

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5301067号
(P5301067)

(45) 発行日 平成25年9月25日(2013.9.25)

(24) 登録日 平成25年6月28日(2013.6.28)

(51) Int.Cl.

F 1

| | | | | | |
|-------------|--------------|------------------|--------|-------|-----|
| B32B | 7/02 | (2006.01) | B 32 B | 7/02 | 103 |
| E04D | 13/16 | (2006.01) | B 32 B | 7/02 | 105 |
| E04F | 13/07 | (2006.01) | E 04 D | 13/16 | Z |
| | | | E 04 F | 13/00 | B |

請求項の数 32 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2001-526358 (P2001-526358)
 (86) (22) 出願日 平成12年9月29日 (2000.9.29)
 (65) 公表番号 特表2003-510205 (P2003-510205A)
 (43) 公表日 平成15年3月18日 (2003.3.18)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/026795
 (87) 國際公開番号 WO2001/023173
 (87) 國際公開日 平成13年4月5日 (2001.4.5)
 審査請求日 平成19年7月24日 (2007.7.24)
 (31) 優先権主張番号 60/156,520
 (32) 優先日 平成11年9月29日 (1999.9.29)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 502113529
 サイグネット ワークス インコーポレイ
 テッド
 アメリカ合衆国、バージニア州 2203
 9、フェアファックスステーション、ド
 グラン ドライヴ 5625
 (74) 代理人 100092093
 弁理士 辻居 幸一
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賢男
 (74) 代理人 100084663
 弁理士 箱田 篤
 (74) 代理人 100093300
 弁理士 浅井 賢治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】構造の温度を制御するための感温ラミネート及び使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基層と、熱変色性層とを備えた熱変色性積層体であって、
 A) 前記基層は、下側構造物と接触する構造物接触面と、熱変色性層と接触する熱変色性接觸面とを有し、実質的に電磁放射線に対して反射性であり、且つ熱に対して実質的に伝導性であり、前記下側構造物が、構造物の屋根又は外壁であり、
 B) 前記熱変色性層は、前記基層と接触する基層接觸面と、前記電磁放射線を透過する外表面とを有し、前記熱変色性層は、前記電磁放射線に対する透過率が可変であり、

前記透過率の程度が、前記熱変色性層の温度によって決定されて、前記温度の変化によって、前記熱変色性層の透過率の変化と、前記下側構造物へ伝達されるか若しくは前記下側構造物から反射される熱の割合とが変化し、

前記温度の変化が、前記熱変色性層の温度の上昇によって、前記透過率の増大に対応する色変化を生じ、もって、前記熱変色性層を通してかつ前記下側構造物から離れるよう、前記基層から反射する電磁放射線の量が増加し、かつ前記基層による吸収に使われる熱の量がそれによって減少し、かつ前記熱変色性層の前記温度の低下によって、前記透過率の減少に対応する色変化を生じ、もって、前記熱変色性層を通してかつ前記下側構造物から離れるよう、前記基層から反射する電磁放射線の量が減少し、かつ前記基層による吸収に使われる熱の量が増加することを特徴とする熱変色性積層体。

【請求項2】

前記電磁放射線は熱放射線である請求項1記載の積層体。

10

20

【請求項 3】

前記熱変色性積層体の前記透過率の前記増加は、前記温度が前記積層体に対する温度トリガーゾーンより低くなる時に可逆的である請求項1に記載の積層体。

【請求項 4】

前記熱変色性積層体の前記透過率の前記増加は、前記熱放射線に対する前記熱変色性層の不透明性の変化を伴う請求項1記載の積層体。

【請求項 5】

前記熱変色性積層体の前記透過率の前記減少は、前記温度が前記積層体に対する温度トリガーゾーンより高くなる時に可逆的である請求項1に記載の積層体。

【請求項 6】

前記熱変色性積層体の前記透過率の前記増加は、前記熱変色性層の色変化を伴う請求項1記載の積層体。

10

【請求項 7】

前記基層は、太陽光を反射し、また熱を伝導する能力を有する金属からなる請求項1に記載の積層体。

【請求項 8】

前記基層は、太陽光を反射し、また熱を伝導する能力を有する金属被覆物からなる請求項1に記載の積層体。

【請求項 9】

前記金属は、アルミニウムである請求項7に記載の積層体。

20

【請求項 10】

前記積層体は、居住可能な建物の屋根、車両及び地表面からなる群から選択される前記下側構造物に取り付けられる請求項1に記載の積層体。

【請求項 11】

前記電磁放射線は、太陽からの太陽光である請求項1に記載の積層体。

【請求項 12】

前記電磁放射線は、人工的な源に由来する請求項1に記載の積層体。

【請求項 13】

前記基層の放射率は、下側構造物が存在する特定の環境に適合している請求項1に記載の積層体。

30

【請求項 14】

前記トリガーゾーンは、19～25である請求項3に記載の積層体。

【請求項 15】

前記トリガーゾーンは、20～24である請求項3に記載の積層体。

【請求項 16】

前記トリガーゾーンは、21～23である請求項3に記載の積層体。

【請求項 17】

前記トリガーゾーンの範囲は、1.5未満である請求項3に記載の積層体。

【請求項 18】

前記下側構造物の表面の形状に適合して成型されることが可能な材料から形成される請求項1に記載の積層体。

40

【請求項 19】

前記熱変色性層は、少なくとも1種の電子供与体のフェノール系化合物からなる請求項1に記載の積層体。

【請求項 20】

前記電子供与体のフェノール系化合物は、マイクロカプセルに密封されている請求項1に記載の積層体。

【請求項 21】

前記熱変色性層は、前記積層体の特定の用途において望ましい不透明性若しくは反射性の大きさを最適化する色で与えられる請求項1に記載の積層体。

50

【請求項 2 2】

前記熱変色性積層体は、不規則な表面の形通りになる十分な展性のある形状で与えられる請求項 1 に記載の積層体。

【請求項 2 3】

前記熱変色性積層体は、物体の周りを包装するのに十分な柔軟性を有するシートに似た形状で与えられる請求項 1 に記載の積層体。

【請求項 2 4】

更に、熱可塑性樹脂、ビニル、アルミニウム、羽目板、野地板、煉瓦、木、銅、真鍮、ニッケル、セメント、コンクリート、組積造、石、漆喰、石膏、スタッコ、壁板、乾式壁体、ペイント、ポリエチレン、防水紙、フェルト、A B S、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリマー、スチロフォーム、アクリル、金属、スチール、鉄、鉄筋、金網、ネット、箔、ガラス纖維、アスファルト、ビチューメン、セラミック、タイル、こけら板、シェイク及び細礫からなるグループからの1つ以上の建物包装材料と組み合わされてなる請求項 1 に記載の積層体。

10

【請求項 2 5】

前記層 A と B の間に少なくとも一つの付加層 C が更に挿入され、前記層 C は、紫外線フィルター、太陽光電池、フィルター、プロセス向上剤、シール材、ガラス纖維、メッシュー、ネット、着色材、強化フィルム、作業用フィルム、特殊フィルム、接着剤、接着剤ストリップ、及び接着フィルムからなるグループから選択される請求項 1 に記載の積層体。

20

【請求項 2 6】

前記構造物接触面と前記構造物との間に介在されて繋がる付加層 D を更に少なくとも一層備え、前記層 D は、接着剤、接着フィルム、防水材、耐候材、下地材、耐火材、強化材、メッシュー、ネット、ガラス纖維、木、アスファルト、セラミック、タイル、スチール、アルミニウム、銅、メタル、箔、アスファルト、ビチューメン、細礫、及びフェルトからなるグループから選択された請求項 1 に記載の積層体。

【請求項 2 7】

前記熱変色性層の前記外表面に繋がる少なくとも一つの付加層 E を更に備え、前記層 E は、紫外線フィルター、防藻剤、防カビ剤、防菌剤、防苔剤、防地衣類剤、抗菌材、耐火材、特殊フィルム、細礫、耐候材、及び耐水材からなるグループから選択された請求項 1 に記載の積層体。

30

【請求項 2 8】

前記構造物の少なくとも一つの表面を備えた請求項 1 に記載の積層体。

【請求項 2 9】

前記表面は、前記構造物の屋根よりなる請求項 2 8 に記載の積層体。

【請求項 3 0】

前記表面は、前記構造物の少なくとも一つの壁を備えた請求項 2 8 に記載の積層体。

【請求項 3 1】

構造物の熱エネルギーの吸収若しくは反射を調整し、それによってその温度を制御し、下側構造物若しくは物体と密接に繋がって、基層と熱変色性層とを備えてなる熱変色性積層体の使用方法であって、

40

A) 前記基層は、下側構造物と接触する構造物接触面と、熱変色性層と接触する熱変色性接触面とを有し、前記基層は電磁放射線に対して実質的に反射性、且つ熱に対して実質的に伝導性であり、前記下側構造物が、構造物の屋根又は外壁であり、

B) 前記熱変色性層は、前記基層と接触する基層接触面と、前記電磁放射線を透過する外表面とを有し、前記電磁放射線に対する透過率が可変であり、

前記透過率の程度が前記熱変色性層の温度により決定され、もって、前記温度の変化によって、前記熱変色性層の透過率の変化及び前記下側構造物へ伝達される若しくは前記下側構造物から反射される熱の割合の変化を生じ、

