

明 細 書

発明の名称：赤外線反射基板

技術分野

[0001] 本発明は、透明基材上に赤外線反射層等の薄膜を備える赤外線反射基板に関する。

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。赤外線を反射させつつ可視光を透過させて透明性を確保するために、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。金属層や金属酸化物層の膜厚を調整することにより、透過率および反射率に波長選択性を持たせることができ、赤外線を選択的に反射し、可視光を選択的に透過可能な赤外線反射基板が得られる。また、赤外線反射基板では、基材上に形成された金属層等を化学的に保護するために、樹脂からなる透明保護層（トップコート層）が設けられるのが一般的である。

[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 $5\mu\text{m}$ ～ $25\mu\text{m}$ 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、金属層で反射されことなく、熱伝導により室外へ熱として拡散される。

[0004] 赤外線反射基板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、その厚みを 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、赤外線反射基板の放射率が上昇（断熱性が低下）する傾向がある。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。

[0005] 金属層と金属酸化物層とを交互積層した構成の赤外線反射基板は、可視光の反射を完全に抑制することが困難であり、可視光の反射が視認性の低下につながる場合がある。特に、赤外線反射基板がショーウィンドウ、ショーケース等に用いられる場合、可視光の反射による視認性の低下は顕著な問題となり得る。これに対して、特許文献1で提案されているように、赤外線反射層としての金属層上に、Ni-Cr合金等の光吸収性金属層を設けることにより、可視光の反射が低減され、視認性を改善できる。

[0006] また、特許文献2では、赤外線反射基板がファブリペロー干渉積層体を備えることより、可視光の反射率を低減させることが開示されている。ファブリペロー干渉積層体では、2つの金属層（ミラー層）の間にスペーサ層が挟持されており、このスペーサ層の光学膜厚を調整することにより、所定の波長範囲の光を選択的に透過させ、他の波長範囲の光を反射することができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：WO2011/109306号国際公開パンフレット（Fig. 2等）

特許文献2：WO2004/017700号国際公開パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 特許文献1のように、赤外線反射層上に光吸収性金属層を設ける構成は、赤外線反射層の耐久性を高めるとともに、可視光の反射率を低減可能であるとの点で有用である。しかし、光吸収性金属層による反射率低減は主に可視光線の吸収に由来するものであるため、光吸収性金属層の膜厚を大きくすると、可視光線透過率が低下し、透明性が失われるとの問題がある。
- [0009] 透明性の低下を抑制しつつ、可視光線の反射率を低減させる方法として、例えば、金属層と金属酸化物層の積層数を増大させる方法がある。積層数を増加させるほど、反射率の波長選択性をより厳密に制御できるため、赤外線の反射率を高めて遮熱性および断熱性を高めつつ、可視光線の反射率を低減させ、視認性を改善できる。しかし、積層数の増大は、生産性の低下やコスト増大の問題を生じる。
- [0010] 特許文献1の赤外線反射基板では、Ni-Cr等の金属層と保護層との間に、さらに、膜厚が40nm～80nm程度の金属酸化物からなるスペーサ層や、窒化ケイ素、酸化ケイ素、酸化窒化ケイ素等のシリコン系合金からなる膜厚10nm程度のシリコンベース層が配置されている。特許文献1には、スペーサ層やベース層の役割は明記されていないが、これらは、特許文献2等を開示されているファブリペロー干渉を利用して、赤外線反射基板の反射率や透過率を調整することを目的とするものと推定される。
- [0011] ファブリペロー干渉により、可視光を透過して赤外線を反射させるためには、スペーサ層の光学膜厚を100nm程度、あるいはそれ以上とする必要がある。金属酸化物やシリコン系合金は、屈折率が1.7～2.3程度であり、スペーサ層の光学膜厚を100nm以上とするためには、物理的な膜厚が50nm程度必要となる。金属酸化物やシリコン系合金は、導電性が低く、スパッタによる製膜速度が小さいため、膜厚50nm程度のスペーサ層を製膜することは、生産性の低下やコスト増大の原因となり得る。
- [0012] このように、従来の赤外線反射基板では、反射率の波長選択性を高めて視認性を向上させるためには、生産性やコストを犠牲にして、金属酸化物層等

の積層数を増大させたり、膜厚を大きくする必要があった。かかる現状に鑑み、本発明は、可視光の反射率が小さく視認性に優れ、かつ赤外線反射層と透明保護層との間の金属酸化物層等の膜厚を増大させることなく、生産性に優れる赤外線反射基板の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

