

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
7. Januar 2016 (07.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/001055 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C03C 17/00 (2006.01) C03C 17/245 (2006.01)
B32B 17/06 (2006.01) C03C 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/064367

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2015 (25.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 009 767.6 1. Juli 2014 (01.07.2014) DE

(71) Anmelder: SCHOTT AG [DE/DE]; Hattenbergstr. 10,
55122 Mainz (DE).

(72) Erfinder: RENZ, Carsten; Odfeldstr. 10, 37632
Eschershausen (DE). WALTHER, Marten; Ferdinand-
Sauerbruch-Weg 1, 31061 Alfeld (DE). WIEGEL,
Thomas; Im Perk 1, 31061 Alfeld (DE).

(74) Anwalt: SAWODNY, Michael; Dreiköniggasse 10, 89073
Ulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR TREATING THE SURFACE OF THIN GLASS SUBSTRATES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BEHANDELN DER OBERFLÄCHE VON DÜNNGLASSUBSTRATEN

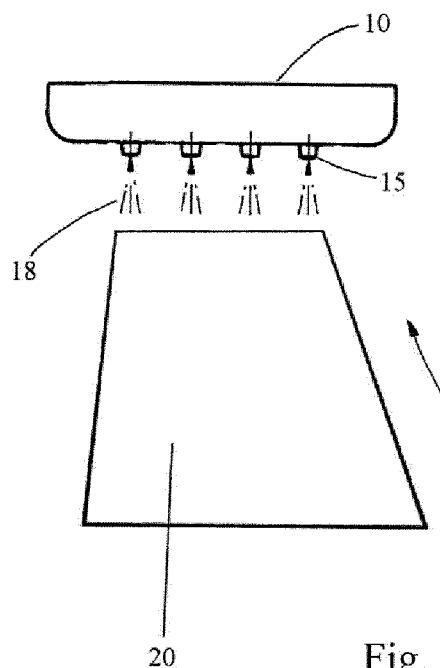


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for treating the surface of a thin or ultra-thin glass substrate, comprising the following steps: - treating the surface of the glass substrate by flame treatment with at least one oxidizing flame, wherein the glass substrate and/or the at least one oxidizing flame are moved past each other at such a speed that the following applies to the temperature (T) in the glass substrate during the flame treatment: $T < T_g$, wherein T_g is the glass transition temperature of the glass, and - after treatment of the surface, the contact angle is less than 10° , preferably less than 8° , in particular less than 5° , preferably less than 3° ; and - laminating a film onto the surface of the glass substrate. For thin or ultra-thin glass, the method according to the invention is suitable for carrying out the removal of adsorbed water layers reliably and in a reproducible manner without causing deformation or warping of the glass.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln der Oberfläche eines dünnen oder ultradünnen Glassubstrats, umfassend die Schritte: - Behandeln der Oberfläche des Glassubstrats durch Beflammen mit mindestens einer oxidierenden Flamme, wobei das Glassubstrat und/oder die mindestens eine oxidierende Flamme mit einer derartigen Geschwindigkeit aneinander vorbeibewegt werden, dass für die Temperatur (T) im Glassubstrat während des Beflammens gilt: $T < T_g$, wobei T_g die Glasübergangstemperatur des Glases darstellt, und - nach Behandeln der Oberfläche

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

der Kontaktwinkel kleiner 10° , bevorzugt kleiner 8° , insbesondere kleiner 5° , bevorzugt kleiner 3° ist, - Laminieren einer Folie auf die Oberfläche des Glassubstrats. Das erfindungsgemäße Verfahren ist für dünnes oder ultradünnes Glas geeignet, um die Entfernung von adsorbierten Wasserschichten zuverlässig und in reproduzierbarer Art und Weise durchzuführen, ohne eine Verformung oder Verbiegung des Glases hervorzurufen.

VERFAHREN ZUM BEHANDELN DER OBERFLÄCHE VON DÜNNGLASSUBSTRATEN

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Behandeln der
Oberfläche von Dünnglassubstraten sowie die mit dem Verfahren erhältlichen
Dünnglassubstrate.

Nahezu auf allen Oberflächen, die uns umgeben, befinden sich zusätzliche
Schichten, wie fest gebundene chemische Reaktionsschichten,
Adsorptionsschichten, Verunreinigungen und dergleichen, welche die chemischen
und physikalischen Eigenschaften der Oberfläche entsprechend bestimmen.
Wenn zwei frisch gebildete Oberflächen, beispielsweise durch Zerschneiden eines
Glasstücks, erzeugt werden, entstehen freie Bindungsstellen in Form von
unkoordinierten Einheiten, so dass einzelne stark polarisierte Bereiche gebildet
werden, die sehr reaktiv sind. Diese stark polarisierten Bereiche reagieren
beispielsweise mit atmosphärischem Wasserdampf, der sich in der Umgebung
befindet. Wenn daher eine frisch geformte Glasoberfläche gebildet wird, führt der
Kontakt mit Luft dazu, dass sich Wasser in Form einer Oberflächenschicht
anlagert. Ein Glassubstrat zeigt daher eine bestimmte Alterung in Umgebungsluft.
Diese Alterung bedeutet die Änderung der chemischen und physikalischen
Eigenschaften der Glasoberfläche durch ein oder mehrere Oberflächenschichten.
Derartige Schichten verhindern die ungestörte und gute Haftung von
Beschichtungen auf dem Glas. Auf einer derartigen gealterten Oberfläche
aufgebrachte Beschichtungen zeigen eine insgesamt geringere Haftung, da die an
der Oberfläche gebundene Feuchtigkeit in Form von ein oder mehreren
Gelschichten gebunden wird, die die Hafteigenschaften von aufzubringenden
Schichten negativ beeinflussen.

Weiterhin hängt es von der Beschaffenheit der Oberfläche ab, ob eine homogene
Beschichtung mit hoher Reproduzierbarkeit erzeugt werden kann. So weist eine
Oberfläche nach der Alterung üblicherweise lokale Verdichtungen oder derartige
chemische Modifikationen auf, dass die Beschichtung in bestimmten Bereichen

besser gebunden wird als in anderen Bereichen, was zu einer inhomogenen Beschichtung führt.

Um die Oberflächeneigenschaften einer Oberfläche entsprechend zu verändern, wird üblicherweise eine Oberflächenbehandlung eingesetzt. Hierbei ist es ein Ziel, die Oberfläche von Glas derart zu behandeln, dass eine einheitlich strukturierte und homogene Oberfläche unter Entfernung des adsorbierten Wassers erhalten wird. Bekannte Verfahren, um dies zu erreichen, sind beispielsweise Säurebäder, Wachsumhüllungen, Beflammen sowie Plasma- und Koronavorbehandlung. Ein weiteres bekanntes Verfahren, um adsorbiertes Wasser von der Glasoberfläche zu entfernen, ist beispielsweise das Erhitzen des Glases im Vakuum auf eine Temperatur von etwa 250°C oder alternativ das Erhitzen in Luft auf eine Temperatur im Bereich von 300 bis 400°C.

Aus dem Stand der Technik sind hierzu bereits zahlreiche Vorschläge bekannt geworden:

So beschreibt die GB 816 479 ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Behandlung einer Glasoberfläche, um eine Dehydrierung der Oberfläche zu bewirken, indem die Oberfläche des Glases einer hochfrequenten Hochspannungs-Funkenentladung zwischen zwei Elektroden ausgesetzt wird, wodurch die intensive lokale Erhitzung ein schnelles Verdampfen des adsorbierten Wasserdampfes bewirkt.

Gemäß der GB 2 428 427 B wird eine Aktivierung der Oberfläche einer Glasscheibe beschrieben, wobei die Aktivierung durch Abrieb mittels eines geschlossenen Bands erreicht wird, auf dem sich Schleifmittelkörner befinden und die Glasplatte mittels eines Roboters gegen die Scheibe gedrückt wird. Die Oberfläche wird daher mechanisch durch Abrieb regeneriert.

