

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-223254
(P2012-223254A)

(43) 公開日 平成24年11月15日(2012.11.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 2 B 18/02 (2006.01)	A 6 2 B 18/02	C 2 E 1 8 5
B 0 1 J 20/02 (2006.01)	B 0 1 J 20/02	A 4 F 1 0 0
B 0 1 J 20/04 (2006.01)	B 0 1 J 20/04	A 4 G 0 6 6
B 0 1 J 20/18 (2006.01)	B 0 1 J 20/18	C
B 0 1 J 20/28 (2006.01)	B 0 1 J 20/28	A

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-91545 (P2011-91545)
(22) 出願日 平成23年4月15日 (2011. 4. 15)

(71) 出願人 504180239
国立大学法人信州大学
長野県松本市旭三丁目1番1号

(71) 出願人 508231821
トップテック・カンパニー・リミテッド
TOPTEC Co., Ltd.
大韓民国慶北龜尾市山東面鳳山里366

(74) 代理人 100104709
弁理士 松尾 誠剛

(72) 発明者 金 翼水
長野県上田市常田3-15-1 国立大学
法人信州大学繊維学部内

(72) 発明者 平井 利博
長野県上田市常田3-15-1 国立大学
法人信州大学繊維学部内

最終頁に続く

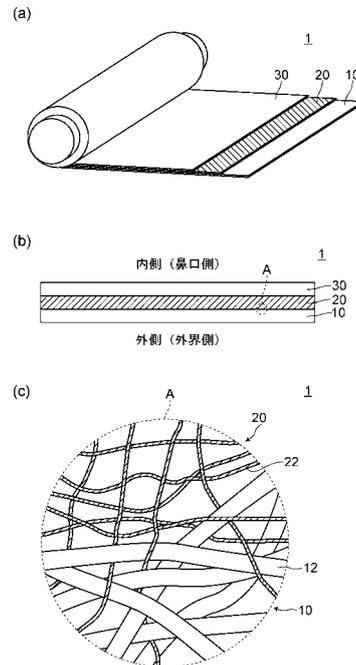
(54) 【発明の名称】 放射性物質遮断マスク

(57) 【要約】

【課題】ヨウ素131やセシウム137などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質（特にヨウ素131）の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクを提供する。

【解決手段】鼻口を覆うマスク本体1と、マスク本体1に配設された装着用部材とを備え、マスク本体1は、平均繊維径が1~100μmの範囲内にあるマイクロ繊維12を含むマイクロ繊維層10と、当該マイクロ繊維層10に積層された、平均繊維径が10nm~3000nmの範囲内にあるナノ繊維22を含むナノ繊維層20とを有し、ナノ繊維22がポリビニルアルコールからなる放射性物質遮断マスク。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鼻口を覆うマスク本体と、当該マスク本体に配設された装着用部材とを備え、
前記マスク本体は、平均繊維径が 1 ~ 1 0 0 μm の範囲内にあるマイクロ繊維を含むマイクロ繊維層と、当該マイクロ繊維層に積層された、平均繊維径が 1 0 nm ~ 3 0 0 0 nm の範囲内にあるナノ繊維を含むナノ繊維層とを有し、
前記ナノ繊維がポリビニルアルコールからなることを特徴とする放射性物質遮断マスク

【請求項 2】

請求項 1 に記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記ナノ繊維層は、ヨウ素を吸着する物質をさらに含むことを特徴とする放射性物質遮断マスク。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記ヨウ素を吸着する物質は、ヨウ化カリウムであることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記ヨウ素を吸着する物質は、硼酸（二酸化ホウ素）であることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

20

【請求項 5】

請求項 3 に記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記ヨウ素を吸着する物質は、銀微粒子であることを特徴とする放射性物質遮断マスク

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記ナノ繊維層は、セシウムを吸着する物質をさらに含むことを特徴とする放射性物質遮断マスク。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記セシウムを吸着する物質は、ゼオライト微粒子であることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記ナノ繊維層は、電界紡糸法により作製されたものであることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記マスク本体は、前記ナノ繊維層と、前記マイクロ繊維層としての、前記ナノ繊維層の両面に積層された 2 つのマイクロ繊維層との積層体からなることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

40

【請求項 10】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記マスク本体は、前記ナノ繊維層と、当該ナノ繊維層の一方面に積層された前記マイクロ繊維層との積層体を一對備え、これら一對の積層体が前記ナノ繊維層が内側に位置するように配置されてなることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の放射性物質遮断マスクにおいて、
前記マスク本体は、前記ナノ繊維層と、当該ナノ繊維層の一方面に積層された前記マイクロ繊維層との積層体からなり、人体に装着したとき当該積層体が前記ナノ繊維層が外側

50

に向くように構成されてなることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の放射性物質遮断マスクにおいて、前記マスク本体は、人体に装着したとき、前記ナノ繊維層よりも鼻口側に位置するように配置される第 2 ナノ繊維層をさらに備えることを特徴とする放射性物質遮断マスク。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本発明は、放射性物質遮断マスクに関する。

【0002】

従来、鼻口を覆うマスク本体と、当該マスク本体に配設された装着用部材とを備え、マスク本体が無機多孔質物質を含むマイクロ繊維層と当該マイクロ繊維層に積層されたナノ繊維層とを有するマスクが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

従来のマスクによれば、無機多孔質物質を含むマイクロ繊維層とナノ繊維層とを有するため、マイクロ繊維層で空気中の細菌、ウイルス、真菌等を吸着しこれらウイルス等を死滅・不活性化させる効果と、ナノ繊維層で空気中からこれらウイルス等を捕集・除去する効果とを併せ持つ。また、ナノ繊維層は撥水性が高く、大気圧下において、空気や水蒸気は通過させる一方、有機溶剤、消毒用アルコール液、血液、体液等の液体は浸透させないという効果を有する。

【0004】

従って、従来のマスクは、粉塵、ハウスダスト、SPM や花粉等の微小な有害粒子を除去し得るだけでなく、空気中に浮遊するウイルス等や、血液、吐瀉物等に含まれる各種の細菌、ウイルス、真菌などに起因する各種の感染症への罹患を防止できる。さらに、不織布を複数積層した従来のマスクに比べ、薄いナノ繊維不織布層を採用することで軽量化でき、しかも通気性が良好になるため、長時間作業しても蒸れが少なく、装着感が良好になる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008 - 188082 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年特に、原子力事故、核実験、放射線医療行為等により各種の放射性物質が外部空間に漏れ出るリスクが高まっているため、普通の有害物質（粉塵、ハウスダスト、SPM や花粉等の微小な有害粒子、空気中に浮遊するウイルス等や、血液、吐瀉物等に含まれる各種の細菌、ウイルス、真菌など）を分離・除去し得るだけでなく、ヨウ素 131 やセシウム 137 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 131 を含むヨウ素の蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質（特にヨウ素 131）の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクが求められている。

【0007】

そこで、本発明は、上記した課題に鑑みてなされたもので、ヨウ素 131 やセシウム 137 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 131 を含むヨウ素の蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質（特にヨウ素 131）の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

[1] 放射性物質遮断マスクは、鼻口を覆うマスク本体と、当該マスク本体に配設された装着用部材とを備え、前記マスク本体は、平均繊維径が $1 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内にあ

10

20

30

40

50

るマイクロ繊維を含むマイクロ繊維層と、当該マイクロ繊維層に積層された、平均繊維径が10nm~3000nmの範囲内にあるナノ繊維を含むナノ繊維層とを有し、前記ナノ繊維がポリビニルアルコール(PVA)からなることを特徴とする。

