

MÉTODO PARA PRODUCIR UN PANEL RECUBIERTO, IMPRESO.

CAMPO DE LA INVENCION

La invención se relaciona con un método para producir un panel de vidrio recubierto, impreso; un panel recubierto, impreso y el uso del mismo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Actualmente, el vidrio se está volviendo cada vez más importante como un material de construcción. Los arquitectos algunas veces diseñan fachadas completas hechas de elementos de vidrio. Para realizar edificios no únicamente de alta calidad estética sino también, al mismo tiempo, energéticamente eficientes, se usan sustratos de vidrio recubierto que, por ejemplo, reducen la radiación solar y de este modo bajan los costos de acondicionamiento de aire.

Se conocen muchos recubrimientos diferentes. Existen, por ejemplo, vidrios con recubrimientos antirreflectantes, recubrimientos térmicamente mejorados (de baja-E, protección solar) o capas calentables. Muchos de esos recubrimientos no son muy estables mecánicamente y en particular, son sensibles a las rayaduras y susceptibles a la corrosión. En particular, las capas a base de plata son muy sensibles a este respecto.

Durante la producción de esos elementos de vidrio para el sector arquitectónico, los sustratos de vidrio pasan a través de varios pasos de proceso. Usualmente, un recubrimiento que consiste, en muchos casos, de múltiples capas delgadas se aplica sobre un vidrio flotante principalmente claro. Después del recubrimiento, el vidrio también debe pasar a través de un proceso de endurecimiento o templado. Para esto, se expone a una temperatura superior a 600°C. Sin embargo, este proceso de endurecimiento o templado no siempre toma lugar inmediatamente. El vidrio recubierto debe, en consecuencia, almacenarse durante unas cuantas semanas a meses y también debe ser capaz de resistir el transporte a un sitio de procesamiento diferente.

Existen varios enfoques para proteger el vidrio recubierto. Una variante es una película desprendible que protege el recubrimiento durante el almacenamiento y que puede desprenderse antes del endurecimiento o templado. Otra solución es una capa polimérica protectora que se puede lavarse con agua, como se describe en la DE102014112822A1. Una solución más es una capa polimérica protectora que se remueve sin dejar residuos durante el endurecimiento o templado a las altas temperaturas presentes entonces. La última solución se describe en la US2016194516A1.

En el sector del vidrio de construcción, cada vez es más frecuente el uso de paneles con impresiones de varios tipos. Por ejemplo, cada vez más se usan vidrios con impresiones negras en la región de borde que ocultan elementos de sujeción o detectores. La tinta es típicamente una tinta de cerámica, la cual se quema para fijarla durante el proceso de endurecimiento o templado. La combinación de una impresión con un recubrimiento es un desafío. En el caso de la impresión directa sobre un recubrimiento que contiene metal, existen, a saber, efectos ópticos molestos después del quemado.

La WO2014/133929 describe un método en el cual se usa una tinta directamente sobre el recubrimiento que contiene metal. Una desventaja de este método es que la tinta no puede usarse

directamente sobre una capa polimérica protectora que protege el recubrimiento que contiene metal. El recubrimiento que contiene metal tendría entonces que ser desprotegido durante el almacenamiento y transporte a la impresora, con frecuencia situada en un sitio de producción diferente o en una operación diferente del equipo de recubrimiento.

5 Cuando la capa polimérica protectora va a ser combinada con una operación de impresión, la capa polimérica protectora y el recubrimiento que contiene metal deben removerse en la región que va a ser impresa. Una posibilidad es la remoción mecánica de la capa protectora y el recubrimiento que contiene metal. La impresión puede entonces llevarse a cabo en la región descubierta, mientras, al mismo tiempo, el recubrimiento que contiene metal continúe siendo protegido por una capa polimérica intermedia en la región restante. Sin embargo, durante la remoción mecánica del recubrimiento con una
10 rueda adecuada, ocurren pequeñas rayaduras y daño en la región descubierta. En particular, después del proceso de templado, esos son claramente visibles a pesar de la impresión y estropean la apariencia óptica. La remoción abrasiva tampoco siempre está libre de residuos.

Un problema adicional con este método es que es necesaria la colocación exacta de la impresión en el borde de la región recubierta. De otro modo, se desarrollan errores ópticos en el límite entre la impresión y el recubrimiento. Si la impresión está demasiado alejada del recubrimiento, esto crea un área sin recubrimiento que parece más clara que el resto del panel (véase la Figura 4a). Si la impresión se aplica sobre el recubrimiento que contiene metal, existen defectos ópticos en la región impresa (véase la Figura 4b). La remoción mecánica no proporciona una línea límite adecuadamente definida entre la
15 región descubierta y la recubierta. La alineación exacta posterior de la impresión en este borde es por lo tanto imprecisa y ocurren los defectos ópticos descritos anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es proporcionar un método mejorado para producir un panel de vidrio recubierto e impreso.

25 El objetivo se logra de acuerdo con la invención por un método de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Las modalidades preferidas son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes.