前記温度の変化が、前記熱変色性層の温度の上昇によって、前記透過率の増大に対応する色変化を生じ、もって、前記熱変色性層を通してかつ前記下側構造物から離れるように

50

、前記基層から反射する電磁放射線の量が増加し、かつ前記基層による吸収に使われる熱の量がそれによって減少し、かつ前記熱変色性層の前記温度の低下によって、前記透過率の減少に対応する色変化を生じ、もって、前記熱変色性層を通ってかつ前記下側構造物から離れるように、前記基層から反射する電磁放射線の量が減少し、かつ前記基層による吸収に使われる熱の量が増加することを特徴とする使用方法。

【請求項 3 2】

前記熱変色性積層体は、温度変化に対応して予測可能に色変化をもたらすものである請求項 3 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

(関連出願の相互参照)

10

この出願は、1999年9月29日に提出された、米国仮出願第60/156,520号の優先権を要求し、それは引用してここに援用される。

【0 0 0 2】

(技術分野)

本発明は、予測可能に変化する様式で電磁放射線を吸収又は反射し、下側構造物に吸収される熱、又は下側構造物から離れる方向に向けられる熱を制御するために使用することができる積層体に関する。本発明の積層体は少なくとも1つの熱変色性層、及び少なくとも1つの反射性層を持っており、また、熱吸収及び熱反射の特性に関して予測可能に変化する。それらは従って、例えば放射エネルギー又は熱エネルギーを積層体の下側構造物の中に吸収したり、又は該構造物から外部へ離れさせる反射を制御する効果的な方法として用いられる熱の吸収性 反射性が動的な (dynamic) 積層体である。

20

【0 0 0 3】

(背景技術)

熱変色性組成物が温度変動に応じて色をえることは知られている。それらの最も単純な形態においては、熱変色性組成物は、温度変動に応じた色又は光に対する透明性を示す化合物と有機材料の特殊な組み合わせ物である。典型的には、あるトリガー温度まで達したり、又はその温度を超えると、熱変色性組成物は熱あるいは紫外線インデックス (UV I) 放射線を受けて透明となり、トリガー温度より下がったとき熱変色性材料は発色し、それに呼応するように放射エネルギーに対して不透明性を示す。熱あるいは紫外線インデックス放射線の範囲は、物体内で熱を発する紫外線、可視光線、及び赤外線の範囲の振動数範囲であり、それらの振動数を吸収する。熱変色性材料の相対的な透明性 / 不透明性は、その特定の熱変色性材料のトリガー温度やトリガー温度範囲に関して動的である。例えば、トリガー温度が 22 (72 °F) 丁度である熱変色性材料は光に対し不透明であり、それゆえ紫外線インデックスの範囲が 22 (72 °F) 未満の温度では、熱放射線を吸収し、また 22 (72 °F) 以上の温度では、光に対し透明であり、紫外線インデックスの光に対して非吸収性である。

30

【0 0 0 4】

色を呈するが、一方トリガー温度より高い温度変化に晒されると消色して透明な状態になる性質を有する材料が知られている。色を呈したり、透明へと消色したりする間で多数の変更サイクルを経ることができる材料が知られている。それら材料は、例えば米国特許第 5,919,404 号及び第 5,558,700 号明細書に記載されていて、引用してここに援用される。

40

【0 0 0 5】

ここに引用された特許は、全て引用して援用される。

【0 0 0 6】

熱変色性組成物を製造するために用いられる化合物の比率を変更することにより、熱変色性材料のトリガー温度と相対的な着色 / 透明の感度を制御できることが知られている。更に、熱変色性組成物が色を発している状態の時に示される色の最大の濃さも、色々な程度の半透明性 (つまり、部分的な透明性) 又は完全な不透明性のどちらにも制御すること

50

ができる。例えば、米国特許第5,585,425号明細書では、熱変色性不透明／透明組成物、積層体部材を生成する方法を記述している。熱変色性材料の特性を巧みに操作する方法に関連している他の特許は米国特許第4,028,118号及び第5,919,404号明細書に記述されている。

【0007】

また、熱変色性組成物は様々な色の範囲で製造できることが知られている。例えば、米国特許第5,919,404号明細書は幅広い伝統的な色の範囲を示す可逆的な熱変色性組成物の生成方法を記述し、一方米国特許第5,558,700号明細書では蛍光色を示す可逆的な熱変色性組成物の生成方法を記述している。同様に、熱変色性組成物は所望の用途に応じて様々な基材に積層できることも知られており、即ち米国特許第5,352,649号明細書は熱変色性積層部材に関するものとされ、その組成物とそれを製造するシートに関するものは米国特許第5,688,592号（「シバハシ（Shibahashi）592号」）、及び米国特許第5,585,425号明細書である。10

【0008】

より複雑な形態では、熱変色性組成物は材料を外部要因から保護し、それらの機能性を保持し、望ましい特性と性質を賦与する方法として従来から知られている方法を用いたマイクロカプセルの形式で製造できる。米国特許第4,028,118号と第5,919,404号明細書は熱変色性組成物の既知の特性を記述している特許の良い例である。

【0009】

熱変色性材料は、熱可塑性樹脂、ポリ塩化ビニル（PVC）あるいはその他の樹脂へ加えることができ、あらゆる形状又はデザインに成形することができ、又はシートにできることは知られている。（米国特許第4,826,550号及び第5,919,404号明細書に記述されている様に）。例えば、米国特許第5,798,404号明細書は、ヘアカーラーを熱変色性熱可塑性エラストマートマードで作る方法を記述している。20

【0010】

人の目によって知覚されるような熱変色性材料の色の光に対する堅牢性を向上させること、光度（明るさ）を増加させること、及び太陽光の繰り返し、特に紫外線振動数によって引き起こされる可能性のある色あせを減少させることに重要な研究が、つぎ込まれてきた。この種の研究の目的は、それに当たって悪影響を及ぼす光によるダメージに、一層耐えられる熱変色性材料の製造処方を開発することである。シバハシ592特許は、色が濃い黄色の紫外線フィルター層で覆われた、（色が青の）熱変色性材料の層の例を記述している。熱変色性材料が発色した段階にあったときは色の加法規則が当てはまり、即ち、黄+青=緑となる。それ故に発色した段階における材料の知覚される色は緑となり、青ではない。シバハシ592特許において提示されたこの問題に対する解決法は、二つの層を組み合わせることで、その一層目は層の上に散りばめられた酸化チタンのような反射性の金属光沢色素で覆われた天然雲母の微粒子による反射する層である。追加的な特徴は、熱変色性層の上に紫外線吸収層を設けることで、そうすることで紫外光を濾過して取り除く。反射性層の機能の一つは、下側にある層の真の色を出すために、光線が紫外線吸収材と熱変色性層に当たる前に光線を少し反射させることである。しかしながら、シバハシ592特許は、構造物の熱の吸収若しくは反射を制御するために熱変色性材料の変化する透過率を利用する利点には気づいていない。30

【0011】

（発明の要約及び目的）

本発明の熱変色性積層体及びそれらを使用する方法は、温度変化に応じて電磁エネルギーの反射又は吸収を自動的に変化させる受動システムを含む。そして、本積層体は予め定められた温度トリガー点又は温度範囲に関して、入射放射線のエネルギーからによるものを除いたエネルギーの入力をせずに機能する。本発明の積層体は、トリガー温度又はトリガー温度範囲を有する熱変色性層と、熱変色性層の透過率の変化と対応する色変化によって積層体外側に入射する放射エネルギーが隠蔽されたり、放射エネルギーに曝されたりする反射性層あるいは部分的反射性層の少なくとも二つの層からなる。放射エネルギー又は40

熱エネルギーの吸収又は反射に関する少なくとも二つの層の相互作用は、下側構造物による熱やその他のエネルギーの吸収を制御したり調整したりするために使用できる。そうすることによって、本発明は、下側構造物の温度を制御するための電気や天然ガス等の従来エネルギー源を使用する必要性を減らす。さらなる目的及び利点は、以下の明細書及び添付図面の考察から明らかになるであろう。

【0012】

外部動力源を必要とせず、下側構造物の熱の取得又は熱のロスを制御するために利用できる熱変色性積層体を提供することが本発明の目的である。

【0013】

温度変化に応じ、入射される放射エネルギーの吸収又は反射を予測可能に変化させる熱変色性積層体を提供することも本発明の同様の目的である。

10

【0014】

温度変化に応じて予測可能に色を変える熱変色性積層体を提供することもまた本発明の目的である。しかし本発明の更なる目的は、温度を制御するために構造物の熱エネルギーの吸収又は反射を調節する熱変色性積層体を使用する方法を提供することである。

【0015】

そして本発明のこの目的及び他の目的に従って、熱変色性積層体は、飛行機の格納庫、自動車、家や他の建物といった下側構造物に繋がる構造物接触面と、積層体の熱変色性層に繋がる（communicating with）熱変色性接触面を持つ基層を含んで提供される。基層は本質的に電磁放射線に対して反射性であるのみならず、また本質的に熱に対して伝導性である。本発明の積層体は、また基層に繋がる基層接触面と、例えば太陽からの電磁放射線が繋がる外側面を有する熱変色性層からなる。熱変色性層は電磁放射線に対して透過率が変化し、その透過率の範囲は、トリガー点に関する熱変色性層の温度により、温度変化が熱変色性層の透過率の変化、及び下側構造物に伝達されるか、該構造物から反射される熱の割合の変化になるように決定される。

