

明 細 書

発明の名称：

表面処理ガラスクロス、プリプレグ及びプリント配線板

技術分野

[0001] 本発明は、表面処理ガラスクロス、プリプレグ及びプリント配線板に関する。

背景技術

[0002] 従来、プリント配線板に用いられるガラスクロスとして、樹脂との密着性を向上させるためにシランカップリング剤を用いて表面処理を施したガラスクロスが知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1に記載された表面処理ガラスクロスによれば、風合いが硬くなり、巻取時に目寄れや目曲りが発生せず、かつ生産効率が改善される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5－125663号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、電子機器の小型化、薄型化によりプリント配線板のさらなる信頼性向上が望まれる。

[0006] 本発明は、かかる事情に鑑み、プリント配線板の信頼性を改善することができる表面処理ガラスクロス、該表面処理ガラスクロスを用いるプリプレグ、及び、該表面処理ガラスクロスを用いるプリント配線板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] プリント配線板の信頼性は、ガラスと樹脂との表面剥離を抑制することで向上することができ、表面処理ガラスクロスの表面処理層の状態に密接な関

係があることが知られている。従来、表面処理層の状態は、シランカップリング剤の付着量により評価されている。本発明者らは、表面処理ガラスクロス
の表面処理層の状態について、鋭意検討を重ねた結果、同じ付着量であ
っても、表面処理ガラスクロス表面に固着している成分量と、表面高さを特定
の範囲とすることとがプリント配線板の信頼性（白化距離）の改善に効果
あることを見出し、本発明に到達した。

[0008] ここで、前記白化距離とは、前記表面処理層におけるガラスと樹脂との間
の界面剥離の程度を示す指標である。従って、前記白化距離が小さいほど、
プリント配線板の信頼性が高くなる。

[0009] そこで、本発明の表面処理ガラスクロスは、前記目的を達成するために、
表面に表面処理層を備える表面処理ガラスクロスであって、前記表面処理層
は、シランカップリング剤を含み、前記表面処理層の固着成分の炭素付着量
が0.030～0.060質量%の範囲であり、前記表面処理層の固着成分
の面の算術平均高さが1.0～3.0nmの範囲であり、前記固着成分の炭
素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積が0.060～0.10
0の範囲であることを特徴とする。

[0010] 本発明の表面処理ガラスクロスによれば、前記固着成分の炭素付着量と前
記固着成分の面の算術平均高さとの積が0.060～0.100の範囲であ
ることにより、プリント配線板の信頼性を改善することができる。

[0011] 本発明の表面処理ガラスクロスでは、前記固着成分の炭素付着量と前記固
着成分の面の算術平均高さとの積が0.060未満では、プリント配線板の
信頼性を十分に改善することができない。また、前記固着成分の炭素付着量
と前記固着成分の面の算術平均高さとの積が0.100超では、固着成分が
塊となり、均一な表面処理とならず、界面接着性が低下する。

[0012] また、本発明の表面処理ガラスクロスでは、前記固着成分の炭素付着量と
前記固着成分の面の算術平均高さとの積が0.075～0.097の範囲で
あることが好ましく、0.086～0.093の範囲であることがより好ま
しい。

[0013] また、本発明のガラスクロスにおいて、前記シランカップリング剤は、少なくとも1つのメタアクリロイル基、又は、アクリロイル基を有するシランカップリング剤であることが好ましく、メタアクリロイル基を有するシランカップリング剤であることがより好ましい。

[0014] また、本発明のプリプレグは、本発明の表面処理ガラスクロスを含むことを特徴とし、本発明のプリント配線板は、本発明の表面処理ガラスクロスを含むことを特徴とする。

発明を実施するための形態

[0015] 次に、本発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。

[0016] 本実施形態の表面処理ガラスクロスは、表面に表面処理層を備え、前記表面処理層は、シランカップリング剤を含み、前記表面処理層の固着成分の炭素付着量が0.030～0.060質量%の範囲であり、前記表面処理層の固着成分の面の算術平均高さが1.0～3.0nmの範囲であり、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積が0.060～0.100の範囲であり、好ましくは0.075～0.097の範囲であり、より好ましくは0.086～0.093の範囲である。

