

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

保護外側層と、

前記保護外側層の一部分を不連続パターンで覆うように形成されて、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する再帰反射性材料とを含む衣服であって、再帰反射性材料により形成された部分の熱崩壊が再帰反射性材料のない前記保護外側層の熱崩壊にほぼ等しい衣服。

【請求項 2】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 20 % である、請求項 1 に記載の衣服。

10

【請求項 3】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 25 % である、請求項 2 に記載の衣服。

【請求項 4】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 50 % である、請求項 3 に記載の衣服。

【請求項 5】

各再帰反射性領域の表面積が 4 平方センチメートル未満である、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 6】

各再帰反射性領域の表面積が 1 平方センチメートル未満である、請求項 5 に記載の衣服。

20

【請求項 7】

前記再帰反射性材料の反射輝度が 50 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 8】

前記再帰反射性材料の反射輝度が 250 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える、請求項 7 に記載の衣服。

【請求項 9】

前記衣服が消防士の装備の外殻を含む、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 10】

前記衣服が多層熱制御装備の外殻を含む、請求項 1 に記載の衣服。

30

【請求項 11】

再帰反射性材料で形成された前記部分の蒸気透過性が再帰反射性材料のない前記保護外側層の蒸気透過性にほぼ等しい、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 12】

前記不連続パターンがチェックマーク盤状の構成を形成している、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 13】

前記チェックマーク盤状の構成が約 50 パーセントの再帰反射性領域と約 50 パーセントの非再帰反射性領域とを含む、請求項 12 に記載の衣服。

【請求項 14】

前記不連続パターンがストライプ状の構成を形成し、前記非再帰反射性領域が前記再帰反射性領域を分離するストライプ状領域を含む、請求項 1 に記載の衣服。

40

【請求項 15】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約 66 パーセントである、請求項 14 に記載の衣服。

【請求項 16】

非再帰反射性領域が三角形領域を有している、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 17】

前記再帰反射性領域もまた三角形領域を有している、請求項 16 に記載の衣服。

【請求項 18】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約 75 パーセントを含む、請求項 1

50

6 に記載の衣服。

【請求項 19】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約 50 パーセントを含む、請求項 1 6 に記載の衣服。

【請求項 20】

前記再帰反射性領域が前記非再帰反射性領域内に円形領域を有している、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 21】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約 50 パーセントである、請求項 2 0 に記載の衣服。

【請求項 22】

前記再帰反射性材料を含む前記保護外側層の前記一部分が前記保護外側層の前記総表面積を含んでいる、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 23】

前記再帰反射性材料が蛍光でもある、請求項 1 に記載の衣服。

【請求項 24】

保護外側層と、

前記保護外側層の一部分を不連続パターンで覆うように形成されて、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する再帰反射性材料とを含む衣服であって、再帰反射性材料により形成された部分の蒸気透過性が再帰反射性材料のない前記保護外側層の蒸気透過性にはほぼ等しい衣服。

【請求項 25】

保護外側層と、

前記保護外側層の第 1 の部分を不連続パターンで覆うように形成されて、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する再帰反射性材料とを含む衣服であって、前記第 1 の部分の熱崩壊が再帰反射性材料のない前記保護外側層の第 2 の部分の熱崩壊にはほぼ等しく、前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 20 % であり、各再帰反射性領域の表面積が 4 平方センチメートル未満であり、前記再帰反射性材料の反射輝度が 50 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える衣服。

【請求項 26】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 25 % であり、各再帰反射性領域の表面積が 1 平方センチメートル未満であり、前記再帰反射性材料の反射輝度が 250 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える請求項 25 に記載の衣服。

【請求項 27】

保護外側層の一部分を不連続パターンで覆うように形成されて、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する再帰反射性材料を含む保護外側層であって、再帰反射性材料により形成された部分の熱崩壊が再帰反射性材料のない前記保護外側層の熱崩壊にはほぼ等しい保護外側層と、

前記保護外側層に近接した第 2 の層と、

前記第 2 の層に近接した第 3 の層とを含む保護装備。

【請求項 28】

前記保護装備が消防士の装備であり、前記第 2 の層が蒸気バリアで、第 3 の層が熱ライナである、請求項 27 に記載の保護装備。

【請求項 29】

前記保護装備が多層熱制御装備であり、前記第 2 の層が液体保持層であり、前記第 3 の層が耐水性の蒸気透過性層である、請求項 27 に記載の保護装備。

【請求項 30】

再帰反射性材料で形成された前記部分の蒸気透過性が再帰反射性材料のない前記保護外側層の蒸気透過性にはほぼ等しい、請求項 27 に記載の保護装備。

10

20

30

40

50

【請求項 3 1】

第1の材料と、

再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する不連続パターンにより前記第1の材料に形成された再帰反射性材料とを含む物品であって、前記再帰反射性材料が前記物品の熱崩壊を大幅に減少させないように構成された物品。

【請求項 3 2】

前記物品が衣服に用いられる再帰反射性パッチを含む、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 3 3】

前記第1の材料が布裏打である、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 3 4】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも20%を含む、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 3 5】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも25%を含む、請求項3 4に記載の物品。

【請求項 3 6】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも50%を含む、請求項3 5に記載の物品。

【請求項 3 7】

各再帰反射性領域の表面積が4平方センチメートル未満である、請求項3 1に記載の物品 20
。

【請求項 3 8】

各再帰反射性領域の表面積が1平方センチメートル未満である、請求項3 7に記載の物品 。

【請求項 3 9】

前記再帰反射性材料の反射輝度が50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 4 0】

前記再帰反射性材料の反射輝度が250カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、
請求項3 9に記載の物品。 30

【請求項 4 1】

前記再帰反射性材料が前記物品の蒸気透過性を大幅に減少させないように構成されている
、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 4 2】

前記不連続パターンがチェックマーク盤状の構成を形成している、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 4 3】

前記チェックマーク盤状の構成が約50パーセントの再帰反射性領域と約50パーセントの非
再帰反射性領域とを含む、請求項4 2に記載の物品。

【請求項 4 4】

前記不連続パターンがストライプ状の構成を形成しており、前記非再帰反射性領域が前記
再帰反射性領域を分離するストライプ状領域を含む、請求項3 1に記載の物品。 40

【請求項 4 5】

前記再帰反射性領域が再帰反射性材料の表面積の約66パーセントを含む、請求項4 4に
記載の物品。

【請求項 4 6】

非再帰反射性領域が三角形領域を有している、請求項3 1に記載の物品。

【請求項 4 7】

前記再帰反射性領域が三角形領域をさらに有している、請求項4 6に記載の物品。

【請求項 4 8】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約75パーセントを含む、請求項4 50

7 に記載の物品。

【請求項 4 9】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約 50 パーセントを含む、請求項 4 7 に記載の物品。

【請求項 5 0】

前記再帰反射性領域が前記非再帰反射性領域内に円形領域を有している、請求項 3 1 に記載の物品。

【請求項 5 1】

前記再帰反射性領域が前記再帰反射性材料の表面積の約 50 パーセントを含む、請求項 3 1 に記載の物品。

【請求項 5 2】

第 1 の材料と、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する不連続パターンにより前記第 1 の材料に形成された再帰反射性材料とを含む物品であって、前記再帰反射性材料が前記物品の蒸気透過性を大幅に減少させないように構成された物品。

【請求項 5 3】

第 1 の材料と、

再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する不連続パターンに従って前記第 1 の材料上に形成された再帰反射性材料とを含む物品であって、前記再帰反射性材料が前記物品の熱崩壊を大幅に減少させないように構成されており、前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 20 % を含み、各再帰反射性領域の表面積が 4 平方センチメートル未満であり、前記再帰反射性材料の反射輝度が 50 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える物品。

【請求項 5 4】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも 25 % であり、各再帰反射性領域の表面積が 1 平方センチメートル未満であり、前記再帰反射性材料の反射輝度が 250 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える請求項 5 3 に記載の物品。

【請求項 5 5】

保護服に接着パターンをスクリーン印刷する工程と、

前記接着パターンに再帰反射性ビーズを押し付けて、再帰反射性パターンを有する部分の前記保護服の蒸気透過性が前記再帰反射性パターンを有さない前記衣服の部分における前記保護服の蒸気透過性とほぼ同じとなるように構成された前記再帰反射性パターンを作成する工程とを含む方法。

【請求項 5 6】

前記再帰反射性パターンを作成して、50 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) を超える反射輝度を有する工程をさらに含む、請求項 5 5 に記載の方法。

【請求項 5 7】

接着パターンを保護服にスクリーン印刷する工程が消防士の装備の外殻に接着パターンをスクリーン印刷する工程を含む、請求項 5 5 に記載の方法。

【請求項 5 8】

前記接着パターンに再帰反射性ビーズを押し付けて再帰反射性パターンを有する部分の前記保護服の熱崩壊が前記再帰反射性パターンを有さない前記衣服の部分における前記保護服の熱崩壊とほぼ同じとなるように構成された前記再帰反射性パターンを作成する工程をさらに含む、請求項 5 5 に記載の方法。

【請求項 5 9】

再帰反射性ビーズを接着剤材料に混合する工程と、

前記混合物を用いて保護服に蒸気透過性パターンをスクリーン印刷して、前記蒸気透過性パターンでスクリーン印刷された部分の前記保護服の蒸気透過性が前記蒸気透過性パターンでスクリーン印刷されていない保護服の部分の蒸気透過性とほぼ同じとなるようにする工程とを含む方法。

10

20

30

40

50

【請求項 6 0】

蒸気透過性パターンを前記保護服にスクリーン印刷する工程が消防士の装備の外殻に前記蒸気透過性パターンをスクリーン印刷する工程を含む、請求項 5 9 に記載の方法。

【請求項 6 1】

前記混合物を用いて前記蒸気透過性パターンを保護服にスクリーン印刷して、前記蒸気透過性パターンでスクリーン印刷された部分の前記保護服の熱崩壊が前記蒸気透過性パターンでスクリーン印刷されていない保護服の部分の熱崩壊とほぼ同じとなるようにする工程をさらに含む、請求項 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 2】

ビーズを基材に付着させる工程と、

前記ビーズの露出面を反射性材料でコーティングする工程と、

前記ビーズに接着剤を適用してテープ状材料を作成する工程と、

不連続パターン蒸気透過性パターンを前記テープ状材料へと切断する工程と、

前記不連続蒸気透過性パターンを有する前記テープ状材料を材料に押し付ける工程と、

前記不連続蒸気透過性パターンを有する前記テープ状材料に熱および圧力を印加する工程と、

前記基材を剥がす工程とを含む方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本開示は、再帰反射性材料に係り、特に、保護服に用いられる再帰反射性材料に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

再帰反射性材料は、いくつか例を挙げると、道路標識、ナンバープレート、靴および衣服のパッチ等の様々な用途に用いるために開発されてきた。再帰反射性材料は、着用者の視認性を増大するために、衣服の高視認性トリム材料として用いられることが多い。例えば、再帰反射性材料は、消防士、レスキュー隊員、EMS技術者等により着用される保護服に付けられることが多い。

【0 0 0 3】

再帰反射性は、アルミニウムのコート層のような反射剤と協働する小さなガラスビーズまたはマイクロスフェアの層の使用をはじめとする様々な方法で与えることができる。ビーズが大気に部分的に露出されるように布帛にビーズを保持するバインダー層にビーズを部分的に埋め込むことができる。バインダー層中に埋め込まれたビーズの背面に配置された反射剤のビーズにより、ビーズの露出部分に入る入射光が集束される。反射剤は、ビーズを通る入射光を反射し、入射方向とは逆の方向に、ビーズの露出部分を通して光が出て行く。

【0 0 0 4】

再帰反射性材料は、夜間および深夜時間帯の消防およびレスキュー隊員の視認性を増大させるのに、特に有用となり得る。しかしながら、状況によっては、消防服は火事の際に極限温度に晒され、再帰反射性材料が衣服内側に熱を取り込む可能性がある。特定の条件下では、取り込まれた熱は、不快さばかりか、消防士の皮膚を火傷させてしまう可能性がある。

【0 0 0 5】

特に、再帰反射性材料に集まった蒸気は、火事の極限温度に晒されると同時に膨張する恐れがある。膨張した蒸気が再帰反射性材料を同時に透過できない場合には、消防士が極限温度に晒される恐れがある。場合によっては、この結果、再帰反射性材料を有する衣服部分の下にある消防士の皮膚が蒸気で火傷する恐れがある。穿孔された再帰反射性材料をはじめとする従来の再帰反射性材料は一般的にこの現象を呈す。例えば、従来の穿孔された再帰反射性材料は、ニードルパンチ孔、レーザーパンチ孔、スリットまたはペーパーパンチにより作成された比較的大きな孔を有する標準再帰反射性トリムを含んでいる。

10

20

30

40

50

【0006】

本開示には、主に、保護服に用いられる蒸気透過性再帰反射性材料が記載されている。例えば、この材料は不連続パターンで形成され、高レベルの再帰反射輝度を与え、かつ、加熱された蒸気への露出および極限温度への長時間の露出を防ぐ適正な蒸気透過性を与えることができる。

【0007】

特に、不連続パターンには、再帰反射性領域と非再帰反射性領域が含まれる。これらの領域は、再帰反射性領域が熱崩壊または蒸気透過性を大幅に減少させないように構成されている。というよりも、保護服の蒸気透過性および熱崩壊は、再帰反射性パターンが存在しなかったかのようにほぼ同じである。

10

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0008】

一態様において、衣服には、消防士の装備の外殻のような保護外側層と、保護外側層の第1の部分を覆うように形成された反射性材料とが含まれる。再帰反射性材料は、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する不連続パターンで形成することができる。第1の部分の熱崩壊は、再帰反射性材料でカバーされていない保護服の第2の部分の熱崩壊とほぼ同じである。あるいは、またはさらに、第1の部分の蒸気透過性は、再帰反射性材料でカバーされていない保護服の第2の部分の蒸気透過性とほぼ同じである。衣服は、消防士の装備の外殻を含み、第1の部分は消防士の装備の外殻に再帰反射性トリムを含んでいる。ある態様において、不連続再帰反射性パターンで形成された第1の部分の反射輝度は50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、さらには250カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える。

20

【0009】

他の態様において、保護装備は、第1の層、第2の層および第3の層を含む。第1の層は、再帰反射性領域と非再帰反射性領域を有する不連続再帰反射性部分と、再帰反射性領域を有さない第2の部分を含む外殻であってもよい。さらに、不連続再帰反射性部分の蒸気透過性および/または熱崩壊は、第2の部分の蒸気透過性とほぼ等しい。保護装備は、第2の層が蒸気バリアで、第3の層が熱ライナである消防士の装備であってもよい。あるいは、保護装備は、第2の層が液体保持層であり、第3の層が耐水性の蒸気透過性層である熱制御装備であってもよい。同様に、不連続再帰反射性パターンの反射輝度は50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、さらには250カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える。