Weiterhin offenbart die DD 236 516 A1 ein Verfahren zur Erzeugung transparenter, elektrisch leitfähiger Metalloxidschichten auf silikatischen

Substraten, wobei unter Anwendung einer Flammstrahlreinigung und –
beschichtung die Substratoberfläche behandelt wird. Hierbei wird die Oberfläche
unter normalem Umgebungsdruck zunächst mit einem Flammstrahl behandelt,
dessen Temperatur in einem Bereich zwischen 800 und 1500°C liegt, der das zur
5 Modifizierung dienende Metalloxid oder Metalloxidgemisch bzw. das dem Oxid
zugrunde liegende Metall oder die Metalllegierung bei stark Sauerstoff-
angereicherter Brenngaszusammensetzung zersprüht und auf das Substrat,
dessen Temperatur in einem Bereich zwischen 300 und 800°C liegt, aufspritzt,
und in einer darauf folgenden Flammstrahlung mit reduzierender
10 Gaszusammensetzung eine Regulierung der Transparenz und Leitfähigkeit erfolgt.

Ferner betrifft die EP 1 148 036 B1 ein Verfahren zur Modifizierung einer
Oberfläche eines kompakten Substrats, insbesondere Glas, Keramik und/oder
Porzellan, sowie mit dem Verfahren gewonnene Substanzen. Hierbei wird die
15 Oberfläche mit mindestens einer oxidierenden Flamme modifiziert, die so erzeugte
Oberfläche in einem zweiten Schritt mit mindestens einer silikatisierenden Flamme
modifiziert und im Anschluss mindestens eine Druckfarbe auf die Oberfläche
aufgebracht.

20 Aus der WO 2006/66507A1 ist das Aufbringen einer Polymerschicht mit einer
Dicke von 1 µm bis 200 µm auf eine Glasfolie mit einer Dicke in Bereich 10 µm bis
500 µm bekannt geworden. Das Aufbringen der Polymerschicht erfolgt in der WO
2000/66507A1 immer aus der flüssigen Phase. Die im Stand der Technik
beschriebenen Verfahren bei denen einer Glasfolie durch Laminieren auf ein
25 Dünnglas aufgebracht wird, werden in der WO 2000/66507A1 als nachteilig
beschrieben, insbesondere mit Blick auf die optischen Eigenschaften. Die in der
WO 2000/66507A1 beschriebene Oberflächenbehandlung beschränkt sich auf
eine UV-Bestrahlung in Ozonatmosphäre. Die erforderliche Glastemperatur zur
Beschichtung wird in einem Tempermodul zur Verfügung gestellt. Eine
30 Veränderung der Oberflächeneigenschaften durch die Tempereinheit wird nicht
beschrieben.

Die EP 1 148 036A1 beschreibt ein Verfahren zum Modifizieren einer Oberfläche eines kompakten Substrates, das auch Glas sein kann. Hierbei wird die Oberfläche durch eine oxidierende Flamme und eine silikatisierende Flamme modifiziert. Durch diese Behandlung wird eine homogene, mikroretentive Oberfläche bereitgestellt auf die Glasschichten aufgebracht werden können. Eine Aufbringung einer Folie durch Laminieren ist nicht beschrieben.

Die DE 10 2009 051 397 A1, beschreibt ein Verfahren zum Vorbehandeln einer Glasoberfläche eines Fotovoltaikmoduls. Die Oberfläche der Glasschreiben des Fotovoltaikmoduls gemäß der DE 10 2009 051 397 A1 wird durch Beflammung gereinigt und die Benetzbarkeit der Glasschreibe erhöht. Die Flamme des entzündeten Glasgemisches weist eine Temperatur zwischen 700°C und 1000°C auf. Aus der DE 10 2009 051 397A1 geht nicht die Verwendung eines dünnen oder ultradünnen Glassubstrates hervor.

Die DE 42 37 921 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Modifizieren der Oberflächenaktivität eines Silikatglassubstrates. Hierzu schlägt die DE 42 37 921 A1 eine Flammpyrolyse vor. Das Silikatglassubstrat umfasst ein Floatglassubstrat mit einer Dicke von 3mm. Durch die Flammpyrolyse wird auf die Oberfläche des Floatglassubstrates eine Beschichtung aufgebracht.

Nachteilig an den Ansätzen aus dem Stand der Technik ist, dass die geschilderten Verfahren nicht ohne weiteres für dünnes oder ultradünnes Glas eingesetzt werden können. Da das Glas bereits sehr dünn ist, sind mechanische Abriebverfahren nicht geeignet, da diese die Oberfläche zu stark beanspruchen und leicht zu einem Bruch des Glases führen. Weiterhin verformen sich dünne Gläser bei zu hohen Temperaturen sehr schnell, werden beispielsweise wellig, woraus eine unerwünschte Verbiegung oder Verwölbung des Dünnglases resultiert. Bei Verwendung von zu hohen Temperaturen kann das Glas zudem schmelzen, wobei sich die Oberfläche des Glases zusammenzieht; dies ist dem Schrumpfen einer Plastikfolie vergleichbar. Dünnes oder ultradünnes Glas ist in dieser Hinsicht noch deutlich empfindlicher als dickeres Glas, so dass die

Entfernung unerwünschter Oberflächenschichten außerordentlich schwierig durchführbar ist. Gerade dünnes oder auch ultradünnes Glas hat jedoch eine große Reihe an Anwendungen, insbesondere wo chemische und physikalische Eigenschaften, wie Transparenz, chemische und thermische Beständigkeit sowie geringes Gewicht, von großer Bedeutung sind. Dies sind beispielsweise eine Vielzahl von elektronischen Anwendungen, wie Sensoren.

Die bekannten Verfahren aus dem Stand der Technik ermöglichen es daher nicht, die Gelschicht aus adsorbiertem Wasser homogen und in reproduzierbarer Art und Weise zu reduzieren bzw. gänzlich von dünnen oder ultradünnen Gläsern zu entfernen.

Ebensowenig können organische Verunreinigungen entfernt werden.

Es besteht daher ein Bedarf im Stand der Technik ein Verfahren zum Behandeln von Oberflächen von Dünnglas bereitzustellen.

Der vorliegenden Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur Behandlung der Oberfläche von Glas zur Verfügung zu stellen, das insbesondere für dünnes oder auch ultradünnes Glas eingesetzt werden kann. Das Verfahren soll in einfacher Weise kostengünstig durchführbar sein und die adsorbierte Schicht aus Wassermolekülen in möglichst hohem Maße in homogener Art und Weise und reproduzierbar entfernen.

Die der Erfindung zugrunde gelegte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Behandeln der Oberfläche eines dünnen oder ultradünnen Glassubstrats, umfassend die Schritte:

- Behandeln der Oberfläche des Glassubstrats durch Beflammen mit mindestens einer oxidierenden Flamme, wobei das Glassubstrat und/oder die mindestens eine oxidierende Flamme mit einer derartigen

Geschwindigkeit aneinander vorbei bewegt werden, dass für die Temperatur T im Glassubstrat während des Beflammens gilt: $T < T_g$, wobei T_g die Glasübergangstemperatur des Glases darstellt, und

- Laminieren einer Folie auf die Oberfläche des Glassubstrats.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es somit, dass auch bei dünnem oder ultradünnem Glas durch die Beflammung die Gelschicht aus adsorbiertem Wasser zuverlässig Weise entfernt werden kann und eine homogene Glasoberfläche erhalten wird, die über besonders gute Haftungseigenschaften für

10 die anschließende Laminierung verfügt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird in einem offenen System unter Normaldruck durchgeführt, ohne Verwendung kostenaufwendiger Chemikalien und Lösungsmittel, wobei die Vorbehandlung der Glasoberfläche gleichzeitig eine

15 Reinigung und Aktivierung des Substrats bewirkt und zu einer verbesserten Haftung auf dem Glassubstrat führt.

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung könnte direkt an die Glasproduktion gekoppelt werden. Jedoch ist dies in der Regel nicht notwendig, da unmittelbar

20 nach der Glasherstellung praktisch noch keine Gelschichten aus adsorbierten Wassermolekülen auf der frisch erzeugten Glasoberfläche gebildet wurden. Es ist daher zweckmäßig, das erfindungsgemäße Verfahren an einer Dünnglasoberfläche durchzuführen, die nicht unmittelbar hergestellt wurde.