[0017] 本実施形態の表面処理ガラスクロスは、例えば、次のようにして製造することができる。

[0018] まず、所定のガラスバッチ（ガラス原材料）を溶融して繊維化することにより、ガラスフィラメントを得る。前記ガラスフィラメントを構成するガラス組成は、特に限定されないが、Eガラス、Tガラス、NEガラス、Lガラス等の組成が好ましい。低誘電率と低誘電正接という点から、NEガラス、Lガラスがより好ましく、具体的には、全量に対し、48.0～62.0質量%の範囲の SiO_2 と、17.0～26.0質量%の範囲の B_2O_3 と、9.0～18.0質量%の範囲の Al_2O_3 と、0～6.0質量%の範囲の MgO と、0.1～9.0質量%の範囲の CaO と、合計で0～0.5質量%の範囲の Na_2O 、 K_2O 及び Li_2O と、0～5.0質量%の範囲の TiO_2 と、0～6.0質量%の範囲の SrO と、0～6.0質量%の範囲の P_2O_5 と、

合計で0～3.0質量%の範囲のF₂およびCl₂とを含む組成がさらに好ましい。

[0019] ここで、前述したガラスの組成の各成分の含有量の測定は、軽元素であるLiについてはICP発光分光分析装置を用いて行うことができ、その他の元素は波長分散型蛍光X線分析装置を用いて行うことができる。

[0020] 測定方法としては、ガラスクロス（ガラスクロス表面に有機物が付着している場合、又は、ガラスクロスが有機物（樹脂）中に主に強化材として含まれている場合には、例えば、300～600℃の範囲の温度のマッフル炉で2～24時間の範囲の時間で加熱する等して、有機物を除去してから用いる）を適宜の大きさに裁断した後、白金ルツボに入れ、電気炉中で1550℃の温度に6時間保持して攪拌を加えながら溶融させることにより、均質な溶融ガラスを得る。次に、得られた溶融ガラスをカーボン板上に流し出してガラスカレットを作製した後、粉碎し粉末化する。軽元素であるLiについてはガラス粉末を酸で加熱分解した後、ICP発光分光分析装置を用いて定量分析する。その他の元素はガラス粉末をプレス機で円盤状に成形した後、波長分散型蛍光X線分析装置を用いて定量分析する。これらの定量分析結果を酸化物換算して各成分の含有量及び全量を計算し、これらの数値から前述した各成分の含有量（質量%）を求めることができる。

[0021] 前記ガラスフィラメントのフィラメント径は、特に限定されないが、プリント配線板の用途には、10μm以下であることが好ましく、8μm以下であることがより好ましく、3～5μmの範囲であることが特に好ましい。

[0022] 前記ガラスフィラメントは、例えば、25～500本の範囲の本数、好ましくは40～300本の範囲の本数で、それ自体公知の方法により集束され、ガラス繊維糸とされる。なお、ガラスバッチを溶融し、繊維化してガラスフィラメントを得て、次いで、このガラスフィラメント複数本を集束してガラス繊維糸を得ることを紡糸という。

[0023] 前記ガラス繊維糸の番手は、0.8～135texの範囲であることが好ましく、1～25texの範囲であることがより好ましい。なお、ガラス繊

維糸の番手（tex）とは、ガラス繊維の1000mあたりの質量（単位：g）に相当する。

- [0024] 次に、前記ガラス繊維糸を経糸又は緯糸として製織することによりガラスクロスを得る。前記製織の方法は、特に限定されないが、例えば、平織、朱子織、綾織等を挙げることができ、平織であることが好ましい。前記製織の際の前記ガラス繊維糸の織密度は、特に限定されないが、例えば、10～150本/25mmの範囲であることが好ましく、40～100本/25mmの範囲であることがより好ましい。
- [0025] 前記製織の際には、前記ガラスフィラメントの集束や経糸の整経等にサイズ剤を用いる。前記サイズ剤としては、例えば、被膜形成剤成分がデンプン系又はPVA（ポリビニルアルコール）系であるサイズ剤を挙げることができる。前記サイズ剤は、油剤又は柔軟剤等を含んでもよい。
- [0026] 前記ガラスクロスにおける前記サイズ剤の付着量は、前記ガラス繊維糸100質量部に対して該サイズ剤の付着量が0.1～3質量部の範囲であることが好ましく、0.5～1.5質量部の範囲であることがより好ましい。なお、前記サイズ剤の付着量の範囲や特に指定しない場合のサイズ剤の付着量は、経糸又は緯糸に対するサイズ剤の付着量の平均を表したものである。
- [0027] 前記製織により得られる前記ガラスクロスは、プリント配線板の基材用途という観点から、その単位面積あたりの質量が110g/m²以下であることが好ましい。一方、製織性の観点からは、ガラスクロスの単位面積あたりの質量が8g/m²以上であることが好ましい。
- [0028] 次に、前記ガラスクロスに対して開織処理を施す。前記開織処理としては、例えば、水流圧力による開織処理、液体を媒体とした高周波の振動による開織処理、面圧を有する流体の圧力による開織処理、ロールによる加圧での開織処理等を挙げることができる。前記開織処理の中では、水流圧力による開織処理、又は液体を媒体とした高周波の振動による開織処理を使用することが、経糸及び緯糸のそれぞれにおいて、開織処理後の糸幅のバラツキが低減されるので好ましい。また、前記開織処理は、複数の処理方法を併用して

