

明 細 書

発明の名称：赤外線反射フィルム

技術分野

[0001] 本発明は、透明フィルム基材上に赤外線反射層等の薄膜を備える赤外線反射フィルムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、ガラスやフィルム等の基材上に赤外線反射層を備える赤外線反射基板が知られている。赤外線反射層としては、赤外線の選択反射性を高める観点から、銀等の金属層が用いられる。また、可視光を波長選択的に透過させるために、赤外線反射基板では、赤外線反射層としての金属層と、金属酸化物層とを交互積層した構成が広く採用されている。フィルム基材を用いた赤外線反射フィルムでは、これらの金属層や金属酸化物層を化学的に保護する目的で、赤外線反射層の基材と反対側に、樹脂からなる透明保護層（トップコート層）が設けられる。

[0003] 赤外線反射基板では、銀等の金属層が、太陽光等の近赤外線を反射することにより、遮熱性が付与される。一方、赤外線反射基板に断熱性を持たせるためには、放射率を低減させ、赤外線反射層により遠赤外線を室内に反射させることが重要となる。赤外線反射層の透明保護層として用いられる樹脂層（有機物）は、一般にC=C結合、C=O結合、C-O結合、芳香族環等を含んでおり、波長 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の遠赤外線領域の赤外振動吸収が大きい。樹脂層で吸収された遠赤外線は、金属層で反射されることなく、熱伝導により室外へ熱として拡散される。そのため、保護層による遠赤外線の吸収量が大きいと、放射率が上昇し、断熱効果が得られなくなる。

[0004] 赤外線反射フィルムの放射率を低減する目的で、特許文献1では、ポリシラザン、フルオロアルキルシラン、フルオロシラン等のSi系材料からなる保護層を用いることにより、保護層の厚みを 500nm 以下として、保護層による遠赤外線の吸収量を低減する方法が提案されている。一方、保護層の

厚みを小さくすると、赤外線反射層に対する化学的な保護効果が低下し、赤外線反射層の耐久性が低下する傾向がある。特に、銀は、酸素、水分、塩素等に対する耐久性が低く、銀を主成分とする赤外線反射層が劣化すると、赤外線反射フィルムの放射率が上昇（断熱性が低下）する傾向がある。

[0005] そのため、特許文献1では、銀等の金属からなる赤外線反射層を、Ni-Cr合金等の耐久性の高い金属層で挟持する構成により、赤外線反射層の耐久性を向上することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：WO2011/109306号国際公開パンフレット（Fig. 2等）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明者らの検討によれば、特許文献1に開示されているような、赤外線反射層をNi-Cr等の金属層で挟持した構成の赤外線反射フィルムは、赤外線反射層の保護性に優れる反面、フィルム基材からの赤外線反射層の剥離を生じ易く、特に指脂成分に対する耐久性が低いことが判明した。

[0008] 指脂に対する耐久性を高める方法として、Ag等の赤外線反射層上に形成されるNi-Cr等の金属層や、金属酸化物層の膜厚を大きくすることにより、化学的な耐久性を増大させることが考えられる。しかし、Ni-Cr等の光吸収性の金属層の膜厚が大きくなると、赤外線反射フィルムの可視光線透過率が低下し、透明性が失われてしまう。また、金属酸化物層の膜厚を大きくすることにより耐久性を高めるためには、Ni-Cr等の光吸収性金属層の膜厚を大きくする場合に比して、大幅な膜厚の増大が必要となる。金属酸化物はスパッターゲットの導電性が低く、スパッタによる製膜速度が小さいため、金属酸化物層の膜厚増大により耐久性を高めようすると、赤外線反射フィルムの生産性が大幅に低下するとの問題がある。

[0009] このように、従来技術では、生産性を低下させることなく、指脂等に対する耐久性と視認性（透明性）に優れる赤外線反射フィルムを得ることは困難である。かかる現状に鑑み、本発明は、フィルム基材と赤外線反射層との剥離が生じ難く、視認性に優れ、かつ生産性に優れる赤外線反射フィルムの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らが、フィルム基材と赤外線反射層との剥離状況について詳細に検討したところ、指脂成分に浸漬後の赤外線反射フィルムは、フィルム基材と金属層（Ni-Cr合金層）との界面で剥離が生じていることが判明した。この結果から、フィルム基材と金属層との密着性が低いことが剥離の原因であると推定された。この推定に基づき、さらに検討の結果、フィルム基材上に硬化樹脂層を介して所定の金属酸化物層を形成し、その上にNi-Cr合金層等の光吸収性金属層を介することなく赤外線反射層を形成することにより、界面での剥離が抑制されることを見出し、本発明に至った。

[0011] 本発明は、透明フィルム基材上に、金属酸化物層、銀を主成分とする赤外線反射層、および光吸収性金属層をこの順に備える赤外線反射フィルムに関する。本発明の赤外線反射フィルムにおいて、透明フィルム基材は、金属酸化物層形成面側に硬化樹脂層を備える。フィルム基材と赤外線反射層との間に配置される金属酸化物層は、酸化亜鉛と酸化錫を含む複合金属酸化物からなることが好ましい。

[0012] 本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材と赤外線反射層との間に金属層を有していないことが好ましい。赤外線反射層上に形成される光吸収性金属層は、膜厚が2 nm～10 nmであることが好ましい。また、光吸収性金属層は、ニッケル、クロム、ニオブ、タンタル、チタンからなる群から選択される1以上を含むことが好ましい。

[0013] 本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材の硬化樹脂層と金属酸化物層とが直接接していることが好ましい。また、金属酸化物層と赤外線反射層とが直接接していることが好ましい。

[0014] フィルム基材と赤外線反射層との間に配置される金属酸化物層は、膜厚が2 nm～15 nmであることが好ましい。また、本発明の赤外線反射フィルムにおいて、透明フィルム基材上の金属層および金属酸化物層の膜厚の合計は、50 nm以下であることが好ましい。

[0015] 本発明の赤外線反射フィルムは、光吸収性金属層の赤外線反射層と反対側の面に、さらに透明樹脂層を備えることが好ましい。光吸収性金属層と透明樹脂層との間には、さらに金属酸化物を有していてもよい。

[0016] 本発明の赤外線反射フィルムの可視光線透過率は、10%～50%であることが好ましい。

発明の効果

[0017] 本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材と赤外線反射層との間に所定の金属酸化物層を有するため、指脂等が赤外線反射フィルム内に浸透した場合でも、フィルム基材からの赤外線反射層の剥離が抑制される。また、赤外線反射層上に光吸収性金属層を備えるため、赤外線反射層の劣化が抑制されるとともに、反射率低減による視認性向上効果が期待できる。

[0018] 本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材と赤外線反射層との間に金属層を有しておらず、赤外線反射層の表面側にのみ金属層を備える表裏非対称の構成を有する。当該構成は、赤外線反射層の表裏それぞれに必要な特性を満たすように層構成が設計されているため、金属層や金属酸化物層の積層数や合計膜厚を減少させて生産性を高めることができる。すなわち、本発明の赤外線反射フィルムは、耐久性および視認性に優れ、かつ生産性に優れる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]一実施形態の赤外線反射フィルムの積層構成を模式的に示す断面図である。