Beispielsweise kann ein Dünnglassubstrat behandelt werden, das eine bestimmte

25 Zeitspanne gelagert wurde, damit die gealterte Oberfläche des Dünnglases wieder so aktiviert und sauber wie unmittelbar nach Herstellung der Glasoberfläche ist und die gewünschten chemischen und physikalischen Eigenschaften aufweist, d.h. sich wie eine frisch hergestellte Glasoberfläche verhält. Insbesondere sollen dabei auch organische Verunreinigungen entfernt werden.

30 Erfindungsgemäß werden unter dünnen oder ultradünnen Gläsern oder Glassubstraten solche verstanden, die eine Dicke im Bereich ≤ 2 mm, bevorzugt $\leq 1,2$ mm, besonders bevorzugt $\leq 1,0$ mm, noch bevorzugter ≤ 500 μ m,

insbesondere $\leq 400 \mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt $\leq 300 \mu\text{m}$ aufweisen.
Ultradünne Gläser sind beispielsweise Gläser mit Dicken im Bereich $\leq 300 \mu\text{m}$, insbesondere $\leq 200 \mu\text{m}$, noch bevorzugter $\leq 100 \mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt $\leq 50 \mu\text{m}$.

5

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst die Oberfläche des dünnen oder ultradünnen Glassubstrats mindestens einer oxidierenden Flamme ausgesetzt. Unter einer oxidierenden Flamme wird in der vorliegenden Erfindung jedes entzündete Gas, Gas-/Luftgemisch, Aerosol oder Spray verstanden, das überschüssigen Sauerstoff enthält und/oder oxidierend wirken kann. Die stark oxidierende Atmosphäre im Flammstrahlbereich, die durch einen Sauerstoffüberschuss der Brenngase erhalten wird, verringert die gebundene Feuchtigkeit in Form von Wassermolekülen und führt vorzugsweise zu deren praktisch vollständiger Entfernung, wodurch die gewünschten vorteilhaften Eigenschaften erhalten werden. Desweiteren werden auch organische Verunreinigungen entfernt.

10

15

20

25

Erfindungsgemäß können zur Erzeugung der Flamme die üblichen Brenngase eingesetzt werden, besonders bevorzugt sind dies beispielsweise Propan-, Butan-, Leuchtgas und/oder Erdgas. Um eine überwiegend oxidierende Atmosphäre bereitzustellen, ist es zweckmäßig, dass ein entsprechender Luft- bzw. Sauerstoffüberschuss vorhanden ist, beispielsweise liegt das Verhältnis von Brenngas : Luft oder Brenngas : Sauerstoff im Bereich von 1:10 bis 1:30, bevorzugt im Bereich von 1:15 bis 1:30, noch bevorzugter im Bereich von 1:20 bis 1:30.

30

Ein derartig überproportionales Verhältnis des Luft- bzw. Sauerstoffgehalts wird gewählt, da dies einen geringeren Energieeintrag pro Zeiteinheit bedeutet, so dass der Energieeintrag für das Dünnglas nicht zu hoch wird, aber dennoch die Schicht aus adsorbierten Wassermolekülen und/oder organischen Verunreinigungen, insbesondere solche, die OH-Gruppen umfassen, entfernt werden kann.

Zusätzlich zum Brenngas-/Luft- bzw. Sauerstoff-Gemisch kann eine siliziumhaltige Substanz in die oxidierende Flamme eingebracht und auf die Oberfläche unter flammenpyrolytischer Zersetzung der siliziumhaltigen Substanz aufgebracht werden. Besonders bevorzugt wird als siliziumhaltige Substanz ein Silan
5 eingesetzt. Eine bevorzugte siliziumhaltige Verbindung ist beispielsweise Tetramethoxysilan. Durch die Flammenpyrolyse der siliziumhaltigen Verbindung erfolgt die Erzeugung einer SiO_x -Beschichtung auf der Oberfläche des Glassubstrats. Die zusätzliche Verwendung einer siliziumhaltigen Substanz beeinflusst den Energieeintrag nicht nachteilig.

10 Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist zu berücksichtigen, dass der Energieeintrag insbesondere auch von der Verfahrensgeschwindigkeit abhängt. Die optimale Wirkung im Hinblick auf die Entfernung der adsorbierten Wassermoleküle bei gleichzeitiger Reinigung und Aktivierung der
15 Dünnglasoberfläche während der Beflammung mit mindestens einer oxidierenden Flamme wird für ein dünnes oder auch ultradünnes Glas insbesondere dann erreicht, wenn die Geschwindigkeit, mit der das Glassubstrat an der Flamme vorbei bewegt wird, oder die Geschwindigkeit, mit der die Flamme am
20 Glassubstrat vorbei bewegt wird, oder die Geschwindigkeit von Glassubstrat und der Flamme entsprechend eingestellt und angepasst sind. So hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Verfahrensgeschwindigkeit derart ausgewählt wird, dass die Temperatur T im Glassubstrat durch die Beflammung derart ist, dass gilt: $T < T_g$, besonders bevorzugt $T \ll T_g$, wobei T_g die Glasübergangstemperatur des Glases darstellt.

25 Die Geschwindigkeit, mit der die oxidierende Flamme und/oder das Glassubstrat aneinander vorbei geführt werden, d.h. die Verfahrensgeschwindigkeit, mit der die Beflammung durchgeführt wird, wird dabei derart gesteuert, dass die Temperatur T im Glas ausreichend Abstand zur Glasübergangstemperatur T_g des jeweiligen
30 Glassubstrats hat.

Durch das Behandeln der Oberfläche wird erreicht, dass diese einen stark hydrophilen Charakter aufweist und eine gute Benetzbarkeit der Oberfläche mit Wasser. Erfindungsgemäß wird durch die Oberflächenbehandlung erreicht, dass der Kontaktwinkel nach der Beflammung kleiner 10° , bevorzugt kleiner 8°

5 insbesondere kleiner 5° , ganz bevorzugt kleiner 3° ist. Dies ermöglicht durch Laminieren auf das Dünnglas eine Folie aufzubringen. Hierbei wird eine besonders gute Haftung der Folie auf dem Dünnglas erreicht. Laminiert wird bevorzugt in einer Zeitdauer nach der Beflammung, in der der Kontaktwinkel nicht über 10° , bevorzugt nicht über 8° , insbesondere nicht über 5° , ganz bevorzugt
10 nicht über 3° angestiegen ist. Üblicherweise ist diese Zeitdauer wie Versuche beispielsweise gemäß Tabelle 5 zeigen kleiner 2 Stunden, bevorzugt kleiner eine Stunde, insbesondere kleiner 20 Minuten, bevorzugt kleiner 5 Minuten. Natürlich hängt die Zeitdauer von den Umweltbedingungen, insbesondere der Luftzusammensetzung und der Temperatur ab.

15 Die Bestimmung des Kontaktwinkels erfolgt vorliegend bei einem liegenden Tropfen mit Hilfe eines Goniometers. Der Kontaktwinkel wird aus dem liegenden Tropfen mit einer Kamera aufgenommen.

20 Durch die Beflammung werden auch Verunreinigungen, insbesondere organische Verunreinigungen von der Oberfläche entfernt. Ein Maß dafür wie viel organische Verunreinigungen durch Beflammung von der Oberfläche entfernt wurden ist der Kontaktwinkel.

25 Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird anstelle T_g die obere Kühltemperatur zugrunde gelegt. Bevorzugt wird daher die Verfahrensgeschwindigkeit, mit der die Beflammung durchgeführt wird, derart gesteuert, dass die Temperatur T im Glas ausreichend Abstand zur oberen Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ des jeweiligen Glassubstrats aufweist. Die oberen
30 Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ (annealing temperature) eines Glassubstrats ist die Temperatur, bei welcher das Glas eine Viskosität von 10^{13} dPas aufweist.

Aufgrund der geringen Stärke des Dünnglassubstrats kann die Oberflächentemperatur des Glassubstrats mit der Temperatur, die innerhalb des Glases vorliegt, in etwa gleich gesetzt werden. Daher kann die Temperatur T ohne weiteres an der Oberfläche des Glassubstrats gemessen werden. Die Temperatur T an der Glasoberfläche liegt während der Beflammung in der Regel im Bereich von 300 bis 650°C.