もよい。

[0029] 次に、前記開繊処理が施されたガラスクロスに対し、脱油処理を施す。前記脱油処理は、例えば、前記ガラスクロスを雰囲気温度が350～450℃の範囲の温度の加熱炉内に40～80時間の範囲の時間配置し、該ガラスクロスに付着している紡糸用集束剤と製織用集束剤とを加熱分解することにより行うことができる。

[0030] 次に、前記脱油処理が施されたガラスクロスに、表面処理剤水溶液に浸漬し、余分な水分を絞液した後、80～180℃の範囲の温度で、1～30分間の時間、例えば110℃で5分間加熱乾燥することにより、本実施形態の表面処理ガラスクロスを得る。

[0031] 前記表面処理剤水溶液としては、少なくとも1つのメタアクリロイル基、又は、アクリロイル基を有するシランカップリング剤を表面処理剤水溶液全量に対して、固形分として、0.1～2.0質量%の範囲で含み、pH調整剤としての弱酸（例えば、酢酸、クエン酸、プロピオン酸等）を、0.5～2.0質量%の範囲で含むものを用いることができる。前記弱酸は、シランカップリング剤の加水分解反応の触媒として作用するので、弱酸の量が不十分だとシランカップリング剤の加水分解が不十分になり、ガラス表面に対する固着量が小さくなる。

[0032] 前記少なくとも1つのメタアクリロイル基を有するシランカップリング剤としては、例えば、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン等を挙げることができる。また、前記少なくとも1つのアクリロイル基を有するシランカップリング剤としては、例えば、3-アクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-アクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリエトキシシラン等を挙げることができる。ガラスクロスに付着されるシランカップリング剤は、ガラス繊維系100質量部に対して、0.0

1～5質量部の範囲であることが好ましい。

[0033] ここで、前記シランカップリング剤のガラス表面に対する付着には、シランカップリング剤がガラス表面に化学的に強固に固着している付着と、シランカップリング剤がガラス表面に物理的に吸着しているだけの付着とがある。そこで、本発明では、物理的な吸着成分を除いた、化学的に強固に固着している成分を固着成分とし、該固着成分の量を固着量とする。

[0034] 前記固着成分は、具体的には、表面処理ガラスクロスを経タノールに60秒浸漬し、110℃に加熱した乾燥機で30分間十分に乾燥させた後、該表面処理ガラスクロスに付着している成分である。前記固着成分の炭素付着量は、全窒素・全炭素量測定装置（株式会社住化分析センター製、商品名：N C - T R I N I T Y）で測定する。

[0035] また、前記固着成分の面の算術平均高さは、2cm角にカットした表面処理ガラスクロス片を原子間力顕微鏡（AFM、Park Systems社製、商品名：NX20）のサンプル台に設置し、該表面処理ガラスクロス片中のモノフィラメントのトップの部分の表面形状測定により測定する。原子間力顕微鏡による測定は、スキャンレートを0.60Hz、画素数を縦256ピクセル、横256ピクセルとし、表面測定領域を4μm角として行う。

[0036] 前記表面処理ガラスクロスの厚みは、プリント配線板の基材用途という観点から、110μm以下であることが好ましい。一方、取扱い性の観点からは、8μm以上であることが好ましい。

[0037] 次に、本発明の実施例、比較例、および、参考例を示す。

実施例

[0038] 〔実施例1〕

本実施例では、IPC4412の規格#2116（ガラス組成：NEガラス、使用ヤーン：E250、（繊維径7μm、ヤーン重量20.8g/1000m）、経糸織密度：59本/25mm、緯糸織密度：57本/25mm、単重：95g/m²）のガラスクロスを製織し、400～450℃の温度で60時間の加熱を行い脱油処理した後、ガラスクロスを経ラス処理剤水溶液に