【0009】

本発明の放射性物質遮断マスクによれば、マスク本体が、平均繊維径が1 μ m~100 μ mの範囲内にあるマイクロ繊維を含むマイクロ繊維層と、平均繊維径が10nm~3000nmの範囲内にあるナノ繊維を含むナノ繊維層とを備えるため、ヨウ素131やセシウム137などの放射性物質が付着した塵又は埃を効率良く分離・捕集することが可能となる。

また、本発明の放射性物質遮断マスクによれば、ナノ繊維がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール(PVA)からなるため、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気を分離・捕集することが可能となる。

【0010】

その結果、本発明の放射性物質遮断マスクは、ヨウ素131やセシウム137などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質(特にヨウ素131)の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

【0011】

なお、本発明において、ナノ繊維の平均繊維径を10nm~3000nmの範囲内にしたのは、当該平均繊維径が10nmより小さい場合にはナノ繊維の作製が困難となる場合があるためであり、当該平均繊維径が3000nmより大きい場合には表面積や細孔の観点から、放射性物質が付着した塵又は埃を分離・捕集することが困難となる場合があるためである。上記観点からは、ナノ繊維の平均繊維径は50nm~500nmの範囲内にあることが一層好ましい。

【0012】

また、本発明において、ナノ繊維層の層厚は300nm~5000nmの範囲内であることが好ましい。これは、当該層厚が300nmより小さい場合にはヨウ素131を含むヨウ素の蒸気を十分に分離・捕集することが困難となる場合があるためであり、当該層厚が5000nmより大きい場合には製造コストを安価なものにすることが困難となる場合があるからである。上記観点からは、ナノ繊維層の層厚は800nm~2000nmの範囲内にあることが一層好ましい。

【0013】

なお、本発明の放射性物質遮断マスクにおいて、マイクロ繊維層としては、ある程度の強度があり、かつ、それ自体でマスクとしての役割を果たすもの(つまり、ナノ繊維層を有しない一般に流通しているマスク)を用いてもよい。

【0014】

また、本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、マイクロ繊維層とナノ繊維層との間の接合力が小さい場合には、マイクロ繊維層とナノ繊維層との間に接着材料(熱可塑性樹脂等)からなる接着層をさらに備えてもよい。

【0015】

[2]本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記ナノ繊維層は、ヨウ素を吸着する物質をさらに含むことが好ましい。

【0016】

このような構成とすることにより、ヨウ素131が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0017】

[3]本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記ヨウ素を吸着する物質は、ヨウ化カリウム(KI)であることが好ましい。

【0018】

このような構成とすることにより、ヨウ素131が付着した物質や、ヨウ素131を含

10

20

30

40

50

むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0019】

[4] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記ヨウ素を吸着する物質は、硼酸 (H_3BO_3) であることが好ましい。

【0020】

このような構成とすることによっても、ヨウ素131が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0021】

[5] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記ヨウ素を吸着する物質は、銀微粒子であることが好ましい。

【0022】

このような構成とすることによっても、ヨウ素131が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0023】

本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、銀微粒子の平均粒径は、10 nm ~ 10 μ mの範囲内にあることが好ましい。

銀微粒子の平均粒径が10 nmより小さい場合には銀微粒子の作製が困難となる場合があるためであり、当該平均粒径が10 μ mより大きい場合にはナノ繊維に対して銀微粒子が大きすぎるために銀微粒子の離脱が多くなってしまう場合があるためである。上記観点からは、銀微粒子の平均粒径は50 nm ~ 2 μ mの範囲内にあることが一層好ましい。

【0024】

[6] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記ナノ繊維層は、セシウムを吸着する物質をさらに含むことが好ましい。

【0025】

このような構成とすることにより、セシウム137を含む物質をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0026】

[7] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記セシウムを吸着する物質は、ゼオライト微粒子であることが好ましい。

【0027】

このような構成とすることにより、セシウム137を含む物質をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0028】

本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、ゼオライト微粒子の平均粒径は、10 nm ~ 10 μ mの範囲内にあることが好ましい。

ゼオライト微粒子の平均粒径が10 nmより小さい場合にはゼオライト微粒子の作製が困難となる場合があるためであり、当該平均粒径が10 μ mより大きい場合にはナノ繊維に対してゼオライト微粒子が大きすぎるためにゼオライト微粒子の離脱が多くなってしまう場合があるためである。上記観点からは、ゼオライト微粒子の平均粒径は50 nm ~ 2 μ mの範囲内にあることが一層好ましい。

【0029】

[8] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記ナノ繊維層は、電界紡糸法により作製されたものであることが好ましい。

【0030】

このような構成とすることにより、均一な平均繊維径のナノ繊維を含むナノ繊維層を備え、性能の安定した放射性物質遮断マスクを構成することが可能となる。また、ポリビニルアルコールを含有するポリマー溶液に、ヨウ化カリウムや硼酸を溶解させたり、銀微粒子やゼオライト微粒子などを分散させることが可能であるため、これらの物質を含むポリマー溶液を用いて電界紡糸することにより、これらの物質を比較的容易にナノ繊維層に含ませることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

[9] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記マスク本体は、前記ナノ繊維層と、前記マイクロ繊維層としての、前記ナノ繊維層の両面に積層された2つのマイクロ繊維層との積層体からなることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

このような構成とすることにより、ナノ繊維層がマイクロ繊維層に挟まれた、いわゆるサンドイッチ構造の放射性物質遮断マスクを構成することが可能となる。このため、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、これらの物質が直接人体に入ることを防止することが可能となり、安全な放射性物質遮断マスクとなる。

10

【 0 0 3 3 】

[1 0] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記マスク本体は、前記ナノ繊維層と、当該ナノ繊維層の一方面に積層された前記マイクロ繊維層との積層体を一對備え、これら一對の積層体が前記ナノ繊維層が内側に位置するように配置されてなることも好ましい。

【 0 0 3 4 】

このような構成とすることによっても、ナノ繊維層がマイクロ繊維層に挟まれた、いわゆるサンドイッチ構造の放射性物質遮断マスクを構成することが可能となる。このため、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、これらの物質が直接人体に入ることを防止することが可能となり、安全な放射性物質遮断マスクとなる。

20

【 0 0 3 5 】

[1 1] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記マスク本体は、前記ナノ繊維層と、当該ナノ繊維層の一方面に積層された前記マイクロ繊維層との積層体からなり、人体に装着したとき当該積層体が前記ナノ繊維層が外側に向くように構成されてなることも好ましい。

【 0 0 3 6 】

ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、上記のような構成とすることにより、これらの物質が直接人体に入ることを防止することが可能となり、安全な放射性物質遮断マスクとなる。

30

【 0 0 3 7 】

[1 2] 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、前記マスク本体は、人体に装着したとき、前記ナノ繊維層よりも鼻口側に位置するように配置される第2ナノ繊維層をさらに備えることが好ましい。

【 0 0 3 8 】

このような構成とすることにより、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、第2ナノ繊維層の存在によりこれらの物質が直接人体に入ることをより確実に防止することが可能となり、より一層安全な放射性物質遮断マスクとなる。

40

【 0 0 3 9 】

第2ナノ繊維層は、平均繊維径が10nm～3000nmの範囲内にある第2ナノ繊維を含むことが好ましい。第2ナノ繊維の平均繊維径が10nmより小さい場合には第2ナノ繊維の作製が困難となる場合があるためであり、当該平均繊維径が3000nmより大きい場合には表面積や細孔の観点から、ヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを分離・捕集することが困難となる場合があるためである。上記観点からは、ナノ繊維の平均繊維径は50nm～500nmの範囲内にあることが一層好ましい。

【 0 0 4 0 】

なお、第2ナノ繊維を構成する材料としては、ポリビニルアルコール(PVA)だけでなく、例えば、ポリ乳酸(PLA)、ポリプロピレン(PP)、ポリ酢酸ビニル(PVAc)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)