Ein ausreichender Abstand der Temperatur T im Glassubstrat zur Glasübergangstemperatur T_g liegt vorzugsweise dann vor, wenn sich beide Temperaturen um etwa 10 bis 50°C, besonders bevorzugt etwa 50 bis 100°C, insbesondere bevorzugt etwa 100 bis 200°C, ganz besonders bevorzugt etwa 200 bis 350°C unterscheiden. Wird der Abstand zur Glasübergangstemperatur T_g nicht eingehalten, so kann der Energieeintrag in das Glas zu hoch sein und das Dünnglas kann sich verformen und verbiegt sich.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird ein ausreichender Abstand der Temperatur T im Glassubstrat zur oberen Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ des Glassubstrats vorzugsweise so eingestellt, dass gilt $T < T_{\text{kühl}}$, wobei sich beide Temperaturen bevorzugt um etwa 10 bis 50°C, bevorzugter etwa 50 bis 100°C, noch bevorzugter etwa 100 bis 200°C, ganz besonders bevorzugt etwa 200 bis 350°C unterscheiden. Wenn anstelle von T_g $T_{\text{kühl}}$ ausgewählt wird, so ist es zweckmäßig, $T < T_{\text{kühl}}$ damit der Energieeintrag in das Glas nicht zu hoch wird und das Dünnglas sich nicht verformen, verbiegt oder sogar zerbricht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Glassubstrate mit einer entsprechenden Verfahrensgeschwindigkeit an einem fest installierten Brennersystem mit mindestens einer oxidierenden Flamme vorbeigeführt. Bevorzugte Verfahrensgeschwindigkeiten liegen im Bereich von 8 m/min bis 15 m/min, wobei Verfahrensgeschwindigkeiten von ≥ 10 m/min, insbesondere im Bereich von 10 m/min bis 15 m/min für dünne Gläser und auch ultradünne Gläser besonders bevorzugt sind. Unterhalb dieser bevorzugten Geschwindigkeit von 10 m/min, ist der Energieeintrag in das Dünnglassubstrat in der Regel zu hoch und daher eher nachteilig.

Der Abstand der Oberfläche des Glassubstrats aus dünnem oder ultradünnem Glas von der mindestens einen oxidierenden Flamme kann vom Fachmann im Stand der Technik entsprechend eingestellt werden. Dies hängt u.a. von der Art des ausgewählten Brenngases, dem eingestellten Verhältnis zum Sauerstoff und der damit erhaltenen Flammenlänge, der Glaszusammensetzung sowie weiteren Parametern ab. Als Faustregel kann ein Abstand im Bereich von etwa 80 bis 200 mm, aber insbesondere bevorzugt im Bereich von etwa 80 bis 150 mm als vorteilhaft eingestellt werden. Eine übliche Flammenlänge der Beflammung liegt in der Regel im Bereich von 100 bis 200 mm.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Glas während der Beflammung auch zusätzlich gekühlt werden, so dass die Temperatur innerhalb des Glases möglichst gering gehalten werden kann. Dies führt überraschenderweise nicht zur Erzeugung von signifikanten Spannungen im Glas.

Erfindungsgemäß sind die dünnen bzw. ultradünnen Gläser nicht besonders beschränkt. Insbesondere bevorzugt werden Kalknatron-Gläser, Borosilikatgläser, Alumosilikatgläser, Lithium-Aluminiumsilikatgläser und Glaskeramik eingesetzt.

Bevorzugt sind Lithium-Aluminiumsilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

SiO ₂	55 - 69
Al ₂ O ₃	19 - 25
Li ₂ O	3 - 5
Summe Na ₂ O + K ₂ O	0 - 30
Summe MgO + CaO + SrO + BaO	0 - 5
ZnO	0 - 4
TiO ₂	0 - 5
ZrO ₂	0 - 3
Summe TiO ₂ +ZrO ₂ +SnO ₂	2 - 6
P ₂ O ₅	0 - 8
F	0 - 1

12

 B_2O_3

0 - 2,

sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 1 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl , F , CeO_2 , in Gehalten von 0 - 2 Gew.-%.

Bevorzugt sind weiterhin Kalknatron-Silikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

10

SiO_2	40 - 80
Al_2O_3	0 - 6
B_2O_3	0 - 5
Summe $Li_2O + Na_2O + K_2O$	5 - 30
Summe $MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO$	5 - 30
Summe $TiO_2 + ZrO_2$	0 - 7,
P_2O_5	0 - 2,

sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl , F , CeO_2 , in Gehalten von 0 - 2 Gew.-%.

Bevorzugt sind weiterhin Borosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

25

SiO_2	60 - 85
Al_2O_3	1 - 10
B_2O_3	5 - 20
Summe $Li_2O + Na_2O + K_2O$	2 - 16
Summe $MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO$	0 - 15
Summe $TiO_2 + ZrO_2$	0 - 5,
P_2O_5	0 - 2,

sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-%

35

bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl, F, CeO_2 von in Gehalten 0 - 2 Gew%.

Bevorzugt sind weiterhin Alkali-Alumosilikatgläser, welche die folgende

5 Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

	SiO_2	40 - 75
	Al_2O_3	10 - 30
	B_2O_3	0 - 20
10	Summe $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	4 - 30
	Summe $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$	0 - 15
	Summe $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0 - 15
	P_2O_5	0 - 10,

15 sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl, F, CeO_2 , in Gehalten von 0 - 2 Gew%.

20 Bevorzugt sind weiterhin alkalifreie Alumosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

	SiO_2	50 - 75
	Al_2O_3	7 - 25
25	B_2O_3	0 - 20
	Summe $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0 - 0,1
	Summe $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$	5 - 25
	Summe $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0 - 10,
	P_2O_5	0 - 5,

30

sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl, F, CeO_2 , in Gehalten von 0 - 2 Gew%.

35

Bevorzugt sind auch alkaliarme Alumosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

	SiO ₂	50 - 75
5	Al ₂ O ₃	7 - 25
	B ₂ O ₃	0 - 20
	Summe Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	0 - 4
	Summe MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5 - 25
	Summe TiO ₂ +ZrO ₂	0 - 10
10	P ₂ O ₅	0 - 5,

sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, Nd₂O₃, MnO₂, TiO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃, Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl, F, CeO₂, in Gehalten von 0 - 2 Gew%.

15

Die erfindungsgemäße Oberflächenbehandlung des Dünnglases unter Beflammung führt neben der Entfernung der adsorbierten Wassermoleküle auch zu einer Aktivierung der Glasoberfläche, die sich in einem stark hydrophilen Charakter der Oberfläche widerspiegelt. Dieser hydrophile Charakter resultiert in einer besonders guten Benetzbarkeit der Oberfläche mit Wasser, das sich homogen auf der Oberfläche verteilt.

20

Ein Maß für die Benetzbarkeit der Oberfläche ist der sog. Kontaktwinkel. Der Kontaktwinkel ist der Winkel, den ein Flüssigkeitstropfen auf der Oberfläche eines Feststoffs zu dieser Oberfläche bildet. Die Größe des Kontaktwinkels hängt dabei von den Wechselwirkungen zwischen den Berührungsflächen des Flüssigkeitstropfens und der Glasoberfläche ab. Umso geringer die Wechselwirkung ist, umso größer ist der Kontaktwinkel. Der Kontaktwinkel gibt daher Auskunft über bestimmte Eigenschaften der Oberfläche des Glases. Im Falle von Wasser bezeichnet man die Oberfläche bei geringen Kontaktwinkeln als hydrophil, bei Winkeln um 90° als hydrophob und bei noch größeren Winkeln als superhydrophob. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung der Glasoberfläche führt zu einer Veränderung des Kontaktwinkels, es wird eine

25

30

deutliche Absenkung des Kontaktwinkels bei Verwendung von Wasser festgestellt, der dem stark hydrophilen Charakter der Oberfläche entspricht.

Erfindungsgemäß wurde nun festgestellt, dass der Kontaktwinkel der Glasoberfläche unmittelbar nach der Beflammung nur wenige Stunden in etwa konstant bleibt und danach zum Teil sprunghaft, aber ständig ansteigt. Es ist daher erfindungsgemäß bevorzugt, wenn der nachfolgende Verfahrensschritt des Laminierens innerhalb von 80 ± 5 min nach dem Verfahrensschritt des Beflammens durchgeführt wird, sich bevorzugter innerhalb von 60 ± 5 min, ganz besonders bevorzugt innerhalb von 30 ± 5 min anschließt.