30

【0010】

他の態様において、物品は、消防士の装備の外殻と同じ材料でできた耐久性のある布裏打のような第1の材料を含んでいてもよい。さらに、物品は、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する不連続パターンに従って第1の材料に形成された再帰反射性材料を含んでいてもよい。再帰反射性材料は、物品の熱崩壊を大幅に減少させないように構成することができる。これらの再帰反射性領域と蒸気透過性非再帰反射性領域は、詳細を後述している様々な異なる構成を形成してもよい。再帰反射性領域があると、物品の熱崩壊または蒸気透過性が大幅に減少することはない。具体的な例を挙げると、物品は衣服として用いるために再帰反射性パッチを含んでいる。不連続パターンを画定する材料の反射輝度は50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、さらには250カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える。

40

【0011】

さらに他の態様において、この開示には1つ以上的方法が記載されている。例えば、この方法には、接着パターンを保護服にスクリーン印刷する工程と、再帰反射性ビーズを接着パターンに押し付けて再帰反射性パターンを作成する工程が含まれる。再帰反射性パターンを有する部分における保護服の保護蒸気透過性および/または熱崩壊は、再帰反射性パターンを有さない衣服の部分における保護服の蒸気透過性および/または熱崩壊とほぼ同

50

じである。

【0012】

あるいは、本方法には、再帰反射性ビーズを接着剤材料に混合する工程と、この混合物を用いて保護服にパターンをスクリーン印刷する工程とが含まれる。同様に、スクリーン印刷されたパターンを有する部分における保護服の保護蒸気透過性および／または熱崩壊は、スクリーン印刷されたパターンを有さない衣服の部分における保護服の蒸気透過性および／または熱崩壊とほぼ同じである。

【0013】

不連続蒸気透過性材料はいくつかの利点をもたらす。特に、穿孔された再帰反射性材料をはじめとする従来の再帰反射性材料とは異なり、不連続蒸気透過性材料は、再帰反射性材料を有する保護服の熱および蒸気移動を改善することができる。蒸気透過性および熱崩壊を減少する恐れのある従来の穿孔された再帰反射性材料とは異なり、本開示によれば、衣服の蒸気透過性に大幅に影響を与えることなく保護服に再帰反射性材料を固定する技術が提供され、これによって、加熱された蒸気および極限温度による負傷の危険が減じる。さらに、ここに記載された技術によって、穿孔された再帰反射性材料のような従来の再帰反射性材料を用いる場合と違って、外殻の熱崩壊が改善されて、保護装備内に取り込まれた熱を逃がすことができる。

【0014】

不連続再帰反射性材料のその他の利点は、極限温度により衣服の着用者を負傷させるリスクをなくして、保護服に高再帰反射性材料を用いることができる。再帰反射性材料を用いることは、視認性が低い夜間や深夜の時間帯には特に重要である。衣服の蒸気透過性および熱崩壊を大幅に変えずに、50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、さらには250カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える反射輝度を有する不連続再帰反射性材料を作成することができる。

【0015】

さらに、スクリーン印刷技術またはここに記載したその他の技術を用いて保護装備の再帰反射性材料を与えると、保護装備の作成が改善される。さらに、後述するようにして作成された再帰反射性パターンは、従来の保護服に用いられる従来の再帰反射性材料よりも薄く、かなり嵩高さが減る。

【0016】

これらおよびその他の実施形態の更なる詳細については、添付の図面および以下の説明に示してある。その他の特徴、目的および利点は、説明、図面および請求項から明白となろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本開示には、主に、保護服に用いられる蒸気透過性再帰反射性材料が記載されている。この材料は不連続再帰反射性パターンを含んでおり、高レベルの再帰反射輝度を与え、かつ、加熱された蒸気および極限温度に露出されるのを防ぐ適正な蒸気透過性を与える。

【0018】

衣服そのもの、すなわち、保護装備の外側層または外殻について記載してある場合もある。他の場合においては、保護服に付けられる衣服パッチのような物品について記載してある。さらに他の場合においては、外殻に不連続再帰反射性パターンと、熱ライナおよび蒸気バリアのような追加の層を含む保護装備について記載してある。

【0019】

不連続再帰反射性パターンには、再帰反射性領域と非再帰反射性領域が含まれる。しかしながら、従来の再帰反射性材料とは異なり、再帰反射性領域があると、材料の熱崩壊または蒸気透過性が大幅に減少することはない。すなわち、材料の熱崩壊および蒸気透過性は、再帰反射性パターンによって大幅に減少することはない。というよりも、材料の蒸気透過性および熱崩壊は、再帰反射性パターンが存在しなかったかのようにほぼ同じである。一般に、蒸気透過性は、蒸気が材料を移動する速度の尺度である。熱崩壊は、熱が材料か

10

20

30

40

50

ら逃れる速度の尺度である。

【0020】

図1に、消防士が着用する保護装備の外殻のような保護服10を示す。保護服10には、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する第1の部分12を覆うように不連続パターンで形成された再帰反射性材料を有する外殻が含まれる。第2の部分14は再帰反射性領域を有していない。詳細を後述してあるように、第1の部分12の熱崩壊は、第2の部分14の熱崩壊にほぼ等しい。さらに、第1の部分12の蒸気透過性は、第2の部分14の蒸気透過性にほぼ等しい。

【0021】

第1の部分12は、不連続再帰反射性パターンで形成された布地パッチのような物品を含んでいてもよい。あるいは、不連続再帰反射性パターンは、後述するように保護服10の表面に直接印刷されていてもよい。重要なのは、保護服に用いられている従来の再帰反射性材料とは異なり、第1の部分12が保護服10の内側に熱や蒸気を取り込まないことがある。衣服10にはまた、日中の衣服10の視認性を改善するために、その他の非再帰反射性蛍光材料(図示せず)も含まれている。

10

【0022】

図2～5に、第1の部分12に形成された再帰反射性材料の数多くの例証の不連続パターンを示す。特に、再帰反射性材料は、これらのおよび同様の不連続パターンで、保護服10に縫い付けられた、またはその他のやり方で付けられたパッチまたはその他材料に適用してもよい。例えば、再帰反射性材料は、後述するように、テープ状材料から材料をスクリーン印刷または熱転写により適用してもよい。ある態様において、再帰反射性材料は、第1の位置12を実現するために、保護服10に直接適用してもよい。当然、図2～5に示すパターンは例証のためのみであり、その他のパターンを用いることができる。

20

【0023】

図2に、再帰反射性領域22と蒸気透過性の非再帰反射性領域24とを画定する例証の不連続パターン20を示す。この構成において、再帰反射性領域22と蒸気透過性の非再帰反射性領域24は、再帰反射性材料の約50パーセントの表面積を有するチェッカー盤状構成を形成している。具体的な例を挙げると、蒸気透過性の非再帰反射性領域24と再帰反射性領域22は、約0.3175センチメートルの側部を有している。その場合、再帰反射性領域は、ほぼ1平方センチメートル未満の表面積を有している。

30

【0024】

従来の再帰反射性材料は、衣服の蒸気透過性および熱崩壊を大幅に減じる可能性がある。不連続パターン20を用いるとこの問題が解決される。というのは、蒸気透過性の非再帰反射性領域24が十分な割合の不連続パターン20を含んでいて、蒸気と熱を逃すからである。しかしながら、非再帰反射性領域24があると、パターンの反射輝度が減じる。例えば、非再帰反射性領域24が不連続パターンの表面積の50パーセントとなると、反射輝度は、再帰反射性材料が連続パターンで適用されている場合よりも少なく、約50パーセント未満となる。

【0025】

非再帰反射性領域の表面積は、衣服の蒸気透過性および熱崩壊を増大させないよう、再帰反射性材料の総表面積の少なくとも約20%である必要がある。図2～5の実施例は全て、蒸気および熱を適切に逃がすのに有効なものである。再帰反射性材料の総表面積の20%を超える、25%を超える、50%を超える非再帰反射性領域は特に有効でありうる。

40

【0026】

蒸気透過性および熱崩壊に影響する恐れのある他の因子は、個々の再帰反射性領域および個々の非再帰反射性領域のサイズである。特に、各再帰反射性領域は、材料から蒸気および熱を逃がすことができるよう十分小さい必要がある。4平方センチメートル未満、場合によっては1平方センチメートル未満の表面積をそれぞれ有する再帰反射性領域で十分である。これによって、不連続再帰反射性パターン20(図2)で形成された部分12(図1)の熱崩壊および蒸気透過性を、再帰反射性領域22を有さない部分14のような

50

同様の材料の熱崩壊および蒸気透過性とほぼ同じにできるようになる。

【0027】

図3に、再帰反射性領域32と蒸気透過性の非再帰反射性領域34とを画定する例証の不連続パターン30を示す。この構成において、再帰反射性領域32および蒸気透過性の非再帰反射性領域34はストライプ状構成を形成する。すなわち、非再帰反射性領域34は、再帰反射性領域32を分割するストライプ状領域を含んでいる。ストライプ状構成は、約66パーセントの再帰反射性領域32と約33パーセントの蒸気透過性の非再帰反射性領域34とを含む表面積を有している。具体的な例を挙げると、非再帰反射性領域34の幅は約0.3175センチメートルであり、再帰反射性領域32の幅は約0.635センチメートルである。不連続再帰反射性パターン30で形成された部分12(図1)の熱崩壊および蒸気透過性は、再帰反射性領域を有さない部分14のような同様の材料の熱崩壊および蒸気透過性とほぼ同じである。

【0028】

図4に、再帰反射性領域42と蒸気透過性の非再帰反射性領域44とを画定する例証の不連続パターン40を示す。この構成において、再帰反射性領域42および蒸気透過性の非再帰反射性領域44は三角形領域が除去されたパターンを形成する。一例を挙げると、再帰反射性領域42は、不連続パターン40の表面積の約75パーセントである。他の例を挙げると、再帰反射性領域42は、不連続パターン40の表面積の約50パーセントである。不連続再帰反射性パターン40で形成された部分12(図1)の熱崩壊および蒸気透過性は、再帰反射性領域を有さない部分14のような同様の材料の熱崩壊および蒸気透過性とほぼ同じである。さらに他の態様において、再帰反射性領域と非再帰反射性領域は三角形領域を有している。

【0029】

図5に、再帰反射性領域52と蒸気透過性の非再帰反射性領域54とを画定する例証の不連続パターン50を示す。この構成において、再帰反射性領域52は、非再帰反射性領域54内に円形領域を含んでいる。不連続再帰反射性パターン50で形成された部分12(図1)の熱崩壊および蒸気透過性は、再帰反射性領域を有さない部分14のような同様の材料の熱崩壊および蒸気透過性とほぼ同じである。

【0030】

図6は、図2～5に示したものと同様の不連続な蒸気透過性再帰反射性パターンを形成するのに用いることのできるスクリーン印刷プロセスの流れ図である。上述したように、パターンは、保護服10(図1)に縫い付けることのできるパッチに適用することができる。この代わりに、衣服10の一部にパターンを直接適用して、不連続再帰反射性部分12を形成することもできる。

【0031】

蒸気透過性の再帰反射性材料は、不連続パターン(62)を画定し、再帰反射性ガラスビーズを樹脂(64)に混合し、混合物を画定されたパターン(66)に従って物品にスクリーン印刷することによって形成することができる。再帰反射性ビーズはアルミニウムで半分コートされていてもよい。例えば、好適なビーズは、ミネソタ州、セントポールのミネソタマイニング・アンド・マニュファクチャーリング(Minnesota Mining and Manufacturing Company of St. Paul, Minnesota)より市販されている145番反射性ガラス要素である。混合物のスクリーン印刷後、ビーズは樹脂内に不規則に配向される。混合物のスクリーン印刷後、混合物を数多くある技術に従って硬化または乾燥させる。図6のプロセスにより得られる反射輝度は、ビーズが不規則に配向されることから、総適用範囲についてわずか約25カンデラ／(ルクス*平方メートル)でしかない。同一の譲渡人に譲渡された米国特許第5,269,840号には、図6に示したのと同様のいくつかのプロセスの詳細が記載されている。

【0032】

再帰反射性材料の反射輝度は、標準的な再帰反射性条件下、例えば、0°の配向角、-4

10

20

30

40

50

。の入口角および0°.2°の観察角で見たときの物品の見かけの輝度の尺度である。輝度は、物品の面積および用いた光源からの照度について標準化される。反射率または反射輝度はまた、再帰反射性係数(R_A)とも呼ばれ、カンデラ/(ルクス*平方メートル)の単位で表される。ASTM標準方法808-94番「再帰反射性を求める標準的手法」を参照されたい。

【0033】

上述した通り、蒸気透過性の再帰反射性材料の反射輝度は、再帰反射性領域を含む表面積の割合に関係している。例えば、パターンが約50パーセントの再帰反射性領域と約50パーセントの非再帰反射性領域で画定される表面積を有している場合、図6の技術を用いると反射輝度はわずか約12.5カンデラ/(ルクス*平方メートル)である。ある用途については十分な輝度であるが、他の用途については不十分である。例えば、夜間や深夜の時間帯に消防士がドライバーに目視されるよう消防士の服の反射輝度は最大とするのが望ましい。

【0034】

図7には、図2~5に示したのと同様の不連続再帰反射性パターンを作成するのに用いることのできるプロセスが示されており、反射輝度は50カンデラ/(ルクス*平方メートル)を超える。場合によっては、輝度は250カンデラ/(ルクス*平方メートル)を超える。

【0035】

図7のプロセスには、パターン(72)を画定し、接着剤を画定されたパターン(74)に従って材料にスクリーン印刷することが含まれる。例えば、材料は保護服の一部を含んでいたり、保護服に用いられるパッチを含んでいてもよい。再帰反射性ビーズを接着剤パターンに押し付けて再帰反射性パターン(76)を作成してもよい。

【0036】

再帰反射性ビーズを接着パターン(76)に押し付けるのは、数多くのやり方で行うことができる。一例を挙げると、ガラスビーズをまず基材上に付着させて、ビーズの露出面をアルミニウムでコートする。基材をスクリーン印刷された接着剤に押し付けて、接着剤中にビーズを固定する。基材を剥すと、接着剤に適切に配置されたアルミニウムで半分コートされたビーズが残る。かかる方法によって、総適用範囲について約500カンデラ/(ルクス*平方メートル)を超える反射輝度が得られる。このように、パターンが50パーセントの適用範囲を画定する場合、材料の反射輝度は約250カンデラ/(ルクス*平方メートル)となる。パターンが66パーセントの適用範囲を画定する場合、材料の反射輝度は約330カンデラ/(ルクス*平方メートル)となる。パターンが75パーセントの適用範囲を画定する場合、材料の反射輝度は約375カンデラ/(ルクス*平方メートル)となる。

【実施例】

【0037】

実施例1

ミネソタ州、セントポールのミネソタマイニング・アンド・マニュファクチャーリング(Minnesota Mining and Manufacturing Company of St. Paul, Minnesota)(以降3Mとする)より市販されている5720 3M(商標)スコッチライト(Scotchlite)(商標)シルバーグラフィック転写フィルム(Silver Graphic Transfer Film)を用いて不連続蒸気透過性再帰反射性材料としてみた。グラフィック画像を作成し、ジョージア州ユニオンシティのサザンミル(Southern Mills of Union City, Georgia)より入手可能なPVI/ケブラー(PVI/Kevlar)(登録商標)混紡布帛を含むコンバット(Kombat)(商標)に転写した。グラフィック画像が付いた布帛を試験した。グラフィック画像を不連続再帰反射性パターンの一例として用いた。具体的には、以下の手順に従って試料を作成した。