20

【0016】

本発明の積層体によれば、熱変色性層の温度がトリガー点又はゾーンよりも高くなると、熱変色性層の透過率の増加に対応するより透明な状態への色変化になり、その結果、基層から反射されて熱変色性層を通り、また下側構造物から離れる電磁放射線の量が増加し、基層に吸収され得る熱の量が減少する。同様に、熱変色性層の温度がトリガー点又はゾーンよりも低くなると、熱変色性層の透過率の減少に対応した、より透明でない、即ち、より不透明な、あるいは有色の状態への色変化になり、その結果、基層から反射されて熱変色性層を通り、また下側構造物から離れる電磁放射線の量が減少し、基層により吸収され得る熱の量が増加する。従って、本発明の積層体の熱変色性層は、反射性基層の電磁放射線に対する影響しやすさを予測可能に変えるために機能する。従って、反射性層が反射性機能を増すほど、構造物から反射して離れ反射をする入射放射線の割合が大きくなり、逆も又然りである

30

【0017】

本発明の積層体は頻繁な温度変化サイクルに耐えることができ、それでも依然としてそれらの有利な特徴を保持することができる。温度が積層体の特定の温度トリガーゾーンより低くなる場合、本発明の熱変色性積層体の透過率の増加は可逆的である。同様に、温度が積層体の特定の温度トリガーゾーンより高くなる場合、熱変色性積層体の透過率の減少は可逆的である。一般的に、本熱変色性積層体の透過率の増加又は減少は、熱変色性層の不透明度、色あるいは両方に変化を伴う。

40

【0018】

本積層体の基層は、一般的には事実上金属であり、例えば太陽光を反射し且つ熱を伝導する能力を有するアルミニウムのような金属を含んでいる。いくつかの場合には、下側構造物又は下側にある熱伝導性のファブリックスへの金属被覆は、基層の反射性、熱伝導性、及び熱放射性の要件を与えるのに十分であろう。しかしながら本発明の基層は金属に限らない。基層の機能を果たすための反射性のみならず、また十分な熱伝導性を備える如何

50

なる材料も本発明の積層体を形成するために使用することができる。マイラー（デュポン社商標）は本発明の幾つかの実施の形態に適している。

【0019】

いくつかの実施の形態において、本発明の積層体が、建物の屋根や外壁、温室の外側表面や砂漠シェルターの外側表面などの下側構造物に取り付けられている。都合のよいことに、基層の放射率は下側構造物が存在する特定の環境に適合させることができる。例えば、いくつかの適用において、入射する放射線が下側構造物へ伝導するのに要する時間を遅らせるための基層として厚めのアルミニウムシートを使用するのは望ましいことである。

【0020】

本発明の積層体は、当たる電磁放射線が太陽光である適用に用いると特に役立つ。10
ランプや窯の炎のような人工的な他の放射線の形であっても、更に本積層体を機能させるのに使えるであろう。本発明の積層体の重要な特徴は、それらが事実上受動的であるということである。即ち、当たる放射エネルギーのエネルギー源以外に外部のエネルギー源を一つも要しない。

【0021】

本発明の積層体の別の重要な面は、それらの温度トリガーゾーン、即ち太陽光のような電磁エネルギーに対する高い透過性から高い不透明性へと、あるいは高い不透明性から高い透過性へと熱変色性層の変化の過程が起こるような狭い温度範囲に関係するものである。20
本積層体は特定の温度トリガー点の付近に一定の温度トリガーゾーンを設けることが相応しくできる。トリガーゾーンはそれゆえ摂氏数度であるかもしれないし、あるいは摂氏1度より小さいかもしれない。例えば、積層体は、25より高い温度で可視光線や紫外線や赤外線を通すほど透明あるいは殆ど透明となる様な高い透過性に、また22を下回る温度で有色あるいは不透明に設定することができるかもしれない。即ち、この場合の温度トリガーゾーンは22から25になるであろう。トリガーゾーン内では、透過性／不透明性／着色の程度が個々の積層体に依存して変化するであろう。本発明の積層体は所望に応じて、より広い又はより狭い温度トリガーゾーンを設定でき、所望の高さ及び低さの温度トリガーゾーンを設定できる。

【0022】

本発明の積層体は、例えば物体の上又は周囲を包むよう十分可撓性なシート様の形態で、下側構造物の表面形状に沿うよう成形することのできる材料で形成することができる。30
本発明の積層体は、例えばビニル樹脂製外壁の壁板材料の外層のような、下側構造物を構築したり覆ったりするのに用いられる現在入手可能な材料と組み合わせたり、それらに組み込んだりすることができます。本発明の積層体は、例えば少なくとも1つの電子供与性フェノール化合物からなり、それがマイクロカプセルに封入されている熱変色性層で作ることができます。更に、本積層体の熱変色性層は着色して提供することもでき、その場合は、下側構造物の審美的外観或いはその地方の環境と調和する。好ましくは、熱変色性層は、積層体の与えられた用途における熱エネルギー吸収率の量を最適化する色で提供される。

【0023】

(発明を実施するための形態)

図中に説明された本発明の好ましい実施の形態を記述するにあたり、明瞭化のために特定の用語を用いる。しかしながら、本発明はこのように選択した特定の用語に限定しようとするものではない。各特定の要素は全ての技術的に等価なものを含み、それらは同様の目的を達成するために同様な方法で機能することを理解すべきである。

ここに引用された各引用文献は、それぞれ引用して援用される。

【0024】

用語「a（1つの）」とは、文脈において別のこと示さない限り、少なくとも1つを意味する。

【0025】

「周囲温度」とは、積層体の周辺の空気の温度を指す。

【0026】

10

20

30

40

50

熱変色性材料の「トリガー温度」とは、材料自身がある予め定められた点又は範囲（トリガーゾーン）に到達する温度の点又は範囲を指す。特に暖かい日（例えば32（90°F））には、従来の屋根板外表面における屋根板の温度は66～77（150～170°F）に達するであろう。そこで、もし直射する太陽光が積層体の熱変色性外層に当たっている場合、熱変色性層の温度は、周辺空気の周囲温度が示すであろうよりも、そのトリガーゾーンに遙かに速く到達するであろう。

【0027】

熱変色性層に設定するトリガーゾーンは、熱変色性材料が発色モードから消色モードへ、又はその逆に変化して反射性層、即ち基層を見えたり、又は見えなくしたりする点又は範囲である。本熱変色性材料に対するトリガーゾーンは、様々な特定の温度範囲において变化するように好みに合わせて変更可能である。この性能により、その国の様々な地域に對して異なったトリガー点やトリガーゾーンの選択が可能である。例えば、気温が一般に、やや暑苦しい地域では、積層体の熱吸性の相に対する反射性の相を最大化することが望ましいため、低めのトリガーゾーンが要求されるかもしれない。気温がやや寒い傾向にある他の地理的な地域では、積層体の反射性の相と比較したときの熱吸性の相を増加させるために、高めのトリガーゾーンの設定が必要とされるであろう。

【0028】

熱変色性層の望ましいトリガーゾーンは、例えば、平均気温、平均日照率、平均快適レベル気温や降雨を含む多くの要因に基づいて決定されるであろう。

【0029】

「色変化」に関しては、周囲温度がトリガーゾーンを超えて上昇するとき、熱変色性層が発色モード（不透明opaque）から消色モード（透明(translucent)）にできるだけ速やかに色変化することが望ましい。正に重要なのは、トリガーゾーンより下に温度が下降する際の、消色モードから発色モードへの速やかな色変化である。本積層体のいくつかの実施の形態について、試験をした殆どの熱変色性材料はトリガーゾーンの低い側の温度に達するとすぐに、通常5分よりも短い時間で極めて急速に色変化した。

【0030】

関連する材料の性質は本発明の記載において重要である。「不透明性(opacity)」とは、光又は放射線が透過不可能な性質又は程度を指す。光学的には表面を通って通過した光束に対する表面に入射する光束の割合を指し、透過率の逆数に相当する。物理学的には、放射線を阻止する物質の能力を指し、表面に入射する放射線束によって計測される。電磁気学的には、物体に入射する電磁波のパワーに対する、物体から反射される電磁波のパワーの割合を指す。

【0031】

本発明においては、熱変色性層が発色モードにあるときには、その層が放射エネルギーに対する高い不透過性に達することが望ましい。高い水準の不透過性により熱変色性層に直射する最大量の放射エネルギーが熱に変換されることを確実にし、また反射性層が十分に覆い隠されるため、放射エネルギーは反射されて大気中に戻ることはない。

【0032】

「半透明(translucent)」とは、入射する放射線を部分的に反射し、部分的に透過する性質を持つ材料に関する。

【0033】

「透明(transparent)」という用語は、放射線や粒子がほとんど妨害を受けずに通過する性質を持つことを指す。透明な材料は、それに当たる放射線のほとんどを透過する。本発明においては熱変色性層が消色モードにあるとき、その層が放射エネルギーに対して高い透過性に達することが望ましい。高いレベルの透過性により、熱変色性層を通過する最大量の放射エネルギーが反射性層により反射して大気中に戻ることを確実にする。

【0034】

「反射率(reflectivity)」は、熱放射線（熱エネルギー）を反射する材料の能力である。物理学的には、入射波のエネルギーに対する反射波のエネルギーの割合、即ち不連續な

10

20

30

40

50

表面によって反射される入射放射線の割合を指す。本発明においては、反射性層、即ち基層が放射エネルギーを効率的に反射することが重要である。ほとんどの金属は良好な反射率特性を持ち、放射エネルギーのほとんどを反射する。本発明においては、高い反射率は2つの利点をもたらす。

1) やや暑苦しい月の間は、積層体に覆われた下側構造物から離れるように放射エネルギーを反射できるので好ましく、また、

2) やや寒い月の間は、熱が構造物内に（例えば家庭暖房ユニットによって）発生した際、構造物の内部から発生した放射エネルギーを構造物の内部に反射して戻すことができる所以好ましい。