50

、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリアミド（PA）、ポリウレタン（PUR）、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリカプロラクトン（PCL）、ポリ乳酸グリコール酸（PLGA）、シルク、セルロース、キトサン等、各種のポリマーを目的に応じて用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】実施形態1に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図2】実施形態1におけるナノ繊維層製造装置100の正面図。

【図3】実施形態1における放射性物質遮断マスクの製造工程を示すフローチャート。

【図4】実施形態2に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

10

【図5】実施形態3に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図6】実施形態4に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図7】実施形態5に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図8】実施形態6に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図9】実施形態7に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図10】実施形態8に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【図11】実施形態9に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図。

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、本発明の放射性物質遮断マスクについて、図に示す実施の形態に基づいて説明する。

20

【0043】

[実施形態1]

1. 放射性物質遮断マスクの構成

まず、実施形態1に係る放射性物質遮断マスクの構成を説明する。

図1は、実施形態1に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図1(a)は芯材(符号を図示せず。)に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体1の素材段階での斜視図であり、図1(b)はマスク本体1の部分拡大断面図であり、図1(c)は図1(b)の符号Aで示す範囲をさらに拡大して示す図である。

なお、構成等を示す図は全て模式図であり、実際の大きさ、厚さ等の関係と必ずしも一致するものではない。

30

【0044】

実施形態1に係る放射性物質遮断マスクは、鼻口を覆うマスク本体1と、当該マスク本体1に配設された装着用部材(図示せず。)とを備え、マスク本体1は、平均繊維径が1~100 μ mの範囲内(例えば10nm)にあるマイクロ繊維12を含むマイクロ繊維層10と、当該マイクロ繊維層10に積層された、平均繊維径が10nm~3000nmの範囲内(例えば200nm)にあるナノ繊維22を含むナノ繊維層20とを有する(図1(a)~図1(c)参照。)。そして、マスク本体1は、ナノ繊維層20と、マイクロ繊維層としての、ナノ繊維層20の両面に積層された2つのマイクロ繊維層10,30との積層体からなる。

40

【0045】

ナノ繊維層20の層厚は300nm~5000nmの範囲内(例えば1000nm。)である。マイクロ繊維層10,30の層厚は目的に応じて任意の層厚とすることができる。

【0046】

ナノ繊維22の平均繊維径は上記したとおり10nm~3000nmの範囲内(例えば200nm)にある。マイクロ繊維12の平均繊維径は上記したとおり1~100 μ mの範囲内(例えば10 μ m)にある。

ナノ繊維22は、ポリビニルアルコール(PVA)からなる。

【0047】

50

ナノ繊維層 20 は、電界紡糸法により作製されたものである。

【0048】

2. ナノ繊維層製造装置 100

次に、実施形態 1 におけるナノ繊維層製造装置 100 の構成を説明する。

図 2 は、実施形態 1 におけるナノ繊維層製造装置 100 の正面図である。図 2 においては、一部の部材は断面図として示している。

【0049】

ナノ繊維層製造装置 100 は、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクを製造するための装置である。つまり、実施形態 1 においては放射性物質遮断マスク製造装置であるともいえる。

10

ナノ繊維層製造装置 100 は、図 2 に示すように、搬送装置 110 と、1 台の電界紡糸装置 120 とを備える。なお、2 台以上の電界紡糸装置を備えるナノ繊維層製造装置としてもよい。

【0050】

搬送装置 110 は、マイクロ繊維層 10 を所定の搬送速度で搬送する。搬送装置 110 は、マイクロ繊維層 10 を繰り出す繰り出しローラー 111、マイクロ繊維層 10 を巻き取る巻き取りローラー 112、マイクロ繊維層 10 の張りを調整するテンションローラー 113、118 と、繰り出しローラー 111 と巻き取りローラー 112 との間に位置する補助ローラー 114 を備える。繰り出しローラー 111 及び巻き取りローラー 112 は、図示しない駆動モーターにより回転駆動される構造となっている。

20

電界紡糸装置 120 は、搬送装置 110 により搬送されているマイクロ繊維層 10 上にナノ繊維 22 を含むナノ繊維層 20 を形成する。

【0051】

電界紡糸装置 120 は、図 2 に示すように、筐体 200 と、ノズルユニット 210 と、ポリマー溶液供給部 230 と、コレクター 250 と、電源装置 260 と、補助ベルト装置 270 とを備える。電界紡糸装置 120 は、後述する複数の上向きノズル 220 の吐出口からポリマー溶液をオーバーフローさせながら吐出して、ナノ繊維層 20 を形成する。

【0052】

筐体 200 は、導電体からなり、接地されている。

ノズルユニット 210 は、複数の上向きノズル 220 を有する。

30

本発明の放射性物質遮断マスクを製造するためのナノ繊維層製造装置には、様々な大きさ及び様々な形状を有するノズルユニットを用いることができるが、実施形態 1 におけるノズルユニット 210 は、上面から見たときに一辺が 0.5 m ~ 3 m の長方形（正方形を含む）に見える大きさで、ブロック状の形状を有する。

【0053】

上向きノズル 220 は、ポリマー溶液供給部 230 から供給されるポリマー溶液を吐出口から上向きに吐出するノズルである。上向きノズル 220 を構成する材料としては導電体を用いることができ、例えば、銅、ステンレス鋼、アルミニウム等を用いることができる。

【0054】

上向きノズル 220 は、例えば、1.5 cm ~ 6.0 cm のピッチで配列されている。上向きノズル 220 の数は、例えば、36 個（縦横同数に配列した場合、6 個 × 6 個）~ 21904 個（縦横同数に配列した場合、148 個 × 148 個）とすることができる。

40

【0055】

なお、実施形態 1 においては、ノズルとして上向きノズル 220 を用いているが、本発明はこれに限定されるものではない。ノズルとして横向きノズルを用いてもよいし、下向きノズルを用いてもよい。

【0056】

ポリマー溶液供給部 230 は、原料タンク 232 及びポリマー溶液供給装置 234 を備える。

50

原料タンク 232 は、ナノ繊維層 20 の原料となるポリマー溶液を貯蔵する。原料タンク 232 は、ポリマー溶液の分離や凝固を防ぐための攪拌装置 233 を内部に有する。原料タンク 232 には、ポリマー溶液供給装置 234 のパイプ 236 が接続されている。

【0057】

ポリマー溶液供給装置 234 は、ポリマー溶液を通過させるパイプ 236 及び供給動作を制御するバルブ 238 からなり、原料タンク 232 に貯蔵されたポリマー溶液をノズルユニット 210 に供給する。なお、ポリマー溶液供給装置は 1 つのノズルユニットにつき最低 1 つあればよく、複数あってもよい。

【0058】

コレクター 250 は、ノズルユニット 210 の上方に配置されている。コレクター 250 は導電体からなり、図 2 に示すように、絶縁部材 252 を介して筐体 200 に取り付けられている。

10

電源装置 260 は、上向きノズル 220 と、コレクター 250 との間に高電圧を印加する。電源装置 260 の正極はコレクター 250 に接続され、電源装置 260 の負極は筐体 200 を介してノズルユニット 210 に接続されている。

【0059】

補助ベルト装置 270 は、長尺のマイクロ繊維層 10 の搬送速度に同期して回転する補助ベルト 272 と、補助ベルト 272 の回転を助ける 5 つの補助ベルト用ローラー 274 とを有する。5 つの補助ベルト用ローラー 274 のうち 1 つ又は 2 つ以上の補助ベルト用ローラーが駆動ローラーであり、残りの補助ベルト用ローラーが従動ローラーである。コレクター 250 とマイクロ繊維層 10 との間に補助ベルト 272 が配設されているため、マイクロ繊維層 10 は、正の高電圧が印加されているコレクター 250 に引き寄せられることなくスムーズに搬送されるようになる。

