持しやすくなる。通気性は、目付や平均繊維径、厚みなどにより達成することができる。
- [0033] これらの条件を満たそうとすると、好ましい繊維層の厚みは、0.01 mm 以上、さらに好ましくは 0.1 mm 以上である。一方、好ましい繊維層の厚みは、5 mm 以下、より好ましくは 1 mm 以下である。目付は好ましくは $10 \text{ g}/\text{m}^2$ 以上、より好ましくは $20 \text{ g}/\text{m}^2$ 以上である。一方、目付は好ましくは $200 \text{ g}/\text{m}^2$ 以下、より好ましくは、 $100 \text{ g}/\text{m}^2$ 以下の範囲となる。
- [0034] また、本発明に用いる繊維層は、表面に制電加工などの機能加工がされていると好ましい。制電加工は、導電性ポリマーを表面に加工する方法や、吸湿性ポリマーを表面に加工する方法が好ましい。この際、積層するエレクトレット不織布層に接触する反対の面に加工するのがよい。
- [0035] 制電加工部分がエレクトレット不織布層と接触すると帯電性能が低下する恐れがあるからである。
- [0036] <防塵材料>
- まず本発明の防塵材料の製造方法について述べる。本発明における防塵材料の製造方法の例としては、各構成材料の製造工程とそれらの材料の積層工程からなるものである。
- [0037] 各構成材料の製造工程は、例えば公知の方法が使用できる。繊維層および

エレクトレット不織布層の製造方法は上で説明したとおりである。

[0038] 続いて、本発明の繊維層およびエレクトレット不織布層の積層方法について述べる。

[0039] 本発明の防塵材料は、繊維層とエレクトレット不織布層との数の和は2以上である。

[0040] 繊維層は、防塵材料として使用する為の強度、耐摩耗性を確保する。エレクトレット不織布層は、塵埃が衣服内に侵入することを防ぐ役割や着用者の快適性の為の透湿性を有する。このため、防塵材料は、下で定義する捕集効率が65%以上であることが好ましい。

[0041] なお、本発明における捕集効率は次の方法で求めた値をいう。防塵材料または防護服から10カ所測定用サンプルを採取する。それぞれの試料について、捕集性能測定装置で測定する。この捕集性能測定装置は、測定サンプルをセットするサンプルホルダーの上流側にダスト収納箱を連結し、下流側に流量計、流量調整バルブ、ブロワを連結している。また、サンプルホルダーにパーティクルカウンターを使用し、切り替えコックを介して、測定サンプルの上流側のダスト個数と下流側のダスト個数をそれぞれ測定することができる。さらに、サンプルホルダーは圧力計を備え、サンプル上流、下流の静圧差を読みとることができる。

[0042] 捕集性能の測定にあたっては、直径0.3 μm のポリスチレン標準ラテックスパウダー（ナカライテスク製0.309Uポリスチレン10質量%溶液を蒸留水で200倍に希釈）をダスト収納箱に充填し、試料をホルダーにセットする。風量をフィルター通過速度が3 m/分になるように流量調整バルブで調整し、ダスト濃度を1万～4万個/2.83 $\times 10^{-4} \text{ m}^3$ (0.01 ft^3) の範囲として、試料の上流のダスト個数Dおよび下流のダスト個数dをパーティクルカウンター（リオン社製、KC-01E）で1試料あたり3回測定し、下記算式にて、捕集性能（%）を求め、10試料の平均値を算出する。

$$\text{捕集効率 (\%)} = [1 - (d/D)] \times 100$$

なお、高捕集の繊維シートほど、下流のダスト個数が少なくなるため、捕集効率の値は高くなる。

[0043] 本発明に用いる防塵材料の通気性は、防護服の着用者が夏場、涼しく快適に作業するためには $30\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上であることが好ましい。さらに好ましくは、 $35\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上である。一方、防塵材料の通気性の上限は、捕集効率が50%以上であれば限定されない。

[0044] 本発明の防塵材料は、繊維層およびエレクトレット不織布層の積層構造を有し、繊維層およびエレクトレット不織布層の数の和は2以上である。積層の構成としては以下のものがあげられる。衣服の外側となる面に繊維層、衣服の内側となる面にエレクトレット不織布層を持つ構成。繊維層、エレクトレット不織布層および繊維層の順となり、エレクトレット不織布層を挟み込む3層構造。耐摩耗性の高い繊維層、強度の高い繊維層の2層を重ねあわせ、重ね合わせた繊維積層体2枚がエレクトレット不織布層を挟み込む5層構造。繊維層に、特性の異なるエレクトレット不織布層2層、さらに繊維層を重ねた4層構造があげられる。中でも、2つの繊維層がエレクトレット不織布層を挟み込む3層構造が好ましい。この場合、強度を有する繊維層と耐摩耗性を有する繊維層を使用することができる。エレクトレット不織布は、それ単体では、表面に粉塵やほこりが付着しやすく、着用時や、縫製時などでの作業性に課題がある。

[0045] 上記の2つの繊維層がエレクトレット不織布層を挟み込む3層積層構造は、エレクトレット加工されたエレクトレット不織布層を繊維層により挟み込むことで、空気が透過する際の捕集効率を落とさずに通気性を維持しやすく、また塵やほこりが表面に付きにくくなる効果を有するため好ましい。

[0046] 繊維層とエレクトレット不織布層とを接着する方法としては、過度の熱により、繊維層やエレクトレット不織布層が所望の状態を超えて熔融または融着すること防ぐため、超音波接着加工や、柄高さが1mm以上の熱エンボスロールを用いた熱接着加工、および接着剤による貼り合わせ加工を用いることができる。さらに繊維層とエレクトレット不織布層とが接着する領域を均

ーに接着させるためにも接着剤による貼り合せ加工が好ましい。

[0047] 超音波接着加工では、超音波振動するブレードと接着材料と特定のパターンを有するエンボスロールの間に0.01MPa～1MPaの圧力で挟み込み、ブレードと呼ばれる振動子を超音波振動1～5万Hzで振動させ、ブレードと接触するパターン部分を溶融接着させる方法が例示される。ブレードは、おもに摩擦に強いチタン製が用いられるが、その他、アルミ、ステンレス合金なども使用できる。また、ブレード幅は、10～50cm幅のものが用いられる。

[0048] 柄高さが1mm以上の熱エンボスロールを用いた熱接着加工としては、エンボスパターンの深さが1mm以上の熱エンボスロールを用い、パターン以外には、布帛に熱をかけずに、接着加工を行う。柄高さとは、熱エンボスロールのエンボス柄を構成するエッジの上部と下部との距離をいう。熱エンボスの温度は、好ましくは60℃以上、より好ましくは70℃以上、さらに好ましくは、100℃以上である。一方、熱エンボスの温度は、好ましくは170℃以下、より好ましくは150℃以下、さらに好ましくは135℃以下である。また、熱エンボスロールとそれを挟み込むニップロールの押し圧力は、好ましくは0.5MPa以上、より好ましくは1MPa以上である。一方、ニップロールの押し圧力は、好ましくは10MPa以下、より好ましくは5MPa以下である。