- [0013] 上記に鑑みて本発明者らが鋭意検討の結果、赤外線反射基板の表面に形成される透明保護層（トップコート層）の膜厚を調整することにより、赤外線反射層に対する化学的な保護効果に加えて、可視光の反射率低減効果を付与することができることを見出された。これにより、金属層と透明保護層との間の金属酸化物層等の厚みが小さい場合や、金属層と透明保護層とが直接接する構成においても、可視光の反射率が低減された赤外線反射基板が得られることを見出し、本発明に至った。
- [0014] 本発明は、透明基材上に、銀を主成分とする赤外線反射層、光吸収性金属層、および透明保護層、をこの順に備える赤外線反射基板に関する。本発明の赤外線反射基板は、光吸収性金属層の膜厚が15 nm以下であることが好ましい。光吸収性金属層と透明保護層との間隔は、25 nm以下が好ましい。透明基材としては、ガラスや可撓性の透明フィルム等が用いられる。赤外線反射フィルムの生産性を高める観点から、透明基材として可撓性の透明フィルムが好ましく用いられる。
- [0015] 透明保護層は膜厚が10 nm～120 nmであることが好ましい。また、透明保護層は、屈折率と膜厚の積で表される光学膜厚が50 nm～150 nmであることが好ましい。
- [0016] 光吸収性金属層としては、ニッケル、クロム、またはニッケル-クロム合金、を主成分とする金属層が好ましく用いられる。赤外線反射層としては、銀100重量部に対して、0.1重量部～10重量部のパラジウムを含有する銀合金層が好ましく用いられる。
- [0017] 一実施形態の赤外線反射基板では、光吸収性金属層と透明保護層とが直接接している。

[0018] 別の実施形態の赤外線反射基板では、光吸収性金属層と透明保護層との間に、金属酸化物、金属窒化物または金属酸窒化物を主成分とする透明無機層を備える。この実施形態では、透明無機層と透明保護層とが直接接していることが好ましい。また、透明無機層と金属層とが直接接していることが好ましい。透明無機層は、金属酸化物層であることが好ましく、中でも酸化亜鉛と酸化錫を含む複合金属酸化物が好ましく用いられる。

[0019] 本発明の赤外線反射基板の一実施形態において、透明保護層は、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を有する有機物層である。当該形態において、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1重量%～20重量%が好ましい。エステル化合物としては、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が好ましく用いられる。

[0020] 本発明の赤外線反射基板の透過率は、好ましくは15%～50%である。

発明の効果

[0021] 本発明の赤外線反射基板は、赤外反射層上の光吸収性金属層による光吸収と、透明保護層による反射防止効果とが相俟って可視光の反射率が低減され、高い視認性を有する。そのため、光吸収性金属層と透明保護層との間に、膜厚の大きい金属酸化物層等を設ける必要がなく、光吸収性金属層と透明保護層との間隔を25nm以下とできるため、生産性に優れる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]一実施形態の赤外線反射基板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基板の積層構成を模式的に示す断面図である。
[図3]赤外線反射基板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

[0023] 図1は、赤外線反射基板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、赤外線反射基板101は、透明基材10の一主面上に、赤外線反射層23を備える。透明基材10と赤外線反射層23との間には、図1に示すように金属酸化物層21等が存在してもよい。また、透明基材10と赤外

線反射層 23 とは、直接接していてもよい。

[0024] 赤外線反射層 23 上には、光吸収性金属層 25 が形成されている。図 1 に示す形態では、光吸収性金属層 25 上に、透明無機層 27 を介して透明保護層 30 が形成されている。本発明の赤外線反射基板は、光吸収性金属層と透明保護層との間隔が 25 nm 以下である。すなわち、図 1 に示す形態では、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に配置される透明無機層 27 の膜厚 t が 25 nm 以下である。

[0025] 図 2 に示す赤外線反射基板 102 では、光吸収性金属層 25 上に、直接、透明保護層 30 が形成されている。図 2 に示す形態では、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間隔は 0 である。

[0026] このように、本発明の赤外線反射基板は、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に、他の層を有していないか、あるいは透明無機層 27 等が形成されている場合でもその膜厚が 25 nm 以下である。このように、本発明の赤外線反射基板は、その製造工程において、金属層上に膜厚の大きい金属酸化物層等を形成する必要がないため、生産性に優れる。

[0027] 図 3 は、赤外線反射基板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、赤外線反射基板 100 は、透明基材 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、赤外線反射基板 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 23 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。

[0028] 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。

[0029] [透明基材]

透明基材 10 としては、可視光線透過率が 80% 以上のものが好適に用いられる。なお、本明細書において、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。