【0035】

10

本熱変色性積層体は、一日のある時点で及び一年のある時点で、この特性を利用する。周囲温度がトリガーゾーンを超えて上昇した場合、反射性層が見え、それ故放射エネルギーを反射する。周囲温度がトリガーゾーンよりも下がった場合、熱変色性層は反射性層を隠し、放射エネルギーを反射して大気中に戻す能力を最小化し、熱を吸収する能力を最大化する。本発明の方法は、この様にして下側構造物や物体の温度を調節するために、本発明の積層体を使用することを含む。

【0036】

「太陽反射率」とは、該表面によって反射される入射太陽エネルギーの割合である。これは入射波のエネルギーに対する反射波のエネルギーの分量である。即ち、反射率0.8とは入射波の反射率が80%であることに等しい。これは一般に、割合あるいは百分率に変換されたどちらかで言われる。

20

【0037】

反射率を決定する最良の標準的技術は、それぞれ異なる波長での反射率を決定する積分球を用いた分光測光法による測定を用いることである。標準太陽スペクトルを用いる平均化プロセスにより、平均反射率を決定する。この方法は、ASTM (American Society for Testing and Materials) によって標準E903及びE892として詳細に記載されている。

【0038】

「アルベド(Albedo)」とは、反射率を表す別の用語である。

【0039】

30

「吸収(absorption)」とは、放射エネルギーが吸収され、熱のような他の形態のエネルギーに変換される過程である。吸収は放射線束が媒体に入った後でのみ発生し、従って入ってくる放射線束に対してのみ作用し、一部が媒体表面で反射されてしまうであろう入射束に対して作用するのではない。エネルギーを吸収する物質は、また屈折、回折、散乱の媒体でもありうる。しかしこれらの過程は、エネルギーの保存や変換を引き起こさず、吸収とは明確に区別される。

【0040】

熱力学における「吸収率(absorptivity)」とは、物体に入射するエネルギーに対して、その同一物体によって吸収されるエネルギーの割合を指す。吸収率は一般にギリシャ文字のアルファによって表示され、実際の物体に対して0と1の間にある。多くの実際的な適用において分析を単純化するため吸収率は放射率と同じと仮定され、ふつうギリシャ文字のイプシロンで表される。しかしながら、各物体によって一般に異なる。

40

【0041】

本発明に関して、熱変色性材料は様々な色で利用される。この積層体から最大の利得を得るために、高い吸収率を有する濃い色（黒や焦げ茶色のような）が推奨される。このやり方の場合、積層体が熱吸収の相にあるとき可能な限り早く且つ多くの熱を得る。また、積層体について審美的考慮のために様々な色調の濃い色を用いることもできるが、それは吸収率の程度を減少させる可能性があるので積層体の性能全体に影響を与えることになる。

【0042】

50

本発明の積層体の望ましい特性は、熱変色性積層体の温度がトリガーゾーンよりも低いとき、構造物を暖めるために積層体が熱を吸収して覆っている下側構造物に熱を移動させることである。更に、本発明の熱変色性積層体は、積層体の温度が予め定められたトリガーゾーンに達したときにその吸収率の程度を変化させる。積層体は温度がトリガーゾーンよりも低いとき発色（熱吸収）モードにある。典型的な実施の形態では、発色モードにある本積層体は濃い不透明な色で、そのために吸収の程度を最大化する。予め定められたトリガーゾーンよりも高い温度だと積層体は吸収率の程度が急激に減少して透明又は半透明になり、反射層が見えてくる。

【0043】

「熱伝導性」とは、熱を一方から他方に伝達させる材料の能力である。積層体の温度がトリガーゾーンよりも低いとき、下側の反射性層が容易に熱を構造物内に移動させることが重要である。発色した熱変色性層（最大吸収率）と組み合わせたときに、熱変色性層で発生する熱が容易に熱変色性積層体で覆われた構造物内に伝達されることが望ましい。これはまた、例えば屋根裏にある積層体で覆われた構造物に熱が過剰にあるときに、熱を構造物の中から外に伝達する際にとくに望ましい特性である。この性質の1つの利点は、例えば非常に暑い日の終わりに、家の屋根裏に余分な熱がこもってしまうと思われる際に明らかにできる。屋根裏の熱された空気は、対流によって熱を屋根へ伝達し、それが伝導によって外側にある反射性層へ伝達する。今述べたことは、反射性層に伝達された熱を伝達し、そして構造物の中から外に放出する必要がある場合である。

【0044】

金属は比較的自由にその中を動き、エネルギーのある部位から他の部位へ移すことができる電子を数多く持つため、非常に良い熱の伝導体である。アスベスト、コルク、紙、ガラス繊維のような材料は熱伝導体として劣る。金属の基層を用いる本発明の実施の形態では、金属のこの特性が有利である。例えば外気の温度がトリガーゾーンよりも低い場合、発色した熱変色性層を通して吸収された熱は伝導によって反射性のアルミニウム層に伝達され、その後その熱は構造物に伝達される。

【0045】

一般に、「伝導(conduction)」は物質を通る直接の熱の流れ（分子の動き）である。これは同じ物体のある部分と他の部分との、あるいはある物体と他の物体との実際の物理的接触による。例えば鉄の棒の一端が熱された場合、金属を通って他端へと熱の移動が伝導によって伝わる。熱はまた、その表面へと伝わり、他の、しかし密度のより小さい物体である周辺の空気へと伝わる。二つの固体間の接触を通した伝導の例は、熱いストーブの固体表面に置いた料理用鍋である。材料の間で可能性ある最大の熱の流れは、固体間の直接の伝導が有る場合である。熱は常に暖かい方から冷たい方へ伝わり、決して冷たい方から暖かい方へは伝わらず、また常に最も短くて容易な経路を移動する。一般に密度の高い物質ほど、より良い伝導体である。固体の岩、ガラス、アルミニウムは非常に密度が高く、熱の良い伝導体である。塊(mass)の中に空気を混合することでそれらの密度を減少させると、それらの伝導性も減少する。

【0046】

「対流(convective heat transfer)」とは、気体や液体内部での熱の輸送であり、材料自体の実際の流れ（塊(mass)の動き(motion)）により起きる。建物の空間内で自然対流の熱の流れは主として上向きであり、横方向に多少有り、下向きには無い。これは「自由対流」と呼ばれる。例えば、暖かいストーブ、人間、床、壁などは、それに接觸しているより冷たい空気への移動によって熱を失う。この加えられた熱は空気の分子を活性化し（暖め）、空気は広がって密度が下がり上昇する。より涼しく、より重い空気は側方及び下方から勢いよく流れ込んでそれを置き換える。「熱い空気は上昇する」という一般的な表現は、煙突やタバコから昇る煙によって例証される。この動きは、横向きの動きの成分を伴う上方への乱れた動きである。対流は、例えばファンによって機械的に引き起こすことができる。これは「強制対流」と呼ばれる。

【0047】

10

20

30

40

50

「放射率」とは、放射線を発したり、言い換えると放出したりする割合である。物体の放射線の吸収は表面の吸収率に比例し、それはその放射率に相当するものである。熱力学では、放射率は、同一環境中の同一温度の完全黒体放射体により発せられるであろう放射線に対する物体により放出される放射線の割合を指す。放射率は一般にギリシャ文字()で示され、実際の物体に対しては、1より小さい。

【0048】

2つの物体が同一であっても、一方の表面が90%の放射率を持つ材料で覆われ、他方の表面が5%の放射率を持つ材料で覆われば、これら2つの物体からの放射線流量には劇的な違いがあらわれるであろう。これは4つの同一の、等しく熱せられ異なった材料で覆われた鉄の放射体の比較によって例証される。一方にはアルミニウムペイントを塗り、別の一方には通常のエナメルペイントを塗る。3番目はアスペストで覆い、4番目はアルミニウム箔で覆う。全てが同一の初期温度であっても、アルミニウム箔で覆われたものは放射が最も少なく、例えば5%程度の放射率であろう。通常のペイントやアスペストで覆われた放射体は、最も多く放射するであろう。何故なら、それらは最も高い（通常の鉄よりも更に高い）放射率を持つためである。アルミニウムペイント又はアルミニウム箔の上に通常のペイントを塗ると、表面が90%の放射率に変化する。

10

【0049】

例えば、紙、アスファルト、木、ガラス、岩のような、その表面が赤外線を目立つほど反射しない材料は、吸収率と放射率が80%から93%の範囲をとる。レンガ、石、紙など建物の建築で用いられるほとんどの材料は、それらの色に関わらず赤外線を約90%吸収する。ガラス製の鏡は光の優れた反射体であるが、赤外線の反射体としては劣ることに注目してみると興味深い。鏡は、赤外線に対しては黒いペイントの塗装とほぼ同じ反射率を持っている。

20

【0050】

1日のある一定の時刻及び一年のある一定の日にちで、放射エネルギーが透過できることは材料の望ましい特性である。積層体の温度がトリガーゾーンよりも高い場合、材料が、反射性層に覆われた構造物へ入る放射エネルギーの低透過と言い換えられる低い放射率の度合いを持つことは望ましい。

【0051】

しかしながら、低い放射率が常に望ましい特性であるとは限らない。構造物（例えば屋根裏）に過剰な熱が蓄えられている場合、放射率は構造物内に蓄えられた余分なエネルギーを放出する為に高いことが望ましい。実際には、熱変色性層が高放射性であり、アルミニウム層を覆った場合アルミニウム箔の放射率を上げる様に作用するので、幸いにもアルミニウム箔（これは他の多くの望ましい特性を持つ）などの低放射率材料であっても用いることができる。