[図2]一実施形態の赤外線反射フィルムの積層構成を模式的に示す断面図である。

[図3]赤外線反射フィルムの使用例を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 図1は、赤外線反射フィルムの構成例を模式的に示す断面図である。図1に示すように、赤外線反射フィルム100は、透明フィルム基材10の一主面上に、機能性薄膜20を備える。機能性薄膜20上には、透明保護層30が設けられていることが好ましい。

[0021] 図3は、赤外線反射フィルムの使用形態の一例を模式的に表す断面図である。当該使用形態において、赤外線反射フィルム100は、透明フィルム基材10側が、適宜の接着剤層60等を介して、窓50に貼り合せられ、建物や自動車の窓50の室内側に配置して用いられる。図3に模式的に示すように、赤外線反射フィルム100は、屋外からの可視光(VIS)を透過して室内に導入すると共に、屋外からの近赤外線(NIR)を機能性薄膜20に含まれる赤外線反射層で反射する。近赤外線反射により、太陽光等に起因する室外からの熱の室内への流入が抑制される(遮熱効果が発揮される)ため、夏場の冷房効率を高めることができる。さらに、赤外線反射層は、暖房器具80等から放射される室内の遠赤外線(FIR)を反射するため、断熱効果が発揮され、冬場の暖房効率を高めることができる。

[0022] 以下、各層の構成や材料等の好ましい形態について、順に説明する。

[0023] [透明フィルム基材]

透明フィルム基材10としては、可撓性の透明フィルムが用いられる。透明フィルム基材の可視光線透過率は80%以上であることが好ましい。なお、可視光線透過率は、JIS A5759-2008(建築窓ガラス用フィルム)に準じて測定される。

[0024] 透明フィルム基材10は、透明フィルム11の機能性薄膜20形成面側に硬化樹脂層12を備えることが好ましい。透明フィルム基材10が硬化樹脂層を備えることで、赤外線反射フィルムの機械的強度が高められる。また、透明フィルム基材10が機能性薄膜20形成面側に硬化樹脂層12を備えることで、機能性薄膜20やその上に形成される透明保護層の耐擦傷性が高められる傾向がある。

[0025] 透明フィルム基材 10 の厚みは、特に限定されないが、 $10\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ 程度の範囲が好適である。また、透明フィルム基材 10 上に機能性薄膜 20 が形成される際に、高温で加工が行われる場合があるため、透明フィルム 11 を構成する樹脂材料は、耐熱性に優れるものが好ましい。透明フィルム基材を構成する樹脂材料としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリカーボネート（PC）等が挙げられる。硬化樹脂層 12 は、例えばアクリル系、シリコン系等の適宜な紫外線硬化型樹脂の硬化被膜を、透明フィルム 11 上に付設する方式等により形成できる。硬化樹脂層 12 としては、硬度の高いものが好適に用いられる。

[0026] 透明フィルム基材 10 の機能性薄膜 20 形成面側には、密着性向上等の目的で、コロナ処理、プラズマ処理、フレイム処理、オゾン処理、プライマー処理、グロー処理、ケン化処理、カップリング剤による処理等の表面改質処理が行われてもよい。

[0027] [機能性薄膜]

透明フィルム基材 10 上には、機能性薄膜 20 が形成される。機能性薄膜 20 は、金属層および金属酸化物層の積層体からなり、可視光を透過し、赤外線を反射する特性を有する。本発明の赤外線反射フィルムにおいて、機能性薄膜 20 は、透明フィルム基材 10 側から、金属酸化物層 21、赤外線反射層 23 および光吸収性金属層 25 をこの順に備える。

[0028] <金属酸化物層>

金属酸化物層 21 は、透明フィルム基材 10 と赤外線反射層 23 との密着性を高める作用を有する。透明フィルム基材上に Ni-Cr 等の金属層を備える構成では、指脂等の影響により透明フィルム基材と金属層との界面での剥離が生じ易い。これに対して、透明フィルム基材 10 の硬化樹脂層 12 上に金属酸化物層 21 が形成されることにより、界面での剥離が抑制される傾向がある。そのため、金属酸化物層 21 は、透明フィルム基材 10 の硬化樹脂層 12 上に、直接接するように形成されることが好ましい。

- [0029] 金属酸化物層 2 1 の材料としては、酸化亜鉛と酸化錫とを含む複合金属酸化物が用いられる。酸化亜鉛および酸化錫を含む金属酸化物は、化学的安定性に優れる。また、酸化亜鉛および酸化錫を含む金属酸化物は、アクリル等からなる硬化樹脂層 1 2 との密着性が高く、かつ赤外線反射層 2 3 との密着性が高いため、界面での剥離が抑制され、赤外線反射フィルムの耐久性が高められる。
- [0030] 金属酸化物層 2 1 中の亜鉛原子の含有量は、金属原子全量に対して、10 原子%～60 原子%が好ましく、15 原子%～50 原子%がより好ましく、20 原子%～40 原子%がさらに好ましい。亜鉛原子（酸化亜鉛）の含有量が小さいと、金属酸化物層が結晶質となり、耐久性が低下する場合がある。また、亜鉛原子（酸化亜鉛）の含有量が小さいと、抵抗が高くなる傾向があるため、金属酸化物層をスパッタ法により製膜する際のスパッタターゲットの導電性が低下し、直流スパッタによる製膜が困難となる傾向がある。一方、亜鉛原子の含有量が過度に大きいと、硬化樹脂層 1 2 や赤外線反射層 2 3 との密着性が低下する場合がある。
- [0031] 金属酸化物層 2 1 中の錫原子の含有量は、金属原子全量に対して30 原子%～90 原子%が好ましく、40 原子%～85 原子%がより好ましく、50 原子%～80 原子%がさらに好ましい。錫原子（酸化錫）の含有量が過度に小さいと、金属酸化物層の化学的耐久性が低下する傾向がある。一方、錫原子（酸化錫）の含有量が過度に大きいと、製膜に用いるスパッタターゲットの抵抗が高くなり、直流スパッタ法による製膜が困難となる傾向がある。
- [0032] 金属酸化物層 2 1 は、酸化亜鉛および酸化錫以外に、Ti, Zr, Hf, Nb, Al, Ga, In, Tl, Ga等の金属、あるいはこれらの金属酸化物を含有してもよい。これらの金属、あるいは金属酸化物は、スパッタ製膜時のターゲットの導電性を高めて製膜レートを大きくする目的や、金属酸化物層の透明性を高める等の目的で添加され得る。なお、金属酸化物層中の酸化原子と錫原子との含有量の合計は、金属原子全量に対して40 原子%以上が好ましく、50 原子%以上がより好ましく、60 原子%以上がさらに好ま