[0049] 接着剤による貼り合わせ加工に用いる接着剤は、特に限定されないが、ホットメルト接着剤、粉末系接着剤または溶液系接着剤などを挙げることができる。なかでもコストおよび、対象物に均一に塗布することができる観点からホットメルト接着剤が好ましい。また、ホットメルト接着剤の種類は、合成ゴム系接着剤、オレフィン系接着剤またはEVA（エチレンビニル酢酸）系接着剤などを挙げることができる。接着強力に優れるとともに、繊維層およびエレクトレット不織布層との親和性にも優れる観点から、合成ゴム系またはオレフィン系接着剤が好ましい。また、接着剤としてホットメルト接着剤を用いる場合には、ホットメルト接着剤の140℃における溶融粘度は

、Ｔダイよりホットメルト接着剤をより均一に押し出すことができる点から、上限は $20000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $10000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であることがより好ましく、 $5000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であることがよりさらに好ましい。一方で、熔融粘度の下限は $300\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上であることが好ましく、 $500\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上であることがより好ましい。

[0050] 接着剤で積層した防塵材料をミシンで糸縫製すると、ミシン針の貫通摩擦抵抗が大きくなり、ミシン針の折れや汚れ、針の発熱による融着による目飛び、縫い糸切れ、地糸切れ、縫いジワが発生しやすくなる。また、接着材が針穴や針溝に目詰まると、目飛びや縫い糸が切れやすくなる傾向がある。

[0051] そこで、ホットメルト接着剤の軟化点は 105°C 以下が好ましく、より好ましくは 90°C 以下である。一方、接着剤の安定性や保管の観点から軟化点は 70°C 以上が好ましい。この範囲であるとミシン針の折れや汚れ、針の発熱による融着による目飛び、縫い糸切れ、地糸切れ、縫いジワが発生しにくい。軟化点の調整は、接着剤中の熱可塑性エラストマー、粘着付与剤、鉱油、熱安定剤の組成を変えることで達成できる。ミシン針での突刺強さは、 1.0 N 以下が好ましく、 0.9 N 以下がより好ましく、 0.8 N 以下がさらにより好ましい。一方、下限は 0.3 N 以上が目とび防止の観点から好ましい。ミシン針での突刺強さは、前記した軟化点範囲の接着材を使用することや接着剤の塗布量を調整することで達成できる。

[0052] ホットメルト接着剤による繊維層とエレクトレット不織布層との貼り合わせ加工の方法は、ドット柄のロールから基材へ接着剤を塗布する方法、粉末状の接着剤を基剤に塗布し、その後加熱し接着する方法、熔融させた接着剤をスプレー状に塗布する方法などがあげられる。なかでも、ホットメルト接着剤をＴダイ型の押出機からスプレー状に塗布する方法が好ましい。この方法であれば、防塵材料の風合いや、防塵材料の通気性を大きく損なうことなく繊維層とエレクトレット不織布層の貼り合わせが可能となるとともに、低塗布量で繊維層とエレクトレット不織布層の接着力をより高めることができ、ホットメルト接着剤をより均一に塗布することができる。また、ホット

メルト接着剤の 140°C の溶融粘度が $5000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下である場合には、Ｔダイよりホットメルト接着剤をより均一に押し出すことができる観点から、Ｔダイより押し出される際のホットメルト接着剤の温度は、 100°C 以上であることが好ましく、 130°C 以上であることがより好ましい。一方で、高温のホットメルト接着剤による防塵材料への損傷抑制の観点から、Ｔダイより押し出される際のホットメルト接着剤の温度は、 180°C 以下であることが好ましく、 160°C 以下であることがより好ましい。特に、ホットメルト接着剤スプレー後、繊維層とホットメルト接着剤の接触位置において、繊維層およびエレクトレット不織布の基材の融点よりも低いことがエレクトレット性能を維持する上で好ましい。

[0053] 防塵材料の通気性の維持および針縫製のしやすさから、繊維層とエレクトレット層との間にあるホットメルト接着剤の量は、 $3\text{ g}/\text{m}^2$ 以下が好ましい。より好ましくは $2.5\text{ g}/\text{m}^2$ 以下、さらにより好ましくは $2\text{ g}/\text{m}^2$ 以下である。ホットメルト接着剤の量は、 $0.5\text{ g}/\text{m}^2$ 以上が、接着強度を維持する点や、ホットメルト接着剤を均一に塗布する上で好ましい。ホットメルト接着剤の量を $3\text{ g}/\text{m}^2$ 以下にすることで通気性を維持し、針縫製に適した防塵材料とすることができる。また、 $0.5\text{ g}/\text{m}^2$ 以上とすることで、防護服として着用した際に防塵材料が剥離せずに布帛として使用できる。

[0054] 本発明の防塵材料は、隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とが 5% 以上 10% 以下の面積比率で接着されている。ここで、接着されている面積比率は実施例に記載の防塵材料の接着面積の測定方法によったもので定義することができる。

[0055] また、防塵材料の柔軟性が向上し、それを防護服にした際のその着用性がより優れたものとなるとの観点から、本発明の防塵材料は、隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とにより形成される層間での接着領域の接着状態をより均一なものとするのが好ましい。例えば、実施例に記載の防塵材料の接着面積の測定方法におけるサンプルのサイズを 20 mm 角から 10 mm 角とした場合においても、その測定方法によって得られた層間の接着面積比

率が5%以上10%以下であることが好ましく、さらに実施例に記載の防塵材料の接着面積の測定方法におけるサンプルのサイズを20mm角から5mm角とした場合においても、その測定方法によって得られた防塵材料の接着面積が5%以上10%以下であることがより好ましい。

[0056] 隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とにより形成される層間の接着部位の大きさおよび配置をより均一なものとする手段としては以下の方法があげられる。超音波接着加工や熱接着加工に用いるエンボスロールのエンボスパターンを適切に管理する方法。溶融された接着剤をスプレー状に塗布する方法では、接着剤をスプレーするノズルの形状を適切な形状、適切な接着剤量で塗布することが挙げられる。特に、カーテンスプレーは、防塵材料に均一にホットメルト接着剤を塗布できる点から好ましい。

[0057] 隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とにより形成される層間が接着されていることで、防塵材料の各種強度があがる。

[0058] また、5%以上10%以下の面積の領域で接着されていることで、防塵材料引張強さと通気度の両方に優れた防塵材料とすることができる。接着面積比率としては、5%以上が必要であるが、好ましくは、7%以上である。接着面積の比率が低すぎると、防塵材料の引張強さが低下し、その防塵材料を化学防護服にしたときに、その化学防護服の耐久性が低下する傾向がある。一方、接着面積比率は、10%以下が必要であるが、好ましくは、8%以下である。接着面積の比率が高すぎると、防塵材料の通気性が低下し、また防塵材料が固くなる傾向があり、防護服としての着用性が劣るものとなる傾向がある。また、繊維層およびエレクトレット不織布層の接着部分ではいずれかの層または両方の層の相手側に向かった繊維の一部または全部が溶融され膜状となっていることが好ましい。好ましい膜状部分の厚みは、0.01～0.5mmとなり、好ましい接着部分一つの面積は、0.001mm²～100mm²である。これらの厚みは、接着部分の断面を切断し、SEM写真にて断面の面積を拡大撮影し、厚みを求める。超音波接着加工や、柄高さが1mm以上の熱エンボスロールを用いた熱接着加工超音波の場合、キーエンス製