El método para producir un panel de vidrio recubierto e impreso comprende al menos los siguientes pasos, en el orden indicado:

a) Proporcionar un sustrato de vidrio que tiene un recubrimiento que contiene metal sobre al menos una primera superficie y una capa polimérica protectora con un espesor d arreglada sobre este recubrimiento que contiene metal,
30

b) Remover la capa polimérica protectora en una primera región usando un láser de dióxido de carbono,

c) Remover un recubrimiento que contiene metal dentro de la primera región únicamente en una segunda región usando un láser en estado sólido de modo que se cree una región de borde, en la cual el recubrimiento que contiene metal esté intacto y en la cual se removió la capa polimérica protectora en el paso b),
35

d) Aplicar una tinta de cerámica en la primera región,

e) Tratamiento con temperatura del panel de vidrio a $> 600^{\circ}\text{C}$, donde

- la capa polimérica protectora se remueve sobre toda la primera superficie,
- en la región de borde, el recubrimiento que contiene metal es disuelto por la tinta de cerámica colocada sobre este, y
- la tinta de cerámica se quema.

5 Después del paso c), la capa polimérica protectora y el recubrimiento que contiene metal fuera de la primera región aún están intactos. Esto significa que en el paso b), la capa polimérica fuera de la primera región no se removió. De igual modo, en el paso c), el recubrimiento que contiene metal fuera de la primera región no se remueve. Sin embargo, después del paso c), ambas de la capa polimérica protectora y el recubrimiento que contiene metal se remueven en toda la segunda región. El
10 recubrimiento que contiene metal esta aun intacto en la región de borde, en otras palabras, el recubrimiento que contiene metal no se remueve en la región de borde.

En el paso d), la tinta de cerámica se aplica exclusivamente en la primera región y no en la región provista con la capa polimérica protectora. De este modo, se evitan resultados antiestéticos después de quemar la tinta.

15 En un paso e), durante el tratamiento con temperatura, la tinta de cerámica en la región de borde migra hacia el recubrimiento que contiene metal presente allí y se une allí con la primera superficie del panel de vidrio. Posteriormente, el recubrimiento que contiene metal ya no es perceptible como tal a simple vista. El observador ve únicamente la tinta de cerámica quemada, la cual parece uniforme en toda la primera región.

20 La provisión, en el paso a), de un sustrato de vidrio, sobre cuya primera superficie se arregló un recubrimiento que contiene metal y se ha arreglado una capa polimérica protectora sobre este recubrimiento que contiene metal, puede efectuarse en los siguientes pasos:

a1) Aplicar un recubrimiento que tiene metal sobre una primera superficie de un sustrato de vidrio, y

25 a2) Aplicar una capa polimérica protectora sobre el recubrimiento que contiene metal.

Usando un láser de dióxido de carbono en el paso b), es posible remover selectivamente sólo la capa polimérica protectora en una primera región. El láser de dióxido de carbono no ataca el recubrimiento que contiene metal subyacente. La remoción de la capa polimérica protectora no necesita ser del 100%. Es posible que el espesor d se reduzca, por ejemplo, sólo a 10% del espesor original. Esto
30 puede adaptarse fácilmente a la aplicación específica. En el paso siguiente c), la posibilidad de que la capa polimérica protectora remanente se remueve automáticamente sin residuo.

Gracias a la remoción de la capa polimérica protectora en la primera región, la remoción del recubrimiento que contiene metal en el paso c) procede más rápido. El recubrimiento que contiene metal se deja en una región de borde del ancho r . La región de borde es la región localizada dentro de la
35 primera región entre la segunda región y la región circundante con la capa polimérica protectora existente. La región de borde es de este modo la región intermedia entre la segunda región y la región provista con la capa polimérica protectora. La región de borde se encuentra de este modo en un borde de la primera región. En el siguiente paso d), la tinta de cerámica se aplica en la región de borde. La impresión se efectúa únicamente en la primera región de modo que se evite la sobreimpresión de la capa

polimérica protectora. En otras palabras, la tinta de cerámica se aplica exclusivamente en la primera región y no en la región con la capa polimérica protectora. Después del secado de la tinta, el panel de vidrio se somete a un tratamiento con temperatura. Durante este proceso, el recubrimiento que contiene metal en la región de borde es disuelto por la tinta de cerámica. La tinta de cerámica migra hacia el recubrimiento que contiene metal subyacente. La tinta se quema y se une con la superficie de vidrio subyacente. De este modo, el problema de alineación incorrecta de la impresión en la región de borde puede evitarse. Puesto que el recubrimiento que contiene metal puede sobreimprimirse en la región de borde, no se desarrollan huecos entre la impresión y el recubrimiento que contiene metal en el producto final (véase la Figura 4a). El error descrito en la Figura 4b no ocurre puesto que el recubrimiento que contiene metal subyacente es disuelto por la tinta de cerámica. En comparación con la impresión de área grande en toda la primera región sin remoción previa del recubrimiento que contiene metal, éste método proporciona mejores resultados. La calidad de la impresión en la región completamente descubierta es mejor que en la región con el recubrimiento que contiene metal. En consecuencia, con la sobreimpresión del recubrimiento que contiene metal únicamente en la región de borde, el método de acuerdo con la invención proporciona resultados sorprendentemente buenos.