30

【0052】

「赤外線放射率」は、暖かい又は熱い材料がその熱の一部を赤外線の形で放出する能力の尺度となる0と1の間を取るパラメーターである。この放射エネルギーの波長範囲はだいたい5~40マイクロメートルである。ガラスを含む殆どの建築材料はこのスペクトル部分では不透過で、だいたい0.9の放射率をもつ。きれいなむき出しの金属のような材料は、この0.9ルールに対する最も重要な例外である。従って、きれいで錆びていない亜鉛メッキされた鋼鉄は非常に低い放射率をもち、アルミニウムによる屋根被覆は中間レベルの放射率を持つ。放射率が1である材料（「黒体」）は、周囲温度より高い各々摂氏温度に対して、1平方メートル当たり約6.1ワット放射する。

40

【0053】

一般に「放射」は、空間を通る電磁線の伝達である。放射線は電波と同様に目に見えない。太陽、氷山、ストーブ、ラジエータ、人間、動物、家具、天井、壁、床などを含む、温度が絶対零度よりも高いそれぞれの材料は放射エネルギーを放出する。放射エネルギーはこれらの物体からあらゆる方向に、放射線が他の物体に反射又は吸収されるまで、直線状に放射される。光速で進むのでこれらの放射線は目に見えず、温度を持たず、エネルギー

50

ーのみを持つ。放射エネルギーが他の物体の表面を直撃すると放射線は吸収され、その時にのみ熱が物体内部で生成する。この熱は伝導により塊全体に広がる。

【0054】

「放射エネルギー」は電磁放射線によって運ばれるエネルギーである。この放射線がその経路にある物体によって吸収される時、放射エネルギーは、部分的又は全体的に吸収され、そして他の形態に変化する場合がある。これは、例えば食料に含まれる水分によって吸収され熱い熱に変わるのが、マイクロ波放射線（大体 5 GHz 付近の電磁放射線）の場合である。

【0055】

「放射暖房」は放射線（放射）が放出される程度である。ある物体の放射線の吸収は、その表面の吸収率に比例し、それはその放射率に相当するものである。 10

【0056】

本発明以前に、熱の吸収及び反射の動的で且つ受動的なシステムを創造するために他の材料と組み合わせて用いることができる熱変色性材料は知られていなかった。図 1 ~ 図 4 に示すように、本発明による積層体はビルや車両、及び地表面のような下側構造物の温度制御に役立つために用いることを可能にする。

【0057】

以下の表は本発明の鍵となる様相を図解するものである。

【表 1】

表 1

20

| 温 度 | 热变色性層 | 反射性層 (即ち、 アルミニウム箔) | 热变色性積層体 の状態 | 結 果 |
|------------|-------|--------------------------|----------------|---|
| トリガーゾーンより下 | 不透明 | 見えず | 吸収性 | 放射エネルギーは熱変色性層により遮られ、熱に変わる。熱はその後伝導により反射性層に伝わり、それが再び放射と伝導によって構造物に伝わる。 |
| トリガーゾーンより上 | 透明 | 見える | 反射性 | 放射エネルギーは透明な熱変色性層を通過し、反射性層によって反射されて、大気中に戻る。 |

30

【0058】

本発明の更なる利点は積層体の重さが軽くそのため屋根重量を支える土台の必要条件を軽減でき、それらの利用により冷却負荷が減少し、より小容量の空調システムの導入が可能になることである。

【0059】

様々なこけら板(shingle)を使用すれば、それに応じた様々な結果をもたらすであろう。太陽スペクトル (W / m² nm) のエネルギー強度は可視範囲で最も大きく、太陽エネルギー量全体の約 60 % は、この周波数範囲に含まれている。 40

【表 2】

表 2 フロリダの太陽エネルギーセンター FSEC-CR-670-93による

| こけら板 色/材料 | 反射率 % | | | | 遠赤外線反射率 |
|--------------|--------|--------|-------------|-------------|---------|
| | 太陽光反射率 | 紫外線反射率 | 可視光線 反射率 | 近赤外線 反射率 | |
| アルミニウム | 71.3 | 75.0 | 74.0 | 68.7 | 0.04 |
| 一般的な黒 | 5.0 | 4.6 | 5.3 | 4.8 | 0.91 |

【0060】

10

表2は黒色のこけら板が太陽エネルギーの全帯域に対し、非常に低い反射率を持っていることを示している。しかし黒いこけら板は実際のところ放射率が高く、吸収した熱を非常に良く放射する。それに対して、アルミニウムのこけら板は太陽エネルギーに対する優れた反射率をもつが、放射率は非常に小さく熱をほとんど放射しない。

【0061】

フロリダの太陽エネルギーセンターの研究 # F S E C - C R - 6 7 0 - 9 3 によれば、アルミニウムの低い放射率は、屋根葺き材料及び羽目板材料への利用においては性能を下げると考えられる。このことが、毎日の太陽熱（光線）の作用の繰り返しの時間を通して構造物が熱エネルギーを得たときに生じ、アルミニウムが低放射率であるために、熱は他の材料を用いた場合よりも遙かに長期間に亘って構造物の中に閉じ込められたままである。

20

【0062】

本熱変色性積層体はアルミニウムの放射率を都合良く増大させる。熱変色性層は反射性アルミニウム層の上に位置しているので、発色モードの時に熱変色性層はアルミニウム層の放射率を増大させ、閉じ込められた熱を解放することが可能となる。

【0063】

要約すると、本発明の積層体は以下のようなものである。

1) 夏の間は、通常のこけら板よりも取得される熱が少なく、そのため下側構造物をより涼しく保つ。

30

2) 冬の間は、放射エネルギーを反射して構造物の中に戻す本積層体の反射性層によって、こけら板よりも多くの熱を保持する。

3) 冬の間は、反射性のみの屋根に比べて多くの熱を取得する。

4) 夏の間は、熱変色性材料のみに比べて取得される熱が少ない。

5) 金属箔又はアルミニウムシート覆いのみと比べて、より大きな放射率を持つ。

【0064】

アルミ箔は本熱変色性積層体の反射性層として用いられる好ましい材料のひとつである。アルミニウムは放射エネルギーの効果的な反射物であり、入手が容易であり、再利用も簡単である。更に付け加えるとアルミニウムは低放射率材料である。

【0065】

40

一般的に、低放射率には善し悪し両面がある。低い放射率は熱の放散に関してとても望ましい。しかし熱が構造物の中に溜まると、低放射率が余った熱を放出することを妨げる。それゆえ、アルミニウムは著しい低放射率のために反射性屋根向けの好ましい材料としてあまり広く考えられていないが、本発明におけるような発色モードでの熱変色性層と一緒にした場合、その放射率は黒色こけら板のそれと近似する大きさまで増大する。

【0066】

本発明の更に別のもう一つの様相において、太陽からの熱エネルギーが屋根を熱するときに、熱の大部分は外側の屋根葺き材料を通って屋根野地板の内側表面へと伝導する。そしてこの熱は屋根裏空間を通る放射線によって次の材料、屋根裏絶縁部の頂点又は屋根裏床面のいずれか一方へ伝わる。屋根表面と屋根裏床面の間の多くの場所の一箇所に適切に設置された放射障壁は放射熱の流れを著しく減らすであろう。

50

【0067】

放射障壁は熱伝達を減少させる。熱は伝導、対流及び放射によって暖かい場所から冷たい場所へと伝わる。二つの材料が直接物理的に接触した時、より熱い材料からより冷たい材料へと伝導により熱は流れる。自然対流による熱の伝達は、液体か気体が加熱されて密度が小さくなり上昇するときに生じる。熱放射又は放射熱は、熱い表面から直線的に遠ざかるように進み、途中の経路にあるエネルギーを吸収するあらゆる物体を加熱する。

【0068】

空間を加熱するロスを減らすために放射障壁を用いることは、必ずしも整合性の取れない試験結果を生じてきたが、いくつかのケースにおいて、放射障壁を使用することは冬の太陽光を取り入れる有利な点を利用しないことで、暖房コストを増大させてきた。放射障壁は、寒い地方でエネルギーを節約する可能性を著しく低くしがちである。もし寒い地方に住んでいたら、放射障壁を設置することは通常お勧めできない。放射障壁は夏の放射熱が入るのを阻止することと空調コストを節約するのに非常に有効である。寒い地域では、空調は暖房に比べてたいてい優先度が低い。放射障壁は家の中の熱を保つのにいくらか有効であるかもしれないが、屋根裏における如何なる冬の太陽の熱を取り入れることを妨げるかもしれない。（出典：Energy Efficiency and Renewable Energy Network（EREN）- US Dept. of Energy Consumer Energy Information：EREC Reference Briefs - Radiant Barriers）。一般に、本発明は、冬の間は構造物を暖房するエネルギー源はエネルギーを消費する炉や、その構造物内のヒートポンプから生じるもので、夏の間は熱は太陽からの熱エネルギーであるという現象を利用するものである。10

【0069】

下側構造物の上もしくは表面に設置された時、本発明の積層体は入射する熱エネルギーによって生じたダメージから構造物もしくは表面を保護するため、また電気的、電子的若しくは電気的制御装置、モータや位置調整装置を必要とせずに下側構造物の温度を制御するための両方に用いることができ、従ってエネルギーと出費が節約できる。20