[0030] 透明基材 10 の厚みは、特に限定されないが、例えば $10\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ 程度である。透明基材としては、ガラス板や可撓性の透明樹脂フィルム等が用いられる。特に、赤外線反射基板の生産性を高め、かつ窓ガラス等へ赤外線反射基板を貼り合わせる際の施工を容易とする観点からは、可撓性の透明樹脂フィルムが好適に用いられる。透明基材として透明樹脂フィルムが用いられる場合、その厚みは $10\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ 程度の範囲が好適である。また、透明基材 10 上に、金属層や金属酸化物層等が形成される際に、高温で加工が行われる場合があるため、透明樹脂フィルム基材を構成する樹脂材料は、耐熱性に優れるものが好ましい。透明樹脂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。

[0031] 透明基材 10 が透明樹脂フィルム基材である場合、赤外線反射基板の機械的強度を高める等の目的で、透明フィルム 11 の表面に硬化樹脂層 12 を備えるものが好適に用いられる。また、透明フィルム 11 の赤外線反射層 23 形成面側に硬化樹脂層 12 を備えることで、赤外線反射層 23 や、その上に形成される透明保護層 30 等の耐擦傷性が高められる傾向がある。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。

[0032] 透明基材 10 の赤外線反射層 23 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、フレーム処理、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。

[0033] [赤外線反射層]

透明基材 10 上には、赤外線反射層 23 が形成される。赤外線反射層 23 は、透明基材 10 上に直接形成されてもよい。また、図 1 および図 2 に示すように、透明基材 10 上に金属酸化物層 21 等が形成され、その上に赤外線反射層 23 が形成されてもよい。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。

[0034] 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基板が得られる。

[0035] 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、赤外線反射基板の可視光線透過率を高めることができる。

[0036] 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、赤外線反射基板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。

[0037] 赤外線反射基板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。

[0038] 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、スパッタ法により製膜されることが好ましい。

[0039] [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、赤外線反射基板を備える窓ガラス等の視認性を高める作用を有する。

[0040] 光吸収性金属層 25 としては、ニッケル (Ni)、クロム (Cr)、または Ni - Cr 合金を主成分とする金属層が好ましく用いられる。これらの金属は、可視光を吸収することにより赤外線反射基板の可視光線反射率を低減させるとともに、赤外線反射層 23 の保護層としての機能も備え得る。また、これらの金属は、遠赤外線の吸収率が小さいため、赤外線反射基板の放射率を低く保ち、断熱性を高める作用も有する。光吸収性金属層 25 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。光吸収性金属層 25 は、Ni と Cr の含有量が上記範囲の Ni - Cr 合金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。

[0041] 光吸収性金属層 25 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く、6 nm 以下が特に好ましい。光吸収性金属層 25 の膜厚が上記範囲であれば、光吸収性金属層による可視光

の吸収が過度に増大することがなく、赤外線反射基板の透明性が保たれる。また、光吸収性金属層の膜厚が15 nmを超えると、可視光の吸収が増加するにも関わらず、多重干渉による可視光の反射率が増大する。すなわち、光吸収性金属層の膜厚が過度に大きいと、可視光の吸収および反射が増大し、これに伴って可視光の透過率が大幅に低下し、視認性が低下する傾向がある。かかる観点からも、光吸収性金属層の膜厚は、15 nm以下であることが好ましい。

[0042] 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、可視光の反射率低減により赤外線反射基板の視認性が向上する。

[0043] 光吸収性金属層25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、光吸収性金属層25は、赤外線反射層23と同様に、スパッタ法によって製膜されることが好ましい。

[0044] [透明保護層]

光吸収性金属層25上には、赤外線反射層23や光吸収性金属層25の擦傷防止や化学的な保護作用を付与する目的で、透明保護層30が設けられる。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。

[0045] 本発明において、透明保護層30の膜厚は10 nm～120 nmである。透明保護層の膜厚が120 nm以下と小さい場合、透明保護層30による遠赤外線吸収がほとんど無く、赤外線反射基板による断熱性が高められる。ま

た、透明保護層 30 の膜厚を 10 nm 以上とすることにより、赤外線反射層 23 等に対する化学的な耐久性や耐擦傷が高められる。

[0046] さらに、本発明では、透明保護層 30 の膜厚を上記範囲とすることにより、透明保護層 30 の表面側での反射光と光吸収性金属層 25 側の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反射防止層としての作用を付与できる。そのため、可視光の反射率を調整する目的で、赤外線反射層上に膜厚の大きい金属酸化物層等を形成する必要がなく、赤外線反射基板の生産性が高められる。

[0047] 可視光の反射率を低下させるために、透明保護層 30 の光学膜厚（屈折率と物理的な膜厚の積）は、50 nm～150 nm が好ましく、70 nm～130 nm がより好ましく、80 nm～120 nm がさらに好ましい。透明保護層の光学膜厚が上記範囲であれば、透明保護層による反射防止効果が高められることに加えて、光学膜厚が可視光の波長範囲よりも小さいため、界面での多重反射干渉により、赤外線反射基板の表面が虹模様に見える「虹彩現象」が抑制され、赤外線反射基板の視認性が高められる。なお、屈折率は、波長 590 nm（Na-D 線の波長）における値である。