Der Kontaktwinkel des Dünnglases vor der erfindungsgemäßen Oberflächenbehandlung liegt typischerweise im Bereich von etwa 45° bis 50° . Nach der Beflammung wird ein Kontaktwinkel im Bereich um etwa 5° erhalten. Nach etwa 80 Minuten steigt der Kontaktwinkel auf etwa 25° an. Daher gelingt es etwa 80 Minuten nach erfolgter Beflammung, gegebenenfalls unter Verwendung einer siliziumhaltigen Verbindung, einen Kontaktwinkel im Bereich um 5° beizubehalten. Überraschenderweise wurde festgestellt, dass die Oberflächenbehandlung, ob mit oder ohne siliziumhaltige Substanz, zu denselben Kontaktwinkeln führt.

Wenn nach der Oberflächenbeflammung zu lange Zeit verstreicht, wird die Glasoberfläche durch Anlagern von beispielsweise Wassermolekülen aus der Umgebungsluft wieder deaktiviert, so dass keine besonders gute Haftung mehr zwischen Glasoberfläche und aufzubringender Beschichtung resultiert.

Erfindungsgemäß ist es ebenfalls möglich, dass mehrere aufeinanderfolgende Behandlungen durch Beflammung durchgeführt werden, d.h. der erste Verfahrensschritt wird mehrfach nacheinander durchgeführt. Wenn eine siliziumhaltige Verbindung zugesetzt wird, können bei mehreren Behandlungen auch mehrere siliziumhaltige Schichten auf die Glasoberfläche aufgebracht werden.

Durch die Verwendung der oxidierenden Flamme für die Vorbehandlung werden die Molekülketten an der Oberfläche des Glassubstrats durch Wärmeeinwirkung aufgebrochen und in der Flamme enthaltene Sauerstoffbestandteile an diese Bruchstellen gebunden. Die Flammenhitze setzt den Prozess in Gang, wobei für die Oxidation der Oberfläche das Luft-Gas- bzw. Sauerstoff-Gas-Gemisch dient, das bei der Verbrennung einen Sauerstoffüberschuss bereitstellt. Auf diese Weise entstehen im ursprünglich unpolaren Glasmaterial polare Einheiten, die nun für eine besonders gute Anbindung zur Verfügung stehen, die beispielsweise in Form einer nachfolgenden Laminierung genutzt werden kann.

Das Laminieren ist erfindungsgemäß nicht besonders beschränkt.

Erfindungsgemäß wird vorzugsweise eine Folie aus Polymermaterial oder Metall auf die Glasoberfläche mittels eines Klebers aufgebracht.

Das Polymermaterial wird vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Silikonpolymer, einem Sol-Gel-Polymer, Polycarbonat (PC), Polyethersulfon, Polyacrylat, Polyimid (PI), einem anorganischen Siliziumoxid/Polymer-Hybrid, einem Cycloolefincopolymer, einem Silikonharz, Polyethylen, Polypropylenpolyvinylchlorid, Polystyrol, Styrol-Acrylonitrilcopolymer, Polymethylmethacrylat (PMMA), Ethylen-Vinylacetatcopolymer, Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat, Polyamid, Polyacetal, Polyphenylenoxid, Polyphenylensulfid oder Polyurethan oder Mischungen hiervon.

Das Metall der Metallfolie kann aus einem oder mehreren Metallen ausgewählt sein, wobei auch Legierungen möglich sind; beispielhaft genannt seien Eisen, Aluminium, Kupfer, Stahl, Messing und dergleichen.

Die Laminatfolie weist vorzugsweise eine Dicke auf, die bevorzugt $\leq 500 \mu\text{m}$, bevorzugter $\leq 100 \mu\text{m}$, noch bevorzugter $\leq 50 \mu\text{m}$ und am meisten bevorzugt $\leq 25 \mu\text{m}$ aufweist. Das Verhältnis der Dicke der Laminatfolie zur Dicke des Glases beträgt vorzugsweise 200% oder weniger, bevorzugter 100% oder weniger und in

einigen Fällen noch bevorzugter 50% oder weniger und sogar noch bevorzugter 20% oder weniger und in sehr speziellen Fällen 10% oder weniger.

Das Polymermaterial oder Metall der Folie kann derart ausgebildet sein, dass dieses gegenüber herkömmlichen Polymermaterialien, eine sehr hohe Wasserdampftransmissionsrate (WVTR) aufweist. Zusätzlich kann die Folie des Laminats einige Funktionen bereitstellen, die Glas nicht aufweist, wie Klebereigenschaften, Farbfilterfunktion oder Polarisationsfunktion.

In einer Ausführungsform kann die Folie nach dem Laminieren auch wieder entfernt werden, die Folie ist daher nur vorübergehend als Schutzfolie auf die Glasoberfläche des Dünnglassubstrats aufgebracht. Nach Entfernen der Folie kann das Dünnglas weiter verarbeitete, beispielsweise beschichtet werden.

In einer Ausführungsform kann eine zusätzliche Schicht mit geringer Bindung zwischen dem Glas und der Folie vorgesehen sein. Die Schicht mit geringer Bindung weist eine schwache Bindung zwischen dieser und der Folie oder dem Glassubstrat auf, die dazu führt, dass die Folie oder das Glassubstrat einfach abgelöst werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform sind beide Seiten des Dünnglassubstrats mit Beflammung vorbehandelt und jeweils mit Folie laminiert, um eine Folie-Glas-Folie-Dreifachstruktur zu bilden, die insbesondere in thermischer Hinsicht ein gutes Verhalten aufweist.

Das Laminationsverfahren umfasst ein direktes Laminieren eines Glassubstrats mit einer Polymer- oder Metallfolie, mit oder ohne Kleber. Ein weiteres Laminationsverfahren zum Aufbringen einer Polymerfolie umfasst das Aufbringen einer Flüssigkeit auf das Glassubstrat, um zunächst einen Polymervorläufer zu bilden, der dann mit UV-Licht oder einem thermischen Verfahren gehärtet wird. Der Polymervorläufer kann beispielsweise durch Tauchbeschichten, Inkjet-Auftrag,

Gießen, Siebdruck, Lackieren oder Sprühen auf das Dünnglas aufgebracht werden.

5 Das Klebverfahren umfasst direktes Laminieren, Pressen und Erhitzen, statische elektrische Bindung, Laserabdichtung bzw. -versiegelung oder Binden mit Klebern, wie Silikon, Harz, Sekundenkleber, Epoxyleber, UV-härtendem Kleber, thermoplastischem Material, Schmelzkleber, OCR, OCA, PSA, Latex und dergleichen.

10 Das hergestellte Laminat weist erfindungsgemäß eine einstellbare Transmission von 0 bis 90% auf.

15 Die hergestellten Lamine finden vielseitig Verwendung, und können z.B. auf die Oberflächen anderer Objekte aufgebracht werden. Mögliche Anwendungen sind elektronische Vorrichtungen, wie Touchsensoren, Tablets, Laptops, Fernseher, Dünnschichtbatterien, Displays, Solarzellen, Mobiltelefonen, Kameras, Spielgeräte, Spiegel, Fenster, Flugzeugfenster, Möbel und Haushaltsgeräte-Anwendungen.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich auch für eine kontinuierliche Verfahrensführung.

Die Vorteile der vorliegenden Erfindung sind außerordentlich vielschichtig:

25 Das erfindungsgemäße Verfahren ist für dünnes oder ultradünnes Glas geeignet, um die Entfernung von adsorbierten Wasserschichten zuverlässig und in reproduzierbarer Art und Weise durchzuführen, ohne eine Verformung oder Verbiegung des Glases hervorzurufen.