En el paso e), el panel de vidrio se somete a un tratamiento con temperatura a $> 600^{\circ}\text{C}$. Aquí, la capa polimérica protectora temporal se remueve sobre toda la primera superficie y la tinta de cerámica se quema en la primera región. Gracias al método de acuerdo con la invención, se obtiene de este modo un panel de vidrio endurecido o templado que tiene un recubrimiento que contiene metal y una impresión en una primera región limitada.

El método no requiere pasos separados para la remoción de la superficie grande de la capa polimérica protectora. La capa polimérica protectora se descompone a las altas temperaturas sin residuos de modo que no sean desechados residuos separados. Al mismo tiempo, el recubrimiento que contiene metal es protegido por la capa polimérica protectora temporal durante el proceso de impresión.

El hecho de que la capa polimérica protectora esté presente al inicio del tratamiento con temperatura tiene un efecto sorprendentemente efectivo. Durante el tratamiento con temperatura, la región impresa y la región recubierta con el recubrimiento que contiene metal se calientan con diferentes intensidades. El calentamiento de un cuerpo depende de su emisividad (ϵ = emisividad). La emisividad de un cuerpo indica que tanta radiación emite éste en comparación con un radiador de calor ideal, es decir, un cuerpo negro. La emisividad del cuerpo negro ideal es del 100%.

La región del panel de vidrio que es impresa (ϵ típicamente entre 70% y 99%), se calienta más (en particular con una impresión negra). El recubrimiento que contiene metal sólo tienen una emisividad muy baja (ϵ típicamente entre 0.5% y 4%), puesto que refleja calor y de este modo se calienta muy poco. Sin una capa polimérica protectora, existiría de este modo una diferencia de temperatura grande entre una región impresa y la región con un recubrimiento que contiene metal. Esto da como resultado defectos ópticos en el producto final, como formación de ondas en el producto terminado.

Gracias a la capa polimérica protectora la (ϵ de un panel de vidrio con un recubrimiento que contiene metal y capa polimérica protectora es típicamente mayor de 40%), la diferencia de temperatura entre una región impresa y una recubierta es menor. De este modo, el calentamiento de todo el panel de

vidrio es más uniforme que sin la capa polimérica protectora. En particular, la diferencia durante el calentamiento entre la región impresa sin el recubrimiento que contiene metal y la región con el recubrimiento que contiene metal se reduce de este modo. Debido a la distribución de temperatura más uniforme sobre la superficie de vidrio durante el tratamiento con temperatura, el producto final tiene menos defectos/irregularidades ópticas. Además, en comparación con un método sin la capa polimérica protectora, los tiempos de calentamiento se reducen significativamente.

El método de acuerdo con la invención proporciona de este modo un panel de vidrio, el cual incluye al menos un recubrimiento que contiene metal que es protegido por una capa polimérica protectora durante la operación de impresión todo el camino hasta el tratamiento con temperatura. Los pasos individuales del método pueden tomar lugar en diferentes sitios de producción. Por ejemplo, los pasos a) hasta c) pueden llevarse a cabo en el fabricante de vidrio; el paso d) en la impresora y el paso e) en el fabricante de vidrio nuevamente. Gracias a la capa polimérica protectora, el recubrimiento que contiene metal permanece protegido contra daño y corrosión todo el camino hasta el tratamiento con temperatura. El método ofrece de este modo gran flexibilidad.

Previamente, de acuerdo con el estado de la técnica, la capa polimérica protectora podría ser combinada únicamente con una impresión cuando haya sido usado un abrasivo para el descubrimiento, con la creación inevitable de rayaduras pequeñas en la primera región. El panel producido de acuerdo con el método de acuerdo con la invención no tiene, en contraste, rayaduras puesto que el láser no causa daño preocupante durante el descubrimiento.

En una modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, en el paso d), se deja una distancia libre desde la capa polimérica protectora cuando se aplica tinta de cerámica. De este modo puede asegurarse que no ocurra sobreimpresión de la capa polimérica protectora. La impresión sobre la capa polimérica protectora conduce a manchas de tinta después del tratamiento con temperatura, dando como resultado bordes poco claros de la impresión. Para evitar esto, la tinta de cerámica se aplica a una distancia s de al menos 0.5 mm, preferiblemente 1 mm, de la capa polimérica protectora remanente. Esta distancia es suficiente para asegurar que no ocurra sobreimpresión parcial.

El sustrato de vidrio es preferiblemente un vidrio flotado claro o coloreado. El espesor del sustrato de vidrio es de entre 2 mm y 20 mm, preferiblemente entre 4 mm y 10 mm. Los espesores de costumbre son 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm y 19 mm.

El sustrato de vidrio tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta. Preferiblemente, solo la primera superficie fue provista con un recubrimiento que contiene metal.