[0048] 透明保護層が樹脂層である場合、その屈折率は、一般に 1.3～1.7 程度であるため、光学膜厚を上記範囲内として可視光の反射率を低減させる観点から、透明保護層 30 の厚みは 40 nm～100 nm がより好ましく、50 nm～90 nm がさらに好ましく、55 nm～85 nm が特に好ましい。

[0049] 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。赤外線反射層や光吸収性金属層に対する擦傷防止や化学的な保護作用を高める観点からは、樹脂材料が好ましい。樹脂材料としては、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、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。

[0050] 透明保護層 30 の材料には、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、赤外線反射層等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。

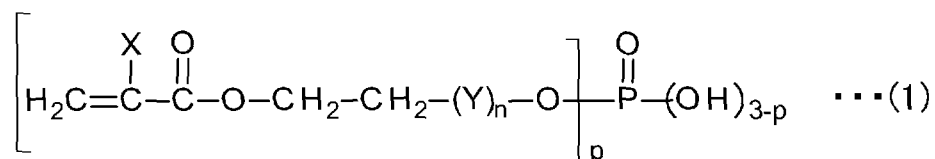
[0051] 酸性基と重合性官能基とを同一分子中に有するエステル化合物としては、リン酸、硫酸、シュウ酸、コハク酸、フタル酸、フマル酸、マレイン酸等の多価の酸と；エチレン性不飽和基、シラノール基、エポキシ基等の重合性官能基と水酸基とを分子中に有する化合物とのエステルが挙げられる。なお、当該エステル化合物は、ジエステルやトリエステル等の多価エステルでもよいが、多価の酸の少なくとも１つの酸性基がエステル化されていないことが好ましい。

[0052] 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と光吸収性金属層２５との間、あるいは透明保護層３０と透明無機層２７との間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、金属層や金属酸化物層との密着性に優れている。特に、リン酸エステル化合物に由来する架橋構造を有する透明保護層は、金属酸化物との密着性に優れる。そのため、透明保護層３０がリン酸エステル化合物由来の架橋構造を有する場合、赤外線反射基板は、図２に示すように、光吸収性金属層２５上に透明無機層２７を備え、その上に透明保護層３０が形成されることが好ましい。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。

[0053] 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。

[0054] [化1]



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

[0055] 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。

[0056] 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、この溶液を光吸収性金属層25上、あるいは透明無機層27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。

[0057] 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。

[0058] 以上説明したように、本願発明の赤外線反射基板では、光吸収性金属層による光吸収と、透明保護層による反射防止効果とが相俟って、可視光の反射率が低減され、視認性が改善される。そのため、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に、ファブリペロー干渉のスペーサ層として作用し得る膜厚の大きな金属酸化物層を形成する必要がなく、赤外線反射基板の生産性が高められる。

[0059] [光吸収性反射層と透明保護層の間の層構成]

本発明の赤外線反射基板は、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間隔 t が 25 nm 以下であれば、その層構成は特に限定されない。図 2 に示すように、光吸収性金属層 25 上に透明保護層 30 が直接形成されていてもよく、図 1 に示すように、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に、透明無機層 27 等が形成されていてもよい。また、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に、複数の金属層や透明無機層等が形成されていてもよい。なお、赤外線反射基板の生産性を高める観点から、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に形成される層は単層であることが好ましい。光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間隔 t は、20 nm 以下が好ましく、15 nm 以下がより好ましく、10 nm 以下がさらに好ましい。なお、透明無機層 27 の膜厚の最小値は 0 であり、図 2 に示すように光吸収性金属層 25 上に透明保護層 30 が直接形成されている形態であってもよい。

[0060] <透明無機層>

赤外線反射基板 101 が、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との間に、透明無機層 27 を備える場合、透明無機層 27 の材料としては、金属酸化物、金属窒化物および金属酸窒化物等を主成分とするものが好ましく用いら

れる。

[0061] 透明無機層 27 を構成する金属酸化物としては、In, Zn, Sn, Al, Ga, Tl, Ti, Zr, Hf, Ce, Sb, V, Nb, Ta, Si, Ge 等の酸化物や、これらの複合酸化物（例えば、酸化インジウム錫（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化亜鉛錫（ZTO）、アルミドープ酸化亜鉛（AZO）、ガリウムドープ酸化亜鉛（GZO）、アンチモンドープ酸化錫（ATO））等を用いることができる。金属窒化物としては、例えば窒化シリコンが好ましく用いられる。酸窒化物としては、酸窒化シリコンやサイアロン（SiAlON）等の無機材料が好ましく用いられる。