30 So ist das erfindungsgemäße Vorbehandlungsverfahren ohne großen Material- und Kostenaufwand in einfacher Weise in einem offenen System unter Normaldruck durchzuführen, wobei eine großflächige Behandlung auch im Rahmen einer kontinuierlichen Verfahrensführung möglich ist. Es ist nicht

erforderlich unter Vakuum zu arbeiten, teure Spezialchemikalien und Lösungsmittel müssen nicht eingesetzt werden, es werden keine organischen Lösungsmitteldämpfe und schädliche Zersetzungsprodukte erzeugt.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren bewirkt zusätzlich zur Entfernung der Wassermolekül-Schicht gleichzeitig eine Reinigung und Aktivierung des Substrats. Erfindungsgemäß gelingt es auch eine gealterte Oberfläche von Dünnglas so zu aktivieren, wie diese unmittelbar nach Herstellung der Glasoberfläche vorlag.
- 10 Erfindungsgemäß kann der Energieeintrag während der Beflammung abgesenkt werden, indem für die Temperatur T im Glassubstrat während des Beflammens eingehalten wird, dass $T < T_g$, wobei T_g die Glasübergangstemperatur des Glases darstellt. Bevorzugt wird dabei die Temperatur T im Glassubstrat derart ausgewählt und eingestellt, dass sich diese von der Glasübergangstemperatur T_g
- 15 um etwa 10 bis 50°C, bevorzugter etwa 50 bis 100°C, noch bevorzugter etwa 100 bis 200°C, ganz besonders bevorzugt etwa 200 bis 350°C unterscheidet. In einer bevorzugten Ausführungsform kann anstelle der Glasübergangstemperatur T_g auch die obere Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ genommen werden.
- 20 Um den Energieeintrag möglichst gering zu halten, kann beispielsweise ein überproportionales Verhältnis des Sauerstoffgehalts im Brenngas-/Luft- bzw. Sauerstoff-Gemisch eingestellt werden. Eine weitere Möglichkeit den Energieeintrag zu verringern, ist es die Verfahrensgeschwindigkeit, mit der die Glassubstratoberfläche an der Beflammungsvorrichtung vorbeigeführt wird,
- 25 und/oder mit der die Beflammungsvorrichtung an der Glassubstratoberfläche vorbeigeführt wird, entsprechend einzustellen. Besonders bevorzugt liegt diese bei ≥ 10 m/min.
- Zusätzlich zum Brenngas-/Luft- bzw. Sauerstoff-Gemisch kann eine siliziumhaltige
- 30 Substanz in die oxidierende Flamme eingebracht und auf die Oberfläche aufgebracht werden, die den Energieeintrag nicht nachteilig beeinflusst.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren gelingt es auch bei dünnen und ultradünnen Glassubstraten den Kontaktwinkel von etwa 45° bis 50° auf etwa 5° abzusenken. Erfolgt das erfindungsgemäße Laminieren innerhalb von etwa 80 Minuten kann eine Laminatfolie mit besonders guter Haftung auf die Glasoberfläche aufgebracht werden.

Erfindungsgemäß kann der erste Verfahrensschritt der Beflammung auch mehrfach nacheinander durchgeführt werden. Wenn eine siliziumhaltige Verbindung zugesetzt wurde, können hierdurch mehrere siliziumhaltige Schichten auf die Glasoberfläche aufgebracht werden, die weder den Energieeintrag noch den erhaltenen Kontaktwinkel nachteilig beeinflussen.

Es kann eine Laminatfolie aus Polymermaterial oder Metall in beliebiger Weise auflaminiert werden. Hierdurch können dem Glassubstrat weitere vorteilhafte Eigenschaften und Funktionen verliehen werden. Die Folie kann später auch wieder entfernt werden, so dass diese nur vorübergehend aufgebracht wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine reproduzierbare homogene Oberfläche bereitzustellen, die über außerordentliche Haftungseigenschaften verfügt, so dass die Aufbringung einer Folie durch das nachfolgende Laminieren zu einer besonders guten Anbindung an die Glasoberfläche führt. Hierdurch wird die Haltbarkeit der aufgetragenen Folie verbessert und insgesamt die Qualität gesteigert.

Gegenstand der Erfindung ist auch das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältliche Glasprodukt.

Die Erfindung bezieht sich ebenfalls auf ein Dünnglassubstrat, das als Zwischenprodukt nach dem erfindungsgemäßen Beflammen unter Verwendung mindestens einer oxidierenden Flamme erhältlich ist, wobei der Kontaktwinkel über etwa 80 ± 5 min im Rahmen der Messtoleranz stabil bleibt. Der Kontaktwinkel

bleibt hierbei im Wesentlichen bei demselben Wert und variiert nur innerhalb der Messgenauigkeit im Bereich von etwa $\pm 5^\circ$.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen
5 detailliert beschrieben, welche die vorliegende Erfindung nicht beschränken sollen.
Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer Beflammungsvorrichtung mit einem
Dünnglassubstrat gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Figur 2 den Kontaktwinkel in $^\circ$, aufgetragen gegen die Lagerungszeit in
Stunden, für mehrere Proben.

Figur 1 zeigt den ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens der
15 Beflammung der Oberfläche von einem dünnen oder ultradünnen Glassubstrat,
wobei mindestens eine oxidierende Flamme in einer Beflammungsvorrichtung 10
dargestellt ist, an der ein Dünnglassubstrat 20 vorbeigeführt wird. Die
Beflammungsvorrichtung 10 wird über nicht dargestellte Leitungen mit
Brenngas/Luft oder Brenngas/Sauerstoff und gegebenenfalls einer siliziumhaltigen
20 Verbindung versorgt. Das Brenngas umfasst beispielsweise Propan-, Butan-,
Leuchtgas und/oder Erdgas. Die Brenngase, die Luft bzw. der Sauerstoff und
gegebenenfalls die siliziumhaltige Verbindung werden über eine Düse 15 in Form
eines Verbrennungsgemischs 18 auf die Oberfläche des Dünnglassubstrats 20
aufgebracht. Das Brenngas-/Luft- oder Sauerstoff-Gemisch weist einen Anteil an
25 überschüssigem Sauerstoff auf, so dass dieses oxidierend wirkt.

Im gezeigten Beispielfall wird das Dünnglassubstrat 20 in Richtung des Pfeils
unter der Beflammungsvorrichtung hindurchgeführt. Selbstverständlich kann auch
die Beflammungsvorrichtung 10 beweglich sein und oberhalb und/oder unterhalb
des Glassubstrats 20 geführt werden. Die Oberfläche des Dünnglassubstrats 20
30 kann beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von 10 m/min bis etwa 15 m/min
unter der Beflammungsvorrichtung 10 hindurchbewegt werden.

Eine bevorzugte siliziumhaltige Verbindung ist beispielsweise Tetramethoxysilan. Durch die Flammenpyrolyse der siliziumhaltigen Verbindung erfolgt die Erzeugung einer SiO_x -Beschichtung auf der Oberfläche des Glassubstrats 20. Die Geschwindigkeit, mit der das Glassubstrat bewegt wird, wird dabei derart ausgewählt, dass die Temperatur des Glassubstrats T kleiner als die Glasübergangstemperatur T_g oder alternativ kleiner als die obere Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ ist, bevorzugt etwa 50 bis 100°C, bevorzugter etwa 100 bis 200°C, insbesondere bevorzugt etwa 200 bis 350°C, unterhalb der Glasübergangstemperatur oder unterhalb der oberen Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ des Glassubstrats liegt.

Im Anschluss an den Beflammungsschritt folgt das Laminieren des Glassubstrats 20 mit einer entsprechenden Folie, vorzugsweise ausgewählt aus Polymermaterial oder Metall (nicht gezeigt). Dieser weitere Verfahrensschritt schließt sich vorzugsweise innerhalb von 80 ± 5 min an den ersten Verfahrensschritt durch Beflammung an, um die gewünscht guten Eigenschaften der Oberfläche durch das Oberflächenbehandlungsverfahren ausnutzen zu können.

Figur 2 wird bei den Beispielen erläutert.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, welche die vorliegende Erfindung nicht beschränken sollen.

Ausführungsbeispiele:

Glassubstrate wurden auf einen Schlitten gelagert und unter einem fest installierten Brennersystem, das mehrere oxidierende Flammen aufweist, vorbeigeführt. Die Glassubstrate hatten die folgenden Abmessungen:

Glasproben: 100 x 100 mm

Dicke: 70 μm

Der Beflammungsschritt wurde mit den folgenden Parametern durchgeführt:

Gasart:	Propan
Gasmenge:	Propan 20 L/min + Luft: 400 L/min (Verhältnis 1:20)
Verfahrensgeschwindigkeit:	10 m/min
5 Abstand Glas-Flammenrohr:	100 mm
Flammenlänge:	150 mm
Zyklus:	1 bis 4, je nach Ausführungsbeispiel

10 Im Anschluss daran wurde der Kontaktwinkel der Glassubstrate bestimmt. Die Kontaktwinkelmessung erfolgte durch Bestimmung der Kontaktwinkel mit verschiedenen Flüssigkeiten. Im vorliegenden Beispiel wurden deionisiertes Wasser, Toluol und Ethanol verwendet. Das Maß des Kontaktwinkels ist insbesondere ein Maß dafür wieviele organische Verunreinigungen von der Oberfläche entfernt wurden.