20

【0060】

3. 放射性物質遮断マスクの製造方法

次に、実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法を説明する。

図 3 は、実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法のフローチャートである。

【0061】

実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法は、図 3 に示すように、マイクロ繊維層準備工程 S1 と、ポリマー溶液作製工程 S2 と、電界紡糸工程 S3 と、積層工程 S4 とを含む。実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法は、上記したナノ繊維層製造装置 100 を用いて、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクを製造する方法である。

30

【0062】

S1. マイクロ繊維層準備工程

マイクロ繊維層準備工程 S1 は、マイクロ繊維層 10 を準備する工程である。実施形態 1 においては、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクを製造するため、平均繊維径 10 μm の不織布からなるマイクロ繊維層を準備する。

【0063】

S2. ポリマー溶液作製工程

ポリマー溶液作製工程 S2 は、ポリマー材料を含有するポリマー溶液を作製する工程である。実施形態 1 においては、ポリマー材料としてポリビニルアルコール (PVA) を用い、溶媒として水を用いる。ポリマー材料の分子量、濃度、温度は、製造する放射性物質遮断マスクの種類等に応じて適宜決定することができる。

40

【0064】

S3. 電界紡糸工程

電界紡糸工程 S3 は、ポリマー溶液を用いて電界紡糸法により基材層としてのマイクロ繊維層 10 上にナノ繊維層 20 を形成し、マイクロ繊維層 10 とナノ繊維層 20 とが積層した構造を有する積層体を製造する工程である。

50

【 0 0 6 5 】

まず、作製したポリマー溶液を、ポリマー溶液供給部 2 3 0 を通じてノズルユニット 2 1 0 へ供給する。

次に、長尺シートであるマイクロ繊維層 1 0 を搬送装置 1 1 0 にセットし、その後、マイクロ繊維層 1 0 を繰り出しローラー 1 1 1 から巻き取りローラー 1 1 2 に向けて所定の搬送速度で搬送させながら、電界紡糸装置 1 2 0 においてマイクロ繊維層 1 0 にナノ繊維層 2 0 を形成し、マイクロ繊維層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とが積層した構造を有する積層体を作製する。当該積層体は、巻き取りローラー 1 1 2 に巻き取られる。

【 0 0 6 6 】

S 4 . 積層工程

積層工程 S 4 は、マイクロ繊維層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とが積層した構造を有する積層体におけるナノ繊維層 2 0 が形成された面に、当該ナノ繊維層 2 0 を覆うように別のマイクロ繊維層 3 0 を形成する工程である。

【 0 0 6 7 】

その後、上記のようにして製造された素材をマスク本体の形状に切断してマスク本体 1 を作製するとともに、当該マスク本体 1 に装着用部材を取り付けることにより、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクを製造することができる。

【 0 0 6 8 】

以下に、実施形態 1 における紡糸条件を例示的に示す。

【 0 0 6 9 】

ポリマー材料は、上述したようにポリビニルアルコールであり、溶媒は水である。溶媒は、水にアルコール等の別の溶媒を混合して用いても良い。ポリマー溶液には、導電性向上剤などの添加剤を含有させてもよい。

【 0 0 7 0 】

搬送速度は、例えば 0 . 2 m / 分 ~ 1 0 0 m / 分に設定することができる。コレクター 2 5 0 とノズルユニット 2 1 0 とに印加する電圧は、1 0 k V ~ 8 0 k V に設定することができ、5 0 k V 付近に設定することが好ましい。

【 0 0 7 1 】

紡糸区域の温度は、例えば 2 5 °C に設定することができる。紡糸区域の湿度は、例えば 3 0 % に設定することができる。

【 0 0 7 2 】

4 . 放射性物質遮断マスクの効果

実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクによれば、マスク本体 1 が、平均繊維径が 1 ~ 1 0 0 μ m の範囲内にあるマイクロ繊維 1 2 を含むマイクロ繊維層 1 0 と、平均繊維径が 1 0 n m ~ 3 0 0 0 n m の範囲内にあるナノ繊維 2 2 を含むナノ繊維層 2 0 とを備えるため、ヨウ素 1 3 1 やセシウム 1 3 7 などの放射性物質が付着した塵又は埃を効率良く分離・捕集することが可能となる。

また、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクによれば、ナノ繊維 2 2 がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (P V A) からなるため、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素の蒸気を分離・捕集することが可能となる。

【 0 0 7 3 】

その結果、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクは、ヨウ素 1 3 1 やセシウム 1 3 7 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 1 3 1) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

【 0 0 7 4 】

また、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクによれば、ナノ繊維層 2 0 が電界紡糸法により作製されたものであるため、均一な平均繊維径のナノ繊維 2 2 を含むナノ繊維層 2 0 を備え、性能の安定した放射性物質遮断マスクを構成することが可能となる。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

さらにまた、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクによれば、マスク本体 1 が、ナノ繊維層 2 0 と、当該ナノ繊維層 2 0 の両面に積層された 2 つのマイクロ繊維層 1 0 , 3 0 との積層体からなるため、ナノ繊維層がマイクロ繊維層に挟まれた、いわゆるサンドイッチ構造の放射性物質遮断マスクを構成することが可能となる。このため、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、これらの物質が直接人体に入ることを防止することが可能となり、安全な放射性物質遮断マスクとなる。

【 0 0 7 6 】

[実施形態 2]

図 4 は、実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 4 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 a の素材段階での斜視図であり、図 4 (b) はマスク本体 1 a の部分拡大断面図であり、図 4 (c) は図 4 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

10

【 0 0 7 7 】

実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、ナノ繊維層の構成が実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクとは異なる。すなわち、実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図 4 に示すように、ナノ繊維層 2 0 a が、ナノ繊維 2 2 a に加えて、ヨウ素を吸着する物質としてのヨウ化カリウムをさらに含む。

【 0 0 7 8 】

20

このように、実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層 2 0 a の構成が実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクとは異なるが、マスク本体 1 a が、平均繊維径が 1 ~ 1 0 0 μm の範囲内にあるマイクロ繊維 1 2 を含むマイクロ繊維層 1 0 と、平均繊維径が 1 0 nm ~ 3 0 0 0 nm の範囲内にあるナノ繊維 2 2 a を含むナノ繊維層 2 0 a とを備えるとともに、ナノ繊維 2 2 a がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (P V A) からなるため、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素 1 3 1 やセシウム 1 3 7 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 1 3 1) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

【 0 0 7 9 】

30

また、実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層 2 0 a が、ナノ繊維 2 2 a に加えて、ヨウ素を吸着する物質としてのヨウ化カリウムをさらに含むため、ヨウ素 1 3 1 が付着した物質や、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクは、ポリマー溶液作製工程 S 2 において、溶媒としての水にポリビニルアルコール及びヨウ化カリウムを溶解させてポリマー溶液を作製すること以外は、実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

【 0 0 8 1 】

40

[実施形態 3]

図 5 は、実施形態 3 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 5 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 b の素材段階での斜視図であり、図 5 (b) はマスク本体 1 b の部分拡大断面図であり、図 5 (c) は図 5 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

【 0 0 8 2 】

実施形態 3 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、ナノ繊維層の構成が実施形態 2 に係る放射性物質遮断マスクとは異なる。すなわち、実施形態 3 に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図 5 に示すように、ナノ繊維層 2 0 b が、ナノ繊維 2 2 b に加えて、ヨウ素を吸着する物質と