しい。

[0033] 金属酸化物層 21 の膜厚は、2 nm 以上が好ましく、3 nm 以上がより好ましい。膜厚が 2 nm 以上であれば、透明フィルム基材 10 に対する金属酸化物層 21 のカバレッジが良好となり、密着性が高められる傾向がある。金属酸化物層 21 の膜厚の上限は特に限定されないが、膜厚が大きくなると、製膜時間の増大による生産性の低下を招来することから、金属酸化物層 21 の膜厚は、透明フィルム基材および赤外線反射層との密着性を確保できる範囲内でできる限り小さいことが好ましい。具体的には、金属酸化物層 21 の膜厚は、15 nm 以下が好ましく、10 nm 以下がより好ましく、8 nm 以下がさらに好ましい。

[0034] 金属酸化物層 21 の製膜方法は特に限定されないが、膜厚の均一な薄膜を形成し得ることから、スパッタ法、真空蒸着法、CVD 法、電子線蒸着法等のドライプロセスによる製膜が好ましい。高い製膜レートを実現する観点から、金属酸化物層 21 は直流スパッタ法により製膜されることが好ましく、特に、金属と金属酸化物とを含有するターゲットを用いた直流スパッタ法により製膜されることが好ましい。

[0035] 酸化亜鉛や酸化錫（特に酸化錫）は導電性が小さいため、これらの金属酸化物のみを焼結させた酸化物ターゲットは、導電性が小さく、直流スパッタでは放電が生じなかったり、製膜を長時間安定して行うことが困難となる傾向がある。一方、亜鉛と錫とを含有する金属ターゲットを用いた反応性スパッタは、酸素雰囲気下で行われるため、金属酸化物層中の過剰な酸素が、その上に形成される赤外線反射層を酸化させ、赤外線反射特性を低下させる場合がある。これに対して、金属と金属酸化物とを含有するターゲットを用いる直流スパッタ法により金属酸化物を製膜すれば、高製膜レートが実現可能であり、かつ過剰な酸素による悪影響が抑制される。

[0036] 金属と金属酸化物とを含有するターゲットは、好ましくは 0.1 重量%～20 重量%、より好ましくは 0.2 重量%～15 重量%の金属を、酸化亜鉛および／または酸化錫とともに焼結することによって形成され得る。ターゲ

ット形成時の金属含有量が過度に小さいと、ターゲットの導電性が不十分となり、直流スパッタによる製膜が困難となったり、金属酸化物層と赤外線反射層等との密着性が低下する場合がある。ターゲット形成時の金属含有量が過度に大きいと、製膜時に酸化されない残存金属や、酸素量が化学量論組成に満たない金属酸化物の量が多くなり、金属酸化物層の可視光線透過率が低下する傾向がある。ターゲット形成材料中の金属粉末は、金属亜鉛、金属錫以外の金属であってもよいが、金属亜鉛と金属錫のうちの少なくともいずれか一方が含まれることが好ましく、金属亜鉛が含まれることが特に好ましい。なお、ターゲット形成材料として用いられる金属粉末は、焼結により酸化されるため、焼結ターゲット中では金属酸化物として存在していてもよい。

[0037] 金属酸化物層 21 のスパッタ製膜時の基板温度は、透明フィルム基材の耐熱温度より低温であることが好ましい。基板温度は、例えば、 $20^{\circ}\text{C} \sim 160^{\circ}\text{C}$ が好ましく、 $30^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ がより好ましい。スパッタ製膜時の電力密度は、例えば、 $0.1\text{ W/cm}^2 \sim 10\text{ W/cm}^2$ が好ましく、 $0.5\text{ W/cm}^2 \sim 7.5\text{ W/cm}^2$ がより好ましく、 $1\text{ W/cm}^2 \sim 6\text{ W/cm}^2$ がさらに好ましい。また、製膜時のプロセス圧力は、例えば、 $0.01\text{ Pa} \sim 10\text{ Pa}$ が好ましく、 $0.05\text{ Pa} \sim 5\text{ Pa}$ がより好ましく、 $0.1\text{ Pa} \sim 1\text{ Pa}$ がさらに好ましい。プロセス圧力が高すぎると製膜速度が低下する傾向があり、逆に圧力が低すぎると放電が不安定となる傾向がある。

[0038] <赤外線反射層>

赤外線反射層 23 は、近赤外線を反射することによる遮熱性付与、および遠赤外線を反射することによる断熱性付与の作用を有する。

[0039] 本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材 10 と赤外線反射層 23 との間に金属層を有していないことが好ましい。前述のように、本発明では、透明フィルム基材 10 上に ZTO 等の金属酸化物層 21 を備えることにより、透明フィルム基材 10 と赤外線反射層 23 との密着性が高められるため、別途 Ni-Cr 等の金属層（プライマー層）は特に必要とされない。透明フィルム基材 10 と赤外線反射層 23 との間に金属層を有さないことによ

り、赤外線反射フィルムの可視光線透過率を向上できる。また、透明フィルム基材 10 と赤外線反射層 23 との間に別途金属層を形成する必要がなく、機能性薄膜 20 を構成する薄膜の数（種類）および合計膜厚が減少するため、赤外線反射フィルムの生産性が高められる。

[0040] 上記観点から、赤外線反射層 23 は、金属酸化物層 21 上に、直接接するように形成されることが好ましい。赤外線反射層 23 としては、銀を主成分とする金属層が用いられる。銀は高い自由電子密度を有するため、近赤外線・遠赤外線の両方に対して高い反射率を実現することができ、遮熱効果および断熱効果に優れる赤外線反射フィルムが得られる。

[0041] 赤外線反射層 23 中の銀の含有量は、90 重量%以上が好ましく、93 重量%以上がより好ましく、95 重量%以上がさらに好ましい。金属層中の銀の含有量を高めることで、透過率および反射率の波長選択性を高め、赤外線反射フィルムの可視光線透過率を高めることができる。

[0042] 赤外線反射層 23 は、銀以外の金属を含有する銀合金層であってもよい。例えば、赤外線反射層の耐久性を高めるために、銀合金が用いられる場合がある。耐久性を高める目的で添加される金属としては、パラジウム（Pd）、金（Au）、銅（Cu）、ビスマス（Bi）、ゲルマニウム（Ge）、ガリウム（Ga）等が好ましい。中でも、銀に高い耐久性を付与する観点から、Pd が最も好適に用いられる。Pd 等の添加量を増加させると、金属層の耐久性が向上する傾向がある。赤外線反射層 23 が、Pd 等の銀以外の金属を含有する場合、その含有量は、0.1 重量%以上が好ましく、0.5 重量%以上がより好ましく、1 重量%以上がさらに好ましく、2 重量%以上が特に好ましい。一方で、Pd 等の添加量が増加し、銀の含有量が低下すると、赤外線反射フィルムの可視光線透過率が低下する傾向がある。そのため、赤外線反射層 23 中の銀以外の金属の含有量は、10 重量%以下が好ましく、7 重量%以下がより好ましく、5 重量%以下がさらに好ましい。