デジタルマイクロスコープ（VHX2000）を用いて接着面積を求めることが出来る。

[0059] 上記いずれの方法も、接着部分以外に、熱がかからないことから、熱による繊維層とエレクトレット不織布層のダメージが少なく、またいずれかの層に含まれる材料が広い面積で熔融することによって生じる収縮を抑制することができる。

[0060] 前述の方法の中でも、超音波接着加工は、ブレードとパターン部分以外は、繊維層、エレクトレット不織布層いずれも熱がかからないことから、好ましい方法である。

[0061] また、隣接する繊維層およびエレクトレット不織布層を接着剤で接着する場合、接着剤はホットメルト接着剤であることが好ましい。すなわち、本発明の防塵材料が有する繊維層およびエレクトレット不織布層により形成される少なくとも1つの層間の貼り合わせ方法は、ホットメルト接着剤による方法であることが好ましく、そうすることで、隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とにより形成される層間の全領域がより均一に接着されるため、防塵材料が柔らかくなり、その防塵材料を化学防護服とした際に、その着用性がより優れたものとなるためより好ましい。

[0062] 積層された防塵材料の任意の方向の引張強さは、 $30\text{ N}/5\text{ cm}$ 以上であれば、防塵材料を化学防護服とする際の縫製加工時や、その化学防護服の着用時の破れなどがより抑制されるため好ましく、より好ましくは $35\text{ N}/5\text{ cm}$ 以上、さらに好ましくは $40\text{ N}/5\text{ cm}$ 以上である。

[0063] また、積層された防塵材料の任意の方向の引裂強さは、 10 N 以上であれば、その防塵材料を用いた化学防護服の着用時の破れがより抑制されるため好ましく、より好ましくは 25 N 以上である。

[0064] 積層により得られた布帛は、強度が高く、耐摩耗性に優れ、粒子進入を抑制でき、通気性があり、かつ、糸縫製に適した防塵材料として好適に使用できる。

[0065] <防護服>

本発明の防塵材料は、カバーオール、カップ、ガウン等の形に縫製することで防護服として好適に使用することができる。特に、放射性物質やアスベスト、ダイオキシンを含む焼却灰などの粉塵の進入を防ぐ上で、カバーオール型の防護服が好ましい。

[0066] <縫製>

防塵材料から防護服への縫製方法は、糸と針を用いた糸縫製法と糸と針を用いない超音波縫製などの無縫製法がある。中でも、糸縫製マシンによる縫製は、加工性が高いため好ましい。糸縫製は、縫製部位に合わせて本縫いまたはロックマシンなど既存のマシンが使用できる。本縫いは上糸のループに下糸をくぐらせる方式であり、解けにくく強度に優れるため好ましく、ロックマシンは、編み合わせる縫い目であり、強い糸締めがなく、布地の伸縮にも対応できるため好ましい。マシン針の太さは、生地構成に合わせて選択するが、一般的に、薄生地の場合、針番手9番（針の直径0.67mm）、厚生地の場合、針番手16番（針の直径1.02mm）が使用される。薄い生地を太い針で縫うと、生地の糸が切れたり、無理な力がかかったりしたときに縫目から裂ける場合がある。また、厚い生地を細い針で縫うと、針が曲がったり、折れたりする場合がある。防護服の場合、11番手から16番手が好ましい。マシン糸は、スパン糸、ウーリー糸、高巻縮ウーリー糸など市販のものを使用できる。マシン糸の番手は、30番手から90番手を使用できる。糸の素材は、絹糸や綿糸のような天然繊維と、石油などから作られたポリエステルやナイロンなどの合成繊維が使用でき、特に、ポリエステルが耐候性などの面から好ましく用いられる。針目数は、必要な縫目強度に合わせ、5針/3cmから10針/3cmが適している。

[0067] 縫製部の捕集効率は、50%以上であることが好ましい。縫製部の捕集効率を50%以上とすることで、縫目から外部の空気が流入し、放射性物質などの有害物質が防護服内に流入するのを防止することができる。縫目の捕集効率を50%以上にするは、縫目をシームテープで塞ぐことや、縫製針の太さを小さくすることで達成できる。

実施例

[0068] 以下、本発明をさらに実施例により詳細に説明する。

[0069] [測定方法]

(1) 単位面積当たりの質量 (目付: g/m^2)

J I S L 1913:2010 6.2に基づいて測定した。試料から25cm×25cmの大きさの試験片を、打抜き形又はテンプレートとかみそり刃とを用いて3枚以上採取し、その重さを測定し、平均値を求めた。それを単位面積当たりの質量 (g/m^2) とした。

[0070] (2) 捕集効率

防護服の両太もも部から4枚、両うでから4枚、胴体部分から2枚の防塵材料を切り出し、10枚のサンプルを採取した。それぞれの試料について、捕集性能測定装置で測定した。縫製部のサンプルは、J I S T 8115 (2015) 付属書Aの手順C実施後の防護服から、両太もも部から4枚、両うでから4枚、胴体部分から2枚の10枚のサンプルを採取している。この捕集性能測定装置は、測定サンプルをセットするサンプルホルダーの上流側にダスト収納箱を連結し、下流側に流量計、流量調整バルブ、ブロワを連結している。また、サンプルホルダーにパーティクルカウンターを使用し、切り替えコックを介して、測定サンプルの上流側のダスト個数と下流側のダスト個数をそれぞれ測定することができる。さらに、サンプルホルダーは圧力計を備え、サンプル上流、下流の静圧差を読みとることができる。

[0071] 捕集性能の測定にあたっては、直径0.3 μm のポリスチレン標準ラテックスパウダー (ナカライテック製0.309Uポリスチレン10質量%溶液を蒸留水で200倍に希釈) をダスト収納箱に充填し、試料をホルダーにセットし、風量をフィルター通過速度が3m/分になるように流量調整バルブで調整し、ダスト濃度を1万~4万個/2.83×10⁻⁴ m³ (0.01 ft³) の範囲で安定させ、サンプルの上流のダスト個数Dおよび下流のダスト個数dをパーティクルカウンター (リオン社製、KC-01E) で1サンプルあたり3回測定し、下記算式にて、捕集性能 (%) を求め、10サンプルの

平均値を算出した。

$$\text{捕集効率 (\%)} = [1 - (d/D)] \times 100$$

(3) 電荷密度

図 1 により説明する。接地された金属製箱 1 と金属製平板電極 2（面積 100 cm^2 、材質：真鍮）の間に試料 3 をはさみ、静電誘導によって発生した電荷を、コンデンサー 4 を介してエレクトロメーター 5 によって電圧を測定し、得られた電圧から次の式によって表面電荷密度を求めた。

[0072] $Q = C \times V / S$

Q : 表面電荷密度 (クーロン / cm^2)

C : コンデンサー容量

V : 電位

S : 平板電極面積 。

[0073] (4) 通気性

J I S L 1913 6. 8. 1 a) フラジール形法に基づき、 $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ の大きさで試験片を通過する空気量を $n = 3$ で測定し、その平均値を通気性とした。