【0038】

5720 シルバーグラフィック転写フィルム (Silver Graphic Transfer Film) (ポリエステルキャリアを備えた S F E E 1 1 3 4 - 3 - 2 - 1 A) を、3M (商標) 571N カプラ (A - 1 1 2 0 シラン、4重量%) で変性した、ウィスコンシン州サセックスのプラス - O - メリック SP 社 (Plast - O - Meric SP, Inc., Sussex, Wisconsin) より入手可能な SX 779B FR 印刷接着剤 (SX 779B FR Printab le Adhesive) (難燃性 SX 864B プラスチゾルインク) でスクリーン印刷した。ウィスコンシン州オシコシのアメリカン M & M スクリーン印刷機器 (American M & M Screen Printing Equipment of Oshkosh, Wisconsin) より入手可能なカメオ (Cameo) プリントを用いて、中硬スキー 10 ジにより 5720 グラフィック転写フィルムに 110T/in (43.3T/cm) 印刷スクリーンを通してインクを印刷した。スクリーンの版下は、異なるグラフィックパターン (チェックマーク盤、ハッシュマークおよび円) を備えた 3 本のストライプからできていた。ベルト温度が華氏 230 度 (摂氏 110 度) のイリノイ州シカゴのアメリカンスクリーン印刷機器社 (American Screen Printing Equipment Co., Chicago, Illinois) より入手可能なテクスエア (Texair) (商標) 型番 30 コンベヤーオープンに通過させることにより、得られた印刷をゲル化した。オープンを、華氏 1100 度 (摂氏 593 度) に設定された IR パネルにより加熱し、ベルト温度をベルト速度により制御した。ゲル化後、エアライン圧 40 psi (276 kPa) で 30 秒間華氏 340 度 (摂氏 171 度) に設定されたカンサス州ピッツバーグの HIX 社 (HIX Corp. of Pittsburgh, KS) より入手可能な HIX N - 800 プレスを用いて、印刷されたグラフィック画像をコンバット (Kombat) (商標) 布帛にラミネートした。試料を室温まで冷やした後、ポリエステルキャリアを除去したところ、シルバーグラフィック画像がコンバット (Kombat) (商標) 布帛に得られた。シルバー画像を含むこのコンバット (Kombat) (商標) 布帛を、図 8 に示す保護装備を形成する右上隅の残りの 2 層に縫い付けた。この完成品を、標準的な工業試験手順に沿った手順に従って試験した。 20

【0039】

接着パターンに再帰反射性ビーズを押し付ける他のやり方は、完全にアルミニウムでコートされたビーズを接着剤に付着させて、ビーズの露出面からアルミニウムをエッチングするものである。かかるプロセスは連続しており、剥したり、基材を廃棄する必要がない。このプロセスの詳細については、同時係属の同一の譲渡人に譲渡された PCT 出願公開、国際公開第 0142823 (A1) 号パンフレットに記載されている。この方法によって、総適用範囲について約 350 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) 以上の反射輝度が得られる。このように、パターンが 50 パーセントの適用範囲を画定する場合、材料の反射輝度は約 175 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) となる。パターンが 66 パーセントの適用範囲を画定する場合、材料の反射輝度は約 231 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) となる。パターンが 75 パーセントの適用範囲を画定する場合、材料の反射輝度は約 263 カンデラ / (ルクス * 平方メートル) となる。 30

【0040】

図 6 または 7 のプロセスに更に代わるものとして、図 2 ~ 5 に示したのと同様のパターンを有する不連続蒸気透過性再帰反射性材料は次のようにして作成することができる。ガラスビーズをまず基材上に付着およびボンドさせて、ビーズの露出面をアルミニウムでコートする。接着剤をガラスビーズの上部に適用して、再帰反射性テープ状材料を作成する。テープ状材料を、消防士装備のパッチや外殻のような材料に押し付ける前に、パターンをテープ状材料へと切断する。熱および圧力を印加して、基材を剥がすと、接着剤に適切に配向され、下にある材料に付着して不連続蒸気透過性再帰反射性材料を画定するアルミニウムで半分コートされたビーズのパターンが残る。 40

【0041】

実施例 2

3Mより市販されている8710 3M(商標)スコッチライト(Scotchlite)(商標)シルバー転写フィルムをまた用いて不連続蒸気透過性材料とした。8710シルバーグラフィック画像を作成し、ジョージア州ユニオンシティのサザンミル(Southern Mills of Union City, Georgia)より入手可能なノーメックス(Nomex)(登録商標)外殻材料に転写した。ノーメックス(Nomex)(登録商標)外殻材料を試験した。グラフィック画像を不連続蒸気透過性再帰反射性材料の他の例として用いた。

【0042】

具体的には、以下の手順に従って8710シルバーグラフィック画像を作成した。8710シルバー転写フィルム(75-0001-6745-4)グラフィック画像をプロッタ切断し、ウィード(weed)を除去し、材料を、エアライン圧40psi(276kPa)で15秒間華氏338度(摂氏170度)に設定されたカンサス州ピッツバーグのHIX社(HIX Corp. of Pittsburgh, KS)より入手可能なHIX N-800プレスを用いて、ノーメックス(Nomex)(登録商標)外殻材料にラミネートした。試料を室温まで冷やした後、紙キャリアを除去したところ、シルバーグラフィック画像がノーメックス(Nomex)(登録商標)外殻材料に得られた。シルバー画像を含むこの材料を、保護装備を形成する他の層に(右上隅に縫い付けることにより)付けた。この完成品を、標準的な工業試験手順にほぼ沿った手順に従って試験した。

【0043】

上述したようにして作成された不連続蒸気透過性再帰反射性材料は、従来技術では得られなかつた熱崩壊特性および蒸気透過性特性を示す。特に、不連続再帰反射性材料の熱崩壊および蒸気透過性は、下にある材料と同じであってもよい。すなわち、再帰反射性材料のパターンを追加しても、材料の蒸気透過性または材料の熱崩壊のいずれかは大幅に変わらない。この理由から、不連続蒸気透過性再帰反射性材料は、消防士の保護服の性能を改善することができる。

【0044】

スクリーン印刷技術を用いて保護服に、または熱を与える不連続再帰反射性テープ状材料に再帰反射性材料を与えると、保護服の作成に関する製造プロセスを改善することができる。さらに、不連続再帰反射性パターンは、従来の保護服に用いられる従来の再帰反射性材料よりも薄く、かなり嵩高さが減る。さらに、得られる不連続蒸気透過性再帰反射性材料は穿孔しなくてよいため、製造プロセスにおける穿孔工程を省くことができる。

【0045】

図8は、多層保護消防士装備の断面図である。消防士装備80には、再帰反射性部分84を有する外殻82が含まれる。消防士装備80にはまた、蒸気バリア86と熱ライナ88も含まれる。再帰反射性部分84には、不連続パターンで形成された再帰反射性材料がある。部分84は、外殻82に縫い付けられた、またはその他のやり方で付けられたパッチであってもよい。あるいは、部分84は、上述した通り、外殻82に直接スクリーン印刷された不連続再帰反射性パターンを含んでいてもよい。

【0046】

外殻82は、消防士保護標準装備に用いられる代表的な外殻を表している。例えば、外殻は、消防士を引っ搔き傷や擦過傷から守るものであり、撥水剤等でコートされていてよい。一例を挙げると、ジョージア州ユニオンシティのサザンミル(Southern Mills of Union City, Georgia)より入手可能なPVI/ケブラー(PVI/Kevlar)(登録商標)混紡布帛を含むコンバット(Kombat)(商標)がある。

【0047】

蒸気バリア86を用いて、液体が熱ライナ88へ浸透するのを防ぐことができる。以前の消防士装備は、蒸気不透性の蒸気バリアを用いていた。しかしながら、新規なデザインでは着用者に快適さを与える蒸気透過性の蒸気バリアを利用している。蒸気バリア86が蒸気透過性である場合には、熱蒸気が着用者の皮膚を透過して、蒸気が外殻を通ったり、再

帰反射性材料を備えた外殻を通って逃げない場合には不快になったり火傷となる可能性がある。従って、蒸気透過性蒸気バリアを用いることは、不連続蒸気透過性再帰反射性材料に求められる理由の一つである。好適な蒸気透過性蒸気バリアの一例を挙げると、メリーランド州エルクトンのW. L ゴア (W. L Gore of Elkton, Maryland) より入手可能なノーメックス (Nomex) (登録商標) パジャマチェック材料のクロステック (Corstech) (商標) がある。

【0048】

熱ライナ88を用いて着用者を極限温度から保護することができる。好適な熱ライナの一例を挙げると、ジョージア州ユニオンシティのサザンミル (Southern Mills of Union City, Georgia) より入手可能な100%ノーマックス (Nomax) (登録商標) 上面布を備えた100%ケブラー (Kevlar) (登録商標) バットを含むアラライト (Aralite) (登録商標) 材料がある。

【0049】

図9および10は、従来技術の消防服と不連続パターンで形成された再帰反射性材料を用いて作成された消防服の蒸気透過性試験で収集された実験データをまとめたグラフである。ローソン、J. ランドール (Lawson, J. Randall) およびツイリー、ウィリアムH. (Twiley, William H.) 「消防士保護服の熱性能を測定するための装置開発 (Development of an Apparatus for Measuring the Thermal Performance of Firefighters Protective Clothing)」、ミッド

10
ランド州ゲイザースバーグの規格技術学会 (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD)、1999年 (NISTIR 6400) およびアメリカ試験材料学会 (American Society for Testing and Materials)、E162「放射熱エネルギー源を用いた材料の表面可燃度の標準試験方法 (Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source)」、ASTM規格アニュアルブック (ASTM Annual Book of Standards)、第04.07巻、ペンシルバニア州、ウェストコンショーホッケン (West Conshohocken, PA) 1997年を参照されたい。後述する様々な試験および実験は、上述の参考文献に記載された工業規格試験方法にほぼ沿ったものであった。

【0050】

特に、図9に、部分84に不連続蒸気透過性再帰反射性材料 (図8) ではなく再帰反射性の標準トリム材料を用いる従来技術の構造の蒸気透過性を示す。図10に、部分84に不連続パターンで形成された再帰反射性材料を用いる衣服の蒸気透過性を示す。いずれの場合においても、衣服には熱を与え、各衣服の特定の部分の温度を経時で記録した。

【0051】

40
図9に、部分84に不連続蒸気透過性再帰反射性材料ではなく従来技術の再帰反射性標準トリム材料を用いた消防服のC点 (図8) で測定した時間の関数としての温度をライン92でグラフにしてある。同様に、ライン94は、従来技術の消防服のD点で測定した温度を示す。約70秒後、C点での温度はD点での温度より熱くなった。これは、少なくとも一部は、熱蒸気が従来技術の再帰反射性材料を適切に透過できず、蒸気透過性蒸気バリア86を流れてC点の温度を同時に上げる、という事実によるものである。実験において、熱蒸気の質量移動は、従来技術の再帰反射性材料により覆われた領域において熱ライナ88で蒸気が凝縮したことで目視により明らかであった。穿孔された従来技術の再帰反射性材料も同様の結果を示した。

【0052】

従来の再帰反射性材料とは異なり、部分84に不連続再帰反射性材料を用いると所望の蒸気透過性が得られた。図10に、部分84に不連続蒸気透過性再帰反射性材料を有する消

10

20

30

40

50

防服の C 点 (図 8) で測定した時間の関数としての温度をライン 102 でグラフにしてある。本明細書に記載したように不連続パターンで形成された再帰反射性材料を含む消防服の D 点で測定した時間の関数としての温度をライン 104 でグラフにしてある。示した通り、 C 点での温度は、全ての時間において D 点での温度より低いままである。これは、部分 84 を通って外殻に保持された水からの熱蒸気が失われたことによるものである。すなわち、熱蒸気は不連続再帰反射性材料、すなわち、部分 84 を適切に透過することができた。

【 0053 】

図 11 および 12 は、消防服から逃げた熱の熱崩壊を試験するために収集した実験データをまとめたグラフである。同様に、工業的に標準の試験方法を用いた。図 11 に、部分 84 に不連続蒸気透過性再帰反射性材料ではなく再帰反射性標準トリム材料を用いる従来技術の構成の熱崩壊を示す。図 12 に、部分 84 に不連続蒸気透過性再帰反射性材料を用いた衣服の熱崩壊を示す。

10

20

30

40

50

【 0054 】

図 11 に、従来技術の消防服の A 点 (図 8) で測定した時間の関数としての温度をライン 112 でグラフにしてある。同様に、従来技術の消防服は、部分 84 に不連続蒸気透過性再帰反射性材料ではなく再帰反射性標準トリム材料を用いた。従来技術の消防服の B 点で測定した時間の関数としての温度をライン 114 でグラフにしてある。この実験では、消防服を極限温度に晒し、熱源近傍から外して、冷やした。グラフでは、時間 = X の点は、衣服を熱源から外した時間の点に対応している。

【 0055 】

ライン 112 とライン 114 を比べると分かるように、 A 点での温度の熱崩壊は、 B 点での温度の熱崩壊より低い。すなわち、従来技術の消防服においては、 B 点での冷却よりも A 点での冷却に長くかかった。その理由は、少なくとも一部、従来技術の再帰反射性標準トリム材料が外殻の熱崩壊の速度を減じたという事実によるものである。熱は、従来技術の再帰反射性標準トリム材料に対応する領域において衣服内部に長く取り込まれた。

【 0056 】

図 12 に、部分 84 に不連続蒸気透過性再帰反射性材料を有する消防服の A 点 (図 8) で測定した時間の関数としての温度をライン 122 でグラフにしてある。本明細書に記載したように不連続パターンで形成された再帰反射性材料を含む消防服の B 点で測定した時間の関数としての温度をライン 124 でグラフにしてある。ライン 122 とライン 124 を比べると分かるように、 A 点での温度の熱崩壊は、 B 点での温度の熱崩壊とほぼ同じである。すなわち、不連続蒸気透過性再帰反射性材料は、消防服の外殻の熱崩壊を大幅に減少させない。熱は、不連続蒸気透過性再帰反射性材料に対応する領域において衣服内部に長く取り込まれなかつた。

【 0057 】

図 13 は、様々な異なる消防服についての A および B 点 (図 8) 間の温度差のグラフ、すなわち、経時の A 点の温度 - B 点での温度のグラフである。図 13 において、ほぼ時間 = 0 の点は、衣服を熱源近傍から外して冷却した時間での点に対応する。ライン 132 は、標準連続非穿孔再帰反射性トリムを組み込んだ従来技術の消防服に対応している。ライン 132 に示されるように、外殻の温度対標準再帰反射性トリムを備えた外殻の温度の温度差は比較的大きい。例えば、約 50 秒後、標準トウムの裏側は摂氏約 50 度熱かった。これも、標準の再帰反射性トリムだと熱を適切に逃すことができない、という事実によるものである。