[0062] 透明無機層 27 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、透明無機層 27 は、スパッタ法により製膜されることが好ましく、生産性の観点からは直流スパッタが特に好ましい。透明基材 10 が可撓性のフィルムであり、赤外線反射層 23、光吸収性金属層 25 および透明無機層 27 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、赤外線反射基板の生産性が大幅に向上し得る。

[0063] 透明無機層 27 は、赤外線反射層 23 や光吸収性金属層 25 に対する保護層としての作用を有し得る。例えば、透明無機層 27 は、酸素等に対するガスバリア層として作用し、赤外線反射層 23 や光吸収性金属層 25 の酸化による劣化を抑制する作用を有し得る。また、透明無機層 27 は、光吸収性金属層 25 と透明保護層 30 との密着性を向上させることにより、透明保護層 30 による、赤外線反射層 23 や光吸収性金属層 25 に対する保護性能を向上する作用も有し得る。

[0064] 中でも、前述のように、透明保護層 30 がリン酸エステル化合物由来の架橋構造を有し、透明無機層 27 が金属酸化物である場合に、密着性が大幅に向上し、赤外線反射基板の耐久性が高められる傾向がある。特に、透明無機層 27 を構成する金属酸化物が、酸化亜鉛と酸化錫とを含む複合金属酸化物

である場合、金属酸化物自体の化学的な耐久性が高く、透明保護層との密着性に優れるため、赤外線反射基板の耐久性が顕著に向上する傾向がある。

[0065] 透明無機層（金属酸化物層）27が、酸化亜鉛と酸化錫とを含む複合金属酸化物からなる場合、金属酸化物層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、光吸収性金属層25や透明保護層30との密着性が低下する場合がある。

[0066] 金属酸化物層27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。

[0067] 金属酸化物層27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。

[0068] 金属酸化物層27の膜厚は、2nm以上が好ましく、3nm以上がより好ましい。膜厚が2nm以上であれば、光吸収性金属層25に対する金属酸化

物層 27 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 27 の膜厚は、25 nm 以下である。金属酸化物層の膜厚が大きい場合、製膜時間の増大による生産性の低下を招来する。また、金属酸化物層の膜厚を過度に大きくすると、密着性はむしろ低下する傾向がある。そのため、金属酸化物層 27 の膜厚は、金属層と透明保護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 27 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。

[0069] 前述のように、酸化亜鉛と酸化錫とを含む複合金属酸化物からなる金属酸化物層は、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、金属酸化物層が製膜されることが好ましい。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。

[0070] 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。

[0071] スパッタ法により金属酸化物層が製膜される場合、製膜室内を真空排気後に、スパッタ製膜室内に、Ar等の不活性ガスと酸素を導入しながら、製膜が行われる。金属酸化物層製膜時の製膜室内への酸素の導入量は、全導入ガス流量に対し8体積%以下であることが好ましく、5体積%以下であることがより好ましく、4体積%以下であることがさらに好ましい。酸素導入量を小さくすることで、金属酸化物層27の下地となる光吸収性金属層や赤外線反射層23の酸化が抑制される。また、金属酸化物層27の製膜時の酸素の導入量を小さくすることによって、金属酸化物層27の光吸収性金属層25との密着性が高められる傾向がある。金属酸化物層と金属層との密着性が向上する理由は定かではないが、ターゲット中の金属を酸化して化学量論組成の金属酸化物（酸化亜鉛（ ZnO ）および／または酸化錫（ SnO_2 ））とするための酸素が不足しており、残存金属や、酸素量が化学量論組成に満たない酸素不足状態の金属酸化物を含有していることが密着性の向上に寄与していると推定される。なお、酸素導入量は、金属酸化物層の製膜に用いられるターゲットが配置された製膜室への全ガス導入量に対する酸素の量（体積%）である。遮蔽板により区切られた複数の製膜室を備えるスパッタ製膜装置が用いられる場合は、それぞれの区切られた製膜室へのガス導入量を基準に酸素導入量が算出される。

[0072] 一方、スパッタ製膜時の酸素の導入量が過度に少ないと、酸素不足状態の金属酸化物の量が増大し、可視光線透過率の低下を招く傾向がある。そのため、スパッタ製膜時の製膜室内への酸素の導入量は、全導入ガス流量に対し0.1体積%以上が好ましく、0.5体積%以上がより好ましく、1体積%以上がさらに好ましい。

[0073] さらに、上記のターゲットを用いて、所定の酸素導入量で、直流スパッタにより酸化亜鉛錫（ZTO）が製膜される場合は、金属酸化物としてITOやIZO等が製膜される場合に比して、連続製膜時のターゲット上への粉末の生成（付着）が少ないとの利点を有する。ターゲット表面に粉末が付着すると、異常放電やスパッタ装置内の汚染が発生し、安定した品質を有するフ