50

しての硼酸 (H_3BO_3) をさらに含む。

【0083】

このように、実施形態3に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層20bの構成が実施形態2に係る放射性物質遮断マスクとは異なるが、マスク本体1bが、平均繊維径が1~100 μm の範囲内にあるマイクロ繊維12を含むマイクロ繊維層10と、平均繊維径が10nm~3000nmの範囲内にあるナノ繊維22bを含むナノ繊維層20bとを備えるとともに、ナノ繊維22bがヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール(PVA)からなるため、実施形態2に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素131やセシウム137などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質(特にヨウ素131)の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

10

【0084】

また、実施形態3に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層20bが、ナノ繊維22bに加えて、ヨウ素を吸着する物質としてのヨウ化カリウムをさらに含むため、ヨウ素131が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0085】

実施形態3に係る放射性物質遮断マスクは、ポリマー溶液作製工程S2において、溶媒としての水にポリビニルアルコール及び硼酸(H_3BO_3)を溶解させてポリマー溶液を作製すること以外は、実施形態2における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

20

【0086】

[実施形態4]

図6は、実施形態4に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図6(a)は芯材(符号を図示せず。)に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体1cの素材段階での斜視図であり、図6(b)はマスク本体1cの部分拡大断面図であり、図6(c)は図6(b)の符号Aで示す範囲をさらに拡大して示す図である。

【0087】

実施形態4に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態1に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、ナノ繊維層の構成が実施形態1に係る放射性物質遮断マスクとは異なる。すなわち、実施形態4に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図6に示すように、ナノ繊維層20cが、ナノ繊維22cに加えて、ヨウ素を吸着する物質としての銀微粒子24cをさらに含む。銀微粒子24cの平均粒径は、10nm~10 μm の範囲内(例えば100nm)にある。

30

【0088】

このように、実施形態4に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層20cの構成が実施形態1に係る放射性物質遮断マスクとは異なるが、マスク本体1cが、平均繊維径が1~100 μm の範囲内にあるマイクロ繊維12を含むマイクロ繊維層10と、平均繊維径が10nm~3000nmの範囲内にあるナノ繊維22cを含むナノ繊維層20cとを備えるとともに、ナノ繊維22cがヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール(PVA)からなるため、実施形態1に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素131やセシウム137などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質(特にヨウ素131)の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

40

【0089】

また、実施形態4に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層20cが、ナノ繊維22cに加えて、ヨウ素を吸着する物質としての銀微粒子24cをさらに含むため、ヨウ素131が付着した物質や、ヨウ素131を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0090】

50

実施形態 4 に係る放射性物質遮断マスクは、ポリマー溶液作製工程 S 2 において、溶媒としての水にポリビニルアルコールを溶解させるとともに銀微粒子 2 4 c を分散させてポリマー溶液を作製すること以外は、実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

【 0 0 9 1 】

[実施形態 5]

図 7 は、実施形態 5 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 7 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 d の素材段階での斜視図であり、図 7 (b) はマスク本体 1 d の部分拡大断面図であり、図 7 (c) は図 7 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

10

【 0 0 9 2 】

実施形態 5 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、ナノ繊維層の構成が実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクとは異なる。すなわち、実施形態 5 に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図 7 に示すように、ナノ繊維層 2 0 d が、ナノ繊維 2 2 d に加えて、セシウムを吸着する物質としてのゼオライト微粒子 2 4 d をさらに含む。ゼオライト微粒子 2 4 d の平均粒径は、1 0 n m ~ 1 0 μ m の範囲内 (例えば 1 0 0 n m) にある。

【 0 0 9 3 】

このように、実施形態 5 に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層 2 0 d の構成が実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクとは異なるが、マスク本体 1 d が、平均繊維径が 1 ~ 1 0 0 μ m の範囲内にあるマイクロ繊維 1 2 を含むマイクロ繊維層 1 0 と、平均繊維径が 1 0 n m ~ 3 0 0 0 n m の範囲内にあるナノ繊維 2 2 d を含むナノ繊維層 2 0 d とを備えるとともに、ナノ繊維 2 2 d がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (P V A) からなるため、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素 1 3 1 やセシウム 1 3 7 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 1 3 1) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

20

【 0 0 9 4 】

また、実施形態 5 に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層 2 0 d が、ナノ繊維 2 2 d に加えて、セシウムを吸着する物質としてのゼオライト微粒子 2 4 d をさらに含むため、セシウム 1 3 7 を含む物質を高い効率で分離・捕集することが可能となる。

30

【 0 0 9 5 】

実施形態 5 に係る放射性物質遮断マスクは、ポリマー溶液作製工程 S 2 において、溶媒としての水にポリビニルアルコールを溶解させるとともにゼオライト微粒子 2 4 d を分散させてポリマー溶液を作製すること以外は、実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

【 0 0 9 6 】

[実施形態 6]

図 8 は、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 8 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 e の素材段階での斜視図であり、図 8 (b) はマスク本体 1 e の部分拡大断面図であり、図 8 (c) は図 8 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

40

【 0 0 9 7 】

実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、ナノ繊維層の構成が実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクとは異なる。すなわち、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図 8 に示すように、ナノ繊維層 2 0 e が、ナノ繊維 2 2 e に加えて、ヨウ素を吸着する物質としての銀微粒子 2 4 e 及びセシウムを吸着する物質としてのゼオライト微粒子 2 6 e をさらに含む。銀微粒子 2 4 e の平均粒径は、1 0 n m ~ 1 0 μ m の範囲内 (例えば 1 0 0 n m) にあり、ゼオライト微粒子 2 6 e の平均粒径は、1 0 n m ~ 1 0 μ m の範囲内 (例え

50

ば 100 nm) にある。

【0098】

このように、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層 20 e の構成が実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクとは異なるが、マスク本体 1 e が、平均繊維径が 1 ~ 100 μm の範囲内にあるマイクロ繊維 12 を含むマイクロ繊維層 10 と、平均繊維径が 10 nm ~ 3000 nm の範囲内にあるナノ繊維 22 e を含むナノ繊維層 20 e とを備えたとともに、ナノ繊維 22 e がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (PVA) からなるため、実施形態 1 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素 131 やセシウム 137 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 131 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 131) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

10

【0099】

また、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクは、ナノ繊維層 20 e が、ナノ繊維 22 e に加えて、ヨウ素を吸着する物質としての銀微粒子 24 e 及びセシウムを吸着する物質としてのゼオライト微粒子 26 e をさらに含むため、ヨウ素 131 が付着した物質や、ヨウ素 131 を含むヨウ素の蒸気をより一層高い効率で分離・捕集することが可能となり、セシウム 137 を含む物質を高い効率で分離・捕集することが可能となる。

【0100】

実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクは、ポリマー溶液作製工程 S2 において、溶媒としての水にポリビニルアルコールを溶解させるとともに銀粒子 24 e 及びゼオライト微粒子 26 e を分散させてポリマー溶液を作製すること以外は、実施形態 1 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

20

【0101】

[実施形態 7]

図 9 は、実施形態 7 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 9 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 f の素材段階での斜視図であり、図 9 (b) はマスク本体 1 f の部分拡大断面図であり、図 9 (c) は図 9 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

【0102】

実施形態 7 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、マスク本体の積層構造が実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合とは異なる。すなわち、実施形態 7 に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図 9 に示すように、マスク本体 1 f は、ナノ繊維層 20 f と、当該ナノ繊維層 20 f の一方面に積層されたマイクロ繊維層 10 との積層体を一對備え、これら一對の積層体がナノ繊維層 20 f が内側に位置するように配置されてなる。