[0043] 赤外線反射フィルムに十分な遮熱性および断熱性を持たせる観点から、赤外線反射層 23 の膜厚は、3 nm 以上が好ましく、5 nm 以上がより好まし

く、10 nm以上がさらに好ましい。赤外線反射層23の膜厚の上限は特に限定されないが、可視光線透過率および生産性を考慮すると、30 nm以下が好ましく、25 nm以下がより好ましく、20 nm以下がさらに好ましい。

[0044] 赤外線反射層23の製膜方法は特に限定されないが、スパッタ法、真空蒸着法、CVD法、電子線蒸着法等のドライプロセスによる製膜が好ましい。中でも、赤外線反射層23は、金属酸化物層21と同様に、直流スパッタ法により製膜されることが好ましい。

[0045] <光吸収性金属層>

赤外線反射層23上には、光吸収性金属層25が形成される。光吸収性金属層25は、赤外線反射層23の保護層として作用するとともに、可視光線の反射率を低減させ、赤外線反射フィルムが付設された窓ガラス等の視認性を高める作用を有する。

[0046] 光吸収性金属層25としては、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、ニオブ(Nb)、タンタル-Ta)、およびチタン(Ti)からなる群から選択される1以上を含む金属層が用いられる。中でも、赤外線反射層に対する保護性を高める観点から、光吸収性金属層の材料は、Niおよび／またはクロムを含有する金属が好ましく、Ni-Cr合金が特に好ましい。Ni-Cr合金は、Ni含有量とCr含有量の合計が50重量%以上であることが好ましく、60重量%であることがより好ましく、70重量%以上であることがさらに好ましく、80重量%以上であることが特に好ましい。Ni-Cr合金は、NiおよびCr以外に、Ta, Ti, Fe, Mo, Co, Cu, W等の金属を含有するものでもよい。

[0047] 光吸収性金属層25の膜厚は、2 nm以上が好ましく、3 nm以上がより好ましい。光吸収性金属層25の膜厚が2 nm以上であれば、赤外線反射層23に対する保護性が高められることによって赤外線反射層23の劣化が抑制されるとともに、反射率が低下することによって赤外線反射フィルムの視認性が向上する。一方、光吸収性金属層25の膜厚が大きくなると、光吸収

性金属層による可視光の吸収が増大し、赤外線反射フィルムの可視光線透過率（透明性）が低下する傾向がある。そのため、光吸収性金属層 2 5 の膜厚は 1 5 n m 以下が好ましく、1 0 n m 以下がより好ましく、8 n m 以下がさらに好ましく、6 n m 以下が特に好ましい。

[0048] 光吸収性金属層 2 5 の製膜方法は特に限定されないが、スパッタ法、真空蒸着法、C V D 法、電子線蒸着法等のドライプロセスによる製膜が好ましい。中でも、光吸収性金属層 2 5 は、金属酸化物層 2 1 および赤外線反射層 2 3 と同様に、直流スパッタ法によって製膜が行われることが好ましい。機能性薄膜 2 0 を構成する金属酸化物層 2 1、赤外線反射層 2 3 および光吸収性金属層 2 5 の全てが、直流スパッタにより製膜される場合、複数の製膜室を備える巻取り式スパッタ装置を用いれば、これら各層を 1 パスで形成することも可能である。そのため、赤外線反射フィルムの生産性が大幅に向上する。

[0049] <機能性薄膜全体の構成および膜厚>

本発明の赤外線反射フィルムにおいて、透明フィルム基材 1 0 上に形成される金属層（赤外線反射層 2 3 および光吸収性金属層 2 5）の膜厚と金属酸化物層 2 1 の膜厚の合計、すなわち機能性薄膜 2 0 の膜厚が、5 0 n m 以下であることが好ましく、4 0 n m 以下であることがより好ましく、3 5 n m 以下であることがさらに好ましい。前述のように、金属酸化物層や金属層はスパッタ等のドライプロセスにより製膜される。ドライプロセスでは、膜厚に比例して製膜時間が増大するため、合計膜厚が小さいほど短時間で製膜が可能であり、赤外線反射フィルムの生産性が高められる。

[0050] 従来の赤外線反射フィルムは、金属層／金属酸化物層／赤外線反射層／金属酸化物層／金属層；あるいは金属酸化物層／赤外線反射層／金属酸化物層、等の赤外線反射層を中心として表裏対称の積層体がフィルム基材上に形成されるのが一般的であった。これに対して、本発明の赤外線反射フィルムは、赤外線反射層 2 3 と透明フィルム基材 1 0 との間には金属層が形成されておらず、赤外線反射層 2 3 上に光吸収性金属層 2 5 を有する非対称の積層体

(機能性薄膜 20) を、透明フィルム基材 10 上に備える。

[0051] 本発明の赤外線反射フィルムにおける非対称積層構成の機能性薄膜 20 は、赤外線反射層 23 の透明フィルム基材 10 側に ZTO 等の金属酸化物層 21 を備えることにより、両者の密着性が高められ、赤外線反射フィルムに指脂等が浸透した場合でも、界面での剥離が抑制される。一方、赤外線反射層 23 の表面側 (図 1 において透明保護層 30 側) に Ni-Cr 等の光吸収性金属層 25 を備えることにより、赤外線反射層 23 に対する耐久性が高められるとともに、可視光線の反射率を低下させることができる。このように、本発明の赤外線反射フィルムでは、機能性薄膜 20 を表裏非対称として、それぞれに特化した機能を持たせることにより、金属層と金属酸化物層の合計膜厚を小さくして赤外線反射フィルムの生産性を高めるとともに、赤外線反射層 23 と透明フィルム基材 10 との剥離が抑制され、さらに赤外線反射層 23 の劣化が抑制される。

[0052] また、本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材 10 と赤外線反射層 23 との間に金属層を有しておらず、赤外線反射層 23 の表面側にのみ金属層を備える。そのため、赤外線反射層 23 のフィルム基材側および表面側の両方に光吸収性金属層を備える場合に比して、赤外線反射層 23 に対する保護性能を低下させることなく、光吸収性金属層の合計膜厚を小さくして、機能性薄膜 20 による可視光の吸収を抑制し、可視光線透過率を高めることができる。