ィルムが得られなくなる。そのためターゲット表面に粉末が付着した場合は、一旦製膜を停止して、ターゲット表面の研磨やスパッタ装置の清掃作業等のメンテナンスを行う必要がある。また、メンテナンス後に製膜を再開する際に、スパッタ製膜室を真空化するためにも時間を要する。

[0074] 連続製膜時のターゲット上への粉末の付着が抑制されることにより、製膜室等のメンテナンス周期が長期化される（メンテナンス頻度が低減される）ため、赤外線反射基板の生産効率を向上できる。特に、巻取り式スパッタにより連続製膜が行われる場合は、スパッタ装置のメンテナンス頻度を低くして、連続製膜長を大きくできるため、生産性が飛躍的に向上し得る。

[0075] 金属酸化物層 27 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。

[0076] [透明基材と赤外線反射層との間の層構成]

透明基材 10 と赤外線反射層 23 との間の層構成は特に限定されず、透明基材 10 上に、赤外線反射層 23 が直接形成されてもよく、透明基材 10 上に他の層を介して赤外線反射層 23 が形成されていてもよい。

[0077] 透明基材 10 と赤外線反射層 23 との間には、赤外線反射層等の耐久性向上や、密着性向上、光学調整等の目的で、金属層や金属酸化物層等が設けられていてもよい。例えば、図 1 および図 2 に示すように、透明基材 10 と赤外線反射層 23 との間に金属酸化物層 21 が設けられることにより、両者の密着性を向上させ、赤外線反射基板にさらなる耐久性を付与することもできる。

[0078] <金属酸化物層>

透明基材 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 の材料としては、透明無機層 27 を構成する材料として先に例示した金属酸化物が好ましく用いられる。特に、透明基材 10 と赤外線反射層 23 との間に、酸化亜鉛と酸化錫とを含む複合金属酸化物層を設けることにより、透明基材 10 と赤外線反射層 23 との密着性が高められる傾向がある。

[0079] 従来技術では、銀等からなる赤外線反射層と他の層との密着性を高める目的で、赤外線反射層に隣接するプライマー層として Ni-Cr 等の金属層を設け、基材等との密着性を高めることが行われている。しかしながら、赤外線反射基板に指脂成分等が浸透すると、Ni-Cr 等の金属層と基材との界面で剥離を生じる場合がある。これに対して、透明基材 10 上に、ZTO 等の金属酸化物層 21 を介して赤外線反射層 23 を形成することにより密着性が高められるとともに化学的な耐久性が高められる。そのため、指脂成分等が浸透した場合でも界面での剥離が生じ難く、赤外線反射基板の耐久性が高められる傾向がある。

[0080] 金属酸化物層 21 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、金属酸化物層 21 は、スパッタ法により製膜されることが好ましく、生産性の観点からは直流スパッタが特に好ましい。金属酸化物層 21 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 27 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。

[0081] 透明基材 10 と金属酸化物層 21 との間、および金属酸化物層 21 と赤外線反射層 23 との間のそれぞれには、さらに別の層が形成されていてもよい。なお、本発明の赤外線反射基板は、透明基材 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、透明基材 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、赤外線反射基板の可視光線透過率を向上できる。また、透明基材 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、赤外線反射基板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、赤外線反射基板の生産性が高められる。

[0082] 生産性向上の観点から、透明基材 10 と赤外線反射層 23 との間に形成される層は単層であることが好ましい。密着性向上の観点からは、透明基材 10 と金属酸化物層 21 とが直接接することが好ましい。同様に、金属酸化物層 21 と赤外線反射層 23 とが直接接することが好ましい。これらを総合すると、本発明の赤外線反射基板では、透明基材 10 上に直接接するように金属酸化物層 21 が形成され、その上に直接赤外線反射層 23 が形成されることが好ましい。

[0083] [赤外線反射基板の特性]

本発明の赤外線反射基板は、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。

[0084] 赤外線反射基板の可視光線透過率は、15%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、透明基材 10 と赤外線反射層 23 との間に光吸収性の金属層を有さず、赤外線反射層 23 と透明保護層 30 との間にのみ光吸収性金属層 25 を備える構成により、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る。また、本発明の赤外線反射基板は、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。

[0085] [用途]

上記のように、本発明の赤外線反射基板は、透明基材 10 の一主面上に、赤外線反射層 23、光吸収性金属層 25 および透明保護層 30 を備え、必要に応じてこれらの層間に他の層を備える。本発明の赤外線反射基板は、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。

[0086] 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 23 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。