30

【0103】

このように、実施形態 7 に係る放射性物質遮断マスクは、マスク本体の積層構造が実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合とは異なるが、マスク本体 1 f が、平均繊維径が 1 ~ 100 μm の範囲内にあるマイクロ繊維 12 を含むマイクロ繊維層 10 と、平均繊維径が 10 nm ~ 3000 nm の範囲内にあるナノ繊維 22 f を含むナノ繊維層 20 f とを備えたとともに、ナノ繊維 22 f がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (PVA) からなるため、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素 131 やセシウム 137 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 131 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 131) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

40

【0104】

また、実施形態 7 に係る放射性物質遮断マスクは、マスク本体 1 f が、ナノ繊維層 20 f と、当該ナノ繊維層 20 f の一方面に積層されたマイクロ繊維層 10 との積層体を一對備え、これら一對の積層体がナノ繊維層 20 f が内側に位置するように配置されてなるため、ナノ繊維層がマイクロ繊維層に挟まれた、いわゆるサンドイッチ構造の放射性物質遮

50

断マスクを構成することが可能となる。このため、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、これらの物質が直接人体に入ることを防止することが可能となり、安全な放射性物質遮断マスクとなる。

【 0 1 0 5 】

実施形態 7 に係る放射性物質遮断マスクは、積層工程 S 4 において、ナノ繊維層 2 0 f と、当該ナノ繊維層 2 0 f の一方面に積層されたマイクロ繊維層 1 0 との積層体を一对準備するとともに、これら一对の積層体がナノ繊維層 2 0 f が内側に位置するようにこれら一对の積層体を積層すること以外は、実施形態 6 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

10

【 0 1 0 6 】

[実施形態 8]

図 1 0 は、実施形態 8 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 1 0 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 g の素材段階での斜視図であり、図 1 0 (b) はマスク本体 1 g の部分拡大断面図であり、図 1 0 (c) は図 1 0 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

【 0 1 0 7 】

実施形態 8 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、マスク本体の積層構造が実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合とは異なる。すなわち、実施形態 8 に係る放射性物質遮断マスクにおいては、図 1 0 に示すように、マスク本体 1 g が、ナノ繊維層 2 0 g と、当該ナノ繊維層 2 0 g の一方面に積層されたマイクロ繊維層 1 0 との積層体からなり、人体に装着したとき当該積層体がナノ繊維層 2 0 g が外側に向くように構成されてなる。

20

【 0 1 0 8 】

このように、実施形態 8 に係る放射性物質遮断マスクは、マスク本体の積層構造が実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合とは異なるが、マスク本体 1 g が、平均繊維径が 1 ~ 1 0 0 μm の範囲内にあるマイクロ繊維 1 2 を含むマイクロ繊維層 1 0 と、平均繊維径が 1 0 nm ~ 3 0 0 0 nm の範囲内にあるナノ繊維 2 2 g を含むナノ繊維層 2 0 g とを備えるとともに、ナノ繊維 2 2 g がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (P V A) からなるため、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素 1 3 1 やセシウム 1 3 7 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 1 3 1) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

30

【 0 1 0 9 】

また、実施形態 8 に係る放射性物質遮断マスクは、マスク本体 1 g が、ナノ繊維層 2 0 g と、当該ナノ繊維層 2 0 g の一方面に積層されたマイクロ繊維層 1 0 との積層体からなり、人体に装着したとき当該積層体がナノ繊維層 2 0 g が外側に向くように構成されてなるため、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、これらの物質が直接人体に入ることを防止することが可能となり、安全な放射性物質遮断マスクとなる。

40

【 0 1 1 0 】

実施形態 8 に係る放射性物質遮断マスクは、積層工程 S 4 を実施しないこと以外は、実施形態 6 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。

【 0 1 1 1 】

[実施形態 9]

図 1 1 は、実施形態 9 に係る放射性物質遮断マスクを説明するために示す図である。図 1 1 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態の放射性物質遮断マスクにおけるマスク本体 1 h の素材段階での斜視図であり、図 1 1 (b) はマスク本体 1 h の部分拡大断

50

面図であり、図 1 1 (c) は図 1 1 (b) の符号 A で示す範囲をさらに拡大して示す図である。

【 0 1 1 2 】

実施形態 9 に係る放射性物質遮断マスクは、基本的には実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクと同様の構成を有するが、マスク本体の積層構造が実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合とは異なる。すなわち、実施形態 9 に係る放射性物質遮断マスクは、図 1 1 に示すように、マスク本体 1 h において第 2 ナノ繊維層 4 0 をさらに備える。

【 0 1 1 3 】

第 2 ナノ繊維層 4 0 は、図 1 1 (b) に示すように、人体に装着したとき、ナノ繊維層 2 0 h よりも鼻口側 (内側) に位置するように、マイクロ繊維層 3 0 の鼻口側 (内側) に配置されている。第 2 ナノ繊維層は、第 2 ナノ繊維からなる。

第 2 ナノ繊維は、平均繊維径が 1 0 n m ~ 3 0 0 0 n m の範囲内 (例えば 2 0 0 n m) にあり、例えば、ポリビニルアルコール (P V A) からなる。なお、第 2 ナノ繊維はポリビニルアルコール (P V A) 以外のポリマーからなるものであってもよい。

【 0 1 1 4 】

このように、実施形態 9 に係る放射性物質遮断マスクは、マスク本体の積層構造が実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合とは異なるが、マスク本体 1 h が、平均繊維径が 1 ~ 1 0 0 μ m の範囲内にあるマイクロ繊維 1 2 を含むマイクロ繊維層 1 0 と、平均繊維径が 1 0 n m ~ 3 0 0 0 n m の範囲内にあるナノ繊維 2 2 h を含むナノ繊維層 2 0 h とを備えるとともに、ナノ繊維 2 2 h がヨウ素捕集効果のあるポリビニルアルコール (P V A) からなるため、実施形態 6 に係る放射性物質遮断マスクの場合と同様に、ヨウ素 1 3 1 やセシウム 1 3 7 などの放射性物質が付着した物質や、ヨウ素 1 3 1 を含むヨウ素のヨウ素蒸気を分離・捕集することが可能で、人体に入る放射性物質 (特にヨウ素 1 3 1) の量を大幅に低減することが可能な放射性物質遮断マスクとなる。

【 0 1 1 5 】

また、実施形態 9 に係る放射性物質遮断マスクは、マスク本体 1 h が、人体に装着したとき、ナノ繊維層 2 0 h よりも鼻口側に位置するように配置される第 2 ナノ繊維層 4 0 をさらに備えるため、ナノ繊維層にヨウ化カリウム、硼酸、銀微粒子、ゼオライト微粒子などを含ませた場合であっても、第 2 ナノ繊維層 4 0 の存在によりこれらの物質が直接人体に入ることをより確実に防止することが可能となり、より一層安全な放射性物質遮断マスクとなる。

【 0 1 1 6 】

実施形態 9 に係る放射性物質遮断マスクは、積層工程において、マイクロ繊維層 3 0 を形成した後に第 2 ナノ繊維層 4 0 をさらに形成すること以外は、実施形態 6 における放射性物質遮断マスクの製造方法と同様の工程を実施することにより、製造することができる。第 2 ナノ繊維層 4 0 の形成は、例えば、電界紡糸法により行うことができる。

【 0 1 1 7 】

以上、本発明を上記の実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。その趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態において実施することが可能であり、例えば、次のような変形も可能である。

【 0 1 1 8 】

(1) 上記各実施形態における各構成要素の数、位置関係、大きさは例示であり、本発明はこれに限定されるものではない。

【 0 1 1 9 】

(2) 本発明の放射性物質遮断マスクにおいては、マイクロ繊維層にヨウ素を吸着する物質を含ませてもよい。また、マイクロ繊維層にセシウムを吸着する物質を含ませてもよい。