【 0058 】

ライン 134 は、標準連続穿孔再帰反射性トリムを組み込んだ従来技術の消防服に対応している。ライン 134 に示されるように、外殻の温度対標準連続穿孔再帰反射性トリムを備えた外殻の温度の温度差はまだ比較的大きい。すなわち、穿孔は熱崩壊問題を解決するものではない。例えば、約 50 秒後、標準連続穿孔再帰反射性トリムの裏側は摂氏約 42 度熱かった。これも、標準の連続穿孔再帰反射性トリムだと熱を適切に逃すことができない

い、という事実によるものである。

【0059】

ライン136は、部分84(図8)の不連続蒸気透過性再帰反射性材料を組み込んだ消防服に対応している。ライン136に示されるように、不連続再帰反射性材料を有する外殻と、不連続再帰反射性材料を有さない外殻間の温度差はライン132または134よりもはるかに小さい。すなわち、不連続蒸気透過性再帰反射性材料は熱崩壊問題を解決した。例えば、約50秒後、再帰反射性材料が形成されていない下にある材料に比べて、不連続蒸気透過性再帰反射性材料の裏側はわずか摂氏約4度熱かった。さらに、約50秒後、不連続蒸気透過性再帰反射性材料の裏側は摂氏8度より熱くはなかった。これは、不連続蒸気透過性再帰反射性材料だと熱を適切に逃がすことができる、という事実によるものである。

10

【0060】

図9～13のグラフは、従来技術に関連して、不連続パターンで形成された再帰反射性材料の利点を示すものである。本明細書に記載した通り、不連続パターンで形成された再帰反射性材料は、再帰反射性材料を有する保護衣服の熱移動および/または蒸気移動を改善する。再帰反射性トリム材料や穿孔再帰反射性トリム材料のような従来の再帰反射性材料は、不適切な熱崩壊および蒸気透過性をもたらす。しかしながら、不連続蒸気透過性再帰反射性材料は、再帰反射性材料のない下にある材料とほぼ同じ熱崩壊特性および蒸気透過性を示す。

20

【0061】

消防服および多層消防服装備は、不連続蒸気透過性再帰反射性材料を与えることにより大幅に改善することができる。従来の再帰反射性材料が蒸気バリアを与えるために蒸気を外殻から逃すことができない場合には、熱蒸気が内側に、着用者の皮膚へと向かって、着用者に蒸気による火傷やその他不快感を与える可能性がある。ここに記載した技術は、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する不連続パターンで形成された再帰反射性材料を与えることによりこの問題を解決するものである。このやり方で、再帰反射性材料を追加しても、外殻の蒸気透過性は大幅に減じはしない。

20

【0062】

穿孔再帰反射性トリム材料のような従来の再帰反射性トリム材料を有する外殻の熱崩壊は、従来の再帰反射性トリム材料を有さない領域の外殻の熱崩壊よりかなり少ない。このように、保護服に取り込まれた熱を、消防士にとって十分に早く逃して、所望の速度で冷やすことができない。逆に、穿孔再帰反射性トリム材料のような従来の再帰反射性材料があると、保護服内側に長時間にわたって熱が取り込まれたままとなって、炎から離れた後であっても消防士を不快にさせる。ここに記載した技術は、不連続蒸気透過性再帰反射性材料を有する部分において衣服の熱崩壊を実質的に減じることのない不連続な蒸気透過性再帰反射性材料を提供することによってこの問題を解決するものである。このようにして、蒸気透過性再帰反射性材料は、消防士の装備を含む様々な層内の熱の負荷を減じ、着用者への生理学的に負の影響を減じ、着用者に与える火傷の可能性を減じることができる。

30

【0063】

ここに記載された技術によれば、反射輝度が50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、またはさらには250カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える不連続蒸気透過性再帰反射性材料が得られる。これらの範囲の輝度は、夜間および深夜の時間帯の着用者の視認性を大幅に増大させる。従って、消防士が夜間のドライバーに確実に目視されるという利点ばかりでなく、より重要なのは、上述した蒸気透過性および熱崩壊特性を与えつつ、これらの輝度範囲が達成できるということである。

40

【0064】

図14は、この開示の教示により利点となる、他の多層保護装備の断面図である。保護装備140は、保護多層熱制御装備である。保護装備140には、外殻142が含まれ、不連続蒸気透過性再帰反射性材料は外殻142の部分144を画定している。例えば、部分144は、外殻142に縫い付けられた、またはその他のやり方で付けられたパッチであ

50

ったり、あるいは、上述した通り、不連続再帰反射性パターンを有する外殻142の一部分であってもよい。保護装備140にはまた、液体保持層146と耐水性蒸気透過性層148も含まれている。

【0065】

保護装備140を用いて、蒸発冷却効果を通して、ヒートシンクとして作用させることにより、着用者を低温に保てる。液体保持層146を水で浸漬させて、水蒸気を外殻142に浸透させて、着用者の皮膚を冷やすことができる。装備は不連続蒸気透過性再帰反射性材料を利用して、外殻142の部分144を画定する。このやり方で、再帰反射性材料を用いることにより夜間の視認性効果を加えながら、保護装備140の熱移動特性および蒸気透過性特性を維持することができる。

10

【0066】

数多くの実施例および実施形態について説明してきた。例えば、再帰反射性領域と非再帰反射性領域を有する不連続蒸気透過性再帰反射性材料について説明してきた。不連続蒸気透過性再帰反射性材料の熱崩壊および蒸気透過性は、不連続蒸気透過性再帰反射性材料を含まない下にある材料の熱崩壊および蒸気透過性とほぼ同じである。

【0067】

しかしながら、本発明の範囲から逸脱することなく様々な修正が行えるものと考えられる。例えば、不連続蒸気透過性再帰反射性材料を、衣服の一部として含めて、衣服に再帰反射性を与える、かつ、衣服に適正な熱崩壊および蒸気透過性も与えることができる。さらに、不連続蒸気透過性再帰反射性材料は、衣服または物品を実質的に、または完全にカバーすることができる。同様に、再帰反射性材料は、日中の視認性を高めるために蛍光にしてもよい。さらに、他の方法を用いて不連続蒸気透過性再帰反射性材料を実現してもよい。例えば、材料に適用される再帰反射性基材の様々な異なるグラフィックスクリーン印刷技術、電子デジタル印刷技術、プロッタ切断、レーザー切断、ダイ切断または同様の技術を用いて不連続蒸気透過性再帰反射性材料が得られる。従って、その他の実施例および実施形態が請求項の範囲に含まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】不連続再帰反射性材料を組み込んだ保護服を示す。

30

【図2】更なる例証の不連続蒸気透過性再帰反射性パターンを示す。

【図3】更なる例証の不連続蒸気透過性再帰反射性パターンを示す。

【図4】更なる例証の不連続蒸気透過性再帰反射性パターンを示す。

【図5】更なる例証の不連続蒸気透過性再帰反射性パターンを示す。

【図6】不連続蒸気透過性再帰反射性パターンを有する材料を作成する例証のプロセスの流れ図である。

【図7】不連続蒸気透過性再帰反射性パターンを有する材料を作成する例証のプロセスの流れ図である。

【図8】不連続再帰反射性材料を組み込んだ外殻を含む多層の消防士の装備の断面図である。

【図9】保護服の蒸気透過性を試験するために収集した実験データをまとめたグラフである。

40

【図10】保護服の蒸気透過性を試験するために収集した実験データをまとめたグラフである。

【図11】保護服から逃げた熱の熱崩壊を試験するために収集した実験データをまとめたグラフである。

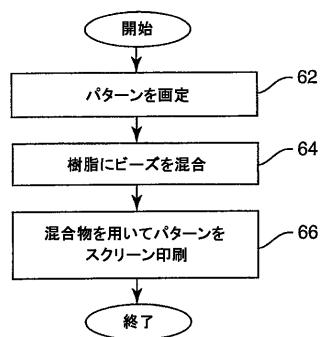
【図12】保護服から逃げた熱の熱崩壊を試験するために収集した実験データをまとめたグラフである。

【図13】従来技術に比べた不連続蒸気透過性材料を組み込んだ衣服の熱移動特性を示す様々な消防士の装備の様々な位置間の温度差異のグラフである。

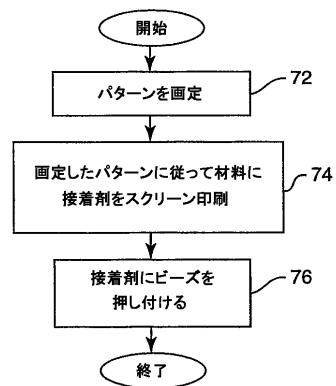
【図14】外殻に不連続再帰反射性材料を組み込んだ他の保護装備の断面図である。

50

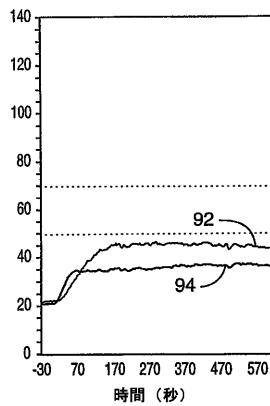
【図6】



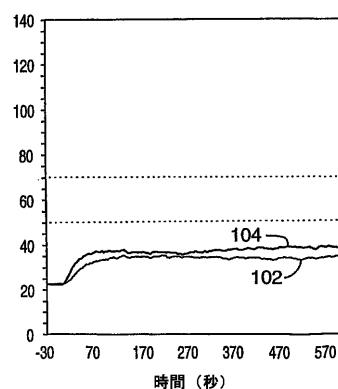
【図7】



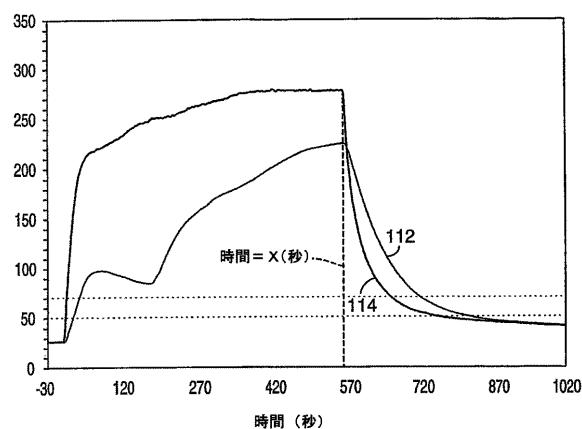
【図9】



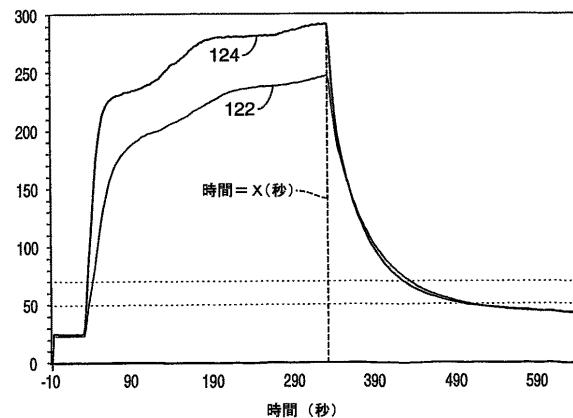
【図10】



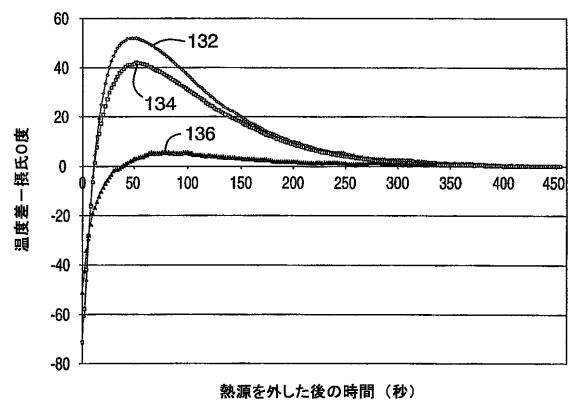
【図11】



【図12】



【図 1 3】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
13 February 2003 (13.02.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/011064 A1(51) International Patent Classification⁵: A41D 13/01, G02B 5/124

(74) Agents: JENSEN, Stephen, C. et al., Office of Intellectual Property Counsel, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/20611

(81) Designated States (national): AF, AG, AL, AM, AT (utility model), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (utility model), CZ, DE (utility model), DE, DK (utility model), DK, DM, DZ, EC, ES (utility model), FI, IS, IT (utility model), IL, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IN, IS, JP, KH, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SH, SG, SI, SK (utility model), SK, SI, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) International Filing Date: 27 June 2002 (27.06.2002)

(82) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data: 09/018,267 30 July 2001 (30.07.2001) US

(71) Applicant: 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US/US); 3M Center, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

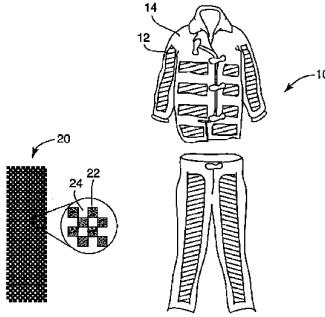
(72) Inventors: FEDUZA, Rino, A.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); JENSEN, Robert, L., Jr.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); SHUSTA, Jeannine, M.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

[Continued on next page]

(54) Title: VAPOR PERMEABLE RETROREFLECTIVE GARMINT



WO 03/011064 A1



(57) **Abstract:** The disclosure describes vapor permeable retroreflective material for use on protective garments. The material may be formed in a non-continuous pattern that provides a high-level of retroreflective brightness, yet also provides adequate permeability to prevent exposure to trapped thermal energy and heated moisture. The non-continuous retroreflective pattern may include retroreflective regions and non-retroreflective regions arranged such that thermal decay through the protective garment is not substantially decreased in the regions corresponding to the retroreflective material. Rather, vapor permeation and thermal decay through the garment may be substantially the same as if the retroreflective material was not present.

WO 03/011064 A1

**Declarations under Rule 4.17:**

— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(iii)) for the following designations: AF, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DR, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, L, C, I, K, I, R, I, S, I, I, U, I, V, MA, MD, MG, MK, MN, MT, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PI, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, I, U, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG) as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations

Published:

— with international search report
— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guideance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

VAPOR PERMEABLE RETROREFLECTIVE GARMENT**FIELD**

This disclosure relates to retroreflective material, and more particularly
5 retroreflective material for use on protective garments.

BACKGROUND

Retroreflective materials have been developed for use in a variety of
10 applications, including road signs, license plates, footwear, and clothing patches to
name a few. Retroreflective materials are often used as high visibility trim materials in
clothing to increase the visibility of the wearer. For example, retroreflective materials
are often added to protective garments worn by firefighters, rescue personnel, EMS
technicians, and the like.

15 Retroreflectivity can be provided in a variety of ways, including by use of a
layer of tiny glass beads or microspheres that cooperate with a reflective agent, such as
a coated layer of aluminum. The beads can be partially embedded in a binder layer that
holds the beads to fabric such that the beads are partially exposed to the atmosphere.
Incident light entering the exposed portion of a bead is focused by the bead onto the
reflective agent, which is typically disposed at the back of the bead embedded in the
20 binder layer. The reflective agent reflects the incident light back through the bead,
causing the light to exit through the exposed portion of the bead in a direction opposite
the incident direction.