[0074] (5) 着用性

夏場の外気温を想定した 35°C 、 $50\% \text{ Rh}$ に設定した恒温恒湿室に、被験者が T シャツ 1 枚 (“A I R i s m” (登録商標、ユニクロ製))、作業ズボン (綿 10% 、ポリエステル 90%) 1 枚の上から防護服を着用し入室した。被験者は、胸の中心付近に熱電対をシャツの上から貼り付け、入室後の防護服内の温度を熱電対にて測定した。これを 3 人の被験者に対して実施した。3 人の被験者のデータをそれぞれ比較例 1 の防護服と比較して、30 分後の防護服内の平均温度が 2°C 以上低いものを A、平均温度差が 2°C 未満のものを B と評価した。

[0075] (6) 着用試験

夏場 (7 ~ 9 月) の気温 30°C 以上のときに防護服を着用し、外で 1 時間作業を行った。特に蒸れもなく作業性が非常に良好で防護服に破れ等の無い

ものをA、蒸れが若干あるが作業性が良好で作業服に破れ等の無いものをB、蒸れが高く作業性が悪いが防護服に破れ等の無いものをC、蒸れが非常に高く作業性が非常に悪かったり、作業服に破れや防塵材料が剥離したものをDとした。なお、本着用試験の被験者は1人である。

[0076] (7) 引張強さ (スパンボンド不織布および防塵材料)

J I S L 1913:2010 6.3.1に基づき測定した。サイズ5cm×30cmの試験片をつかみ間隔20cm、引張速度10cm/minの条件でシート縦方向、横方向とも3個のサンプルについて定速伸長型引張試験機にて引張試験を行い、サンプルが破断するまで引っ張ったときの最大強力を引張強さとし、サンプルのタテ方向、ヨコ方向それぞれの平均値について算出した。ここで、タテ方向とは、サンプルのロールの長さ方向に平行な方向をいい、ヨコ方向とはサンプルのロール長さ方向に垂直な方向をいう。

[0077] (8) 引裂強さ (防塵材料)

J I S L 1913:2010 8.15.4 C法 (トラペゾイド法)に基づき測定した。サイズ7.5cm×15cmのサンプルのタテ方向およびヨコ方向の引裂強さをそれぞれn=3で測定し平均値を算出した。ここで、タテ方向とは、サンプルのロールの長さ方向に平行な方向をいい、ヨコ方向とはサンプルのロール長さ方向に垂直な方向をいう。

[0078] (9) 厚さ

J I S L 1913:2010 6.1.1 A法に基づき測定した。試料から2500mm²以上の大きさの試験片を10枚採取し、厚さ測定器の上側円形水平板に0.5kPaの圧力をかけ、0点を調整した。その後、厚さ測定器を用いて、標準状態で試験片に0.5kPaの圧力を10秒間かけて、厚さを0.01mmまで測定した。試験片10枚の平均値を求めた。

[0079] (10) 耐摩耗性

J I S L 1913:2010 6.6.1 a) テーバー形法に基づいて測定した。試験片を3枚採取し、摩耗輪は、CS-10、摩擦回数を1

00回とし、外観変化を付図1の限度写真と比較して、その平均値を0.5級単位に丸めて表した。

[0080] (11) 剛軟性

JIS L 1913:2010 6.7.1 a) 41.5°カンチレバー法に基づいて測定した。試験片をタテ方向から3枚採取して測定した。試料の表と裏で剛軟性が違う場合は、表と裏についてそれぞれ試験を行った。そのタテ方向の平均値を剛軟性とした。

[0081] (12) 平均繊維径

防護服の両太もも部から4枚、両うでから4枚、胴体部分から2枚の計10枚の防塵材料を切り出した。それぞれの防塵材料について、電子顕微鏡で倍率500倍で写真撮影を行い、1枚の写真につき任意の15本の繊維の直径を測定し、これを10枚の写真について行い、平均繊維径はその平均値で表した。

[0082] (13) 接着面積比率

図3を参照する。長辺240mm×短辺180mmの長方形の防塵材料11を用意した。この防塵材料11を、長辺を4等分し、短辺を3等分し、60mm角に分割した、12枚の小防塵材料12を得た。次に分割した小防塵材料12から、小防塵材料12と中心点が同一であり、かつ、2辺が防塵材料11の長辺と平行であり、残りの2辺が防塵材料11の短辺と平行である20mm角のサンプルを切り出し、合計で12点のサンプルA～Lを得た。ここでいうサンプルA～Lは、図3に示すサンプル13～24に相当する。

[0083] 上述の各サンプルから繊維層を剥がし、12枚の剥離後繊維層A～Lを得た。上記の12枚の剥離後繊維層のエレクトレット不織布層と接着していた面には、接着剤とエレクトレット不織布層由来の繊維が付着していた。繊維層に付着していたエレクトレット不織布由来の繊維には、接着剤により繊維層に付着している繊維（以下、繊維9）と、接着剤と接触せずに繊維層に付着している繊維（以下、繊維10）との2種類があった。次に、得られた12枚の剥離後繊維層A～Lの中から、6枚の剥離後繊維層A～Fを取り分け

た。剥離後繊維層 A～F のエレクトレット不織布層と接着していた面から、上記の 2 種類のエレクトレット不織布層由来の繊維をすべて取り除いた。これらを剥離後・不織布繊維除去繊維層サンプル A～F とした。

[0084] また、上記の 1 2 枚の剥離後の繊維層 A～L のうちの残りの 6 枚の剥離後繊維層 G～L については、それらの剥離後の繊維層のエレクトレット不織布層と接着していた面から、# 3 2 0 のサンドペーパーで擦り、繊維 1 0 のみを取り除いた。これらを剥離後・不織布繊維部分除去繊維層サンプル G～L とした。

[0085] ここで、図 2 a に剥離後繊維層 A～L のいずれか断面の概念図を示す。剥離後繊維層 6 のエレクトレット不織布層と接着していた面 7 には接着剤 8 とエレクトレット不織布層由来の繊維が付着している。また、エレクトレット不織布層由来の繊維には、繊維 9 および繊維 1 0 がある。

[0086] 図 2 b に剥離後・不織布繊維除去繊維層 6 A を示す。これは上述した剥離後・不織布繊維除去繊維層サンプル A～F の形態である。剥離後・不織布繊維除去繊維層 6 A では、接着剤 8 のみが付着している。従って、繊維層サンプル A～F のエレクトレット不織布層と接着していた側の表面には、繊維部分（接着剤が付着していない部分）および非繊維部分（接着剤が付着している部分）が存在する。

[0087] 図 2 c に剥離後・不織布繊維部分除去繊維層サンプル 6 B。これは上で説明した剥離後・不織布繊維部分除去繊維層サンプル G～L に相当する。剥離後・不織布繊維部分除去繊維層サンプル 6 B では、接着剤 8、および、繊維 9 が付着している。