De manera alternativa, la primera superficie y la segunda superficie fueron provistas preferiblemente con un recubrimiento que contiene metal. En este caso, ambas superficies fueron provistas preferiblemente con una capa polimérica protectora.

El panel de vidrio está destinado en particular a ser un cristal de ventana para acristalamiento de edificios.

El recubrimiento que contiene metal es, en el contexto de la presente invención, un recubrimiento que incluye al menos una capa funcional que contiene un compuesto de metal. El recubrimiento que contiene metal es preferiblemente un recubrimiento calentable o un recubrimiento que refleja IR. El

recubrimiento que contiene metal puede ser una sola capa funcional, pero típicamente es un sistema de múltiples capas. El recubrimiento incluye al menos una capa funcional. Típicamente, el recubrimiento que contiene metal incluye capas dieléctricas y otras capas, las cuales, como capas antirreflectantes, capas de bloqueo o capas de adaptación de superficie, optimizan las propiedades ópticas, eléctricas y/o mecánicas del recubrimiento que contiene metal. Al menos una capa funcional puede contener un metal o una aleación de metal o un óxido. En una modalidad preferida, al menos una capa funcional contiene plata. El contenido de plata de la capa funcional es preferiblemente mayor de 50% (por ciento en peso), de manera particularmente preferible mayor de 90% (por ciento en peso). De manera más particularmente preferible, la capa funcional consiste sustancialmente de plata, además de cualquier impureza o dopante. El recubrimiento que contiene metal puede contener preferiblemente una pluralidad de capas funcionales que estén separadas una de otra por caspas dieléctricas. El recubrimiento que contiene metal preferiblemente contiene al menos dos, de manera particularmente preferible dos o tres, capas funcionales, en particular capas que contienen plata. Los materiales típicos comunes para las capas dieléctricas del recubrimiento que contiene metal son, por ejemplo, nitruro de silicio, óxido de silicio, óxido de zinc, óxido de estaño y zinc y nitruro de aluminio. El recubrimiento que contiene metal es típicamente una pila de película delgada. Los espesores típicos del recubrimiento son menores de 1 μm . Los espesores típicos de las capas funcionales están en el intervalo de 5 nm a 50 nm para capas que contienen plata. Los sistemas de múltiples capas adecuados se describen, por ejemplo, en la US2011027554A1 y en la US20060257670A1. Los sustratos de vidrio recubierto adecuados son comercializados por SAINT GOBAIN GLASS bajo el nombre de COOL-LITE[®], en particular COOL-LITE[®] SKN y COOL LITE[®] XTREME.

El recubrimiento que contiene metal puede aplicarse por los métodos conocidos, como pulverización catódica magnetrónica, la deposición química de vapor (CVD), CVD mejorada con plasma (PECVD), pirólisis, los métodos sol-gel o métodos químicos en húmedo. Preferiblemente, el recubrimiento que contiene metal se deposita por pulverización catódica magnetrónica.

La capa polimérica protectora en el contexto de la invención preferentemente tiene un espesor de al menos 1 μm , no es soluble en agua y se produce a partir de una composición que contiene met(acrilatos). “No soluble en agua” significa que la capa protectora también resiste una operación de lavado común del panel. La capa polimérica protectora es una capa polimérica protectora temporal. El término “temporal” indica que la capa protectora se aplica únicamente para protección durante el almacenamiento o transporte del panel de vidrio. Las capas protectoras adecuadas se describen en la US2016194516A1. La capa polimérica protectora en el contexto de la invención no desprendible, pero, en su lugar, se remueve por descomposición térmica.

La primera región es la región que está destinada a la impresión con una tinta de cerámica. La primera región es una región plana sobre la superficie del sustrato de vidrio. El tamaño, la forma exterior y la posición de la primera región pueden seleccionarse libremente.

La tinta de cerámica, también llamada “esmalte”, se funde sobre el vidrio durante el proceso de templado y forma una unión firme con la matriz de vidrio. Usualmente, una tinta de cerámica contiene como componentes formadores de vidrio (dióxido de silicio (SiO_2) y/o trióxido de boro (B_2O_3)), los

fundentes los cuales influyen sobre la fusión (por ejemplo, Na_2O , K_2O , Li_2O , CaO , MgO , SrO , BaO) y otros óxidos como óxido de aluminio, óxido de zinc, óxido de circonio. Además, se usan pigmentos de color inorgánicos para la coloración. Los componentes pueden suspenderse en un medio para permitir la operación de impresión. Se consideran aquí soluciones orgánicas y/o acuosas. La tinta de cerámica para el método de acuerdo con la invención incluye adicionalmente componentes que permiten la disolución del recubrimiento que contiene metal en el paso e) de un método de acuerdo con la invención. Un proceso químico durante el tratamiento con temperatura puede hacer que las partículas contenidas en la tinta puedan migrar hacia el recubrimiento subyacente. Como resultado, el recubrimiento que contiene metal se disuelve o remueve, por lo que puede observarse la formación de burbujas o gas. Las partículas mencionadas pueden contener partículas a base de flúor y/o bismuto. La US2011/0233481 describe una pasta de plata fluorada para formar conexiones eléctricas en capas dieléctricas erosionando a través de las capas, por así decirlo. La tinta de cerámica puede aplicarse por impresión por serigrafía, laminación (también llamado recubrimiento por laminación) o impresión digital. Preferiblemente se ocupan tintas de cerámica opacas.