15

Generell können Proben jeder Größe vermessen werden, die Probe muss jedoch mindestens so groß sein, dass ein Tropfen aufgesetzt werden kann, ohne mit dem Probenrand in Konflikt zu kommen.

20 Vor der Messung wird die Probenoberfläche mit Ethanol gereinigt. Dann wird die Probe positioniert, die Messflüssigkeit aufgetropft und der Kontaktwinkel gemessen.

Die Kontaktwinkelmessung wurde durch optische Messung durch ein Videosystem mit Bildauswertung durchgeführt, indem auf einem Zielfoto ein Winkel
25 eingezeichnet und berechnet wird. Die Kontaktwinkelbestimmung erfolgte an einem liegenden Tropfen mit Hilfe eines Goniometers. Je nach Beschaffung der Oberflächen (Sauberkeit, Uniformität der Oberfläche) kann der Kontaktwinkel mit einer Fehlertoleranz der Messergebnisse von $\pm 5^\circ$ bestimmt werden.

30 Die vor der Oberflächenbehandlung gemessenen Kontaktwinkel der Proben waren wie folgt:

Tabelle 1

Testflüssigkeit	Kontaktwinkel
deionisiertes Wasser	45-50°
Toluol	5°
Ethanol	0°

Die nach der Oberflächenbehandlung in Form der Beflammung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren gemessenen Kontaktwinkel der Proben waren wie folgt:

5

Tabelle 2

Versuch-Nr.	2.1	2.2	2.6	2.7*	3.2
Verfahrensgeschwindigkeit [m/min]	10	10	15	15	10
Zyklen	1	4	1	1	1
DI-Wasser (100%)	5°	5°	5°	5°	5°
Toluol (100%)	5°	5°	5°	5°	5°
Ethanol (100%)	0°	0°	0°	0°	0°

*...Silan wurde dem Brenngas zugesetzt

10

Es wurde wie oben vorgegangen, nur dass die Verfahrensgeschwindigkeit variiert wurde. Die nach der Oberflächenbehandlung in Form der Beflammung, die nicht gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführt wurde, ergaben die folgenden Kontaktwinkel der Proben:

Tabelle 3

Versuch-Nr.	2.4**	2.5***
Verfahrensgeschwindigkeit [m/min]	2	5
Zyklen	1	2

DI-Wasser (100%)	5°	X
Toluol (100%)	5°	X
Ethanol (100%)	0°	X

**.....Das Dünnglas verbog sich, weil die thermische Energie zu hoch war

***.....Das Dünnglas verbog sich und zerbrach

Die obigen Ergebnisse aus Tabelle 3 zeigen, dass die thermische Energie beim
Beflammungsschritt für die Dünnglassubstrate zu hoch war, so dass sich diese
verbiegen oder sogar zerbrechen. Die Bedingung $T < T_g$ oder $T < T_{\text{kühl}}$ wurde nicht
eingehalten. Die Verfahrensgeschwindigkeit war zu niedrig, d.h. < 10 m/min, so
dass die Temperatur T im Glas zu hoch wurde und das Glas beschädigt oder
zerstört wurde.

Die obigen Proben 2.2 und 2.7 aus Tabelle 2 wurden mit Papier abgedeckt und
nach 80 min und nach 90 min Aufbewahrungszeit an Luft jeweils der
Kontaktwinkel gemessen. Die Ergebnisse waren wie folgt:

Tabelle 4

Versuch-Nr.	2.2	2.7
Kontaktzeit	90 min	80 min
DI-Wasser (100%)	20°	5°
Toluol (100%)	5°	5°
Ethanol (100%)	0°	0°

Es zeigt sich, dass ein kritischer Zeitraum, der zwischen dem Beflammen und dem
anschließenden Laminieren etwa 80 min beträgt, so dass eine Laminatfolie
innerhalb dieses Zeitrahmens aufgebracht werden sollte, um von den guten
Eigenschaften der gereinigten und aktivierten Glasoberfläche zu profitieren.
Innerhalb von $80 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$ kann der Kontaktwinkel in überraschender Weise
praktisch konstant gehalten werden. Nach 90 min. sind die Eigenschaften deutlich
schlechter, der Kontaktwinkel hat sprunghaft zugenommen. Die besonderen

Eigenschaften der Glasoberfläche verschwinden schnell wieder, auch wenn die Dünnglasoberfläche mit Papier abgedeckt wurde.

- Es wurden weitere Proben nach dem Beflammungsschritt untersucht, um die Veränderung des Kontaktwinkels nach unterschiedlicher Zwischenlagerung zu bestimmen. Probe 1 und Probe 2 wurden an Luft gelagert, Probe 3 wurde mit Papier abgedeckt. Es wurden drei Glassubstrate pro Probe genommen. Es wurde zweimal an ca. 5 Tropfen gemessen und die Ergebnisse wurden dann gemittelt. Die Probengröße war: 125 x 125 mm, die Dicke betrug: 70 μm . Die Tropfengröße betrug 5 μl . Die Messtoleranz lag bei etwa $\pm 5^\circ$.

Die erhaltenen Messergebnisse zum Kontaktwinkel waren wie folgt:

Tabelle 5

Messung	Lagerungszeit [h]	Probe 1 Luft Kontaktwinkel [°]	Probe 2 Luft Kontaktwinkel [°]	Probe 3 Papier Kontaktwinkel [°]
1	0	6	7	7
2	1	7	15	9
3	2	10	10	13
4	4	8	8	15
5	6	10	10	16
6	21	17	18	24
7	30	21	10	28
8	48	12	17	23
9	72	13	17	23
10	120	19	23	29
11	168	21	23	34
12	240	19	27	33
13	504	21	23	36
14	917	29	29	40
15	1028	25	27	40

16	1600	30	32	42
17	1936	27	28	44
18	2273	31	37	54
19	3000	32	34	48

Die Ergebnisse von Tabelle 5 sind in Figur 2 graphisch dargestellt. Figur 2 zeigt den Kontaktwinkel in [°], der gegen die Lagerungszeit in Stunden aufgetragen ist. Unabhängig von der Zwischenlagerung zeigt sich, dass der Kontaktwinkel im

5 Laufe der Zeit stetig zunimmt. Für die drei untersuchten Proben wurden jeweils lineare Ausgleichskurven eingezeichnet, die die stetige Zunahme des Kontaktwinkels zeigen.

Der Kontaktwinkel bestimmt wie geeignet die Oberfläche des Dünnglases für eine

10 Beschichtung, insbesondere das Aufbringen durch Laminieren ist.

Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass eine besonders gute Haftung der Folie bei einem Kontaktwinkel der Oberfläche kleiner 10°, insbesondere kleiner 8°, bevorzugt kleiner 5°, besonders bevorzugt kleiner 3° möglich ist. In einem solchen Fall wurde durch Beflammung die Oberfläche ausreichend

15 gereinigt und adsorbierte Wassermoleküle und/oder organische Verunreinigungen entfernt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Behandeln der Oberfläche eines dünnen oder ultradünnen Glassubstrats, umfassend die Schritte:
 - 5 - Behandeln der Oberfläche des Glassubstrats durch Beflammen mit mindestens einer oxidierenden Flamme, wobei das Glassubstrat und/oder die mindestens eine oxidierende Flamme mit einer derartigen Geschwindigkeit aneinander vorbeibewegt werden, dass für die Temperatur T im Glassubstrat während des Beflammens gilt: $T < T_g$, wobei T_g die Glasübergangstemperatur des Glases darstellt, und
 - 10 - nach Behandeln der Oberfläche der Kontaktwinkel kleiner 10° , bevorzugt kleiner 8° , insbesondere kleiner 5° , ganz bevorzugt kleiner 3° istLaminieren einer Folie auf die Oberfläche des durch Beflammen behandelten Glassubstrats.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Glassubstrat eingesetzt wird, das eine Dicke im Bereich von ≤ 2 mm, bevorzugt $\leq 1,2$ mm, besonders bevorzugt $\leq 1,0$ mm, noch bevorzugter $\leq$ 20 $500\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere $\leq 400\text{ }\mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt $\leq 300\text{ }\mu\text{m}$ aufweist.
- 25 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Temperatur T im Glassubstrat von der Glasübergangstemperatur T_g um etwa 10 bis 50°C , bevorzugt etwa 50 bis 100°C , bevorzugter etwa 100 bis 200°C , ganz besonders bevorzugt etwa 200 bis 350°C unterscheidet.
- 30 4. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

anstelle der Glasübergangstemperatur T_g die obere Kühltemperatur $T_{\text{kühl}}$ genommen wird, wobei gilt: $T < T_{\text{kühl}}$ und sich beide Temperaturen um etwa 10 bis 50°C, bevorzugt etwa 50 bis 100°C, bevorzugter etwa 100 bis 200°C, ganz besonders bevorzugt etwa 200 bis 350°C unterscheiden.