[0088] 得られた剥離後の繊維層サンプル A～F および G～L のエレクトレット不織布層と接着していた面のそれぞれを、キーエンス製デジタルマイクロスコープ（V H X 2 0 0 0）を用い、倍率 1 5 0 倍およびしきい値 - 6 0 の設定にて、視野全体に各剥離後の繊維層サンプルが入るように撮影した。次いで、得られたサンプルの画像を長辺および短辺のそれぞれ中心で分割し 4 分割した。さらに、4 分割した画像の左上部分において輝度の違いにより繊維部

分の面積を算出する方法を用い、各剥離後の繊維層サンプルのエレクトレット不織布層と接着していた面の表面の繊維部分の面積を算出した。ここで、剥離後の繊維層サンプルA～Lの表面の繊維部分の面積をそれぞれ $S_1 \sim S_{12}$ とし、次いで、 $(S_7 - S_1) / S_7 \times 100$ の計算式、 $(S_8 - S_2) / S_8 \times 100$ の計算式、 $(S_9 - S_3) / S_9 \times 100$ の計算式、 $(S_{10} - S_4) / S_{10} \times 100$ の計算式、 $(S_{11} - S_5) / S_{11} \times 100$ の計算式、および、 $(S_{12} - S_6) / S_{12} \times 100$ の計算式で得られた値を接着面積とし、6つの接着面積を算出した。ここで、サンプル、剥離後の繊維層および繊維層サンプルのアルファベットはそれぞれ対応しており、例えば、剥離後の繊維層Aおよび繊維層サンプルAは繊維層Aに由来するものである。

なお、繊維層とエレクトレット不織布層とにより形成される層間を2以上有する防塵材料においては、各界面で上記と同様の測定を行い接着面積を算出した。

[0089] (14) 溶融粘度

JIS Z 8803 9.4.4 単一円筒形回転粘度計による測定法に基づいて測定した。B型回転粘度計（ブルックフィールド社製）を用い、 140°C における粘度を求めた。

[0090] (15) 快適性評価

20°C 、 $50\% \text{Rh}$ に設定した恒温恒湿室に、被験者がTシャツ1枚（“AIRISM”（登録商標、ユニクロ製））、作業服上下（綿10%、ポリエステル90%）の上から防護服を着用し、保護具（ゴム手袋、ヘルメット、長靴）を装着しテープで固定した。被験者は、背中を中心付近に“おんどとり”（登録商標、ティアンドデイ製 TR-71nw）をシャツの上から貼り付け、入室後、足踏み（14歩／10秒）を実施し、防護服内の湿度を10秒毎に測定した。なお、扇風機（YUASA製 YT-4001K（WH））を風量“中”にて背中から50cm離れた位置から風をあてた。これを3人の被験者に対して実施した。3人の被験者のデータをそれぞれ比較例

1の防護服と比較して、45分後の防護服内の平均湿度が20%以上低いものをA、10%以上20%未満低いものをB、平均湿度差が10%未満のものをCと評価した。

[0091] (16) 突刺強さ

JIS T 8051:2005に基づき測定した。試料が直径55mmの大きさの試験片を防護服の太もも部から2枚、両うでから2枚の計4枚の防塵材料を採取し、針侵入速度を100mm/分とし、定速伸長型引張試験機にて突き刺し試験を行い、試験片4枚の平均値を求めた。

[0092] (17) ミシン針での突刺強さ

試験鍾をミシン針14番手に変えた他は(16)項のJIS T 8051:2005に準拠して測定した。試料は直径55mmの大きさの試験片を防護服の太もも部から2枚、両うでから2枚の計4枚の防塵材料を採取し、針侵入速度を100mm/分とし、定速伸長型引張試験機にて15mmの突き刺し試験を行い、試験片4枚の平均値を求めた。

[0093] (18) 剥離強度

JIS L 1089:2007に記載の方法に準拠して測定した。繊維層と繊維層の界面で剥がしてきっかけを作り、万能試験機(島津製作所製オートグラフAG-IS)を用いて、幅25mm、長さ300mmに切り出した試験片を、つかみ間隔50mm、引張速度150mm/分の条件でシート縦方向、横方向とも3個のサンプルについて定速伸長型引張試験機にてT字(180°)に剥離した時の剥離試験を行った。評価は、JIS L 1089:2007の図5に示すように、剥離するときに示す極大値の大きいものから順次3個、小さいものから順次3個を採り、計6個の平均値を算出した。

[0094] (19) 糸縫製テスト

防塵材料を2枚重ねて、30m縫製を継続した。縫製は、1本針本縫いミシンを用いて、針11番手、糸がポリエステル90番手、10針/3cmの条件にて行い、異常が見られないものをG、目飛びや縫いジワ、ミシン針折

れ、糸切れしたものをPとした。

[0095] (20) 風合い

防塵材料を手で触り、ホットメルト接着剤の粘着性を感じるものを×、ホットメルト接着剤の粘着性を感じないものを○とした。

[0096] (21) 粉塵漏れ試験

JIS T 8032-2:2015に記載の方法に準拠して測定した。
JISの規格を満たすものを合格とし、JISの規格を満たさないものを不合格とした。

[0097] (繊維層用布帛)

繊維層用の布帛には次のものを用いた。物性を表1に示す。

[0098] <スパンボンド布帛1>

ポリプロピレン製スパンボンド不織布（通気性 $220 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、目付 $15 \text{ g}/\text{m}^2$ 、引張強さ：タテ $46.3 \text{ N}/50 \text{ mm}$ 、ヨコ $17.5 \text{ N}/50 \text{ mm}$ 、耐摩耗性：4.5級、剛軟性：73mm）。

[0099] [表1]

【表1】

材料	通気性 $\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 125Pa	目付 g/m^2	厚さ mm	引張強さ N/50mm		耐摩耗性 級	剛軟性 mm
				タテ	ヨコ		
スパンボンド布帛1	220	15	0.1	46.3	17.5	4.5	73

[0100] (エレクトレット不織布層用の布帛)

エレクトレット不織布層用の布帛および比較例に用いた対照用の布帛には次のものを用いた。物性を表2に示す。

[0101] <エレクトレット不織布1>

ポリプロピレン製メルトブロー不織布（ヒンダードアミン系添加剤1質量%含有、エレクトレット加工有り、電荷密度 8.5×10^{-9} クーロン/ cm^2 、通気性 $44 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、目付 $20 \text{ g}/\text{m}^2$ 、平均繊維径 $2 \mu\text{m}$ ）。

[0102] <エレクトレット不織布2>

ポリプロピレン製メルトブロー不織布（ヒンダードアミン系添加剤1質量%

含有、エレクトレット加工有り、電荷密度 8.5×10^{-9} クーロン/cm²、
通気性 $95 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、目付 $18 \text{ g}/\text{m}^2$ 、平均繊維径 $4 \mu\text{m}$ ）。

[0103] <エレクトレット不織布3>

ポリプロピレン製メルトブロー不織布（ヒンダードアミン系添加剤1質量%
含有、エレクトレット加工有り、電荷密度 8.5×10^{-9} クーロン/cm²、
通気性 $120 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、目付 $16 \text{ g}/\text{m}^2$ 、平均繊維径 $6 \mu\text{m}$ ）。

[0104] [表2]