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la capa polimérica protectora no es soluble en agua y se produce a partir de una composición que contiene met(acrilatos). De este modo, la capa protectora protege particularmente bien contra la humedad y permanece intacta aún durante las operaciones de lavado acostumbradas. La capa polimérica protectora se cura o retícula por secado, por radiación IR o UV o por reticulación con haz de electrones.

El término met(acrilatos) se refiere a ésteres de ácido acrílico o ácido metacrílico que contienen al menos una función de acrililo ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-$) o metacriloilo ($\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-$). Esos ésteres pueden ser monómeros, oligómeros, prepolímeros o polímeros. Cuando estos met(acrilatos) reaccionan bajo condiciones de polimerización, se obtiene una red polimérica con una estructura sólida.

Preferiblemente, la capa polimérica protectora tiene un espesor d de 1 μm a 30 μm , preferiblemente de 15 μm a 20 μm . Con estos espesores, se obtiene una resistencia a las rayaduras suficiente para proteger la capa subyacente durante el almacenamiento y transporte. El espesor d de la capa polimérica protectora se refiere al espesor de la capa polimérica protectora al inicio del método.

Preferiblemente, el espesor de la capa polimérica protectora en la región de borde d_{Rand} se reduce en el paso b) hasta un grado al que después del paso b), es menor de 1 μm , preferiblemente menor de 0.5 μm . Con esos espesores residuales pequeños, la tinta de cerámica colocada encima de ellas en el paso d) puede quemarse sucesivamente en el paso e). La imagen impresa así obtenida es sorprendentemente muy buena. Es más fácil remover la capa polimérica protectora hasta un espesor residual bajo que optimizar los parámetros para la remoción completa si se obtiene un resultado satisfactorio con ambos procedimientos.

En una modalidad preferida del método de acuerdo la invención, el cristal de vidrio es templado térmicamente en el tratamiento con temperatura descrito más arriba, donde, en particular, se obtiene vidrio de seguridad de un solo cristal (ESG) o vidrio parcialmente templado (TVG). A este respecto, después de calentar el cristal de vidrio a temperaturas superiores a 600°C, preferiblemente de 620°C a 700°C, el panel de vidrio se enfría rápidamente desde las superficies. Usualmente, el enfriamiento se

efectúa soplando con aire. Esto crea tensión de rotura permanente en el interior del panel de vidrio y tensión por compresión permanente sobre las superficies y los bordes. En consecuencia, el vidrio templado térmicamente tiene un umbral de destrucción mecánico mayor que el vidrio flotado no templado. El vidrio de seguridad de un solo cristal generalmente tendría un grado de templado en la superficie de al menos 69 MPa. En el caso de vidrio parcialmente templado, se alcanzan tensiones por compresión de las superficies de 24-52 MPa.

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la tinta de cerámica se aplica con un dispositivo de recubrimiento de rodillo o una impresora digital. La aplicación por laminación con un dispositivo de recubrimiento de rodillo es particularmente ventajosa en relación con la impresión de borde plano. La tinta se aplica al panel de vidrio con un rodillo de caucho estriado. Observando de cerca, la estructura estriada del rodillo es visible sobre el lado de la aplicación de tinta. En el caso de la impresión digital, la tinta de cerámica se aplica a la superficie de vidrio en forma de una impresora de tinta. Este método es particularmente adecuado para diseños o imágenes complejas o de múltiples colores.

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la primera región se somete a limpieza con plasma antes de la aplicación de la tinta de cerámica. Esto remueve cualquier contaminante que posiblemente se adhiera a la superficie. Al mismo tiempo, la superficie se prepara óptimamente para la aplicación posterior de tinta. Se prefiere limpiar con plasma atmosférico, lo cual permite el procesamiento adicional inmediato del vidrio. El producto obtenido con este método tiene una impresión aún mejor y es, en particular, ventajoso en combinación con impresiones más complejas, las cuales se generan, por ejemplo, con una impresora digital. Puesto que el espesor de la película de tinta creada por una impresora digital es más delgado que la película de tinta producida por el dispositivo de recubrimiento de rodillo, una superficie particularmente limpia es ventajosa.

De manera alternativa, o además de la limpieza con plasma, todo el panel puede lavarse y secarse antes de la impresión. Pueden usarse soluciones de lavado acuosas de costumbre o agua pura.

En una modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la región no impresa con el recubrimiento que contiene metal y la capa polimérica protectora tiene una emisividad ϵ (épsilon) de más del 40%, preferiblemente más de 45%. A esos valores, la diferencia de la región impresa, la cual típicamente tiene una emisión mayor de 70% no es tan grande. Esto produce resultados muy buenos después del tratamiento con temperatura. Ocurren menos deformaciones/ondulaciones que con valores más bajos de emisividad.