[0087] 透明基材 10 がガラス板等の剛性体である場合は、赤外線反射基板をそのまま枠体等に嵌め込んで、遮熱・断熱窓とすることができる。透明基材 10 が可撓性フィルムである場合は、赤外線反射基板を窓ガラス等の剛性基材と貼り合わせて用いることが好ましい。なお、透明基材が剛性体である場合も、赤外線反射基板を窓ガラス等の他の剛性体と貼り合わせて用いることもできる。

[0088] 透明基材 10 の赤外線反射層 23 形成面と反対側の面には、赤外線反射基板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。

[0089] 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。

[0090] なお、透明基材 10 が可撓性フィルムである場合でも、例えば特開 2013-61370 号公報に開示されているように、赤外線反射基板を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、赤外線反射基板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

[0091] 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。

[0092] [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（FIB）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「HF-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「MCPD3000」）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。

[0093] <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。ただし、実施例1の赤外線反射基板は、ガラス板を貼り合わせずにそのまま測定試料として用いた。透過率は、JIS A 5759-2008（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。

[0094] [実施例1]

実施例1では、以下に説明する方法により、ガラス基板上に、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基板が作製された。

[0095] 平行平板式スパッタ装置を用いて、ガラス基板上に、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）、膜厚 5nm のNi-Cr合金層、および膜厚 4nm のZTO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： $2.67\text{W}/\text{cm}^2$ 、プロセス圧力： 0.4Pa 、基板温度 80°C 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： O_2 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。

[0096] （透明樹脂保護層の形成）

ZTO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樹脂保護層が70nmの膜厚で形成された。詳しくは、アクリル系ハードコート樹脂溶液（JSR製、商品名「オプスター Z7540」）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、アプリケーションナーを用いて塗布し、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。硬化後の樹脂保護層の屈折率は1.5であった。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。

[0097] [実施例2]

実施例2では、透明基材として、ガラス板に代えて、厚み50μmのポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム（東レ製、商品名「ルミラー U48」、可視光線透過率93%）が用いられ、巻取り式スパッタ装置を用いて、金属酸化物層および金属層の製膜が行われた。それ以外は実施例1と同様にして、フィルム基材上に、ZTO金属酸化物層、Ag-Pd金属層、Ni-Cr金属層、ZTO金属酸化物層および透明樹脂保護層をこの順に備える赤外線反射フィルムが作製された。

[0098] [実施例3]

実施例3では、透明基材として表面にハードコート層を備えるPETフィルムが用いられた。PETフィルム的一方の面に、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2μm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℃で乾燥後、超高圧水銀ランプにより積算光量300mJ/cm²の紫外線が照射され、硬化が行われた。

[0099] このハードコート層付きのPETフィルムのハードコート層形成面側に、実施例2と同様に巻取り式スパッタ装置を用いて、ZTO金属酸化物層、Ag-Pd金属層、Ni-Cr金属層およびZTO金属酸化物層が製膜され、その上に透明樹脂保護層が形成された。

[0100] [実施例4]

Ni-Cr金属層上にZTO金属酸化物層が形成されなかったこと以外は、実施例3と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0101] [実施例5, 6]

Ni-Cr金属層の膜厚が表1に示すように変更されたこと以外は、実施例4と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0102] [実施例7]

Ni-Cr金属層上のZTO金属酸化物層の膜厚が15nmに変更されたこと以外は実施例3と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0103] [実施例8]

樹脂保護層の膜厚が10nmに変更されたこと以外は実施例7と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0104] [比較例1]

ZTO金属酸化物層上に、樹脂保護層が形成されなかったこと以外は実施例3と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0105] [比較例2, 3]

樹脂保護層の膜厚が表1に示すように変更されたこと以外は実施例4と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0106] [比較例4]

Ni-Cr金属層の膜厚が20nmに変更されたこと以外は、実施例4と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0107] [比較例5]

Ni-Cr金属層上のZTO金属酸化物層の膜厚が30nmに変更されたこと以外は実施例3と同様にして赤外線反射フィルムが作製された。

[0108] [評価]

上記各実施例および比較例の赤外線反射基板（赤外線反射フィルム）の積層構成、反射率および透過率の測定結果を表 1 に示す。表 1 において、薄膜積層構成の括弧内の数字は各層の膜厚（nm）を表す。

[0109]

[表1]

	基材	薄膜積層構成	透明樹脂層		反射率 (%)	透過率 (%)
			膜厚 (nm)	光学膜厚 (nm)		
実施例1	ガラス	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (4)	70	105	23	31
実施例2	PET	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (4)	70	105	23	31
実施例3	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (4)	70	105	23	31
実施例4	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	70	105	25	30
実施例5	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (2)	70	105	29	45
実施例6	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (10)	70	105	28	17
実施例7	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (15)	70	105	18	33
実施例8	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (15)	10	15	28	28
比較例1	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (4)	—		48	22
比較例2	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	150	225	39	25
比較例3	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5)	5	8	48	21
比較例4	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (20)	70	105	35	11
比較例5	PET/HC	ZTO (4) / Ag-Pd (16) / Ni-Cr (5) / ZTO (30)	70	105	16	32