【表2】

材料	エレクトレット加工	電荷密度 クーロン/cm ²	通気性 cm ³ /cm ² /s	目付 g/m ²	平均繊維径 μm
エレクトレット不織布	あり	8.5×10^{-9}	44	20	2
エレクトレット不織布	あり	8.5×10^{-9}	95	18	4
エレクトレット不織布	あり	8.5×10^{-9}	120	16	6

[0105] (接着剤)

(A) ホットメルト接着剤A

“モレスコメルト” TN-367Z（モレスコ社製）、140℃の溶融粘度
 $1200 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、軟化点82℃。

(B) ホットメルト接着剤B

“モレスコメルト” TN-255Z（モレスコ社製）、140℃の溶融粘度
 $14250 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、軟化点102℃。

(C) ホットメルト接着剤C

“モレスコメルト” AC-831Z（モレスコ社製）、160℃の溶融粘度
 $4000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、軟化点122℃。

[0106] [実施例1]

ホットメルト接着機にて、150℃に加熱し溶融させたホットメルト接着
材Aを、エレクトレット不織布1の第1の面に塗布量が $2 \text{ g}/\text{m}^2$ となるよう
Tダイからスプレー状に塗布し、その後、スパンボンド布帛1をエレクトレ
ット不織布1の第1の面に貼り合わせた。得られたスパンボンド布帛1/エ
レクトレット不織布1の2層積層品を巻取った。表裏を反対にして、再度エ
レクトレット不織布1の第2の面に、先の工程と同様にホットメルト接着材

Aを塗布量が 2 g/m^2 となるようスプレー状に塗布し、その後、スパンボンド布帛1をエレクトレット不織布1の第2の面に貼り合わせた。その結果スパンボンド布帛1／エレクトレット不織布1／スパンボンド布帛1の順の構成をもつ防塵材料1を得た。得られた防塵材料1の構成を表3に示し、その特性の測定結果を表4～6に示す。防塵材料1は、目付 60 g/m^2 、生地部の捕集効率 92% 、縫製部捕集効率 89% 、通気性 $42\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、観察した6つの領域における接着面積の比率の最大値は 9% で最小値が 7% であった。引張り強さはタテ方向 $103.3\text{ N}/50\text{ mm}$ 、ヨコ方向 $50.3\text{ N}/50\text{ mm}$ 、引裂き強さはタテ方向 15.4 N 、ヨコ方向 30.2 N であった。

[0107] 得られた防塵材料1を用い、型紙に合わせて切り出し、切り出した防塵材料の縫製部分を、針糸および振り糸ともに高巻縮ウーリー糸、1本針3糸オーバーミシンで行い、針目数8針／ 3 cm で縫製した。ファスナー付けは、スパン糸#60ポリエステル、本縫いで行い、針目数6針／ 3 cm でミシン縫製した。これらの方法によりカバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛の破れや裂けもなく、良好な縫製性であった。さらに 35°C 、 $50\%\text{ Rh}$ 雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例1との温度差は、 -3.5°C であり、着用性の評価はA、着用試験の評価はAであった。快適性評価は、比較例1よりも湿度が $21\%\text{ Rh}$ 低く、評価はAであった。

[0108] [実施例2]

エレクトレット不織布1の第1の面へのホットメルト接着剤の塗布量を 1 g/m^2 とした以外は実施例1と同様にしてスパンボンド布帛1／エレクトレット不織布1／スパンボンド布帛1の順の構成をもつ防塵材料2を得た。得られた防塵材料2の構成を表3に示し、その特性の測定結果を表4～6に示す。防塵材料2は、目付 58 g/m^2 、生地部の捕集効率 91% 、縫製部捕集効率 89% 、通気性 $44\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、観察した6つの領域の接着面積の比率の最大値が 6% で最小値が 5% であった。引張り強さはタテ方向 $98.5\text{ N}/50\text{ mm}$ 、ヨコ方向 $45.9\text{ N}/50\text{ mm}$ 、引裂き強さはタテ方向

13.0N, ヨコ方向28.8Nであった。

[0109] 防塵材料2を用い、実施例1と同じ工程で、同じサイズのカバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。さらに35℃、50%Rh雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例1との温度差は、-3.6℃であり、着用性の評価はA、着用試験の評価はAであった。快適性評価は、比較例1よりも湿度が25%Rh低く、評価はAであった。

[0110] [実施例3]

エレクトレット不織布1の第1の面へのホットメルト接着剤の塗布量を4g/m²とした以外は実施例1と同様にしてスパンボンド布帛1/エレクトレット不織布1/スパンボンド布帛1の防塵材料3を得た。得られた防塵材料3の構成を表3に示し、その特性の測定結果を表4～6に示す。防塵材料3は、目付64g/m²、生地部の捕集効率93%、縫製部捕集効率89%、通気性38cm³/cm²/s、観察した6つの領域の接着面積の比率の最大値が10%で最小値が8%であった。引張り強さはタテ方向106.8N/50mm、ヨコ方向54.4N/50mm、引裂き強さはタテ方向17.2N, ヨコ方向32.5Nであった。

[0111] 防塵材料3を用い、実施例1と同じ工程で、同じサイズのカバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。ただし糸縫製テストでは縫いジワが発生した。ミシン針での突刺強さは、1.06Nであった。さらに35℃、50%Rh雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例1との温度差は、-2.9℃であり、着用性の評価はA、着用試験の評価はBであった。快適性評価は、比較例1よりも湿度が19%Rh低く、評価はBであった。

[0112] [実施例4]

ホットメルト接着材Aをホットメルト接着剤Bに変え、塗布量を1g/m²とした以外は、実施例1と同様にしてスパンボンド布帛1/エレクトレット不織布1/スパンボンド布帛1の順に構成された防塵材料4を得た。得られ

た防塵材料4の構成を表3に示し、その特性の測定結果を表4～6に示す。防塵材料4は、目付58 g/m²、生地部の捕集効率92%、縫製部捕集効率88%、通気性46 cm³/cm²/s、観察した6つの領域の接着面積の比率の最大値が9%で最小値が6%であった。引張り強さはタテ方向103.0 N/50 mm、ヨコ方向51.1 N/50 mm、引裂き強さはタテ方向15.7 N、ヨコ方向30.6 Nであった。

[0113] 防塵材料4を用い、実施例1と同じ工程で同じサイズのカバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。さらに35℃、50%Rh雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例1との温度差は、-3.5℃であり、着用性の評価はA、着用試験の評価はAであった。快適性評価は、比較例1よりも湿度が22%Rh低く、評価はAであった。

[0114] [実施例5]

エレクトレット不織布1をエレクトレット不織布2に変えた以外は、実施例2と同様にしてスパンボンド布帛1/エレクトレット不織布2/スパンボンド布帛1の防塵材料5を得た。得られた防塵材料5の構成を表3に示し、その特性の測定結果を表4～6に示す。防塵材料5は、目付56 g/m²、生地部の捕集効率55%、縫製部捕集効率50%、通気性60 cm³/cm²/s、観察した6つの領域の接着面積の比率の最大値が9%で最小値が6%であった。引張り強さはタテ方向104.0 N/50 mm、ヨコ方向52.0 N/50 mm、引裂き強さはタテ方向15.9 N、ヨコ方向31.1 Nであった。