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la región de borde tiene un ancho r de 0.1 mm a 10 mm, preferiblemente de 0.5 mm a 5 mm. Con este ancho de la región de borde, el resultado después de la sobreimpresión es particularmente bueno. Con regiones de borde que son más anchas de 10 mm, se obtienen resultados más pobres puesto que la disolución del recubrimiento que contiene metal subyacente con áreas de superficie grande no produce resultados óptimos. De manera particularmente preferible, la región de borde tiene un ancho r de 1 mm a 2 mm. Esta región pequeña ya es suficiente para compensar las tolerancias que surjan con la alineación de la impresión. El resultado de la impresión con esos anchos bajos es excelente.

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la aplicación de la tinta de cerámica se efectúa bajo el control de una cámara en la primera región, con la cámara detectando una diferencia entre la primera región descubierta y la región provista con la capa polimérica protectora. Como resultado de la alineación de la impresora usando una cámara, el número de defectos durante la impresión puede reducirse aún más. En particular, esto evita la ocurrencia de regiones no impresas o sobreimpresas que inquieten la apariencia óptica (véase la Figura 4).

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, el panel de vidrio es de entre 1 m² y 54 m² de tamaño. El método de acuerdo con la invención es de manera particularmente ventajosa para paneles de vidrio grandes, debido a la presencia de la capa protectora polimérica durante el proceso de endurecimiento o templado, se produce un calentamiento uniforme del panel de vidrio y pueden ser reducidos los tiempos de calentamiento. Preferiblemente, el panel de vidrio es de entre 3 m² y 40 m² de tamaño. De manera particularmente preferible, el panel de vidrio tiene un tamaño de entre 10 m² y 30 m².

En otra modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, la primera región se extiende a lo largo de al menos un borde del panel de vidrio y tiene, medido desde el borde del panel, un ancho b entre 0.5 cm y 30 cm, preferiblemente entre 1 cm y 20 cm, de manera particularmente preferible entre 2 cm y 10 cm. Preferiblemente, la impresión se lleva a cabo a lo largo de todos los bordes del panel. Con un panel rectangular, esto da como resultado una impresión similar a un marco del panel con una impresión enmascarante en el borde del panel. Esta impresión similar a un marco usualmente se usa para cubrir medios de sujeción del panel. El marco preferiblemente tiene el mismo ancho a lo largo de todos los bordes del panel. Particularmente en relación con la impresión similar a un marco, el método de acuerdo con la invención es ventajoso puesto que, debido a las diferencias de temperatura en el paso e) sin la capa polimérica protectora, aparecen deformaciones/ondulaciones en el vidrio. Esto es causado por la diferencia de temperatura entre la región interior y la región impresa circundante.

En otra modalidad preferida de acuerdo con el método de la invención, el recubrimiento que contiene metal tiene una función reflectante de IR y contiene al menos dos capas que contienen plata y al menos tres capas dieléctricas. Las capas que contienen plata se hacen de plata o un compuesto de plata. Que refleja IR significa que, en particular, la parte del espectro solar en el intervalo no visible entre 780 nm y 2500 nm es reflejado en gran medida. De este modo, en el caso de acristalamiento de edificios o acristalamiento de vehículos, se evita efectivamente el calentamiento del interior. Preferiblemente, al menos dos capas que contienen plata y al menos tres capas dieléctricas se arreglan de modo que cada capa que contenga plata sea rodeada por dos capas dieléctricas, es decir, que las capas se arreglan de manera alternada.

En una modalidad preferida del método de acuerdo con la invención, las partículas creadas en los pasos b) y c) durante el descubrimiento con láser se extraen con un dispositivo de succión.

Preferiblemente, el procesamiento con láser en los pasos b) y c) toma lugar bajo condiciones atmosféricas. La exclusión de oxígeno sorprendentemente no es necesaria. Debido a la presencia de la capa polimérica protectora, el recubrimiento que contiene metal es protegido sorprendentemente lo suficiente contra la corrosión en los límites de la primera región. Sin la presencia de la capa polimérica

protectora temporal, el recubrimiento que contiene metal sería oxidado por el oxígeno presente y la alta energía de entrada del láser. De este modo, sorprendentemente, no es necesario separar la cámara con una atmósfera de gas protector.

El procesamiento con láser se efectúa con al menos un dispositivo de barrido de láser 2D. Esos dispositivos de barrido de láser se arreglan perpendiculares a la superficie del sustrato de vidrio recubierto. El dispositivo de barrido de láser 2D tiene un área máxima de trabajo con un ancho de 3 m y una longitud de 18 m. El dispositivo de barrido de láser 2D puede montarse sobre un eje de modo que pueda moverse en consecuencia dentro de toda el área de trabajo.

Cuando se usa un dispositivo de barrido de láser 2D, el haz de láser generado por la fuente de láser golpea un expansor de haz y es desviado desde ahí hasta el dispositivo de barrido de láser 2D por medio de un espejo.