25 Retroreflective materials can be particularly useful to increase the visibility of
fire and rescue personnel during nighttime and twilight hours. In some situations,
however, firefighter garments can be exposed to extreme temperatures during a fire,
causing the retroreflective material to trap heat inside the garment. Under certain
conditions, the trapped heat can result in discomfort or even burns to the skin of the
firefighter.

30 In particular, moisture collected under the retroreflective material may expand
rapidly when exposed to the extreme temperature from the fire. If the expanded
moisture is unable to quickly permeate through the retroreflective material, the
firefighter can be exposed to extreme temperatures. In some cases, this can result in
steam burns on the skin of the firefighter underneath the portions of the garment having

WO 03/011064

PCT/US02/20611

-2-

the retroreflective material. Conventional retroreflective materials, including perforated retroreflective materials generally exhibit this phenomenon. For example, conventional perforated retroreflective materials include standard retroreflective trim having needle punched holes, laser punched holes, slits, or relatively large holes made 5 with a paper punch.

SUMMARY

In general, this disclosure describes vapor permeable retroreflective material for use on protective garments. For example, the material can be formed on the protective 10 garment in a non-continuous pattern that provides a high-level of retroreflective brightness, yet also provides adequate permeability to prevent exposure to heated moisture and prolonged exposure to extreme temperatures.

In particular, the non-continuous pattern may include retroreflective regions and 15 non-retroreflective regions. The regions are arranged such that the retroreflective regions do not substantially decrease thermal decay or vapor permeability. Rather, vapor permeability and thermal decay through the protective garment may be substantially the same as if the retroreflective pattern was not present.

In one aspect, a garment includes a protective outer layer such as an outer shell 20 of a firefighter outfit, and a reflective material formed over a first portion of the protective outer layer. The retroreflective material can be formed in a non-continuous pattern to define retroreflective regions and non-retroreflective regions. Thermal decay through the first portion may be substantially equal to thermal decay through a second portion of the protective garment not covered by retroreflective material. Alternatively or additionally, vapor permeability through the first portion may be substantially equal 25 to vapor permeability through a second portion of the protective garment not covered by retroreflective material. The garment may comprise an outer shell of a firefighter outfit and the first portion may comprise retroreflective trim on the outer shell of the firefighter outfit. In some aspects, the first portion formed with the non-continuous retroreflective pattern may have a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²) or even greater than 250 candelas/(lux * meter²).

In another aspect, a protective outfit includes a first layer, a second layer and a 30 third layer. The first layer may be an outer shell including a non-continuous retroreflective portion that has retroreflective regions and non-retroreflective regions

- and a second portion that does not have retroreflective regions. Moreover, vapor permeability and/or thermal decay through the non-continuous retroreflective portion may be substantially equal to vapor permeability through the second portion. The protective outfit may be a firefighter outfit in which the second layer is a moisture barrier and the third layer is a thermal liner. Alternatively, the protective outfit may be a thermal control outfit in which the second layer is a liquid retaining layer and the third layer is a waterproof vapor permeable layer. Again, the non-continuous retroreflective portion may have a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²) or even greater than 250 candelas/(lux * meter²).
- 5 In other aspects, an article may include a first material, such as a durable cloth backing made of the same material as an outer shell of a firefighter outfit. In addition, the article may include retroreflective material formed on the first material according to a non-continuous pattern defining retroreflective regions and non-retroreflective regions,. The retroreflective material can be arranged such that it does not substantially decrease thermal decay through the article. These retroreflective regions and vapor permeable non-retroreflective regions may form any of a variety of different configurations as described in greater detail below. The presence of the retroreflective regions may not substantially decrease thermal decay and or vapor permeability through the article. In one particular case, the article comprises a retroreflective patch 10 for use on a garment. The material defining the non-continuous pattern may have a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²) or even greater than 250 candelas/(lux * meter²).
- 15 In still other aspects, this disclosure describes one or more methods. For example, a method may include screen printing an adhesive pattern on a protective garment and pressing retroreflective beads on the adhesive pattern to create a retroreflective pattern. Vapor permeability and/or thermal decay through the protective garment in portions having the retroreflective pattern may be substantially the same as vapor permeability and/or thermal decay through the protective garment in portions of the garment that do not have the retroreflective pattern.
- 20 25 Alternatively, a method may include mixing retroreflective beads into an adhesive material and screen printing a pattern on a protective garment using the mixture. Again, vapor permeability and/or thermal decay through the protective garment in portions having the screened pattern may be substantially the same as vapor

WO 03/011064

PCT/US02/20611

-4-

permeability and/or thermal decay through the protective garment in portions of the garment that do not have the screened pattern.

Non-continuous vapor permeable material can provide several advantages. In particular, unlike conventional retroreflective material, including perforated retroreflective material, the non-continuous vapor permeable material can provide improved thermal and vapor transfer through protective garments having retroreflective material thereon. Unlike conventional perforated retroreflective material that can decrease vapor permeability and thermal decay, this disclosure provides techniques for fixing retroreflective material to protective garments without substantially effecting the permeability of the garment, thereby reducing the risk of injury due to heated moisture and extreme temperatures. In addition, the techniques described herein can provide improved thermal decay through an outer shell versus the use of conventional retroreflective material, such as perforated retroreflective material, thereby allowing any heat trapped within the protective outfit to escape.

Other advantages of the non-continuous retroreflective material include the ability to use highly retroreflective material on a protective garment without risking potential injury to the wearer of the garment due to extreme temperatures. The use of retroreflective material is particularly important during nighttime and twilight hours when visibility is low. The disclosure below can provide for the creation of non-continuous retroreflective material having a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²) or even greater than 250 candelas/(lux * meter²) without substantially changing the vapor permeability and thermal decay of the garment.

In addition, providing retroreflective material on protective outfits using screen printing techniques or other techniques described herein can improve the production of protective outfits. Moreover, the retroreflective patterns created as described below may be thinner and much less bulky than more conventional retroreflective material used on conventional protective garments.

Additional details of these and other embodiments are set forth in the accompanying drawings and the description below. Other features, objects and advantages will become apparent from the description and drawings, and from the claims.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 illustrates a protective garment incorporating a non-continuous retroreflective material.

5 FIGS. 2-5 further illustrate exemplary non-continuous vapor permeable retroreflective patterns.

FIGS. 6 and 7 are flow diagrams illustrating processes for creating material having the non-continuous vapor permeable retroreflective patterns.

10 FIG. 8 is a cross-sectional view of a multi-layer firefighter outfit that includes an outer shell incorporating a non-continuous retroreflective material.

FIGS. 9 and 10 are graphs summarizing experimental data collected in testing the vapor permeability of a protective garment.

FIGS. 11 and 12 are graphs summarizing experimental data collected in testing the thermal decay of heat escaping a protective garment.

15 FIG. 13 is a graph of temperature differentials between various locations of various firefighter outfits showing thermal transfer characteristics of a garment incorporating non-continuous vapor permeable material in comparison to the prior art.

FIG. 14 is a cross-sectional view of another protective outfit incorporating a non-continuous retroreflective material on an outer shell.

20 DETAILED DESCRIPTION

In general, this disclosure describes vapor permeable retroreflective material for use on protective garments. The material may include a non-continuous retroreflective pattern that provides a high-level of retroreflective brightness, yet provides adequate permeability to prevent exposure to heated moisture and extreme temperatures.

25 In some cases, this disclosure describes the garment itself, i.e., an outer layer or outer shell of a protective outfit. In other cases, this disclosure describes an article, such as a clothing patch that could be added to a protective garment. In still other cases, this disclosure describes a protective outfit that includes the non-continuous retroreflective pattern on an outer shell and additional layers such as a thermal liner and a moisture barrier.

30 The non-continuous retroreflective pattern may include retroreflective regions and non-retroreflective regions. However, unlike conventional retroreflective material, the presence of retroreflective regions do not substantially decrease thermal decay or

vapor permeability through the material. In other words, the thermal decay and vapor permeability through the material are not substantially reduced by the retroreflective pattern. Rather, vapor permeability and thermal decay through the material may be substantially the same as if the retroreflective pattern was not present. In general, vapor permeability is a measure of the transfer rate of vapor through a material. Thermal decay is a measure of the rate at which heat can escape through a material.

5 FIG. 1 illustrates a protective garment 10 such as an outer shell of a protective outfit worn by a firefighter. Protective garment 10 includes an outer shell having retroreflective material formed in a non-continuous pattern over a first portion 12 to 10 define retroreflective regions and non-retroreflective regions. A second portion 14 does not have retroreflective regions. As described in greater detail below, thermal decay through the first portion 12 is substantially equal to thermal decay through the second portion 14. In addition, vapor permeability through the first portion 12 is substantially equal to thermal decay through the second portion 14.

15 First portion 12 may include an article, such as a clothing patch formed with a non-continuous retroreflective pattern, or alternatively, non-continuous retroreflective pattern may be printed directly onto the surface of protective garment 10 as discussed below. Importantly, unlike conventional retroreflective materials used with protective garments, first portion 12 does not trap heat or vapor inside protective garment 10.

20 Garment 10 may also include other non-retroreflective fluorescent material (not illustrated) to provide improved visibility of garment 10 during the day.

25 FIGS. 2-5 illustrate a number of exemplary non-continuous patterns of retroreflective material formed on first portion 12. In particular, retroreflective material may be applied in these and similar non-continuous patterns onto a patch or other material, which may be sewn or otherwise attached to protective garment 10. For example, the retroreflective material may be applied by screen printing or by heat transferring the material from a tape-like substance as described below. In some aspects, the retroreflective material may be applied directly onto protective garment 10 to realize first portion 12. Of course, the patterns illustrated in FIGS. 2-5 are only 30 exemplary, and other patterns could be used.

FIG. 2 illustrates an example non-continuous pattern 20 defining retroreflective regions 22 and vapor permeable non-retroreflective regions 24. In this arrangement, the retroreflective regions 22 and the vapor permeable non-retroreflective regions 24

WO 03/011064

PCT/US02/20611

-7-

form a checkerboard-like configuration having a surface area of approximately fifty percent retroreflective material. In one particular case, the vapor permeable non-retroreflective regions 24 and the retroreflective regions 22 have sides measuring approximately 0.3175 centimeters. In that case, the retroreflective regions have surface areas substantially less than one square centimeter.

5 Conventional retroreflective materials can substantially reduce vapor permeability and thermal decay through garments. The use of non-continuous pattern 20 resolves this issue because the vapor permeable non-retroreflective regions 24 comprise a sufficient percentage of non-continuous pattern 20, allowing vapor and heat 10 to escape. The presence of non-retroreflective regions 24, however, reduces the reflective brightness of the pattern. For example, if non-retroreflective regions 24 account for 50 percent of the surface area of non-continuous pattern, the reflective brightness would be approximately 50 percent less than it would be if retroreflective materials were applied in a continuous pattern.

15 The surface area of the non-retroreflective regions may need to comprise at least approximately 20% of a total surface area of the retroreflective material to ensure that vapor permeability and thermal decay through the garment are not increased. The examples of FIGS. 2-5 are all effective to allow vapor and heat to adequately escape. Non-retroreflective regions comprising greater than 20%, greater than 25%, and greater 20 than 50% of the total surface area of the retroreflective material may be particularly effective.

25 Another factor that can affect vapor permeability and thermal decay may be the size of each individual retroreflective region and each individual non-retroreflective region. In particular, each retroreflective region may need to be sufficiently small to ensure that vapors and heat can escape through the material. Retroreflective regions having individual surface areas of less than four square centimeters and in some cases less than one square centimeter may be sufficient. This can help ensure that thermal decay and vapor permeability through portion 12 (FIG. 1) formed with the non-continuous retroreflective pattern 20 (FIG. 2) is substantially the same as thermal decay 30 and vapor permeability through similar material, such as portion 14 that does not have any retroreflective regions 22.

35 FIG. 3 illustrates an example non-continuous pattern 30 defining retroreflective regions 32 and vapor permeable non-retroreflective regions 34. In this arrangement,

the retroreflective regions 32 and the vapor permeable non-retroreflective regions 34 form a stripe like configuration. In other words, the non-retroreflective regions 34 comprise stripe-like regions that separate the retroreflective regions 32. The stripe-like configuration may have a surface area comprising approximately sixty-six percent 5 retroreflective regions 32 and approximately thirty-three percent vapor permeable non-retroreflective regions 34. In one particular case, the non-retroreflective regions 34 are approximately 0.3175 centimeters wide and the retroreflective regions 32 are approximately 0.635 centimeters wide. Thermal decay and vapor permeability through portion 12 (FIG. 1) formed with the non-continuous retroreflective pattern 30 is 10 substantially the same as thermal decay and vapor permeability through similar material, such as portion 14 that does not have any retroreflective regions.

FIG. 4 illustrates an example non-continuous pattern 40 defining retroreflective regions 42 and vapor permeable non-retroreflective regions 44. In this arrangement, the retroreflective regions 42 and the vapor permeable non-retroreflective regions 44 15 form a pattern with triangular shaped regions removed. In one case, the retroreflective regions 42 comprise approximately seventy-five percent of a surface area of the non-continuous pattern 40. In another case, the retroreflective regions 42 comprise approximately fifty percent of a surface area of the non-continuous pattern 40. Thermal decay and vapor permeability through portion 12 (FIG. 1) formed with the non-continuous retroreflective pattern 40 is substantially the same as thermal decay and 20 vapor permeability through similar material, such as portion 14 that does not have any retroreflective regions. In still other aspects, both the retroreflective regions and the non-retroreflective regions comprise triangular shaped regions.

FIG. 5 illustrates an example non-continuous pattern 50 defining retroreflective 25 regions 52 and vapor permeable non-retroreflective regions 54. In this arrangement, the retroreflective regions 52 comprise circular shaped regions within the non-retroreflective regions 54. Notably, thermal decay and vapor permeability through portion 12 (FIG. 1) formed with the non-continuous retroreflective pattern 50 is substantially the same as thermal decay and vapor permeability through similar 30 material, such as portion 14 that does not have any retroreflective regions.

FIG. 6 is a flow diagram illustrating a screen printing process that can be used to form non-continuous vapor permeable retroreflective patterns like those illustrated in FIGS. 2-5. As discussed above, the pattern can be applied on a patch that can be sewn

WO 03/011064

PCT/US02/20611

-9-

onto protective garment 10 (FIG. 1). Alternatively, the pattern can be applied directly on a portion of garment 10, thereby forming non-continuous retroreflective portion 12.

5 Vapor permeable retroreflective material can be formed by defining a non-continuous pattern (62), mixing retroreflective glass beads into a resin (64) and screen printing the mixture onto an article according to the defined pattern (66). The retroreflective beads may be half coated with aluminum. Suitable beads, for example, are #145 Reflective Glass Elements commercially available from Minnesota Mining and Manufacturing Company of St. Paul, Minnesota. After screen printing the mixture, the beads are oriented randomly within the resin. After screen printing the mixture, the 10 mixture may be cured or dried according to a number of techniques. The reflective brightness that can be achieved by the process of FIG. 6 may be only approximately 25 candelas/(lux * meter²) for total coverage because the beads are randomly oriented. Commonly assigned U.S. Patent 5,269,840 provides additional details of one or more processes like that illustrated in FIG. 6.