[0115] 防塵材料5を用い、実施例1と同じ工程で同じサイズのカバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。さらに35℃、50%Rh雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例1との温度差は、-3.7℃であり、着用性の評価はA、着用試験の評価はAであった。快適性評価は、比較例1よりも湿度が26%Rh低く、評価はAであった。

[0116] [実施例 6]

ホットメルト接着材 A をホットメルト接着剤 C に変え、また塗布量を $1 \text{ g} / \text{m}^2$ とした以外は、実施例 1 と同様にしてスパンボンド布帛 1 / エレクトレット不織布 1 / スパンボンド布帛 1 の順に構成された防塵材料 6 を得た。得られた防塵材料 6 の構成を表 3 に示し、その特性の測定結果を表 4 ~ 6 に示す。防塵材料 6 は、目付 $58 \text{ g} / \text{m}^2$ 、生地部の捕集効率 90% 、縫製部捕集効率 87% 、通気性 $47 \text{ cm}^3 / \text{cm}^2 / \text{s}$ 、観察した 6 つの領域の接着面積の比率の最大値が 9% で最小値が 6% であった。引張り強さはタテ方向 $129.8 \text{ N} / 50 \text{ mm}$ 、ヨコ方向 $50.5 \text{ N} / 50 \text{ mm}$ 、引裂き強さはタテ方向 15.1 N 、ヨコ方向 29.9 N であった。

[0117] 防塵材料 6 を用い、実施例 1 と同じカバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。ただし糸縫製テストを実施すると目とびが発生した。ミシン針での突刺強さは、 1.03 N であった。さらに 35°C 、 $50\% \text{ Rh}$ 雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例 1 との温度差は、 -3.5°C であり、着用性の評価は A、着用試験の評価は A であった。快適性評価は、比較例 1 よりも湿度が $23\% \text{ Rh}$ 低く、評価は A であった。

[0118] [実施例 7]

エレクトレット不織布 1 をエレクトレット不織布 3 に変えた以外は、実施例 2 と同様にしてスパンボンド布帛 1 / エレクトレット不織布 3 / スパンボンド布帛 1 の順に構成された防塵材料 7 を得た。得られた防塵材料 7 の構成を表 3 に示し、その特性の測定結果を表 4 ~ 6 に示す。防塵材料 7 は、目付 $54 \text{ g} / \text{m}^2$ 、生地部の捕集効率 40% 、縫製部捕集効率 35% 、通気性 $90 \text{ cm}^3 / \text{cm}^2 / \text{s}$ 、観察した 6 つの領域の接着面積の比率の最大値が 9% で最小値が 7% であった。引張り強さはタテ方向 $105.2 \text{ N} / 50 \text{ mm}$ 、ヨコ方向 $52.2 \text{ N} / 50 \text{ mm}$ 、引裂き強さはタテ方向 15.9 N 、ヨコ方向 30.5 N であった。

[0119] 防塵材料 7 を用い、実施例 1 と同じカバーオール型化学防護服を作製した

ところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。さらに35℃、50%Rh雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例1との温度差は、-3.8℃であり、着用性の評価はA、着用試験の評価はAであった。快適性評価は、比較例1よりも湿度が27%Rh低く、評価はAであった。

[0120] [比較例1]

市販のポリエチレン製フラッシュスパン不織布1層の防護服から、生地を切り取り、物性を測定し、防塵材料8とした。その測定結果を表3および表4に示す。

[0121] 防塵材料8は、目付40g/m²、生地部の捕集効率80%、縫製部捕集効率80%、通気性0.1cm³/cm²/sであった。引張り強さはタテ方向89.8N/50mm、ヨコ方向68.0N/50mm、引裂き強さはタテ方向22.4N、ヨコ方向16.1Nであった。

[0122] 上記防護服と同じ市販の防護服を着用して、35℃、50%Rh雰囲気下にて着用性を評価し、その測定結果を実施例と比較した。防塵材料8は、防護服として軽量で動きやすいが、やや風が通りにくく、着用性試験を行うと、30分後の防護服内の温度は、34.2℃となり、防護服内が蒸れたため、着用感はB、着用試験の評価はDであり防護服としては劣る結果となった。快適性評価は、平均湿度が75%Rhであった。

[0123] [比較例2]

エレクトレット不織布1の第1の面へのホットメルト接着剤の塗布量を0.4g/m²とした以外は実施例1と同様にしてスパンボンド布帛1/エレクトレット不織布1/スパンボンド布帛1の順に構成される防塵材料9を得た。得られた防塵材料9の構成を表3に示し、その特性の測定結果を表4～6に示す。防塵材料5は、目付57g/m²、生地部の捕集効率94%、縫製部捕集効率89%、通気性45cm³/cm²/s、観察した6つの領域の接着面積の比率の最大値が3%で最小値が1%であり、6つの接着面積のすべてが5%以上10%以下の範囲外であった。引張り強さはタテ方向92.6N/50mm、ヨコ方向38.7N/50mm、引裂き強さはタテ方向9.2

N, ヨコ方向 24.6 N となり、引張り及び引裂き強さが低い結果となった。

[0124] 防塵材料 9 を用い、カバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に一部スパンボンド布帛とエレクトレット不織布が剥離し、縫製性が劣る結果であった。さらに 35℃、50%Rh 雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例 1 との温度差は、-3.6℃であり、着用性の評価は A、着用試験の評価は作業時にスパンボンド布帛とエレクトレット不織布の剥離が発生し一部で破れが見られたため D であった。快適性評価は、比較例 1 よりも湿度が 24%Rh 低く、評価は A であった。

[0125] [比較例 3]

エレクトレット不織布 1 の第 1 の面へのホットメルト接着剤の塗布量を 8 g/m²とした以外は実施例 1 と同様にしてスパンボンド布帛 1 /エレクトレット不織布 1 /スパンボンド布帛 1 の防塵材料 10 を得た。得られた防塵材料 10 の構成を表 3 に示し、その特性の測定結果を表 4 ~ 6 に示す。防塵材料 10 は、目付 72 g/m²、生地部の捕集効率 93%、縫製部捕集効率 88%、通気性 29 cm³/cm²/s、観察した 6 つの領域の接着面積の比率の最大値が 16%で最小値が 14%であった。引張り強さはタテ方向 109.8 N/50 mm、ヨコ方向 60.0 N/50 mm、引裂き強さはタテ方向 20.0 N、ヨコ方向 35.2 N であった。

[0126] 防塵材料 10 を用い、カバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。しかしながら、糸縫製テストを実施すると縫いジワが発生した。ミシン針での突刺強さは、1.21 N であった。さらに 35℃、50%Rh 雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例 1 との温度差は、-2.5℃であり、着用性の評価は A、着用試験の評価は C となり着用時の作業性がやや劣る結果であった。快適性評価は、比較例 1 よりも湿度が 18%Rh 低く、評価は B であった。

[0127] [比較例 4]