【0070】

本発明の受動的だが動的な積層体の利用可能性のひとつは、太陽光あるいは別の形の熱放射線に晒される屋根葺き材料や表面に使われている他の材料の製造に利用できることである。例えば、1つの実施の形態では、ここで開示された積層体システムは22（72°F）でのトリガー（即ち、エネルギー吸収モードからエネルギー反射モードへの切り替え、又はその逆への切り替え）に設定できる。周囲温度が予め定められた22（72°F）のトリガー温度より高くなったとき熱変色性層は透明状態に戻り、従って反射性材料が見えるようになる。この点で、反射性材料は太陽光（この例での熱／熱放射線の源）を反射し始め、従って屋根を通って吸収される熱量を最小化する。反対の局面で周囲温度が22（72°F）より低くなったとき熱変色性層は不透明／発色状態へと変化し、そのことが実質的に反射性材料を覆い隠し、太陽光の多くを熱エネルギーに変換する。熱変色性層を選択すると、黒色のような反射性の非常に低い色に変化し熱吸収率が最大となる。そして熱は伝導によって下側構造物に伝達される。30

【0071】

熱変色性層は、熱放射線の全波長に対し不透明性を最大にするために最適化することができる。更に、熱変色性層が透明状態の時には最大の望ましい反射率を与えるように、また一方で、不透明／発色状態の時には最大の望ましい熱伝導性を与えるように反射性層を選択することができる。40

【0072】

(実施例)

〔モデルの構築と準備〕

2つのミニチュア屋根モデルが試験を行う目的で作られた。作られたモデルは標準の屋根葺き木材（1.3センチ（1/2インチ）の厚さ）を用いている。屋根の側面の測定値50

は各々ほぼ 30 センチ × 30 センチ (1 フィート × 1 フィート) である。継ぎ目は全て密閉され、水平な木材の基礎に取り付けられた。その後、屋根の一方の側面に温度プローブを挿入できるスリットを入れた。スリットには屋根内部の空間を密閉状態にしておくために断熱材料で後から継ぎを当てた。市販の入手可能なオーエンスコーニングクラッシクシングル (Asphalt Fiber Glass (R)-Onyx Black) を基礎と考えられる第一モデルに取り付けた。第二モデルは、標準の屋根板モデルに対して異なった材料の組み合わせを調べるために使用された。

【 0073 】

〔 热源 〕

ほとんどの性能試験では、モデルは屋外の屋根の無い空地に置かれた。その他の性能試験では、2つの125ワットの赤外線ランプが熱エネルギーを与えるために使用された。 10

【 0074 】

〔 热変色性積層体の調製 〕

熱変色性積層体は二つの主要部分を持つ。即ち、熱変色性上部層と反射性の下部層である。熱変色性層は日本のマツイシキソケミカルインターナショナル株式会社によって製造されたクロミカラーファストブラック熱変色性インクを使用して作成された。次に、熱変色性インクは、プラスチック基板上に熱変色性インクが乗る助けとなる同じくマツイ製無色のシルクスクリーンクリアー製品と混ぜ合わされた。二つの製品は 1 : 1 の割合で混ぜられ、次にシルクスクリーン法を使用してプラスチックフィルムに塗布した。シルクスクリーン法は熱変色性インクを均一な厚さに塗布することができる。熱変色性層はプラスチック基板上で乾かすためにそのまま放置された。その後、熱変色性インクの二層目をそのプラスチック基板に塗布し、熱変色性層の厚さ / 不透明性を増大させるために乾燥した。最終的な熱変色性層の厚さは 1 ~ 1.5 mm 程度だった。 20

【 0075 】

反射性の下部層を作成するために標準の消費者等級アルミ箔が使用された。アルミ箔は熱の優れた反射体且つ伝導体であるので、この場合は反射性層に選ばれた。一般的にアルミニウムは、非常に低い放射率 (およそ 0.04) のため単独では屋根葺き材に通常推奨されないが、しかしそれに熱変色性材料の積層体と組み合わされると放射率が上がり、満足できる選択肢になる。更に、アルミニウムは別に環境上及びコスト上の利点を備えている。 30

【 0076 】

二つの層は積層体を制作するためにきちんと貼り合わされた。積層体は、反射性層が平らに且つ木製の屋根と同一面になるように置かれた屋根モデルの一つにしっかりと取り付けられた。高温の積層工程では熱変色性層に悪影響を及ぼす恐れがあるため、この場合は低温の積層工程が推奨される。(注: 例えば Chromatic Technologies 社の Dynacolor ブランドの熱変色性インク及び Chemsong 社のタイプ B 热変色性インクなど他の市販されている入手可能な熱変色性インクも同様に試験された。例えば、乾燥速度、粘稠度や不透明性などの要因によって、これらの熱変色性インクはこの適用に満足できないものであると考えられた。熱変色性インクは多くの様々な形態や、様々な適用に対しても役に立つということも注意しておきたい。) 40

【 0077 】

その他の様々な反射性材料も逐次使用することができる。それらの例としてアルミニウム、銅、真鍮、亜鉛メッキ鋼、金、銀、合金、特殊なプラスチックポリマーがある。それらが、1) 放射エネルギーを十分に反射し、2) すぐれた熱伝導性を持ち、3) 低い放射率を持っている限りにおいてである。注: 热変色性層が発色モードにある時、反射性層の放射率は増加する。

【 0078 】

一般に、金属だけがこれら三つの望ましい特性を持っている。ガラス製の鏡は優れた光の反射体であるが、赤外線の反射体としては劣っていることに注目してみると興味深い。鏡は赤外線に対して黒色ペンキの塗装とほぼ同様の反射率をもっている。 50

【0079】

〔積層の工程〕

一般的に、積層には主に二つの方法がある。一つ目は高温積層で、二つ目は冷間積層である。高温積層工程が熱で粘着性を促進する粘着剤を使って薄膜の二面を結合させ、冷間積層工程は圧力で粘着性を促進する粘着剤、又は紫外線で粘着性を促進する粘着剤を利用している点を除けば概念は大部分同じである。熱、即ち熱い積層は、薄膜を結合させるために用いられる高いレベルの熱が熱変色性層に損傷を与えるかもしれない、この段階では勧められない。

【0080】

〔温度の記録〕

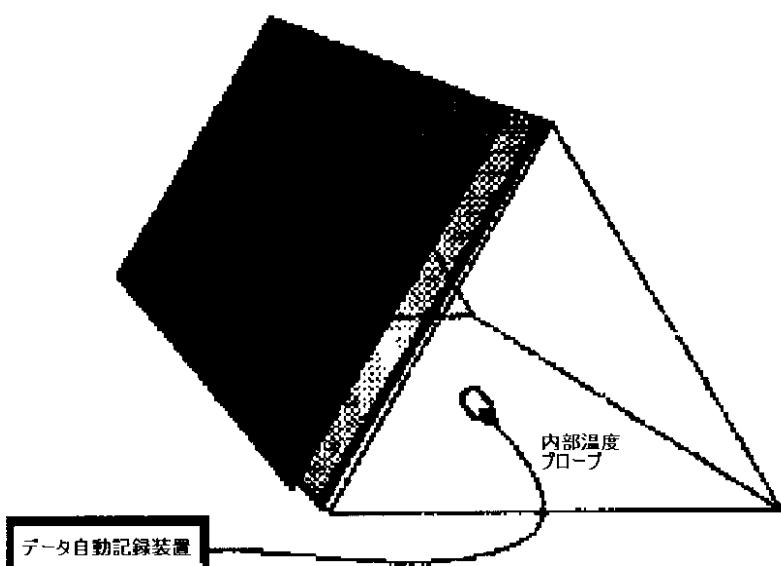
10

4チャンネルデータ自動記録装置(Onset Computer Corporation製HOBO 4チャンネル外部データ自動記録装置)を、1分間間隔でリアルタイム温度データを同時に取るのに用いた。三つの温度プローブを用い、一つは外の周囲温度を測定するためのものであり、残りの二つはミニチュア屋根モデル内部の温度を測定するためのものである。

【0081】

温度プローブは内部に置かれ、モデル基部にテープ止めした(下図参照)。また、周囲温度を測定する温度プローブも有り、二番目の屋根板のみからなるモデルの温度も同様だった。

20



30

【0082】

〔実験方法〕

全ての試験期間中、二つの屋根のモデルはいつも同時に測定された。周囲温度は覆いの無い外用のプローブによって測定された。全ての試験は基礎(屋根板で覆われたモデル)を熱変色性積層体又は他の異なる構造物で覆われた物と対比して測定された。また、試験は積層体が積層体を構成しているそれら複数の材料よりも有効であることを立証するために、熱変色性積層体を構成する様々な部分に分けて行われた。

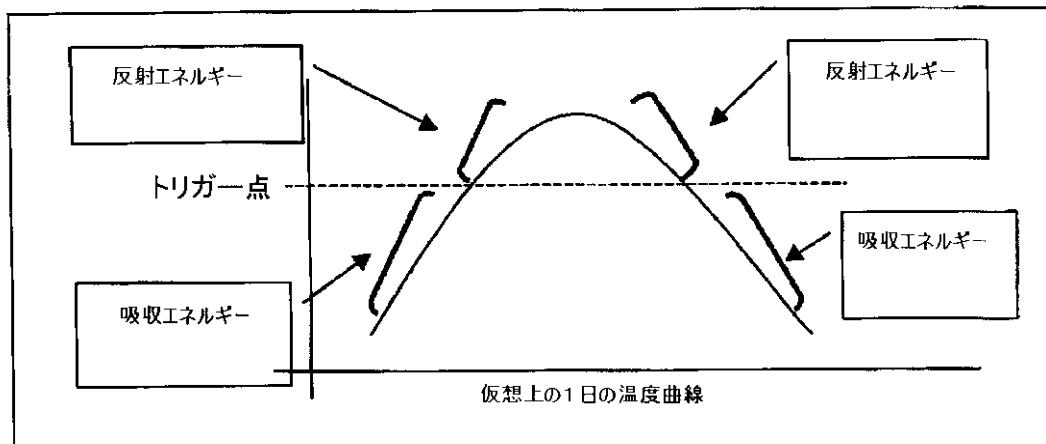
40

【0083】

試験期間のほとんどは最も正確な現実的な結果をもたらすために屋外に置かれて、5~7日の間続けられた。他の短期の試験(2~5時間の長さ)は熱変色性積層体あるいはその複数の部材の特性を検査するために屋内で行われた。