15 Reflective brightness of retroreflective material is a measure of the apparent brightness of the article when viewed under standard retroreflective conditions, i.e., 0° orientation angle, -4° entrance angle, and 0.2° observation angle. The brightness is normalized for the area of the article and the illumination from the light source used. The reflectivity or reflective brightness is also referred to as the coefficient of 20 retroreflection (R_A), and is expressed in units of candelas/(lux * meter²). Reference is made to ASTM Standard Method #808-94, "Standard Practice For Describing Retroreflection."

25 As mentioned above, the reflective brightness of the vapor permeable retroreflective material is related to the percentage of the surface area comprising retroreflective regions. For example, if the pattern has a surface area defined by approximately fifty percent retroreflective regions and approximately fifty percent non-retroreflective regions, the reflective brightness may only be approximately 12.5 candelas/(lux * meter²) if the technique of FIG. 6 is used. This may be bright enough for some applications, but not bright enough for others. For example, it can be 30 desirable to maximize the reflective brightness of firefighting garments to better ensure that firefighters are seen by motorists during nighttime and twilight hours.

FIG. 7 illustrates a process that can be used to create non-continuous retroreflective patterns like that illustrated in FIGS. 2-5, wherein the reflective

brightness is greater than 50 candelas/(lux * meter²). In some cases, the brightness can be greater than 250 candelas/(lux * meter²).

5 The process of FIG. 7 involves defining a pattern (72) and screen printing an adhesive on a material according to the defined pattern (74). For example, the material may comprise a portion of a protective garment or the material may comprise a patch for use with a protective garment. Retroreflective beads are then pressed on the adhesive pattern to create a retroreflective pattern (76).

10 Pressing the retroreflective beads on the adhesive pattern (76) can be performed in a number of ways. In one case, glass beads are first deposited onto a substrate and the exposed surfaces of the beads are coated with aluminum. The substrate is then pressed onto the screened adhesive, fixing the beads in the adhesive. The substrate can then be peeled back, leaving the half-aluminum coated beads properly oriented in the adhesive. Such a method can achieve reflective brightness of approximately 500 candelas/(lux * meter²) for total coverage. Thus, if the pattern defines fifty percent coverage, the reflective brightness of the material may be approximately 250 candelas/(lux * meter²). If the pattern defines sixty-six percent coverage, the reflective brightness of the material may be approximately 330 candelas/(lux * meter²). If the pattern defines seventy-five percent coverage, the reflective brightness of the material may be approximately 375 candelas/(lux * meter²).

15 20

EXAMPLE 1

25 5720 3M™ Scotchlite™ Silver Graphic Transfer Film commercially available from Minnesota Mining and Manufacturing Company of St. Paul, Minnesota (hereafter 3M) was used to demonstrate non-continuous vapor permeable retroreflective material. Graphic images were made and transferred to Kombat™ fabric comprising PVI/Kevlar® blended fabric available from Southern Mills of Union City, Georgia. The fabric with the graphic images was then tested. The graphic images were used as one example of a non-continuous retroreflective pattern. Specifically, the sample was prepared according to the following procedure.

30 The 5720 Silver Graphic Transfer Film (SFEE1134-3-2-1A with polyester carrier) was screen printed with SX 779B FR Printable Adhesive (fire retardant SX 864B plastisol ink) available from Plast-O-Meric SP, Inc., Sussex, Wisconsin, modified with 3M™ 571N Coupler (A-1120 silane, 4% by weight). The ink was printed through

a 110 T/in (43.3 T/cm) printing screen with a medium hardness squeegee onto the 5720 Graphic Transfer Film using a Cameo printer available from American M & M Screen Printing Equipment of Oshkosh, Wisconsin. The artwork of the screen consisted of three stripes with different graphic patterns (checker board, hash-marks, and circles).

5 The resulting prints were gelled by passing them through a Texair™ Model 30 conveyor oven available from American Screen Printing Equipment Co., Chicago, Illinois, having a belt temperature of 230 degrees Fahrenheit (110 degrees Centigrade). The oven was heated by an IR panel set at 1100 degrees Fahrenheit (593 degrees Centigrade), and the belt temperature was controlled by belt speed. After gelation, the 10 printed graphic images, were laminated to Kombat™ fabric using a HIX N-800 press available from HIX Corp. of Pittsburg, KS, set at 340 degrees Fahrenheit (171 degrees Centigrade) for 30 seconds at an air line pressure of 40 psi (276 kPa). After the samples had cooled to room temperature, the polyester carrier was removed, yielding 15 silver graphic images on the Kombat™ fabric. This Kombat™ fabric, containing silver images, was attached by sewing in the upper right-hand corner to the remaining two layers that make up the protective outfit shown in FIG. 8. This complete assembly was then tested according to a procedures that substantially conformed standard industry testing procedures.

Another way of pressing the retroreflective beads on the adhesive pattern 20 comprises depositing fully aluminum-coated beads onto the adhesive and then etching the aluminum from the exposed surfaces of the beads. Such a process can be continuous, and the need to peel back and discard a substrate is avoided. Additional details of this process are provided in copending and commonly assigned published PCT Application number WO0142823(A1). The process can achieve a reflective 25 brightness of approximately 350 candelas/(lux * meter²) or greater for total coverage. Thus, if the pattern defines fifty percent coverage, the reflective brightness of the material may be approximately 175 candelas/(lux * meter²). If the pattern defines sixty-six percent coverage, the reflective brightness of the material may be approximately 231 candelas/(lux * meter²). If the pattern defines seventy-five percent 30 coverage, the reflective brightness of the material may be approximately 263 candelas/(lux * meter²).

As yet another alternative to the processes of FIGS. 6 or 7, a non-continuous vapor permeable retroreflective material having patterns like those illustrated in FIGS.

2-5 can be created as follows. Glass beads are first deposited and bonded onto a substrate and the exposed surfaces of the beads are coated with aluminum. An adhesive is then applied on top of the glass beads, creating a retroreflective tape-like substance. The pattern can then be cut into the tape-like substance before pressing the 5 tape-like substance onto a material such as a patch or the outer shell of a firefighter outfit. Heat and pressure can be applied and the substrate can then be peeled back leaving the pattern of half-aluminum coated beads properly oriented in the adhesive and attached to the underlying material to define the non-continuous vapor permeable retroreflective material.

10

EXAMPLE 2

15 8710 3M™ Scotchlite™ Silver Transfer Film commercially available from 3M was also used to realize non-continuous vapor permeable material. 8710 Silver Graphic Images were made and transferred to a Nomex® outer shell material available from Southern Mills of Union City, Georgia. The Nomex® outer shell material was then tested. The graphic images were used as another example of a non-continuous vapor permeable retroreflective material.

20 Specifically, the 8710 Silver Graphic Images were prepared according to the following procedure. The 8710 Silver Transfer Film (75-0001-6745-4) graphic images were plotter cut, the weed was removed, and the material was then laminated to Nomex® outer shell material using a HIX N-800 press available from HIX Corp. of Pittsburgh, KS, set at 338 degrees Fahrenheit (170 Centigrade) for 15 seconds at an air line pressure of 40 psi (276 kPa). After the samples had cooled to room temperature, the paper carrier was removed, yielding silver graphic images on the Nomex® outer 25 shell material. This material containing silver images was attached (by sewing in upper right-hand corner) to other layers that make up a protective outfit. This complete assembly was then tested according to a procedures that substantially conformed standard industry testing procedures.

30 Non-continuous vapor permeable retroreflective materials created as described above exhibit thermal decay properties and vapor permeability properties that have not been achieved in the prior art. In particular, the thermal decay and vapor permeability through non-continuous retroreflective material may be the same as the underlying material. In other words, the addition of the patterns of retroreflective material does not

substantially alter either the vapor permeability of the material or the thermal decay through the material. For this reason, the non-continuous vapor permeable retroreflective material can improve the performance of protective firefighter garments.

5 Providing retroreflective material on protective garments using screen printing techniques or non-continuous retroreflective tape like substances that are heat applied can improve the production process associated with the creation of protective garments. Moreover, the non-continuous retroreflective patterns may be thinner and much less bulky than more conventional retroreflective material used on conventional protective garments. In addition, the resultant non-continuous vapor permeable retroreflective material can be non-perforated, thus avoiding any perforation steps in the production process.

10 FIG. 8 is a cross-sectional view a multi-layer protective firefighter outfit. Firefighter outfit 80 includes an outer shell 82, having a retroreflective portion 84 thereon. Firefighter outfit 80 also includes moisture barrier 86 and thermal liner 88. 15 Retroreflective portion 84 carries retroreflective material formed in a non-continuous pattern. Portion 84 may be a patch that is sewn or otherwise attached to outer shell 82. Alternatively, portion 84 may include a non-continuous retroreflective pattern screened directly on outer shell 82 as described above.

15 Outer shell 82 represents a typical outer shell used in firefighter protective 20 outfits. For example, outer shell may protect the firefighter from scrapes or abrasions and may be coated with a water repellent or the like. An example is Kombat™ fabric comprising PVI/Kevlar® blended fabric available from Southern Mills of Union City, Georgia.

25 Moisture barrier 86 can be used to keep liquid from penetrating into thermal liner 88. Older firefighter outfits used moisture barriers that were vapor impervious. However, newer designs have utilized moisture barriers that are vapor permeable to provide added comfort to the wearer. If moisture barrier 86 is vapor permeable, hot vapors may be able to penetrate to the skin of the wearer, causing discomfort or burns if the vapors cannot escape through the outer shell or through the outer shell equipped 30 with retroreflective material. Indeed, the use of vapor permeable moisture barriers is one of the underlying reasons that called for the non-continuous vapor permeable retroreflective material. An example of a suitable vapor permeable moisture barrier is

Crosstech™ material on Nomex® pajama check material available from W.L Gore of Elkton, Maryland.

Thermal liner 88 can be used to protect the wearer from extreme temperatures. An example of a suitable thermal liner is Aralite® material including 100% Kevlar® batt with 100% Nomex® face cloth, available from Southern Mills of Union City, Georgia.

FIGS. 9 and 10 are graphs summarizing experimental data collected in testing the vapor permeability of prior art firefighter garments and firefighter garments making use of a retroreflective material formed in a non-continuous pattern. Reference is made to industry standard testing methods described in Lawson, J. Randall and Twilley, William H., "Development of an Apparatus for Measuring the Thermal Performance of Firefighters Protective Clothing", National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 1999 (NISTIR 6400); and American Society for Testing and Materials, E162 "Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source", ASTM Annual Book of Standards, Volume 04.07, West Conshohocken, PA, 1997. The various testing and experiments described below substantially conformed to the industry standard testing methods described in the above-mentioned references.

In particular, FIG. 9 illustrates the vapor permeability of a prior art construction that utilizes a retroreflective standard trim material rather than a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 84 (FIG. 8). FIG. 10 illustrates the vapor permeability of a garment utilizing retroreflective material formed in a non-continuous pattern on portion 84. In both cases, the respective garment was subjected to heat, and temperatures at particular points within the respective garment were recorded over time.

Referring to FIG. 9, line 92 graphs temperature as a function of time measured at point C (FIG. 8) of a firefighter garment using a prior art retroreflective standard trim material rather than a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 84. Similarly, line 94 illustrates temperature measured at point D of a prior art firefighter garment. Notably, after approximately 70 seconds, the temperature at point C becomes hotter than the temperature at point D. This is due, at least in part, to the fact that hot vapors were unable to adequately permeate through the prior art retroreflective material, and were driven down through the vapor permeable moisture

barrier 86 and condensed, quickly raising the temperature at point C. In the experiments, the mass transfer of hot vapors was visually apparent as moisture condensed on the thermal liner 88 in the regions covered by the prior art retroreflective material. Notably, prior art retroreflective material having perforations showed similar results.

5 Unlike conventional retroreflective material, the use of non-continuous retroreflective material for portion 84 resulted in the desired vapor permeability. Referring to FIG. 10, line 102 graphs temperature as a function of time measured at point C (FIG. 8) of a firefighter garment having a non-continuous vapor permeable 10 retroreflective material for portion 84. Line 104 graphs temperature as a function of time measured at point D of a firefighter garment including retroreflective material formed in a non-continuous pattern as described herein. As shown, the temperature at point C remains cooler than the temperature at point D at all times, due to the 15 dissipation of the hot vapors developed from water retained under outer shell through portion 84. In other words, hot vapors were able to adequately permeate through non-continuous retroreflective material, i.e., portion 84.

FIGS. 11 and 12 are graphs summarizing experimental data collected in testing the thermal decay of heat escaping a firefighter garment. Again, industry standard 20 testing methods were used. FIG. 11 shows the thermal decay of a prior art construction that utilizes a retroreflective standard trim material rather than a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 84. FIG. 12 illustrates the thermal decay of a garment utilizing a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 84.

25 Referring to FIG. 11, line 112 graphs temperature as a function of time measured at point A (FIG. 8) of a prior art firefighter garment. Again, the prior art firefighter garment utilized retroreflective standard trim material rather than a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 84. Line 114 graphs temperature as a function of time measured at point B of a prior art firefighter garment. In the experiment, the firefighter garment was exposed to extreme temperatures and 30 then removed from proximity to the heat source and allowed to cool. In the graph, the point at time = X corresponds to the point in time when the garment was removed from the heat source.

WO 03/011064

-16-

PCT/US02/20611

As can be seen by comparing line 112 to line 114, the thermal decay of the temperature at point A is less than the thermal decay of the temperature at point B. In other words, in the prior art firefighter garment it took longer for point A to cool off than it did for point B to cool off. The reason is at least in part due to the fact that the prior art retroreflective standard trim material reduced the rate of thermal decay through the outer shell. Heat was trapped inside the garment longer in the regions that correspond to the prior art retroreflective standard trim material.

Referring now to FIG. 12, line 122 graphs temperature as a function of time measured at point A (FIG. 8) of firefighter garment having a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 84. Line 124 graphs temperature as a function of time measured at point B of the firefighter garment including retroreflective material formed in a non-continuous pattern as described herein. As can be seen by comparing line 122 to line 124, the thermal decay of the temperature at point A is approximately the same as the thermal decay of the temperature at point B. In other words, non-continuous vapor permeable retroreflective material does not substantially decrease the thermal decay through the outer shell of the firefighter garment. Heat was not trapped inside the garment for longer periods of time in the regions that correspond to the non-continuous vapor permeable retroreflective material.

FIG. 13 is a graph of temperature differentials between points A and B (FIG. 8) for various different firefighter garments, i.e. a graph of the temperature at point A minus the temperature at point B over time. In FIG. 13, the point of approximately time = 0 corresponds to the point in time at which the garment is removed from proximity to a heat source and allowed to cool. Line 132 corresponds to a prior art firefighter garment incorporating standard continuous non-perforated retroreflective trim. As can be seen by line 132, the temperature differential between the temperature under the outer shell versus the temperature under the outer shell with the standard retroreflective trim is relatively large. For example, after approximately 50 seconds, it was approximately 50 degrees Centigrade hotter behind the standard trim. Again, this is due to the fact that heat cannot adequately escape through the standard retroreflective trim.