Se usa un láser de dióxido de carbono como una fuente de láser para el paso b). El láser de dióxido de carbono tiene una longitud de onda de 10600 nm y es particularmente económico. En consecuencia, vale la pena primero usar el láser de dióxido de carbono para remover selectivamente la capa polimérica protectora.

Preferiblemente se usan láseres en estado sólidos pulsados o láseres de fibra como la fuente de láser para el paso c). De manera particularmente preferible se usa un láser de itrio-aluminio-granate dopado con neodimio (láser Nd:YAG). De manera alternativa, puede usarse iterbio (láser Yb:YAG) o erbio (láser Er:YAG) como materiales dopantes o puede usarse láser de titanio: zafiro o láser de itrio-vanadato dopado con neodimio (láser Nd:YV04). El láser Nd:YAG emite radiación infrarroja con una longitud de onda de 1064 nm. Sin embargo, duplicando la frecuencia o triplicando la frecuencia, puede producirse aún radiación de longitudes de onda de 532 nm y 355 nm.

El procesamiento con láser se efectúa con una longitud de onda de 300 nm a 1300 nm. La longitud de onda usada depende del tipo de recubrimiento. El láser Nd:YAG usado preferiblemente puede proporcionar radiación láser de longitudes de onda de 355 nm, 532 nm y 1064 nm. Preferiblemente se usa una longitud de onda de 532 nm para procesar recubrimientos de plata.

El procesamiento con láser se efectúa preferiblemente con una potencia de 1 W a 150 W, de manera particularmente preferible con una potencia de 10 W a 100 W.

Un aspecto más de la presente invención es el panel de vidrio producido con el método de acuerdo con la invención.

Un aspecto más de la presente invención es el uso del panel de vidrio producido con el método de acuerdo con la invención como acristalamientos interiores o exteriores para edificios, preferiblemente como parte de un acristalamiento aislante.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En lo siguiente, la invención se explica en detalle con referencia a las Figuras y modalidades ejemplares. Las Figuras son representaciones esquemáticas y no están a escala. Las Figuras de ninguna manera restringen la invención.

Elas describen:

Figura 1 una vista plana de un panel de vidrio producido de acuerdo con un método de acuerdo

con la invención,

Figura 2 un corte transversal a través de una parte del panel de vidrio producido de acuerdo con el método de acuerdo con la invención,

Figura 3 una representación esquemática de un método de acuerdo con la invención,

5 Figura 4 una representación esquemática de errores que pueden ocurrir durante la impresión de paneles de vidrio; y

Figura 5 una representación ampliada de la región A de la Figura 3.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 La Figura 1 describe una vista plana de un panel de vidrio 1 producido con el método de acuerdo con la invención. La Figura 2 describe un corte transversal a través de una región del panel de vidrio 1. El panel de vidrio 1 se describe después del tratamiento con temperatura del método de acuerdo con la invención. El panel de vidrio 1 es un panel de vidrio de 2 m x 1 m con un espesor de 6 mm. El sustrato de vidrio 2 es un vidrio flotado claro, como el comercializado, por ejemplo, por SAINT GOBAIN GLASS bajo el nombre de PLANICLEAR®. Un recubrimiento que refleja IR que contiene plata 4 se aplica sobre la

15 primera superficie 3.1 del sustrato de vidrio. El recubrimiento 4 contiene dos capas funcionales de plata que se arreglan alternadas con 3 capas dieléctricas. El espesor total del recubrimiento que contiene metal 4 es de aproximadamente 150 nm. Una tinta de cerámica negra 7 se quema en la primera región. La primera región 6 forma un marco alrededor del panel de vidrio 1 con un ancho b de 10 mm. El marco sirve como impresión enmascarante detrás de la cual se ocultan materiales de sujeción y el sello de

20 borde del panel de acristalamiento aislante terminado.

 La Figura 3 es una representación esquemática del método de acuerdo con la invención. El paso a) comienza con un sustrato de vidrio de 6 mm de espesor 2 con un recubrimiento que contiene metal 4 con un espesor total de 200-250 nm que comprende al menos tres capas de plata y cuatro capas dieléctricas. El recubrimiento que contiene metal 4 es cubierto por una capa polimérica protectora de

25 15 µm de espesor 5. La capa polimérica protectora 5 se produce a partir de una composición que contiene met(acrilatos) y se retículo bajo radiación UV. La capa polimérica protectora 5 tiene un espesor d de 15 µm. Una capa polimérica protectora adecuada 5 es ofrecida por SAINT GOBAIN GLASS bajo el nombre de EASYPRO®. La primera superficie 3.1 del sustrato de vidrio 2 es provista sobre toda su superficie con las capas 4 y 5. En el paso b), usando un dispositivo de barrido de laser 2D con un láser de dióxido de

30 carbono, la capa polimérica protectora 5 se remueve en la primera región 6 con el ancho de b=20 mm hasta un espesor residual restante de $d_{Rand}=0.5 \mu m$. La región A rodeada por una línea discontinua se amplifico para propósitos de ilustración en la Figura 5a. En el paso c), la segunda región 9 se descubrió con un dispositivo de barrido del láser 2D con un láser en estado sólido. El recubrimiento que contiene metal 4 y el espesor residual de 1 µm se remueven en toda la segunda región 9. Para esto, el láser de