【 0 1 2 0 】

(3) 上記実施形態 9 においては、第 2 ナノ繊維層 4 0 がマイクロ繊維層 3 0 の鼻口側 (内側) に配置されているマスク本体 1 h を例にとって本発明を説明したが、本発明はこれ

10

20

30

40

50

に限定されるものではない。第2ナノ繊維層がナノ繊維層よりも鼻口側に位置するならば、どの位置に第2ナノ繊維層が配置されているマスク本体としてもよい。

【0121】

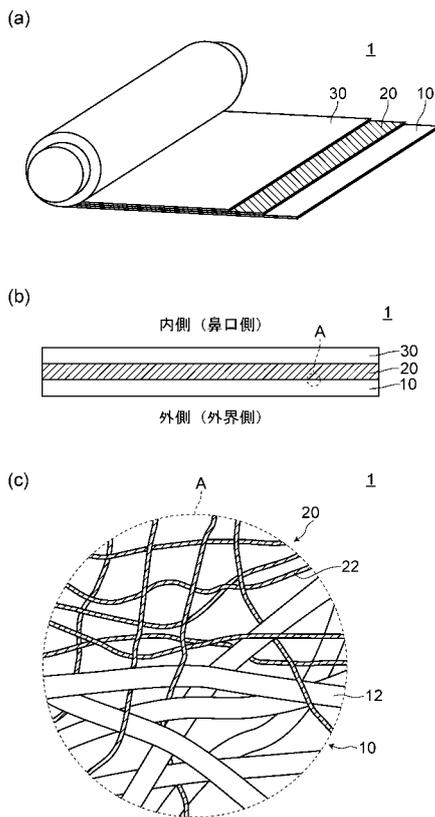
(4) 上記実施形態1においては、上記のナノ繊維製造装置100を用いて放射性物質遮断マスクを製造したが、本発明はこれに限定されるものではない。上記のナノ繊維製造装置以外の製造装置を用いて放射性物質遮断マスクを製造することもできる。

【符号の説明】

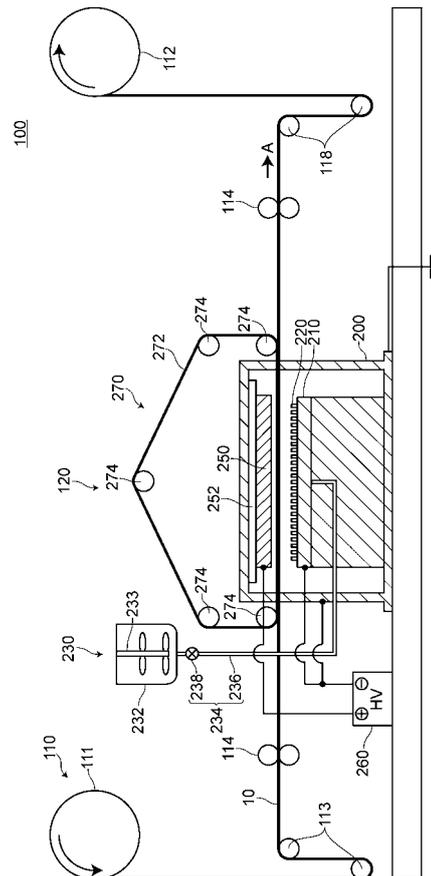
【0122】

1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1h...マスク本体、10, 30...マイクロ繊維層、12...マイクロ繊維、20, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h...ナノ繊維層、22, 22a, 22b, 22c, 22d, 22e, 22f, 22g, 22h...ナノ繊維、24c, 24e, 24f, 24g, 24h...銀微粒子、24d, 26e, 26f, 26g, 26h...ゼオライト微粒子、100...ナノ繊維製造装置、110...搬送装置、111...繰り出しローラー、112...巻き取りローラー、113, 118...テンションローラー、114...補助ローラー、120...電界紡糸装置、200...筐体、210...ノズルユニット、220...上向きノズル、230...ポリマー溶液供給部、232...原料タンク、233...攪拌装置、234...ポリマー溶液供給装置、236...パイプ、238...バルブ、250...コレクター、252...絶縁部材、260...電源装置、270...補助ベルト装置、272...補助ベルト、274...補助ベルト用ローラー