[0053] 図 2 に示すように、機能性薄膜 20 は、光吸収性金属層 25 上に、さらに別の層 27 (例えば金属層や金属酸化物層) を備えていてもよい。例えば、機能性薄膜 20 と、その上に形成される透明保護層 30 との密着性を向上させる目的で、光吸収性金属層 25 上に金属酸化物層 27 が形成されてもよい。その場合、金属酸化物層 27 の膜厚は、2 nm ~ 15 nm が好ましく、3 nm ~ 10 nm がより好ましく、3 nm ~ 8 nm がさらに好ましい。なお、図 2 に示すように、光吸収性金属層 25 上に金属酸化物層 27 を備える形態では、この金属酸化物層 27 を含めた機能性薄膜 20 の合計膜厚が、50 nm

m以下であることが好ましく、40nm以下であることがより好ましく、35nm以下であることがさらに好ましい。

[0054] 光吸収性金属層25上に、さらに金属層や金属酸化物層が形成される場合、その製膜方法は特に限定されないが、ドライプロセスによる製膜が好ましく、中でも、直流スパッタ法によって製膜が行われることが好ましい。なお、光吸収性金属層上に、金属酸化物層27が形成される場合、製膜下地となるNi-Cr等の金属層が酸化されると、近赤外線および遠赤外線の吸収率が増大し、赤外線反射フィルムの遮熱性や断熱性が低下する傾向がある。そのため、光吸収性金属層25上に金属酸化物層27をスパッタ製膜する際は、透明フィルム基材10上に金属酸化物層21を製膜する際と同様に、酸素導入量が小さい条件で製膜が行われることが好ましい。例えば、金属酸化物層27として、ZnOが直流スパッタにより形成される場合、製膜室内への酸素導入量は、全導入ガス流量に対し8体積%以下が好ましく、5体積%以下がより好ましく、4体積%以下がさらに好ましい。

[0055] [透明保護層]

機能性薄膜20上には、赤外線反射層の擦傷や劣化を防止する目的で、透明保護層30が設けられることが好ましい。透明保護層30は、高い可視光線透過率を有することに加えて、遠赤外線の吸収が小さいことが好ましい。遠赤外線の吸収が大きいと、室内の遠赤外線が透明保護層で吸収され、赤外線反射層によって反射されることなく、熱伝導により外部に放熱されるため、断熱性が低下する傾向がある。一方、透明保護層30による遠赤外線の吸収が少なければ、室内の遠赤外線は、赤外線反射層23により室内に反射されるため、断熱効果が高められる。透明保護層30による遠赤外線吸収量を小さくする方法としては、透明保護層の材料として遠赤外線の吸収率が小さいものを用いる方法や、透明保護層の厚みを小さくする方法が挙げられる。

[0056] 透明保護層の材料として遠赤外線の吸収率が小さいものを用いれば、透明保護層の厚みが大きい場合でも、遠赤外線吸収量を小さく保つことができ、赤外線反射層に対する保護効果を高めることができる。遠赤外線の吸収が小

さい透明保護層の材料としては、 $C=C$ 結合、 $C=O$ 結合、 $C-O$ 結合、芳香族環等の含有量が小さい化合物が好適に用いられる。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィンや、シクロオレフィン系ポリマー等の脂環式ポリマー、ゴム系ポリマー等が好適に用いられる。

[0057] 透明保護層30の厚みを調整することによって、遠赤外線吸収量を小さくする場合、透明保護層の厚みは、200nm以下が好ましく、150nm以下がより好ましく、120nm以下がさらに好ましく、100nm以下が特に好ましい。透明保護層の光学膜厚（屈折率と物理的な膜厚の積）が可視光の波長範囲と重複すると、界面での多重反射干渉によって、赤外線反射フィルムの表面が虹模様に見える「虹彩現象」を生じる場合がある。一般的な樹脂の屈折率は1.5程度であるため、虹彩現象を抑制する観点からも透明樹脂層の膜厚は上記範囲であることが好ましい。

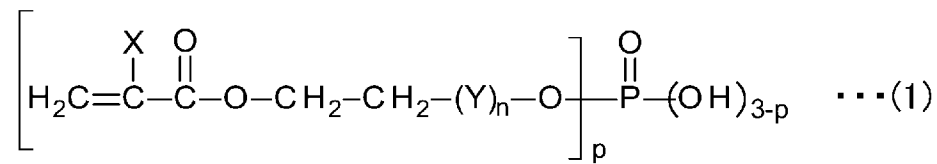
[0058] 一方、透明保護層に機械的強度および化学的強度を付与して、赤外線反射フィルムの耐久性を高める観点から、透明保護層30の厚みは、20nm以上が好ましく、30nm以上がより好ましく、50nm以上がさらに好ましい。

[0059] また、透明保護層30の厚みが上記範囲内であれば、透明保護層30の表面側での反射光と機能性薄膜20側界面での反射光との多重反射干渉により、可視光線の反射率を低下させることができる。そのため、光吸収性金属層25の光吸収による反射率低下効果に加えて、透明保護層30による反射防止効果が得られ、赤外線反射フィルムの視認性がさらに高められ得る。

[0060] 透明保護層30の材料としては、可視光線透過率が高く、機械的強度および化学的強度に優れるものが好ましい。例えば、フッ素系、アクリル系、ウレタン系、エステル系、エポキシ系、シリコン系等の活性光線硬化型あるいは熱硬化型の有機樹脂や、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、サイアロン（S i A l O N）等の無機材料、あるいは有機成分と無機成分が化学結合した有機・無機ハイブリッド材料が好ましく用いられる。

- [0061] 透明保護層 30 の材料として有機材料あるいは有機・無機ハイブリッド材料が用いられる場合、架橋構造が導入されることが好ましい。架橋構造が形成されることによって、透明保護層の機械的強度および化学的強度が高められ、赤外線反射層に対する保護機能が増大する。中でも、酸性基と重合性官能基とを同一分子中に有するエステル化合物に由来する架橋構造が導入されることが好ましい。
- [0062] 酸性基と重合性官能基とを同一分子中に有するエステル化合物としては、リン酸、硫酸、シュウ酸、コハク酸、フタル酸、フマル酸、マレイン酸等の多価の酸と；エチレン性不飽和基、シラノール基、エポキシ基等の重合性官能基と水酸基とを分子中に有する化合物とのエステルが挙げられる。なお、当該エステル化合物は、ジエステルやトリエステル等の多価エステルでもよいが、多価の酸の少なくとも 1 つの酸性基がエステル化されていないことが好ましい。
- [0063] 透明保護層 30 が、上記のエステル化合物に由来する架橋構造を有する場合、透明保護層の機械的強度および化学的強度が高められると共に、透明保護層 30 と機能性薄膜 20 との密着性が高められ、赤外線反射層の耐久性を高めることができる。上記エステル化合物の中でも、リン酸と重合性官能基を有する有機酸とのエステル化合物（リン酸エステル化合物）が、機能性薄膜 20 との密着性に優れるため、特に好ましい。
- [0064] 透明保護層 30 の機械的強度および化学的強度を高める観点から、上記エステル化合物は、重合性官能基として（メタ）アクリロイル基を含有することが好ましい。また、架橋構造の導入を容易とする観点から、上記エステル化合物は、分子中に複数の重合性官能基を有していてもよい。上記エステル化合物としては、例えば、下記式（1）で表される、リン酸モノエステル化合物またはリン酸ジエステル化合物が好適に用いられる。なお、リン酸モノエステルとリン酸ジエステルとを併用することもできる。
- [0065]

[化1]



式中、Xは水素原子またはメチル基を表し、(Y)は $-\text{OCO}(\text{CH}_2)_5-$ 基を表す。nは0または1であり、pは1または2である。