35 estado sólido descubre una segunda región más pequeña 9, la cual se encuentra dentro de la primera región 6. Los pasos b) y c) toman lugar bajo condiciones ambientales sin exclusión de oxígeno. Después del paso c), el recubrimiento que contiene metal y la capa polimérica protectora se remueven en toda la segunda región 9. En la región de borde 10 con el ancho r=1 mm, el recubrimiento que tiene metal 4 aún está presente, así como un residuo restante de la de la capa polimérica protectora del espesor de d_{Rand}

de 0.5 μm . En el siguiente paso d), se aplica una tinta de cerámica negra 7 en la primera región 6. Aquí, es importante para un resultado óptimo que ocurra sobreimpresión de la capa polimérica protectora 5 en el espesor original $d=15\text{ }\mu\text{m}$. Para asegurar esto, se deja libre una distancia de seguridad s de 0.5 mm. La Figura 5b) describe esto esquemáticamente con el mismo detalle que en la Figura 5a). En el último

5 paso e), el panel 1 se somete a un tratamiento con temperatura a 690°C durante 8 minutos. Aquí, simultáneamente, el panel se temple, la capa polimérica protectora 5 se remueve sin residuos y la tinta de cerámica 7 disuelve la tinta que contiene metal restante en la región de borde y se une con la superficie de vidrio.

La Figura 4 describe dos patrones de error que pueden desarrollarse como resultado de

10 alineación incorrecta de la impresión cuando no se use el método de acuerdo con la invención. En la Figura a), la impresión no se colocó exactamente adyacente al recubrimiento que contiene metal, de modo que se desarrolla una línea brillante a lo largo de la impresión que perturba la apariencia óptica del producto. En la Figura b), la impresión se colocó parcialmente superponiéndose al recubrimiento que

15 contiene metal 4, dando como resultado de igual modo defectos ópticos. Como resultado de la sobreimpresión parcial del recubrimiento que contiene metal 4 en la región de borde 10, esos patrones de error pueden evitarse con el método de acuerdo con la invención.

En lo siguiente, las ventajas del método de acuerdo con la invención (Ejemplo) se explican en comparación con un método del estado de la técnica (Ejemplo Comparativo).

En ambos casos, se produjo un sustrato de vidrio de 1 m x 2 m de vidrio flotado claro con el

20 mismo recubrimiento que contiene plata que comprende 3 capas funcionales de plata. Se aplicó una impresión de borde negro en forma de un marco con diferentes anchos b . Después de la impresión, los paneles se templaron a una temperatura de 690°C durante un período de 500 segundos. La emisividad térmica se determinó usando un INGLAS TIR100-2.

Ejemplo

Panel de vidrio: vidrio flotado claro de 1 m x 2 m

Recubrimiento que contiene metal: contiene 3 capas de plata

Capa polimérica protectora: capa a base de met(acrilato) de 15 μm SGG EasyPro®;

Emisividad de la región no impresa (recubrimiento que contiene metal y capa polimérica protectora; medida antes del tratamiento con temperatura): 45%

Emisividad de la región impresa (medida después del tratamiento con temperatura): 89%

Ejemplo Comparativo

Panel de vidrio: vidrio flotado claro de 2 m x 1 m

Recubrimiento que contiene metal: contiene 3 capas de plata

Emisividad de la región no impresa (únicamente recubrimiento que contiene metal; medida antes

35 del tratamiento con temperatura): 2%

Emisividad de la región impresa (medida después del tratamiento con temperatura): 89%

5

10

Deformación en mm medida a una distancia de 5 mm del borde del panel de vidrio		
Ancho b del marco en mm	Ejemplo (con capa polimérica protectora)	Ejemplo Comparativo (sin capa polimérica protectora)
24	Ninguna	0.10
96	0.05	0.15
192	0.10	Ruptura del vidrio

15

La deformación se midió como un cambio en el espesor del panel de vidrio a una distancia de 5 mm desde el borde. La comparación muestra que el método de acuerdo con la invención da como resultado sustancialmente menos o ninguna deformación en la totalidad de la región impresa. En el caso de impresiones de marco más grandes, existió ruptura del vidrio sin el uso de una capa protectora.

Lista de Caracteres de Referencia

20

25

30

1 panel de vidrio

2 sustrato de vidrio

3.1 primera superficie de sustrato de vidrio

3.2 segunda superficie de sustrato de vidrio

4 recubrimiento que contiene metal

5 capa protectora polimérica, capa protectora temporal

6 primera región, región que será impresa, región impresa

7 tinta de cerámica

9 segunda región

10 región de borde

12 un borde de panel

b ancho de la primera región

d espesor de la capa polimérica protectora al comienzo del método

d_{Rand} espesor de la capa polimérica protectora en la región de borde después del paso b)

r ancho de la región de borde

s distancia entre la tinta de cerámica y la capa polimérica protectora