Line 134 corresponds to a prior art firefighter garment incorporating standard continuous perforated retroreflective trim. As can be seen by line 134, the temperature differential between the temperature under the outer shell versus the temperature under

the outer shell with the standard continuous perforated retroreflective trim is still relatively large. In other words, perforations do not resolve the thermal decay issue. For example, after approximately 50 seconds, it was approximately 42 degrees Centigrade hotter behind the standard continuous perforated retroreflective trim.

5 Again, this is due to the fact that heat cannot adequately escape through the standard continuous perforated retroreflective trim.

Line 136 corresponds to a firefighter garment, incorporating a non-continuous vapor permeable retroreflective material for portion 34 (FIG. 8). As can be seen by line 10 136, the temperature differential between the temperature under the outer shell both with and without the non-continuous retroreflective material is much smaller than that of lines 132 or 134. In other words, non-continuous vapor permeable retroreflective material resolved the thermal decay issue. For example, after approximately 50 seconds, it was only approximately 4 degrees Centigrade hotter behind the non-continuous vapor permeable retroreflective material compared to the underlying 15 material not having retroreflective material formed thereon. Moreover, after 50 seconds, it was never more than 8 degrees Centigrade hotter behind the non-continuous vapor permeable retroreflective material. This is due to the fact that heat can adequately escape through the non-continuous vapor permeable retroreflective material.

10 The graphs of FIGS. 9-13 illustrate the advantages of retroreflective material 20 formed in a non-continuous pattern, in relation to the prior art. The retroreflective material formed in a non-continuous pattern as described herein provides improved thermal transfer and/or vapor transfer through protective garments having retroreflective material thereon. Conventional retroreflective material, such as retroreflective trim materials and perforated retroreflective trim materials provide 25 inadequate thermal decay and vapor permeability characteristics. Non-continuous vapor permeable retroreflective material, however, exhibits substantially the same thermal decay characteristics and vapor permeability characteristics as the underlying material without the retroreflective material.

20 Firefighter garments, and thus multi-layer firefighter outfits, can be greatly 25 improved by implementing non-continuous vapor permeable retroreflective material. If vapor cannot escape thought the outer shell because conventional retroreflective material provides a vapor barrier, hot vapors can be directed inward, toward the skin of the wearer, possibly causing steam burns or other discomfort to the wearer. The

techniques described herein resolve this issue by providing a retroreflective material formed in a non-continuous pattern to define retroreflective regions and non-retroreflective regions. In this manner, the addition of retroreflective material does not substantially decrease vapor permeability of the outer shell.

- 5 Thermal decay through an outer shell having conventional retroreflective trim material, such as perforated retroreflective trim material, is substantially less than thermal decay through the outer shell in regions not having the conventional retroreflective trim material. Thus, heat trapped within the protective garment may not be able to escape fast enough for the firefighter to cool off at a desired rate. Rather, the
10 presence of conventional retroreflective material such as perforated retroreflective trim material can cause heat to remain trapped inside the protective garment for longer periods of time, providing discomfort to the firefighter even after he or she has left the fire. The techniques described herein resolve this issue by providing a non-continuous vapor permeable retroreflective material that does not substantially decrease thermal
15 decay of the garment in the portions having the non-continuous vapor permeable retroreflective material. In this manner, the vapor permeable retroreflective material can reduce the heat load within the various layers that comprise the firefighter outfit, reduce negative physiological impacts on the wearer, and reduce the likelihood of producing burn injuries on the wearer.
20 The techniques described herein can provide non-continuous vapor permeable retroreflective material having a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²) or even greater than 250 candelas/(lux * meter²). Brightnesses in these ranges significantly increase visibility of a wearer during nighttime and twilight hours. Indeed, this can better ensure that firefighters are not only seen by night motorists, but
25 more importantly, these brightness ranges can be achieved while still providing the vapor permeability and thermal decay characteristics described above.

- FIG. 14 is a cross-sectional view of another protective multi-layer outfit that could benefit by the teaching of this disclosure. Protective outfit 140 is a protective multi layer thermal control outfit. Protective outfit 140 includes an outer shell 142, and
30 a non-continuous vapor permeable retroreflective material defines portion 144 of outer shell 142. For example, portion 144 may be a patch that is sewn or otherwise attached to outer shell 142, or alternatively, portion 144 may be a portion of outer shell 142 having a non-continuous retroreflective pattern applied thereon as described above.

Protective outfit 140 also includes liquid retaining layer 146 and waterproof vapor permeable layer 148.

Protective outfit 140 may be used to keep the wearer cool through the effects of evaporative cooling and by acting as a heat sink. The liquid retaining layer 146 can be 5 soaked with water and water vapors can permeate through the outer shell 142 to cool the skin of the wearer. The outfit makes use of non-continuous vapor permeable retroreflective material to define portion 144 of outer shell 142. In this manner, the thermal transfer characteristics and vapor permeability characteristics of protective outfit 140 can be maintained while adding the effects of nighttime visibility through the 10 use of retroreflective materials.

A number of implementations and embodiments have been described. For 15 instance, non-continuous vapor permeable retroreflective material having retroreflective regions and non-retroreflective regions has been described. Thermal decay and vapor permeability through the non-continuous vapor permeable retroreflective material is substantially the same as thermal decay and vapor permeability through the underlying material that does not include non-continuous vapor permeable retroreflective material.

Nevertheless, it is understood that various modifications can be made without 20 departing from the scope of this disclosure. For example, the non-continuous vapor permeable retroreflective material could be included in as part of any garment to provide retroreflectivity in the garment and yet also provide adequate thermal decay and vapor permeability through the garment. In addition, the non-continuous vapor permeable retroreflective material could substantially or completely cover a garment or article. Also, the retroreflective material may be made fluorescent to enhance daytime 25 visibility. In addition, alternative methods may be used to realize non-continuous vapor permeable retroreflective material. For example, various different graphic screen printing techniques, electronic digital printing techniques, plotter cutting, laser cutting, or die cutting of retroreflective substrates to be applied on a material, or other similar techniques may be used to realize non-continuous vapor permeable retroreflective 30 material. Accordingly, other implementations and embodiments are within the scope of the following claims.

CLAIMS

1. A garment comprising:
a protective outer layer; and
5 retroreflective material formed over a portion of the protective outer layer in a non-continuous pattern to define retroreflective regions and non-retroreflective regions arranged such that thermal decay through the portion formed with retroreflective material is substantially equal to thermal decay through the protective outer layer without retroreflective material.
- 10 2. The garment of claim 1, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 20% of a total surface area of the retroreflective material.
- 15 3. The garment of claim 2, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 25% of a total surface area of the retroreflective material.
4. The garment of claim 3, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 50% of a total surface area of the retroreflective material.
- 20 5. The garment of claim 1, wherein a surface area of each retroreflective region is less than four square centimeters.
6. The garment of claim 5, wherein a surface area of each retroreflective region is less than one square centimeter.
- 25 7. The garment of claim 1, wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²).
8. The garment of claim 7, wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 250 candelas/(lux * meter²).
- 30 9. The garment of claim 1, wherein the garment comprises an outer shell of a firefighter outfit.

10. The garment of claim 1, wherein the garment comprises an outer shell of a multi-layer thermal control outfit.
- 5 11. The garment of claim 1, wherein vapor permeability through the portion formed with retroreflective material is substantially equal to vapor permeability through the protective outer layer without retroreflective material.
- 10 12. The garment of claim 1, wherein the non-continuous pattern forms a checkerboard-like configuration.
13. The garment of claim 12, wherein the checkerboard-like configuration includes approximately 50 percent retroreflective regions and approximately 50 percent non-retroreflective regions.
- 15 14. The garment of claim 1, wherein the non-continuous pattern forms a stripe-like configuration, wherein the non-retroreflective regions comprise stripe-like regions that separate the retroreflective regions.
- 20 15. The garment of claim 14, wherein the retroreflective regions comprise approximately 66 percent of a surface area of the retroreflective material.
16. The garment of claim 1, wherein non-retroreflective regions comprise triangular shaped regions.
- 25 17. The garment of claim 16, wherein the retroreflective regions also comprise triangular shaped regions.
18. The garment of claim 16, wherein the retroreflective regions comprise approximately 75 percent of a surface area of the retroreflective material.
- 30 19. The garment of claim 16, wherein the retroreflective regions comprise approximately 50 percent of a surface area of the retroreflective material.

20. The garment of claim 1, wherein the retroreflective regions comprise circular shaped regions within the non-retroreflective regions.
- 5 21. The garment of claim 20, wherein the retroreflective regions comprise approximately 50 percent of a surface area of the retroreflective material.
22. The garment of claim 1, wherein the portion of the protective outer layer that includes the retroreflective material includes the total surface area of the protective outer layer.
- 10 23. The garment of claim 1, wherein the retroreflective material is also fluorescent.
24. A garment comprising:
15 a protective outer layer; and
retroreflective material formed over a portion of the protective outer layer in a non-continuous pattern to define retroreflective regions and non-retroreflective regions arranged such that vapor permeability through the portion formed with retroreflective material is substantially equal to vapor permeability through the protective outer layer without the retroreflective material.
- 20 25. A garment comprising
a protective outer layer; and
retroreflective material formed over a first portion of the protective outer layer
25 in a non-continuous pattern to define retroreflective regions and non-retroreflective regions arranged such that thermal decay through the first portion is substantially equal to thermal decay through a second portion of the protective outer layer not covered by retroreflective material, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 20% of a total surface area of the retroreflective material, wherein a
30 surface area of each retroreflective region is less than four square centimeters and wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²).

26. The garment of claim 25, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 25% of a total surface area of the retroreflective material, wherein a surface area of each retroreflective region is less than one square centimeter and wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 250 candelas/(lux * meter²).
- 5
27. A protective outfit comprising:
a protective outer layer including retroreflective material formed over a portion of the protective outer layer in a non-continuous pattern to define retroreflective regions and non-retroreflective regions arranged such that thermal decay through the portion formed with retroreflective material is substantially equal to thermal decay through the protective outer layer without retroreflective material.
10
a second layer adjacent the protective outer layer; and
a third layer adjacent the second layer.
15
28. The protective outfit of 27, wherein the protective outfit is a firefighter outfit, and wherein the second layer is a moisture barrier and the third layer is a thermal liner.
20
29. The protective outfit of claim 27, wherein the protective outfit is a multi-layer thermal control outfit, and wherein the second layer is liquid retaining layer and the third layer is a waterproof vapor permeable layer.
25
30. The protective outfit of claim 27, wherein vapor permeability through the portion formed with retroreflective material is substantially equal to vapor permeability through the protective outer layer without retroreflective material.
31. An article comprising:
a first material; and
30
retroreflective material formed on the first material according to a non-continuous pattern defining retroreflective regions and non-retroreflective regions, wherein the retroreflective material is arranged such that it does not substantially decrease thermal decay through the article.

WO 03/011064

-24-

PCT/US02/20611

32. The article of claim 31, wherein the article comprises a retroreflective patch for use on a garment.
- 5 33. The article of claim 31, wherein the first material is a cloth backing.
34. The article of claim 31, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 20% of a total surface area of the retroreflective material.
- 10 35. The article of claim 34, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 25% of a total surface area of the retroreflective material.
36. The article of claim 35, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 50% of a total surface area of the retroreflective material.
- 15 37. The article of claim 31, wherein a surface area of each retroreflective region is less than four square centimeters.
38. The article of claim 37, wherein a surface area of each retroreflective region is less than one square centimeter.
- 20 39. The article of claim 31, wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²).
40. The article of claim 39, wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 250 candelas/(lux * meter²).
- 25 41. The article of claim 31, wherein the retroreflective material is arranged such that it does not substantially decrease vapor permeability through the article.
- 30 42. The article of claim 31, wherein the non-continuous pattern forms a checkerboard-like configuration.

43. The article of claim 42, wherein the checkerboard-like configuration includes approximately 50 percent retroreflective regions and approximately 50 percent non-retroreflective regions.
- 5 44. The article of claim 31, wherein the non-continuous pattern forms a stripe-like configuration, wherein the non-retroreflective regions comprise stripe-like regions that separate the retroreflective regions.
- 10 45. The article of claim 44, wherein the retroreflective regions comprise approximately 66 percent of a surface area retroreflective material.
46. The article of claim 31, wherein non-retroreflective regions comprise triangular shaped regions.
- 15 47. The article of claim 46, wherein the retroreflective regions also comprise triangular shaped regions.
48. The article of claim 47, wherein the retroreflective regions comprise approximately 75 percent of a surface area of the retroreflective material.
- 20 49. The article of claim 47, wherein the retroreflective regions comprise approximately 50 percent of a surface area of the retroreflective material.
50. The article of claim 31, wherein the retroreflective regions comprise circular shaped regions within the non-retroreflective regions.
- 25 51. The article of claim 31, wherein the retroreflective regions comprise approximately 50 percent of a surface area of the retroreflective material.
- 30 52. An article comprising:
a first material; and
retroreflective material formed on the first material according to a non-continuous pattern defining retroreflective regions and non-retroreflective regions,

wherein the retroreflective material is arranged such that it does not substantially decrease vapor permeability through the article.

53. An article comprising
5 a first material; and
retroreflective material formed on the first material according to a non-continuous pattern defining retroreflective regions and non-retroreflective regions, wherein the retroreflective material is arranged such that it does not substantially decrease thermal decay through the article, wherein a surface area of the non-
10 retroreflective regions comprises at least 20% of a total surface area of the retroreflective material, wherein a surface area of each retroreflective region is less than four square centimeters and wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²).
- 15 54. The article of claim 53, wherein a surface area of the non-retroreflective regions comprises at least 25% of a total surface area of the retroreflective material, wherein a surface area of each retroreflective region is less than one square centimeter and wherein the retroreflective material has a reflective brightness greater than 250 candelas/(lux * meter²).
- 20 55. A method comprising:
screen printing an adhesive pattern on a protective garment;
pressing retroreflective beads on the adhesive pattern to create a retroreflective pattern that is arranged such that vapor permeability through the protective garment in portions having the retroreflective pattern is substantially the same as vapor permeability through the protective garment in portions of the garment that do not have the retroreflective pattern.
- 25 56. The method of claim 55, further comprising creating the retroreflective pattern to have a reflective brightness greater than 50 candelas/(lux * meter²).
- 30

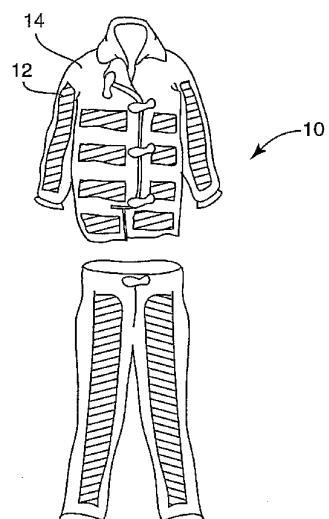
57. The method of claim 55, wherein screen printing an adhesive pattern on a protective garment comprises screen printing an adhesive pattern on an outer shell of a firefighter outfit.
- 5 58. The method of claim 55, further comprising:
pressing retroreflective beads on the adhesive pattern to create a retroreflective pattern that is arranged such that thermal decay through the protective garment in portions having the retroreflective pattern is substantially the same as thermal decay through the protective garment in portions of the garment that do not have the retroreflective pattern.
- 10 59. A method comprising:
mixing retroreflective beads into an adhesive material; and
screen printing a vapor permeable pattern on a protective garment using the mixture such that vapor permeability through the protective garment in portions screened with the vapor permeable pattern is substantially the same as vapor permeability through portions of the protective garment that are not screened with the vapor permeable pattern.
- 15 60. The method of claim 59, wherein screen printing a vapor permeable pattern on the protective garment comprises screen printing the vapor permeable pattern on an outer shell of a firefighter outfit.
- 20 61. The method of claim 60, further comprising:
screen printing the vapor permeable pattern on a protective garment using the mixture such that thermal decay through the protective garment in portions screened with the vapor permeable pattern is substantially the same as thermal decay through portions of the protective garment that are not screened with the vapor permeable pattern.
- 25 62. A method comprising:
depositing beads onto a substrate;
coating exposed surfaces of the beads with a reflective material;
- 30

- applying an adhesive on the beads to create a tape-like substance;
- cutting a non-continuous pattern vapor permeable pattern into the tape-like substance;
- 5 pressing the tape-like substance having the non-continuous vapor permeable pattern onto a material;
- applying heat and pressure on the tape-like substance having the non-continuous vapor permeable pattern; and
- peeling back the substrate.