[0066] 透明保護層30中の上記エステル化合物に由来する構造の含有量は、1重量%～20重量%が好ましく、1.5重量%～17.5重量%がより好ましく、2重量%～15重量%がさらに好ましく、2.5重量%～12.5重量%が特に好ましい。エステル化合物由来構造の含有量が過度に小さいと、強度や密着性の向上効果が十分に得られない場合がある。一方、エステル化合物由来構造の含有量が過度に大きいと、透明保護層形成時の硬化速度が小さくなって硬度が低下したり、透明保護層表面の滑り性が低下して耐擦傷性が低下する場合がある。透明保護層中のエステル化合物に由来する構造の含有量は、透明保護層形成時に、組成物中の上記エステル化合物の含有量を調整することによって、所望の範囲とすることができる。

[0067] 透明保護層30が上記エステル化合物由来の構造を含有する場合、機能性薄膜20は、図2に示すように、光吸収性金属層25上に金属酸化物層27を備えることが好ましい。機能性薄膜20が、透明保護層30側界面に金属酸化物層27を備えることにより、機能性薄膜20と透明保護層30との密着性がさらに高められる傾向がある。透明保護層30と金属酸化物層27との密着性の向上は、エステル化合物中の酸性基が金属酸化物と高い親和性を示すことに由来し、中でもリン酸エステル化合物中のリン酸ヒドロキシ基が金属酸化物層との親和性に優れるため、密着性が向上すると推定される。

[0068] 機能性薄膜20と透明保護層30との密着性を高め、さらに赤外線反射層に対する化学的な安定性を付与する観点から、光吸収性金属層25上に形成される金属酸化物層27の材料としては、透明フィルム基材10と赤外線反射層23との間に設けられる金属酸化物層21と同様に、酸化亜鉛と酸化錫

とを含む複合金属酸化物が好ましく用いられる。金属酸化物層 27 として酸化亜鉛と酸化錫とを含む複合金属酸化物層が形成される場合、その組成や製膜方法は、金属酸化物層 21 に関して先に述べたものと同様の条件が好ましく採用される。

[0069] 透明保護層 30 の形成方法は特に限定されない。透明保護層は、例えば、有機樹脂、あるいは有機樹脂の硬化性モノマーやオリゴマーと上記エステル化合物を溶剤に溶解させて溶液を調整し、この溶液を機能性薄膜 20 上に塗布し、溶媒を乾燥させた後、紫外線や電子線等の照射や熱エネルギーの付与によって、硬化させる方法により形成されることが好ましい。

[0070] なお、透明保護層 30 の材料としては、上記の有機材料や無機材料、およびエステル化合物以外に、シランカップリング剤、チタンカップリング剤等のカップリング剤、レベリング剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤、熱安定剤、滑剤、可塑剤、着色防止剤、難燃剤、帯電防止剤等の添加剤が含まれていてもよい。これらの添加剤の含有量は、本発明の目的を損なわない範囲で適宜に調整され得る。

[0071] [赤外線反射フィルムの特性]

本発明の赤外線反射フィルムは、機能性薄膜 20 側（あるいは透明保護層 30 側）から測定した垂直放射率が、0.20 以下であることが好ましく、0.15 以下であることがより好ましく、0.12 以下であることがさらに好ましく、0.10 以下であることが特に好ましい。

[0072] 赤外線反射フィルムの可視光線透過率は、10%以上が好ましく、20%以上がより好ましく、25%以上がさらに好ましく、30%以上が特に好ましい。一方、遮熱性を高める観点から、可視光線透過率は50%以下が好ましく、45%以下がより好ましく、40%以下がさらに好ましい。上述のように、本発明の赤外線反射フィルムは、赤外線反射層 23 の透明フィルム基材 10 と反対側の面にのみ光吸収性金属層 25 を備えるため、可視光の反射を抑制しつつ、可視光の吸収を抑制し、可視光線透過率を上記範囲とすることができ。また、本発明の赤外線反射フィルムは、可視光の反射率が40

%以下であることが好ましく、35%以下であることがより好ましく、30%以下であることがさらに好ましい。

[0073] [用途]

上記のように、本発明の赤外線反射フィルムは、透明フィルム基材10の一主面上に、金属酸化物層21、赤外線反射層23および光吸収性金属層25を含む機能性薄膜20有する。本発明の赤外線反射フィルムは、建物や乗り物等の窓、植物等を入れる透明ケース、冷凍もしくは冷蔵のショーケース等に用いることができ、冷暖房効果の向上や急激な温度変化を防ぐ作用を有し得る。

[0074] 図3を参照して先に説明したように、本発明の赤外線反射フィルム100は、屋外からの可視光(VIS)を透過して室内に導入すると共に、屋外からの近赤外線(NIR)を、赤外線反射層を含む機能性薄膜20により反射することで、遮熱効果と断熱効果を有する。また、本発明の赤外線反射基板は、光吸収性金属層を備えることにより可視光の反射率が低減されるため、ショーケースやショーウィンドウ等に用いた場合に、商品等の視認性を低下させることなく、遮熱性と断熱性を付与することができる。

[0075] 透明フィルム基材10の機能性薄膜20形成面と反対側の面には、赤外線反射フィルムと窓ガラス等との貼り合せに用いるための接着剤層60等が付設されていてもよい。接着剤層としては、可視光線透過率が高く、透明フィルム基材10との屈折率差が小さいものが好適に用いられる、例えば、アクリル系の粘着剤(感圧接着剤)は、光学的透明性に優れ、適度な濡れ性と凝集性と接着性を示し、耐候性や耐熱性等に優れることから、透明フィルム基材に付設される接着剤層の材料として好適である。

[0076] 接着剤層は、可視光線透過率が高く、かつ紫外線透過率が小さいものが好ましい。接着剤層の紫外線透過率を小さくすることにより、太陽光等の紫外線に起因する赤外線反射層の劣化を抑制できる。接着剤層の紫外線透過率を小さくする観点から、接着剤層は紫外線吸収剤を含有することが好ましい。なお、紫外線吸収剤を含有する透明フィルム基材等を用いることによっても

、屋外からの紫外線に起因する赤外線反射層の劣化を抑制できる。接着剤層の露出面は、赤外線反射基板が実用に供されるまでの間、露出面の汚染防止等を目的にセパレータが仮着されてカバーされることが好ましい。これにより、通例の取扱状態で、接着剤層の露出面の外部との接触による汚染を防止できる。

[0077] 本発明の赤外線反射フィルムは、例えば特開 2013-61370 号公報に開示されているように、枠体等に嵌め込んで用いることもできる。当該形態では、透明フィルム基材 10 に接着剤層を付設する必要がないため、接着剤層による遠赤外線の吸収が生じない。そのため、透明フィルム基材 10 として、C=C 結合、C=O 結合、C-O 結合、芳香族環等の官能基の含有量が少ない材料（例えば環状ポリオレフィン）を用いることにより、透明フィルム基材 10 側からの遠赤外線を赤外線反射層 23 で反射させることができ、赤外線反射フィルムの両面側に断熱性を付与できる。このような構成は、例えば冷蔵ショーケースや冷凍ショーケース等で特に有用である。