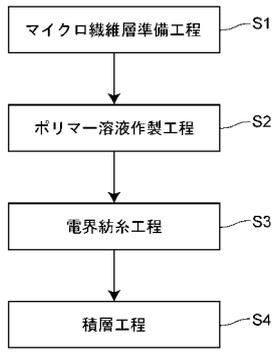
【図1】



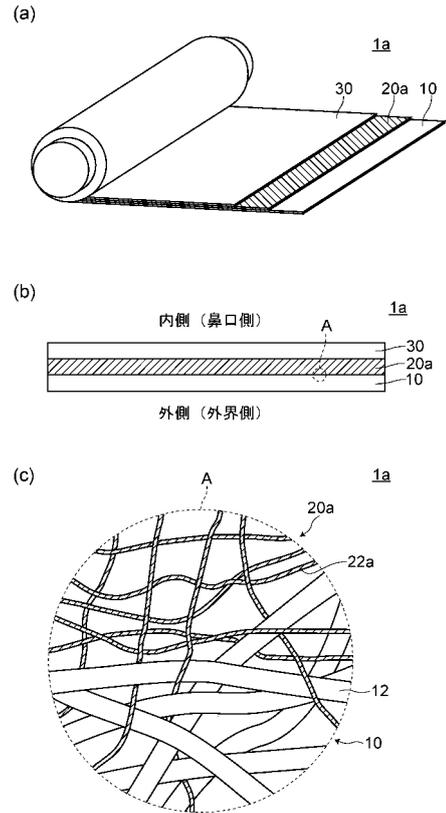
【図2】



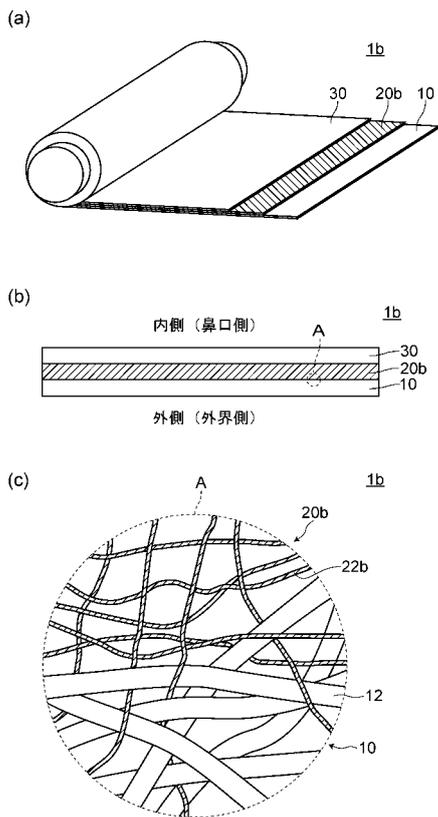
【 図 3 】



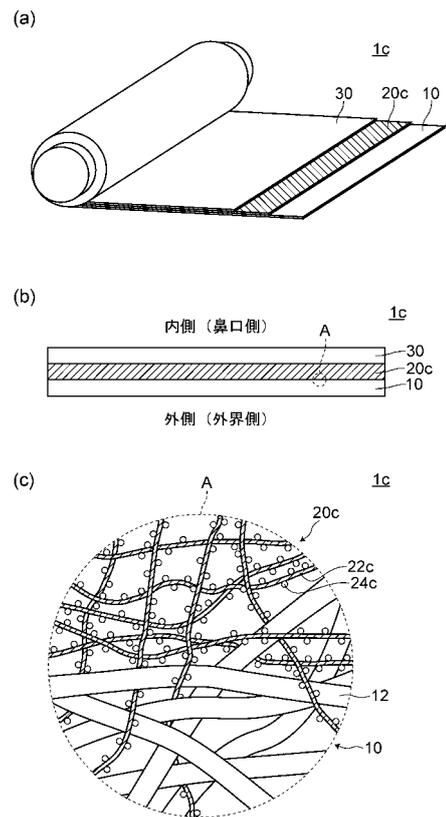
【 図 4 】



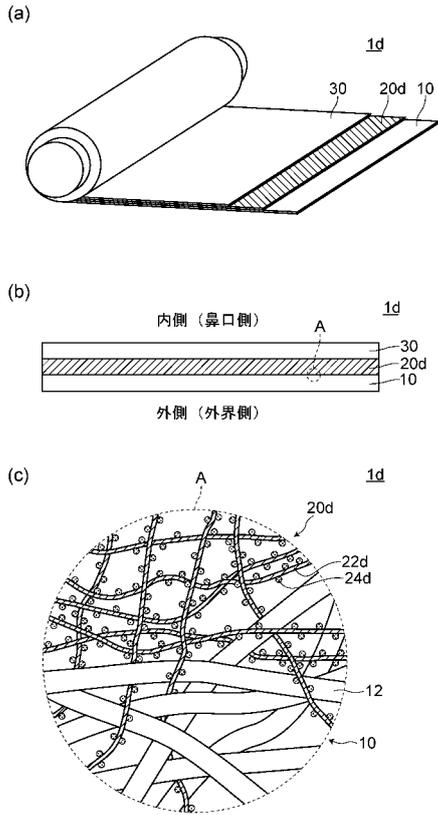
【 図 5 】



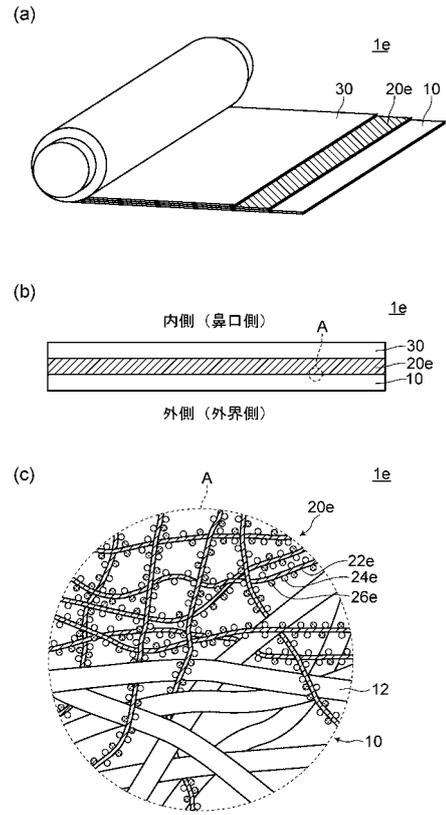
【 図 6 】



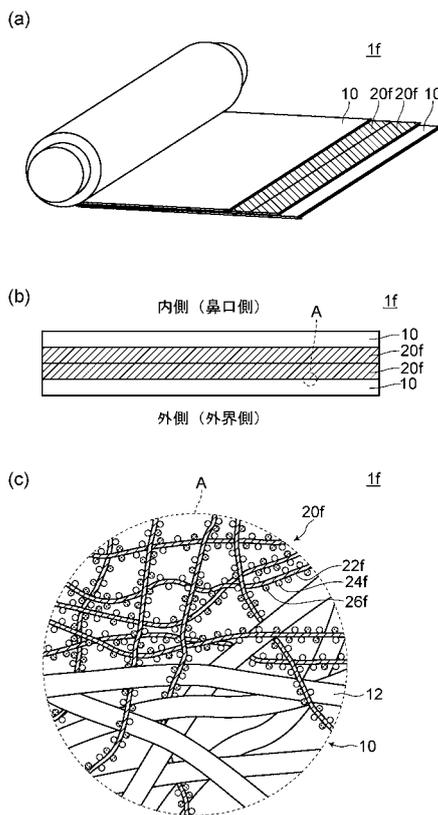
【 図 7 】



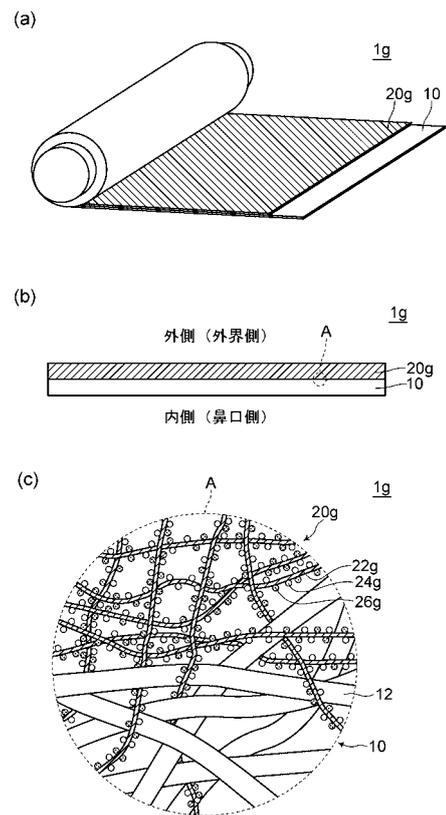
【 図 8 】



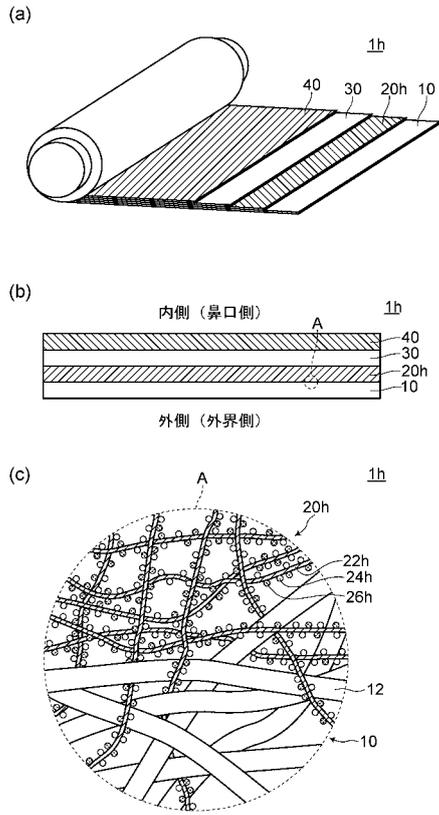
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 3 2 B 27/30 (2006.01)	B 3 2 B 27/30 1 0 2	
B 3 2 B 5/26 (2006.01)	B 3 2 B 5/26	

(72)発明者 森川 英明

長野県上田市常田3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学部内

(72)発明者 小山 俊樹

長野県上田市常田3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学部内

(72)発明者 金 ビョンソク

長野県上田市常田3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学部内

(72)発明者 渡邊 圭

長野県上田市常田3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学部内

(72)発明者 李 在煥

大韓民国慶北龜尾市山東面鳳山里3 6 6 トップテック・カンパニー・リミテッド内

Fターム(参考) 2E185 AA07 BA20 CB11

4F100 AA06B AA31B AB24B AC04B AK07 AK21B AK41 BA03 BA04 DE01B
 DG06A DG06B DG06C GB56 GB66 JD02 JD14 YY00A YY00B YY00C
 4G066 AA02B AA19B AA35B AA56B AA61B AC12C BA03 BA05 BA16 BA20
 BA42 CA12 CA31 CA45 DA03