【チャート1】

チャート 1



10

【0084】

チャート2と表3は、これらの実験結果の概要を示し、一日の具体的な時刻の間に積層体のどの特性が発揮されるのかを説明している。一般に、一日の前半において温度が上昇しているとき、積層体は発色している熱変色性層により熱を吸収し、そして伝導性により二番目の反射性層（この場合はアルミ箔）へと進む。熱はその後再び伝導性により構造物へと進む。放射率は一定の役割をするものの、この区分での役割は小さい。

20

【表3】

表3

| トリガー点 | 昇温（例：1日の前半） | | 降温（例：1日の後半） | |
|-------|-------------|--------|-------------|---------|
| | トリガー点未満 | トリガー点超 | トリガー点超 | トリガー点未満 |
| 反射率 | | ✓ | ✓ | |
| 吸収率 | ✓ | | | ✓ |
| 放射率 | ✓ 少ない | | | ✓ |
| 熱伝導率 | ✓ | | | ✓ |

30

【0085】

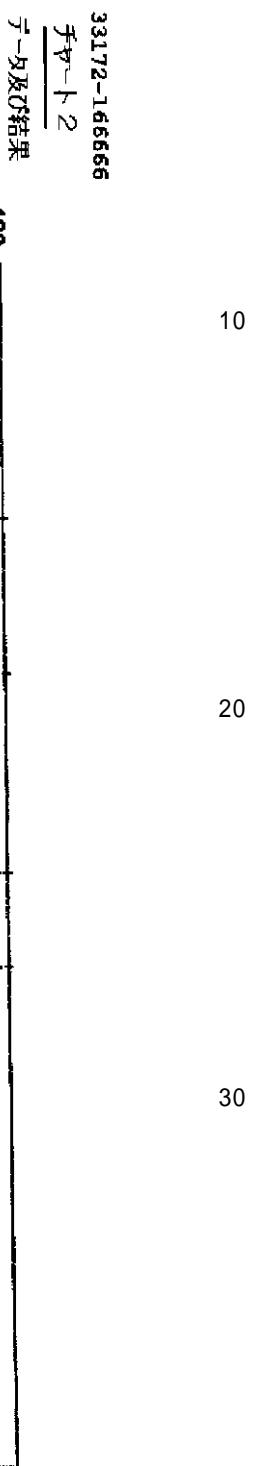
第二、第三の区分では、反射率が大きな役割を果たす特性となっている。熱変色性の上部層はそのトリガーゾーンを通過する時、消色モードに変化する。その結果、反射性の下部層は反射性能を発揮することが可能になる。

【0086】

第四の区分では熱変色性の上部層が変化して発色モードになるので、下部層の反射性が無くなる。アルミ箔及び他の金属製の箔自身の放射率の程度は必ずしも最も好ましいものではないが、それでも積層体は反射性層の放射率の程度を増大させる能力があり、その結果屋根板の放射率の程度によく似るようになる。

40

【チャート2】



【 0 0 8 7 】

チャート2は、そのような考えを思い浮かばせる曲線を示しており、その観察された情報をお約し、熱変色性積層体の様々な性質をはっきりと実地に証明している。

【0088】

チャート2の曲線は、4つの異なる区分に分けられる。それぞれの区分は積層体に関する異なる局面を意味している。区分1は、その日の周囲温度の最低点から、周囲温度が熱変色性層の透明／半透明になる点である熱変色性積層体のトリガー温度に到達した点までの測定を意味している。区分2は、その日の周囲温度がトリガーゾーンに到達した点から、その日の最高の周囲温度までの測定を意味している。区分3は最高の周囲温度から、周囲温度が熱変色性層が不透明になるトリガーゾーンを下回る点までの測定を意味している。そして最後に、区分4は周囲温度がトリガー点と交差した点から最低温度までの測定を意味している。

【0089】

10

区分1で熱変色性積層体が「吸収モード」にあるとき、屋根板と積層体は非常に近似した割合で熱を得ていることがわかる。実際は、屋根板が熱変色性積層体よりも温度がほんのわずかに速く（約4%）上昇していた。これは熱変色性積層体の吸収率が、積層体が熱を吸収しその熱を構造物に伝達するために用いる過程のために、屋根板の吸収率に非常に近いことを示している。純然たる反射性の屋根であれば、この点で放射エネルギーを反射し、また、可能性な如何なる太陽光の取り入れを撥ねつけてしまうであろう。

【0090】

区分2と3で熱変色性積層体が「反射モード」にあるとき、熱変色性積層体で覆われたモデルの温度上昇の割合が減少し始めるのに、屋根板で覆われたモデルは温度上昇を続けていることが判る。区分2において屋根板で覆われたモデルの内部温度は熱変色性積層体で覆われたモデルよりも78%速い割合で上がっている。もし区分2と3におけるトリガー点よりも高い面積のみを見れば、熱変色性積層体モデルが屋根板で覆われたモデルよりも平均で52%少なく覆っていることがわかる。これは熱変色性積層体が構造物から放射エネルギーを反射して失せ去らせるためにうまく機能していることを示している。

20

【0091】

区分4で、熱変色性積層体が吸収モードへ戻るとき、普通は小さいアルミニウムの放射率が、屋根板の放射率にかなりよく似て増大したことが判る。屋根板で覆われたモデルは熱変色性積層体で覆われたモデルより5%速い割合で熱を失っている。熱変色性積層体は、夜の間を通してより多くの熱を保持し続け、屋根板モデルより12時間近い間平均約0.5度温かい。

30

【0092】

快適ゾーン

温度の快適ゾーンは24～29（75～85°F）の間であるとして定義でき、それは表4と表5で判るような快適な範囲に保つために構造物が如何なる内部冷却をも必要としないと思われる温度の範囲である。

【0093】

チャート2を分析すると、屋根板で覆われたモデルが僅かに142分しか快適ゾーンに留まることができなかったのに対し、熱変色性積層体で覆われたモデルは216分の間に亘り、快適ゾーンに留まったことを示している。熱変色性積層体はこけら板より52%長く快適ゾーンに留まった。更に、こけら板が299分の間に快適ゾーンよりも5.8度高かったのに比べて、熱変色性積層体は203分間の間に快適ゾーンよりも平均して僅かに2.1°Fだけ高かった。

40

【表4】

表 4

| | |
|------------------|--------------|
| 24~29°C(75~85°F) | 快適ゾーン合計時間(分) |
| 積層体 | 216 |
| こけら板 | 142 |
| 差 | 74 |

熱変色性積層体は通常のこけら板よりも52%多く快適ゾーン時間有する。

10

【表 5】

表 5

| 85度を超える時間 | 快適ゾーンを超える合計時間 | 快適ゾーンを超える平均温度 | 差 (平均値-85) | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| こけら板 | 299 | 90.82 | 5.8 | 299分が快適ゾーンより高い |
| 積層体 | 203 | 87.10 | 2.1 | 203分が快適ゾーンより高い |
| 差(分) | 96 | | | |

20

【0094】

本質的に、本熱変色性積層体は屋根葺きシステムやそれと同様な物にON/OFFスイッチと等価なものを提供する。本熱変色性積層体は、構造物に希望の時点で放射エネルギーに対して吸収性又は反射性のどちらかをもたらせることを可能にする。それに対して他の構造物被覆材は外気温の条件に対して動的に反応する性能は持っていない。それら他の構造物被覆材は次のいずれかである。

30

- ・絶えず放射エネルギーを吸収(標準的なアスファルト製こけら板の様に)し、従ってやや暑苦しい地域又は温度が上がっているときに大きく不利な状況になり、又
- ・絶えず放射エネルギーを反射(反射性の構造物覆いの様に)し、それ故穏和な/やや寒い地域、又は気温が低下するときに大きく不利な状況になる。

本サーモクロミック積層体に含まれる特徴は下記である。

- ・動的な吸収率/反射率
- ・動的な放射率
- ・放射線の障壁

【0095】

本熱変色性積層体は、周囲温度が一定のトリガーゾーン(即ち、約27(80°F))よりも低いときに太陽光を取り入れて利用する。熱変色性積層体は、望むときに熱を吸収したそれが被覆している構造物に熱を伝達するであろう。

40

【0096】

本熱変色性積層体は、周囲温度が一定のトリガーゾーン(即ち、約27(80°F))を超えたときに太陽光の取り入れを阻止する。それゆえ熱変色性積層体は、望むときにそれを被覆している構造物から放射エネルギーを反射して失せ去らせるであろう。

【0097】

本熱変色性積層体は、温度が高い時には反射性であり、温度が低い時には吸収性である。加えて放射エネルギー源が内部にある場合に、反射層が見えている時即ち放射エネルギーを反射して家の中に戻している時、積層体は放射エネルギーの一部分を取っておく(保

50

存する)放射エネルギーの障壁としての働きもする。

【0098】

アルミニウムは優れた反射性材料であるが、放射率が非常に低いために反射性屋根葺きシステム向けとしては良い材料と見做されていない。放射率は、暖かい又は熱い材料が赤外線の形でその熱の幾らかを放出する能力の尺度となる0と1の間を取るパラメーターである。暖かい又は熱い材料が時間をかけて熱を受けるが、その熱を放散するには非常に長い時間がかかるということが偶に起こる。