実施例

[0078] 以下に、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0079] [実施例、比較例で用いた測定方法]

<各層の膜厚>

金属層、金属酸化物層および透明保護層の膜厚は、集束イオンビーム加工観察装置（日立製作所製、製品名「F B-2100」）を用いて、集束イオンビーム（F I B）法により試料を加工し、その断面を、電界放出形透過電子顕微鏡（日立製作所製、製品名「H F-2000」）により観察して求めた。基材上に形成されたハードコート層の膜厚は、瞬間マルチ測光システム（大塚電子製、製品名「M C P D 3000」）を用い、測定対象側から光を入射させた際の可視光の反射率の干渉パターンから、計算により求めた。

[0080] <可視光線透過率および反射率>

可視光線透過率および反射率は、赤外線反射フィルムの透明フィルム基材

側の面を、厚み $25\mu\text{m}$ の粘着剤を介して厚み 3mm のガラス板に貼り合わせたものを試料として用い、分光光度計（日立ハイテック製 製品名「U-4100」）を用いて測定した。透過率は、JIS A5759-2008（建築窓ガラス用フィルム）の透過率計算方法に準じて算出した。反射率は、透明保護層側（実施例2ではNi-Cr層側）から入射角 5° で光を入射し、波長 $380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ の範囲の 5° 絶対反射率を測定した。

[0081] <指脂浸漬試験>

赤外線反射フィルムの透明フィルム基材側の面を、厚み $25\mu\text{m}$ の粘着剤層を介して $3\text{cm}\times 3\text{cm}$ のガラス板に貼り合せたものを試料として用いた。この試料を人工指脂液（尿素0.1重量%、乳酸0.5重量%、ピロリン酸ナトリウム0.8重量%、塩化ナトリウム0.7重量%、エタノール2体積%の水溶液）に浸漬し、 50°C の環境で10日間静置した後に取り出して、赤外線反射層の剥離の有無および外観を目視にて確認した。

[0082] [実施例1]

実施例1では、以下に説明する方法により、ハードコート層を備える透明フィルム基材上に、ZTOからなる金属酸化物層、Ag-Pd金属層（赤外線反射層）、およびNi-Cr金属層を備え、さらにその上に透明樹脂保護層を備える赤外線反射フィルムが作製された。

[0083] （基材へのハードコート層の形成）

厚み $50\mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレートフィルム（東レ製、商品名「ルミラー U48」、可視光線透過率93%）の一方の面に、アクリル系の紫外線硬化型ハードコート層（日本曹達製、NH2000G）が $2\mu\text{m}$ の厚みで形成された。詳しくは、グラビアコーターにより、ハードコート溶液が塗布され、 80°C で乾燥後、超高圧水銀ランプにより積算光量 $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ の紫外線が照射され、硬化が行われた。

[0084] （金属層および金属酸化物層の形成）

巻取式スパッタ装置を用いて、ポリエチレンテレフタレートフィルム基材のハードコート層上に、直流マグネトロンスパッタ法により、膜厚 4nm の

亜鉛－錫複合酸化物（ZTO）層、膜厚16nmの、Ag－Pd合金層（赤外線反射層）、および膜厚5nmのNi－Cr合金層が順次形成された。ZTO層の形成には、酸化亜鉛と酸化錫と金属亜鉛粉末とを、8.5：83：8.5の重量比で焼結させたターゲットが用いられ、電力密度：2.67W/cm²、プロセス圧力：0.4Pa、基板温度80℃の条件でスパッタが行われた。この際、スパッタ製膜室へのガス導入量は、Ar：O₂が98：2（体積比）となるように調整された。Ag－Pd層の形成には、銀：パラジウムを96.4：3.6の重量比で含有する金属ターゲットが用いられた。Ni－Cr層の形成には、ニッケル：クロムを80：20の重量比で含有する金属ターゲットが用いられた。

[0085]（透明保護層の形成）

Ni－Cr層上に、リン酸エステル化合物に由来する架橋構造を有するフッ素系の紫外線硬化型樹脂からなる透明保護層が70nmの膜厚で形成された。詳しくは、フッ素系ハードコート樹脂溶液（JSR製、商品名「JUA204」）の固形分100重量部に対して、リン酸エステル化合物（日本化薬製、商品名「KAYAMER PM-21」）を5重量部添加した溶液を、アプリケーションャーを用いて塗布し、60℃で1分間乾燥後、窒素雰囲気下で超高圧水銀ランプにより積算光量400mJ/cm²の紫外線が照射され、硬化が行われた。なお、上記リン酸エステル化合物は、分子中に1個のアクリロイル基を有するリン酸モノエステル化合物（前記の式（1）において、Xがメチル基、n=0、p=1である化合物）と分子中に2個のアクリロイル基を有するリン酸ジエステル化合物（上記の式（1）において、Xがメチル基、n=0、p=2である化合物）との混合物である。

[0086] [実施例2]

Ni－Cr層上に透明保護層が形成されなかったこと以外は、実施例1と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0087] [実施例3，4]

Ni－Cr層の膜厚が表1に示すように変更されたこと以外は、実施例1

と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0088] [実施例 5]

Ni-Cr 層上に膜厚 4 nm の ZTO 層が形成され、その上に透明保護層が形成された。それ以外は実施例 1 と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。なお、Ni-Cr 層上の ZTO 層の製膜条件は、透明フィルム基材上の ZTO の製膜条件と同様とした。

[0089] [比較例 1]

比較例 1 では、フィルム基材上に ZTO が製膜されず、代わりに膜厚 4 nm の Ni-Cr 合金層が製膜され、その上に膜厚 16 nm の Ag-Pd 層、および膜厚 4 nm の Ni-Cr 金属層が製膜された。さらにその上に実施例 1 と同様にして透明樹脂保護層が形成され、赤外線反射フィルムが作製された。

[0090] [比較例 2～4]

フィルム基材上に ZTO が製膜されず、代わりに膜厚 6 nm のインジウム－錫複合酸化物 (ITO) 層 (比較例 2)、インジウム－亜鉛複合酸化物 (IZO) 層 (比較例 3)、および酸化ニオブ (Nb_2O_5) 層 (比較例 4) がそれぞれ製膜された。それ以外は実施例 1 と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0091] [比較例 5]

ZTO 層の膜厚が 6 nm に変更され、Ni-Cr 層の膜厚が 1 nm に変更された。それ以外は、実施例 1 と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0092] [比較例 6, 7]

ZTO 層の膜厚が 6 nm に変更され、Ni-Cr 層に代えて膜厚 15 nm (比較例 6) あるいは 30 nm (比較例 7) の ZTO 層が製膜された。それ以外は、実施例 1 と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0093] [比較例 8]

ZTO 層と Ag-Pd 層との間に膜厚 2 nm の Ni-Cr 層が形成され、Ag-Pd 層上の Ni-Cr 層の膜厚が 1 nm に変更された。それ以外は実

施例 1 と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0094] [評価]