エレクトレット不織布 1 の第 1 の面へのホットメルト接着剤の塗布量を 1

2 g / m²とした以外は実施例 1 と同様にしてスパンボンド布帛 1 / エレクトレット不織布 1 / スパンボンド布帛 1 の防塵材料 1 1 を得た。得られた防塵材料 7 の構成を表 3 に示し、その物性測定結果を表 4 ~ 6 に示す。防塵材料 1 1 は、目付 8 0 g / m²、捕集効率 9 2 %、通気性 1 8 c m³ / c m² / s、6 つの接着面積の最大値が 2 3 % で最小値が 2 0 % であった。引張り強さはタテ方向 1 1 2 . 6 N / 5 0 m m、ヨコ方向 6 1 . 2 N / 5 0 m m、引裂き強さはタテ方向 2 1 . 1 N、ヨコ方向 3 6 . 3 N であった。

[0128] 防塵材料 1 1 を用い、カバーオール型化学防護服を作製したところ、縫製時に布帛へゴミ付着もなく良好な縫製性であった。しかしながら、糸縫製テストを実施すると縫いジワおよび糸切れが発生した。ミシン針での突刺強さは、1 . 3 1 N であった。さらに 3 5 °C、5 0 % R h 雰囲気下にて着用性を評価したところ、比較例 1 との温度差は、- 1 . 8 °C であり、着用性の評価は B、着用試験の評価は D であった。快適性評価は、比較例 1 よりも湿度が 9 % R h 低く、評価は C であった。

[0129] 本発明の要件を満足する実施例の防塵材料を用いた防護服は、通気性があり着用した際の蒸れ感を軽減し着衣快適性に優れたものであった。また、ミシン針による縫製に適した防塵材料であった。

[0130]

[表3]

【表3】

		材料A	材料B	材料C	ホットメルト 接着剤	接着剤 軟化点℃	接着材塗布量 目付g/m ²	糸縫製テスト
実施例1	防塵材料1	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	A	82	4.0	G
実施例2	防塵材料2	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	A	82	2.0	G
実施例3	防塵材料3	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	A	82	8.0	P
実施例4	防塵材料4	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	B	102	2.0	G
実施例5	防塵材料5	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布2	スパンボンド布帛1	A	82	2.0	G
実施例6	防塵材料6	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	C	122	2.0	P
実施例7	防塵材料7	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布3	スパンボンド布帛1	A	82	2.0	G
比較例1	防塵材料8	フラッシュスパン 不織布	-	-	-	-	-	-
比較例2	防塵材料9	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	A	82	0.8	G
比較例3	防塵材料10	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	A	82	16	P
比較例4	防塵材料11	スパンボンド布帛1	エレクトレット不織布1	スパンボンド布帛1	A	82	24	P

[0131] [表4]

【表4】	接着面積(%)		通気性 cm ³ /cm ² /s	捕集効率		粉塵 漏れ試験
	最小値	最大値		防塵材料	縫製部	
実施例1	7	9	42	92	89	合格
実施例2	5	6	44	91	89	合格
実施例3	8	10	38	93	89	合格
実施例4	6	9	46	92	88	合格
実施例5	6	9	60	55	50	合格
実施例6	6	9	47	90	87	合格
実施例7	7	9	90	40	35	不合格
比較例1	—	—	0.1	80	80	合格
比較例2	1	3	45	94	89	合格
比較例3	14	16	29	93	88	合格
比較例4	20	23	18	92	88	合格

[0132]

[表5]

【表5】	引張強さ		引裂き強さ		突刺強さ	ミシン針での 突刺強さ
	タテ	ヨコ	タテ	ヨコ		
	N/50mm	N/50mm	N	N	N	N
実施例1	103.3	50.3	15.4	30.2	8.4	0.86
実施例2	98.5	45.9	13.0	28.8	8.1	0.74
実施例3	106.8	54.4	17.2	32.5	8.9	1.06
実施例4	103.0	51.1	15.7	30.6	8.5	0.82
実施例5	104.0	52.0	15.9	31.1	8.1	0.75
実施例6	129.8	50.5	15.1	29.9	8.6	1.03
実施例7	105.2	52.2	15.9	30.5	8.2	0.74
比較例1	89.8	68.0	22.4	16.1	14.0	1.29
比較例2	92.6	38.7	9.2	24.6	7.9	0.48
比較例3	109.8	60.0	20.0	35.2	9.2	1.21
比較例4	112.6	61.2	21.1	36.3	9.5	1.31

[0133]

[表6]

【表6】

	剥離強度	風合い	着用性	着用試験	快適性評価
実施例1	0.7	○	A	A	A
実施例2	0.6	○	A	A	A
実施例3	0.8	×	A	B	B
実施例4	0.7	○	A	A	A
実施例5	0.6	○	A	A	A
実施例6	0.7	○	A	A	A
実施例7	0.6	○	A	A	A
比較例1	剥離できず	○	B	D	—
比較例2	0.4	○	A	D	A
比較例3	0.9	×	A	C	B
比較例4	1.2	×	B	D	C

産業上の利用可能性

[0134] 本発明の防塵材料を用いた防護服は粉塵のある雰囲気での着用に有用である。

符号の説明

- [0135] 1 : 金属製箱
2 : 金属製平板電極
3 : 試料
4 : コンデンサー
5 : エレクトロメーター
6 : 剥離後繊維層
6 A : 剥離後・不織布繊維除去繊維層
6 B : 剥離後・不織布繊維部分除去繊維層
7 : エレクトレット不織布層と接着していた面
8 : 接着剤
9 : 接着剤により繊維層に付着しているエレクトレット不織布層由来の繊維
10 : 接着剤と接触せずに繊維層に付着しているエレクトレット不織布層由来の繊維
11 : 防塵材料
12 : 小防塵材料
13～24 : サンプルA～L

請求の範囲

- [請求項1] 以下の防塵材料を用いた防塵服。
- i) 防塵材料は繊維層およびエレクトレット不織布層を有し、前記繊維層および前記エレクトレット不織布層の数の和は2以上である。
- i i) 防塵材料は、隣接する繊維層とエレクトレット不織布層とが5%以上10%以下の面積比率の領域で接着されている。
- [請求項2] 防塵材料の前記エレクトレット不織布層が、メルトブロー不織布またはスパンボンド不織布である、請求項1記載の防護服。
- [請求項3] 防護材料の通気性が $30\text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以上である、請求項1または2記載の防護服。
- [請求項4] 前記エレクトレット不織布層がメルトブロー不織布であって、このメルトブロー不織布が以下の量の添加剤を含有する請求項1～3いずれかに記載の防護服。
- i i i) ヒンダードアミン系添加剤を0.5～5質量%もしくはトリアジン系添加剤を0.5～5質量%を含有する。
- または
- i v) ヒンダードアミン系添加剤およびトリアジン系添加剤を必須とし、合計0.5～5質量%を含有する。
- [請求項5] 防塵材料の前記繊維層と前記エレクトレット不織布層とを接着する接着剤がホットメルト接着剤である請求項1～4のいずれかに記載の防護服。
- [請求項6] 前記繊維層と前記エレクトレット不織布層とを接着する前記ホットメルト接着剤の量が $0.5\text{ g}/\text{m}^2$ 以上 $3.0\text{ g}/\text{m}^2$ 以下である請求項5記載の防護服。
- [請求項7] 糸縫製部を有する請求項1～6のいずれかに記載の防護服。