[0110] 本発明の実施例の赤外線反射フィルムは、いずれもNi-Cr層と樹脂保護層（透明保護層）との間隔が25nm以下であり、実施例1～3，7，8

のZTO層は、ファブリペロー干渉積層体のスペーサ層として可視光を選択透過させるほどの大きな膜厚を有していないにも関わらず、可視光の反射率が30%未満に抑制されている。

[0111] 実施例1～3では、透明基材の種類が変更されているが、可視光の透過率および反射率はいずれも同等の値を示した。一方、実施例3と比較例1（透明保護層なし）との対比から、本発明の赤外線反射基板では、透明保護層により反射率が低減されていることが分かる。また、実施例4と比較例2, 3との対比、あるいは実施例7と実施例8との対比から、透明保護層の（光学）膜厚を調整することにより、反射率が低減されていることがわかる。

[0112] 実施例4～6（Ni-Cr層の膜厚が2nm～10nm）では、反射率はほぼ同等であり、Ni-Cr層の膜厚が大きくなるにつれて、光吸収の増大により透過率が増大する傾向がみられた。一方、Ni-Crの膜厚が20nmの比較例4は、透過率が11%と低いにも関わらず、実施例4～6に比べて反射率が増大している。これらの結果から、光吸収性金属層の膜厚は、赤外線反射層に対する保護機能を発揮し得る範囲において、15nm以下で、できる限り小さいことが好ましいといえる。

[0113] ZTO金属酸化物層の膜厚が30nmである比較例5は低反射率を示したが、金属酸化物層の膜厚が大きいため、スパッタによる製膜に時間を要し、生産性が低かった。この結果から、本発明によれば、トップコートとして形成される透明保護層の（光学）膜厚を調整することにより、生産性を低下させることなく、金属酸化物層の膜厚を大きくした場合と同等の反射防止効果を得られることがわかる。

符号の説明

[0114] 100, 101, 102 : 赤外線反射基板

10 : 透明基材

11 : 透明フィルム

12 : 硬化樹脂層

21 : 金属酸化物層

- 2 3 : 赤外線反射層
- 2 5 : 光吸収性金属層
- 2 7 : 透明無機層（金属酸化物層）
- 3 0 : 透明保護層
- 6 0 : 接着剤層

請求の範囲

- [請求項1] 透明基材上に、銀を主成分とする赤外線反射層；光吸収性金属層；および透明保護層、をこの順に備える赤外線反射基板あって、
前記光吸収性金属層の膜厚が15 nm以下であり、
前記透明保護層の膜厚が10 nm～120 nmであり、
前記光吸収性金属層と前記透明保護層との間隔が25 nm以下である、赤外線反射基板。
- [請求項2] 前記透明保護層は、屈折率と膜厚の積で表される光学膜厚が50 nm～150 nmである、請求項1に記載の赤外線反射基板。
- [請求項3] 前記光吸収性金属層が、ニッケル、クロム、またはニッケル-クロム合金、を主成分とする金属層である、請求項1または2に記載の赤外線反射基板。
- [請求項4] 前記赤外線反射層は、銀100重量部に対して、0.1重量部～10重量部のパラジウムを含有する銀合金層である、請求項1～3のいずれか1項に記載の赤外線反射基板。
- [請求項5] 前記光吸収性金属層と前記透明保護層とが直接接している、請求項1～4のいずれか1項に記載の赤外線反射基板。
- [請求項6] 前記光吸収性金属層と前記透明保護層との間に、金属酸化物、金属窒化物または金属酸窒化物を主成分とする透明無機層を備え、
前記透明無機層と前記透明保護層とが直接接している、請求項1～4のいずれか1項に記載の赤外線反射基板。
- [請求項7] 前記透明無機層と前記金属層とが直接接している、請求項6に記載の赤外線反射基板。
- [請求項8] 前記透明無機層が、酸化亜鉛と酸化錫を含む複合金属酸化物からなる、請求項6または7に記載の赤外線反射基板。
- [請求項9] 前記透明保護層は、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を有する有機物層であり、
前記透明保護層中の、前記エステル化合物に由来する構造の含有量

が1重量%～20重量%である、請求項1～8のいずれか1項に記載の赤外線反射基板。

[請求項10] 前記エステル化合物が、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である、請求項9に記載の赤外線反射基板。

[請求項11] 前記透明基材が、可撓性の透明フィルムである、請求項1～10のいずれか1項に記載の赤外線反射基板。

[請求項12] 可視光線透過率が15%～50%である、請求項1～11のいずれか1項に記載の赤外線反射基板。