上記各実施例および比較例の赤外線反射フィルムの積層構成、反射率および透過率、ならびに指脂浸漬試験結果を表 1 に示す。表 1 において、積層構成中の括弧内の数字は各層の膜厚 (nm) を表し、t は金属層および金属酸化物層の膜厚の合計である。指脂浸漬試験結果は、基材から赤外線反射層が剥離していたものを「剥離」、赤外線反射層 (Ag 合金層) の変色 (劣化) がみられたものを「劣化」、剥離および劣化のいずれもみられないものを「良好」として記載している。

[0095] [表1]

	機能性薄膜		透明保護層	指脂浸漬試験	透過率 (%)	反射率 (%)
	積層構成	t (nm)				
実施例 1	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	25	有	良好	30	26
実施例 2	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	25	無	良好	20	49
実施例 3	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (3)	23	有	良好	38	27
実施例 4	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (10)	30	有	良好	17	28
実施例 5	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (4)	29	有	良好	30	24
比較例 1	Ni-Cr (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (4)	24	有	剥離	25	33
比較例 2	ITO (6) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	27	有	剥離	32	25
比較例 3	IZO (6) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	27	有	剥離	32	25
比較例 4	Nb ₂ O ₅ (6) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	27	有	剥離	32	25
比較例 5	ZTO (6) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (1)	23	有	劣化	51	30
比較例 6	ZTO (6) / Ag-Pd (16) / ZTO (15)	37	有	劣化	62	29
比較例 7	ZTO (6) / Ag-Pd (16) / ZTO (30)	52	有	良好	59	32
比較例 8	ZTO (4) / Ni-Cr (2) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (1)	23	有	劣化	39	31

[0096] 表 1 に示す結果から、本発明の実施例の赤外線反射フィルムは、いずれも金属層および金属酸化物層の合計膜厚が 30 nm 以下であるにも関わらず、指脂浸漬試験後も膜剥がれや赤外線反射層の劣化がなく、耐久性に優れることがわかる。なお、透明保護層を有していない実施例 2 においても、実施例 1 と同様の指脂浸漬試験結果が得られたことから、本発明による耐久性の向上は、金属酸化物層および金属層の積層構成に起因するものであるといえる。

[0097] 基材フィルムと赤外線反射層との間に Ni-Cr 層のみを有する比較例 1

では、指脂浸漬試験後に基材フィルムとNi-Cr層との界面で剥離が生じていた。また、基材フィルムと赤外線反射層との間に、ZTO以外の金属酸化物層を備える比較例2～4も同様であった。この結果から、酸化亜鉛および酸化錫を含む複合金属酸化物層が、特異的に、基材と赤外線反射層との密着性を高める作用を有することがわかる。

[0098] 赤外線反射層上に膜厚1nmのNi-Cr層が形成された比較例5では、指脂浸漬試験後の膜剥がれは生じていなかったが、赤外線反射層の劣化がみられた。また、赤外線反射層の表裏両面に、Ni-Cr層が形成された比較例8も同様であった。実施例2と比較例8は、Ni-Cr層の膜厚の合計が同一であるが、赤外線反射層上の片面にのみ膜厚3nmのNi-Cr層を有する実施例2では耐久性が良好であったのに対して、赤外線反射層上のNi-Cr層の膜厚が1nmの比較例8では、赤外線反射層が劣化していた。これらの結果から、本発明では、赤外線反射層上の光吸収性金属層が赤外線反射層を構成する銀の劣化を抑制する作用を有し、その膜厚は2nm以上が好ましいことがわかる。

[0099] なお、実施例2と比較例8は、Ni-Cr層の膜厚の合計が同一であるため、可視光線透過率もほぼ同等の値を示している。すなわち、フィルム基材と赤外線反射層との間に金属層を有さず、赤外線反射層の表面側にのみ金属層を備える本発明の構成は、赤外線反射層の両面に金属層を備える場合に比して、透明性を低下させることなく、赤外線反射フィルムの耐久性が高められることが分かる。また、本発明の構成は、赤外線反射層の両面に金属層を備える構成に比して、機能性薄膜の積層数も減少できることから、赤外線反射フィルムの生産性が高く、耐久性、可視光線透過性、生産性に優れるといえる。

[0100] 赤外線反射層上に膜厚15nmのZTOが形成された比較例6も、比較例5と同様、指脂浸漬試験後に赤外線反射層が劣化していた。一方、赤外線反射層上のZTOの膜厚が30nmに増大された比較例7は、指脂浸漬試験の結果が良好であった。しかし、比較例7は、機能性薄膜の合計膜厚が50nm

mを超えており、生産性に劣ることがわかる。一方、実施例3ではNi-Crの膜厚が3nmでも良好な結果が得られている。これらの結果から、赤外線反射層上に金属層を形成する場合は、金属酸化物層よりも小さな膜厚で耐久性を向上可能であり、赤外線反射フィルムの生産性に優れることがわかる。

符号の説明

- [0101] 100, 101 : 赤外線反射フィルム
- 10 : 透明フィルム基材
 - 11 : 透明フィルム
 - 12 : 硬化樹脂層
 - 20 : 機能性薄膜
 - 21, 27 : 金属酸化物層
 - 23 : 赤外線反射層
 - 25 : 光吸収性金属層
 - 30 : 透明保護層
 - 60 : 接着剤層

請求の範囲

- [請求項1] 透明フィルム基材上に、金属酸化物層；銀を主成分とする赤外線反射層；および光吸収性金属層、をこの順に備える赤外線反射フィルムであって、
- 前記透明フィルム基材は、金属酸化物層形成面側に硬化樹脂層を備え、
- 前記金属酸化物層は、酸化亜鉛および酸化錫を含む複合金属酸化物からなり、
- 前記光吸収性金属層は、膜厚が2 nm～10 nmであり；かつ、ニッケル、クロム、ニオブ、タンタルおよびチタンからなる群から選択される1以上を含み、
- 前記透明フィルム基材と前記赤外線反射層との間に金属層を有していない、赤外線反射フィルム。
- [請求項2] 前記透明フィルム基材の硬化樹脂層と前記金属酸化物層とが直接接している、請求項1に記載の赤外線反射フィルム。
- [請求項3] 前記金属酸化物層と前記赤外線反射層とが直接接している、請求項1または2に記載の赤外線反射フィルム。
- [請求項4] 前記金属酸化物層の膜厚が2 nm～15 nmである、請求項1～3のいずれか1項に記載の赤外線反射フィルム。
- [請求項5] 前記透明フィルム基材上の金属層および金属酸化物層の膜厚の合計が50 nm以下である、請求項1～4のいずれか1項に記載の赤外線反射フィルム。
- [請求項6] 前記光吸収性金属層の赤外線反射層と反対側の面に、さらに透明樹脂層を備える、請求項1～5のいずれか1項に記載の赤外線反射フィルム。
- [請求項7] 可視光線透過率が10%～50%である、請求項1～6のいずれか1項に記載の赤外線反射フィルム。