浸漬し、余分な水分を絞液した後、 110°C で5分間加熱乾燥し、厚さ $90\mu\text{m}$ の表面処理ガラスクロスを得た。

[0039] 前記ガラス処理剤水溶液は、シランカップリング剤として3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン（ダウ・東レ株式会社製）を固形分 1.0 質量%、プロピオン酸を 0.5 質量%となるように水に混合して、マグネチックスターラーにて1時間攪拌することにより調製した。

[0040] 得られた表面処理ガラスクロスを経 $350\text{mm}\times400\text{mm}$ にカットし、表面処理ガラスクロス片とした。この際、ガラスクロスに付着しているシランカップリング剤は、ガラス繊維糸 100 質量部に対して、 0.13 質量部であった。

[0041] 次に、前記表面処理ガラスクロス片を、ポリフェニレンエーテル樹脂ワニスに浸漬し、 150°C の温度で10分間予備乾燥して、プリプレグを得た。前記ポリフェニレンエーテル樹脂ワニスは、オリゴフェニレンエーテル（三菱ガス化学株式会社製、商品名：OPE-2St） 450 質量部、トリアリルイソシアヌレート（エボニック・ジャパン株式会社製、商品名：TALCROS） 100 質量部、 α ， α' -ジ（ターシャリーブチルパーオキシ）ジイソプロピルベンゼン（日油株式会社製、商品名：パーブチルP） 4 質量部、トルエン（富士フィルム和光純薬株式会社製） 250 質量部からなる。

[0042] 次に、前記プリプレグを4枚積層し、上下にセロハンフィルムを重ね、真空ホットプレス（北川精機株式会社製）を用いて 205°C 、 $18\text{kgf}/\text{cm}^2$ の条件下、真空中で1時間加熱加圧して板厚が約 0.3mm の積層板を得た。

[0043] 次に、本実施例で得られた表面処理ガラスクロス片をエタノールに60秒浸漬し、 110°C に加熱した乾燥機で30分間十分に乾燥させた後、該表面処理ガラスクロス片に付着している固着成分の炭素付着量を、全窒素・全炭素量測定装置（株式会社住化分析センター製、商品名：NCTRINITY）で測定した。また、本実施例で得られた表面処理ガラスクロス片をさらに 2cm 角にカットし、原子間力顕微鏡（AFM、Park System

s社製、商品名：NX20)のサンプル台に設置して、スキャンレートを0.60Hz、画素数を縦256ピクセル、横256ピクセルとし、表面測定領域を4 μ m角として、該表面処理ガラスクロス片中のモノフィラメントのトップの部分の表面形状測定により前記固着成分の面の算術平均高さを測定した。

[0044] 次に、前記測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0045] 次に、本実施例で得られた積層板を7cm×4cmに切り出し、ダイヤモンドカッターを用いて縦と横にそれぞれ長さ2cmのスリットを入れて試験片とした。ビーカーに調液した1モル/LのNaOH(富士フィルム和光純薬株式会社製)水溶液を入れて、60℃の温度に加熱し、前記試験片を該水溶液中に30時間浸漬した後、デジタルマイクロスコープ(株式会社キーエンス製)を用いて100倍の倍率で経糸方向と緯糸方向への樹脂とガラスとの間の界面剥離による白化距離を測定した。測定では経糸方向、緯糸方向をそれぞれ24点測定し、平均値を算出して白化距離とした。この剥離による白化距離は基板の絶縁信頼性と相関性があり、白化距離が短いほど好ましい。

[0046] 結果を表1に示す。なお、表1中、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシランを「メタクリル」と記載し、前記ガラス処理剤水溶液を処理液と記載する。

[0047] [実施例2]

本実施例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるプロピオン酸の量を1.0質量%とした以外は、実施例1と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0048] 次に、本実施例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例1と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとの測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0049] 次に、本実施例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 1 に示す。

[0050] 〔実施例 3〕

本実施例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるシランカップリング剤を、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン（ダウ・東レ株式会社製）に代えて、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン（信越化学工業株式会社製）とした以外は、実施例 1 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0051] 次に、本実施例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0052] 次に、本実施例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 2 に示す。なお、表 2 中、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシランを「アクリル」と記載し、前記ガラス処理剤水溶液を処理液と記載する。

[0053] 〔実施例 4〕

本実施例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるプロピオン酸の量を 1.0 質量%とした以外は、実施例 3 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0054] 次に、本実施例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0055] 次に、本実施例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 2 に示す。

[0056] 〔実施例 5〕

本実施例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるプロピオン酸の量を 2.0

質量%とした以外は、実施例 3 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0057] 次に、本実施例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0058] 次に、本実施例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 2 に示す。