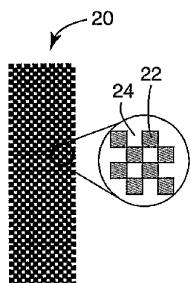
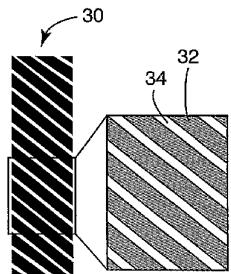
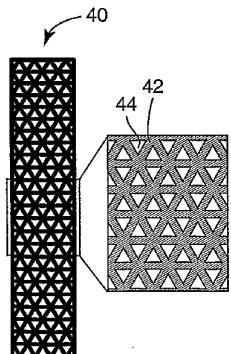
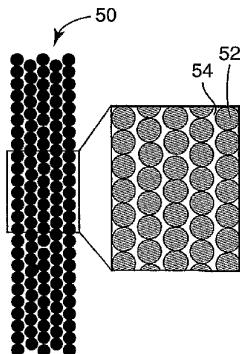
WO 03/011064

PCT/US02/20611

1/6

**FIG. 1**

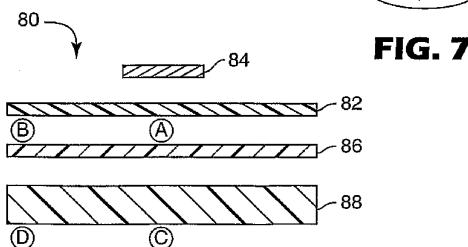
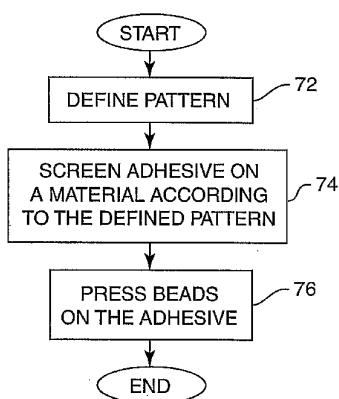
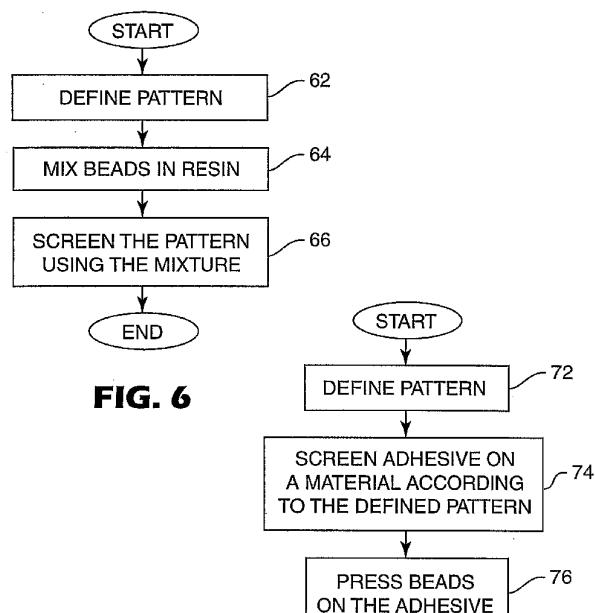
2/6

**FIG. 2****FIG. 3****FIG. 4****FIG. 5**

WO 03/011064

PCT/US02/20611

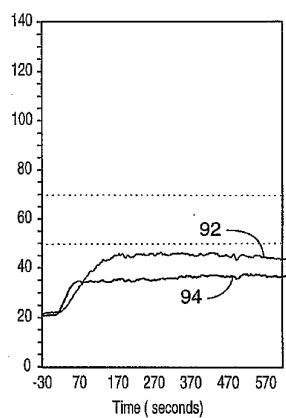
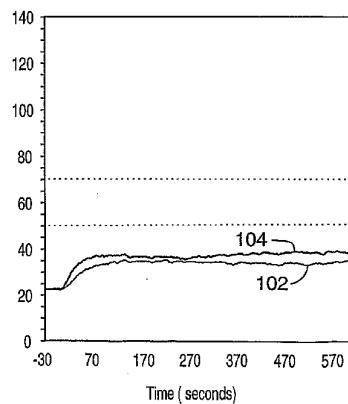
3/6



WO 03/011064

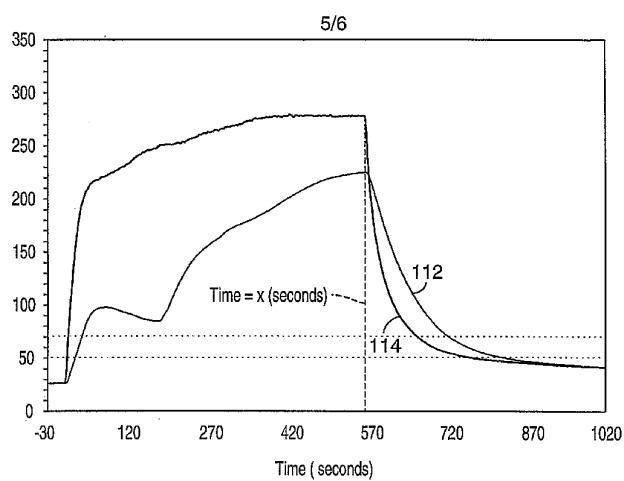
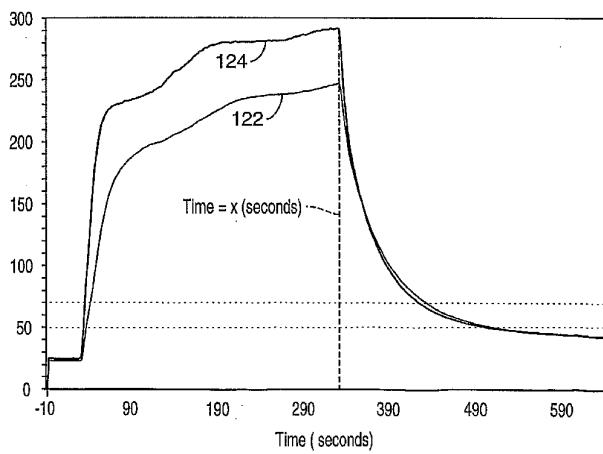
PCT/US02/20611

4/6

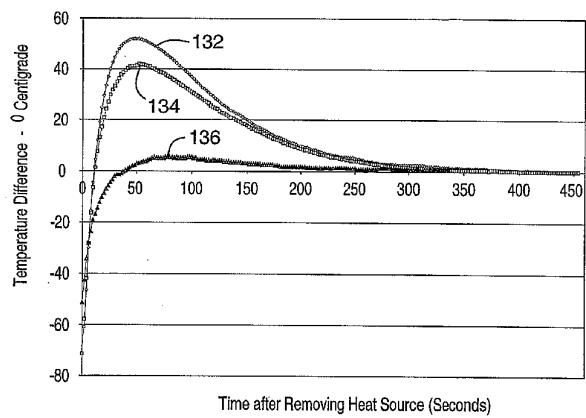
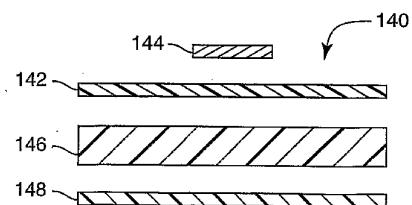
**FIG. 9****FIG. 10**

WO 03/011064

PCT/US02/20611

**FIG. 11****FIG. 12**

6/6

**FIG. 13****FIG. 14**

【手続補正書】

【提出日】平成15年10月6日(2003.10.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

保護外側層と、

前記保護外側層の一部分を不連続パターンで覆うように形成されて、再帰反射性領域と非再帰反射性領域とを画定する再帰反射性材料とを含む衣服であって、再帰反射性材料により形成された部分の熱崩壊が再帰反射性材料のない前記保護外側層の熱崩壊にほぼ等しく、前記再帰反射性材料の反射輝度が50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える、衣服。

【請求項2】

前記非再帰反射性領域の表面積が前記再帰反射性材料の総表面積の少なくとも20%である、請求項1に記載の衣服。

【請求項3】

各再帰反射性領域の表面積が4平方センチメートル未満である、請求項1に記載の衣服。

【請求項4】

前記保護外側層に近接した第2の層と、

前記第2の層に近接した第3の層とをさらに含む、請求項1に記載の衣服。

【請求項5】

消防士の装備であり、

さらに、前記第2の層が蒸気バリアで、第3の層が熱ライナである、請求項4に記載の衣服。

【請求項6】

再帰反射性材料で形成された前記部分の蒸気透過性が再帰反射性材料のない前記保護外側層の蒸気透過性にほぼ等しい、請求項1に記載の衣服。

【請求項7】

前記不連続パターンがチェックカーボード状の構成を形成している、請求項1に記載の衣服。

【請求項8】

保護服に接着パターンをスクリーン印刷する工程と、

前記接着パターンに再帰反射性ビーズを押し付けて、不連続性再帰反射性パターンを有する部分の前記保護服の蒸気透過性が前記不連続性再帰反射性パターンを有さない前記衣服の部分における前記保護服の蒸気透過性とほぼ同じとなるように構成された前記不連続性再帰反射性パターンを作成する工程とを含む方法。

【請求項9】

50カンデラ／(ルクス*平方メートル)を超える反射輝度を有する前記不連続再帰反射性パターンを作成する工程をさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記接着パターンに再帰反射性ビーズを押し付けて前記不連続再帰反射性パターンを有する部分の前記保護服の熱崩壊が前記不連続再帰反射性パターンを有さない前記衣服の部分における前記保護服の熱崩壊とほぼ同じとなるように構成された前記不連続再帰反射性パターンを作成する工程をさらに含む、請求項8に記載の方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inte nal Application No PCT/US 02/20611
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 7 A41D13/01 GC2B5/124		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A41D GC2B A62B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 009 560 A (BANKS CHARLIE ET AL) 4 January 2000 (2000-01-04) column 1, line 15 column 1, line 28 - line 40 column 1, line 50 - line 63 column 2, line 26 - line 45 column 3, line 16 - line 26 column 3, line 48 - line 54; figure 2 --- -/-/	1,9-11, 20,24, 25, 27-33, 41,50, 52,53
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the International filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *X* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
21 November 2002	02/12/2002	
Name and mailing address of the ISA	Authorized officer	
European Patent Office, P.O. Box 5318 Patentsean 2 NL - 2230 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax. 31 651 800 11 Fax. (+31-70) 340-3016	Monné, E	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/US 02/20611

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Description of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 103 060 A (BINGHAM WALLACE KARL ET AL) 25 July 1978 (1978-07-25) column 1, line 10 - line 18 column 2, line 30 - line 37 column 3, line 31 - line 37 column 4, line 55 - line 61 column 5, line 57 - line 64 column 6, line 21 - line 23 -----	1,11,22, 24,25, 31,41, 52,53, 55,59,62
A	US 5 207 852 A (LIGHTLE VERA L ET AL) 4 May 1993 (1993-05-04) column 1, line 14 - line 18 column 1, line 55 - column 2, line 22; claim 7 -----	24,52, 55,59,62
A	US 4 533 592 A (BINGHAM WALLACE K) 6 August 1985 (1985-08-06) column 6, line 39 -column 7, line 12 -----	55,59,62
A	US 6 155 689 A (SMITH PETER R) 5 December 2000 (2000-12-05) column 4, line 25 - line 44 column 5, line 45 - line 63 -----	1,24,55, 59

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

- information on patent family members

Int'l Application No
PCT/US 02/20611

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6009560	A	04-01-2000	EP 0917888 A2	26-05-1999
US 4103060	A	25-07-1978	AT 381798 B AT 10176 A AU 1014876 A BR 7600105 A CA 1071032 A1 DE 2600520 A1 DE 2660287 C2 FR 2297430 A1 GB 1532511 A GB 1532512 A IT 1052910 B JP 1163825 C JP 51095794 A JP 57051641 B JP 57149577 A SE 7513915 A SU 701553 A3 US RE30892 E	25-11-1986 15-04-1986 16-03-1978 03-08-1976 05-02-1980 15-07-1976 20-06-1985 06-08-1976 15-11-1978 15-11-1978 31-08-1981 26-08-1983 21-08-1976 02-11-1982 16-09-1982 12-07-1976 30-11-1979 30-03-1982
US 5207852	A	04-05-1993	US 5128804 A AU 643862 B2 AU 1010292 A CA 2058800 A1 DE 69211173 D1 DE 69211173 T2 EP 0498581 A1 ES 2088095 T3 JP 3096125 B2 JP 4319901 A	07-07-1992 25-11-1993 13-08-1992 07-08-1992 11-07-1996 23-01-1997 12-08-1992 01-08-1996 10-10-2000 10-11-1992
US 4533592	A	06-08-1985	CA 1230812 A1 DE 3572306 D1 EP 0171900 A2 JP 1962927 C JP 6095161 B JP 61041101 A KR 9300331 B1	29-12-1987 21-09-1989 19-02-1986 25-08-1995 24-11-1994 27-02-1986 16-01-1993
US 6155689	A	05-12-2000	US 2001017731 A1 AU 2086799 A CA 2312711 A1 CN 1282425 T EP 1040374 A1 JP 2002508533 T WO 9931534 A1	30-08-2001 05-07-1999 24-06-1999 31-01-2001 04-10-2000 19-03-2002 24-06-1999

Form PCT/ISA/210 (patent family annex), (July 1992)

フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

A 4 1 D 31/02

A

(81) 指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NZ,OM,PH,P,L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72) 発明者 リノ・エイ・フェドゥジ

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3
3 4 2 7

(72) 発明者 ロバート・エル・ジェンセン・ジュニア

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3
3 4 2 7

(72) 発明者 ジャニーン・エム・シャスター

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3
3 4 2 7

F ターム(参考) 3B011 AA01 AB01 AC14 AC18