【0099】

屋根拭きの熱的性質と最も関係する特性は、それらサンプルの太陽光全反射率と赤外線放射率である。理想的には、冷却の負荷を減らすように設計された屋根葺きシステムは、非常に高い太陽光反射率(日射を撥ねる)と非常に高い赤外線放射率(集められた熱を容易に放出する)とを共に持ち合わせているということであろう。

10

【0100】

本発明には幾つかの追加的な長所がある。色は特定の色に調整することができる(即ち褐色のレンガの家の持ち主は、そのレンガに合うように暗褐色の熱変色性積層体のタイルを選べる)。違った色は違った熱吸収率を持っているので、これはタイルの総合的な有効性を変える可能性がある。(例えば黒いタイルは白いタイルよりも熱くなる)。

【0101】

更に、追加の層、フィルム又は積層体を、その積層体システムの上面、底面、又はその間に加えることができる。これは保護、絶縁、耐火、紫外線からの保護、フィルタリング、防水、耐候、下敷き及び/又は接着剤剥がしに役立つかもしれない。これらの組み合わせは、熱変色性積層体システムの総合的な性能に不利益をもたらさない限り利用できる。いくつかの実施の形態において、本発明の熱変色性積層体の構成物は、型に成形することも、又は屋根用又はビニル樹脂の外壁用壁板と共に一体化されたタブが三つある屋根板の様などんな特殊な形又は大きさにも切ることができる。

20

【0102】

本発明の特長には動的な暖房/冷房制御システムが含まれる。

【0103】

本システムは受動的で予め定められた温度変化に対して自動的に反応する。例えば、本熱変色性積層体は機能するために電気エネルギーの入力を必要としない。それゆえ本積層体は電力システムが不全となっている間でも機能する。

30

【0104】

本発明の熱変色性積層体は、構造物より吸収される熱の量を動的に最大化若しくは最小化することでエネルギーを節約する。フロリダの太陽エネルギーセンターの中央フロリダ大学研究所によって行われた研究(FSEC-PF 293-95)によると、伝統的な黒っぽい屋根タイルの屋根に比べ、白塗りの(反射率が、より大きい)屋根葺きシステムは平均して19%の交流電気が節約でき夏の間は43%の大きさまで高まった。本発明による熱変色性積層体システムの屋根は、たとえ更に良くないにせよ、まあ良い結果は達成でき、また1日24時間、1年365日、有効であろう。もし住宅に熱変色性積層体システムの外壁用壁板が設けられた場合には、またさらなる利益を得ることができるであろう。その研究によると、反射性の屋根が設けられた住宅が有る地域は近隣の周囲気温を下げ、またヒートアイランド現象の大きさを減らすのに役に立つ(効果として近隣が幾分涼しく感じられる)という証拠が示されている。都市部外気温で1(1.8°F)ずつの変化は、中緯度都市におけるシステム全体の夏の公益設備の負荷にとって2~3%の節約と関連があることが示されている。

40

【0105】

本熱変色性積層体は、構造物を暖房又は冷房するために必要とされるエネルギーの量を減らすことで、発電所の排出物質や汚染(SO₂、NO_X及びCO₂など)を減らす。それだけでなく、本熱変色性積層体は、天然ガスや石油のような従来の手段を用いた構造物の暖房や冷房で必要とされるエネルギー量を減らすことで、天然ガスの排出物質や汚染を減

50

らす。

【0106】

この明細書中で例証され論じられた実施の形態は、本発明を用いる本発明者等に知られた最良の方法を当業者に単に教示することを意図されただけのものに過ぎない。この明細書には、本発明の範囲を限定すると考えられるものは何もない。本発明の上記の実施の形態は、上記教示に鑑みて当業者によって判断されるように、本発明から逸脱せずに修正されたり変えられたり、また要素の付加又は削除ができる。それゆえ特許請求の範囲とそれに相当する物の範囲内で、具体的に記述したのとは別のやり方で実施することができる理解すべきである。

本発明は、添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むことにより一層よく理解され、全体を通じて同じ参照符号は同じ要素を指し、それぞれ下記を表す。

【図面の簡単な説明】

【図1】

View #1は、アルミ箔のような反射性材料の基層Aと、熱変色性材料の熱変色性層Bを持つ本発明による積層体の断面図である。図1のView #2は、図1のView #1で示した発明による同一の積層体の斜視図を示している。

【図2】

View #1は、アルミ箔のような反射性材料の基層Aと、積層体がトリガー温度よりも低いために、不透明の状態にある熱変色性材料の熱変色性層Bを持つ、本発明による積層体の断面図である。反射性層は変化しないままである。B層はトリガー温度よりも低く従って不透明であるために熱放射線は熱変色性層Bに当たりその層で吸収されるので、A層は熱放射線を反射しない。従って、B層とA層の両方の層は温度が上昇することになり、熱はそれらの下側構造物へと伝わる。図2のView #2は、図2のView #1に示されている本発明による同じ積層体の斜視図である。

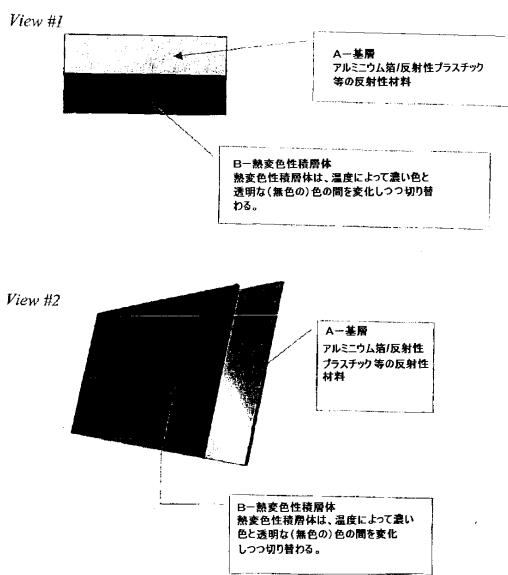
【図3】

View #1はアルミ箔のような反射性材料の基層Aと、積層体がトリガー温度よりも高いために光を通す（即ち透明）状態にある熱変色性層Bとを持つ本発明による積層体の断面図を示す。反射性層は変化しないままである。しかしながら、B層が光を通す（即ち透明）ために、A層は熱放射線を反射し、その反射した熱放射線は熱変色性層Bを通過し、熱変色性層Bにより吸収されない。この様にしてA層とB層の両層は温度が上昇せず、それらの下側構造物は入射する熱放射線からの熱を吸収しない。図3のView #2は、図3のView #1に示されている本発明による同じ積層体の斜視図である。

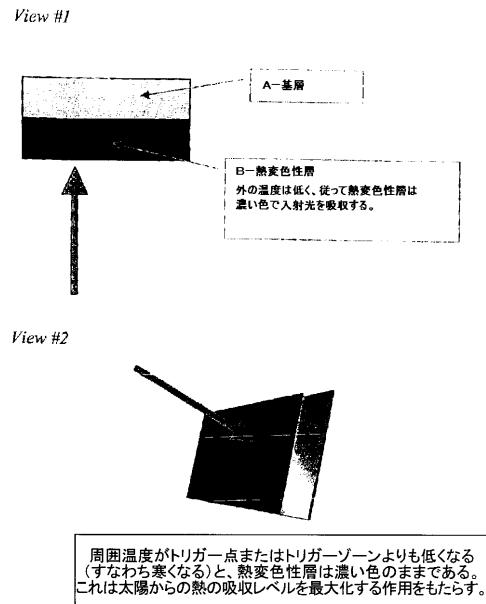
【図4】

本発明の積層体が影響を受けやすい熱放射線のおおよその範囲を表している。

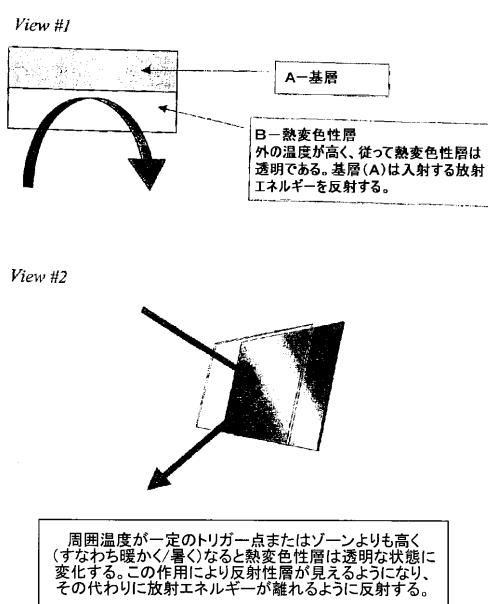
【図1】



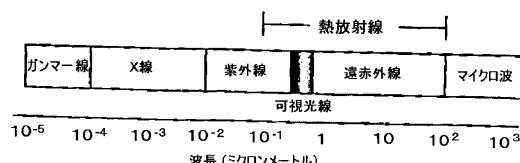
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100119013
弁理士 山崎 一夫

(74)代理人 100123777
弁理士 市川 さつき
(72)発明者 ワリード カルディ
アメリカ合衆国、バージニア州 22039、フェアファックス ステーション、ドグ ラン ド
ライヴ 5625

審査官 山本 昌広

(56)参考文献 特開平7-81229(JP,A)
特開2000-80360(JP,A)
特開平7-290824(JP,A)
特開平2-114596(JP,A)
特表2002-527326(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B32B 1/00-43/00
E04D 13/00-13/18
E04F 13/00-13/30