[0059] 〔比較例 1〕

本比較例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるプロピオン酸の量を 0.1 質量%とした以外は、実施例 1 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0060] 次に、本比較例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0061] 次に、本比較例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 1 に示す。

[0062] 〔比較例 2〕

本比較例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるプロピオン酸の量を 0.3 質量%とした以外は、実施例 1 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0063] 次に、本比較例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0064] 次に、本比較例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 1 に示す。

[0065] 〔比較例 3〕

本比較例では、ガラス処理剤水溶液に含まれるプロピオン酸の量を 0.1 質量%とした以外は、実施例 3 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0066] 次に、本比較例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0067] 次に、本比較例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 2 に示す。

[0068] 〔参考例 1〕

本参考例では、ガラス処理剤水溶液にプロピオン酸を全く添加しなかった以外は、実施例 1 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0069] 次に、本参考例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0070] 次に、本参考例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 1 に示す。

[0071] 〔参考例 2〕

本参考例では、ガラス処理剤水溶液にプロピオン酸を全く添加しなかった以外は、実施例 3 と全く同一にして、表面処理ガラスクロス、プリプレグ、積層板を得た。

[0072] 次に、本参考例で得られた表面処理ガラスクロスを用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、前記固着成分の炭素付着量と、前記固着成分の面の算術平均高さとを測定し、測定結果から、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積を求めた。

[0073] 次に、本参考例で得られた積層板を用いた以外は、実施例 1 と全く同一にして、白化距離を求めた。結果を表 2 に示す。

[0074] なお、表 1、2 における「白化距離指数」は、ガラス処理剤水溶液にプロピオン酸を全く添加しなかった（酸濃度 0 %）場合の積層板の白化距離を 1 として、該白化距離に対する割合を示すものであり、白化距離指数が小さいほど、プリント配線板における信頼性が改善されていることを示す。具体的には、実施例 1、2、及び、比較例 1、2 の白化距離指数は、参考例 1 の白化距離を 1 としたときの白化距離の割合を示し、実施例 3～5、及び、比較例 3 の白化距離指数は、参考例 2 の白化距離を 1 としたときの白化距離の割合を示す。

[0075] [表1]

	参考例1	比較例1	比較例2	実施例1	実施例2
シランカップリング剤	メタクリル	メタクリル	メタクリル	メタクリル	メタクリル
処理液中プロピオン酸濃度 (wt%)	0	0.1	0.3	0.5	1.0
処理液pH	5.2	3.5	3.4	3.3	3.1
付着量 (%)	0.109	0.119	0.131	0.131	0.133
固着成分の炭素付着量 (%)	0.016	0.023	0.028	0.035	0.035
固着成分の面の算術平均高さ (nm)	0.9	1.8	2	2.6	2.5
固着成分の炭素付着量 × 面の算術平均高さ	0.014	0.041	0.056	0.091	0.088
白化距離 (μm)	364	230	221	156	164
酸濃度0%における白化距離を1としたときの白化距離指数	1.00	0.63	0.61	0.43	0.45

[0076]

[表2]

	参考例2	比較例3	実施例3	実施例4	実施例5
シランカップリング剤	アクリル	アクリル	アクリル	アクリル	アクリル
処理液中プロピオン酸濃度 (wt%)	0	0.1	0.5	1.0	2.0
処理液pH	7.3	4.1	3.5	3.3	3.2
付着量 (%)	0.112	0.129	0.132	0.135	0.135
固着成分の炭素付着量 (%)	0.029	0.041	0.052	0.052	0.055
固着成分の面の算術平均高さ (nm)	0.5	0.7	1.6	1.2	1.2
固着成分の炭素付着量 × 面の算術平均高さ	0.015	0.029	0.083	0.062	0.066
白化距離 (μm)	448	293	244	263	258
酸濃度0%における白化距離を1としたときの白化距離指数	1.00	0.65	0.54	0.59	0.58

[0077] 表1、2から明らかなように、前記表面処理層の固着成分の炭素付着量が0.030～0.060質量%の範囲であり、前記表面処理層の固着成分の面の算術平均高さが1.0～3.0nmの範囲であり、前記固着成分の炭素付着量と前記固着成分の面の算術平均高さとの積が0.060～0.100の範囲である実施例1～5の表面処理ガラスクロスを用いる積層板によれば、比較例1～3の表面処理ガラスクロスを用いる積層板よりも白化距離指数が小さく、信頼性が改善されていることが、明らかである。