5

5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Brenngas für die mindestens eine oxidierende Flamme ausgewählt wird aus Propan-, Butan-, Leuchtgas und/oder Erdgas, wobei vorzugsweise das Verhältnis von Brenngas : Sauerstoff oder Brenngas : Luft im Bereich von 1:10 bis 1:30, bevorzugter im Bereich von 1:15 bis 1:30, noch bevorzugter im Bereich von 1:20 bis 1:30 liegt.

10

15

6. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der oxidierenden Flamme eine siliziumhaltige Verbindung zugesetzt wird, bevorzugt ein Silan.

20

7. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensgeschwindigkeit, mit der die oxidierende Flamme und/oder das Glassubstrat aneinander vorbei bewegt werden ≥ 10 m/min beträgt, besonders bevorzugt im Bereich von 10 m/min bis 15 m/min liegt.

25

8. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verfahrensschritt des Laminierens innerhalb von 80 ± 5 min nach dem Verfahrensschritt des Beflammens durchgeführt wird, sich bevorzugter innerhalb von 60 ± 5 min, ganz besonders bevorzugt innerhalb von 30 ± 5 min anschließt.

30

9. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
als dünnes oder ultradünnes Glassubstrat ein Kalknatron-Glas, ein
5 Borosilikatglas, ein Alumosilikatglas, ein Lithium-Aluminiumsilikatglas oder eine Glaskeramik eingesetzt wird,
bevorzugt Lithium-Aluminiumsilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

10	SiO ₂	55 - 69
	Al ₂ O ₃	19 - 25
	Li ₂ O	3 - 5
	Summe Na ₂ O + K ₂ O	0 - 30
	Summe MgO + CaO + SrO + BaO	0 - 5
15	ZnO	0 - 4
	TiO ₂	0 - 5
	ZrO ₂	0 - 3
	Summe TiO ₂ +ZrO ₂ +SnO ₂	2 - 6
	P ₂ O ₅	0 - 8
20	F	0 - 1
	B ₂ O ₃	0 - 2,

- sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, Nd₂O₃, MnO₂, TiO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃, Selten-Erd-Oxide in
25 Gehalten von 0 - 1 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl, F, CeO₂, in Gehalten von 0 - 2 Gew%; oder

- Kalknatron-Silikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

30	SiO ₂	40 - 80
	Al ₂ O ₃	0 - 6

	B_2O_3	0 - 5
	Summe $Li_2O + Na_2O + K_2O$	5 - 30
	Summe $MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO$	5 - 30
	Summe $TiO_2 + ZrO_2$	0 - 7,
5	P_2O_5	0 - 2,

10 sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl , F , CeO_2 , in Gehalten von 0 - 2 Gew%; oder

15 Borosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

	SiO_2	60 - 85
	Al_2O_3	1 - 10
	B_2O_3	5 - 20
	Summe $Li_2O + Na_2O + K_2O$	2 - 16
20	Summe $MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO$	0 - 15
	Summe $TiO_2 + ZrO_2$	0 - 5,
	P_2O_5	0 - 2,

25 sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , Nd_2O_3 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl , F , CeO_2 von in Gehalten 0 - 2 Gew%; oder

30 Alkali-Alumosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

	SiO ₂	40 - 75
	Al ₂ O ₃	10 - 30
	B ₂ O ₃	0 - 20
	Summe Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4 - 30
5	Summe MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0 - 15
	Summe TiO ₂ +ZrO ₂	0 - 15
	P ₂ O ₅	0 - 10,
10	sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CoO, NiO, V ₂ O ₅ , Nd ₂ O ₃ , MnO ₂ , TiO ₂ , CuO, CeO ₂ , Cr ₂ O ₃ , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As ₂ O ₃ , Sb ₂ O ₃ , SnO ₂ , SO ₃ , Cl, F, CeO ₂ , in Gehalten von 0 - 2 Gew%; oder	
15	alkalifreie Alumosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):	
	SiO ₂	50 - 75
	Al ₂ O ₃	7 - 25
20	B ₂ O ₃	0 - 20
	Summe Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	0 - 0,1
	Summe MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5 - 25
	Summe TiO ₂ +ZrO ₂	0 - 10,
	P ₂ O ₅	0 - 5,
25	sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CoO, NiO, V ₂ O ₅ , Nd ₂ O ₃ , MnO ₂ , TiO ₂ , CuO, CeO ₂ , Cr ₂ O ₃ , Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As ₂ O ₃ , Sb ₂ O ₃ , SnO ₂ , SO ₃ , Cl, F, CeO ₂ , in Gehalten von 0 - 2 Gew%; oder	
30		

alkaliarme Alumosilikatgläser, welche die folgende Glaszusammensetzung aufweisen oder hieraus bestehen (in Gew.-%):

	SiO ₂	50 - 75
	Al ₂ O ₃	7 - 25
5	B ₂ O ₃	0 - 20
	Summe Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	0 - 4
	Summe MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5 - 25
	Summe TiO ₂ +ZrO ₂	0 - 10
	P ₂ O ₅	0 - 5,

10

sowie ggf. Zusätzen von färbenden Oxiden, wie z.B. Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, Nd₂O₃, MnO₂, TiO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃, Selten-Erd-Oxide in Gehalten von 0 - 5 Gew.-% bzw. für „Schwarzes Glas“ von 0 - 15 Gew.-%, sowie Läutermittel, wie As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl, F, CeO₂, in Gehalten von 0 - 2 Gew.-%.

15

10. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verfahrensschritt der Beflammung mehrfach nacheinander durchgeführt wird bevor Laminieren wird.

20

11. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie ausgewählt wird aus einem Polymermaterial oder Metall, wobei das Polymermaterial bevorzugt ausgewählt wird aus der Gruppe, bestehend aus Silikonpolymer, einem Sol-Gel-Polymer, Polycarbonat (PC), Polyethersulfon, Polyacrylat, Polyimid (PI), einem anorganischen Siliziumoxid/Polymer-Hybrid, einem Cycloolefincopolymer, einem Silikonharz, Polyethylen, Polypropylenpolyvinylchlorid, Polystyrol, Styrol-Acrylonitrilcopolymer, Polymethylmethacrylat (PMMA), Ethylen-Vinylacetatcopolymer, Polyethylenterephthalat (PET),

25

30

- 5 Polybutylenterephthalat, Polyamid, Polyacetal, Polyphenylenoxid, Polyphenylensulfid oder Polyurethan oder Mischungen hiervon; und das Metall der Metallfolie bevorzugt ausgewählt wird aus einem oder mehreren Metallen oder Legierungen, besonders bevorzugt aus Eisen, Aluminium, Kupfer, Stahl, Messing und dergleichen.
- 10 12. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie eine Dicke aufweist, die $\leq 500 \mu\text{m}$, bevorzugter $\leq 100 \mu\text{m}$, noch bevorzugter $\leq 50 \mu\text{m}$ und am meisten bevorzugt $\leq 25 \mu\text{m}$ aufweist, bevorzugt mit einem Verhältnis der Dicke der Folie zur Dicke des Glases von 200% oder weniger, bevorzugter 100% oder weniger, noch bevorzugter 50% oder weniger, insbesondere bevorzugt 20% oder weniger und ganz besonders bevorzugt 10% oder weniger.
- 15 13. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ffolie vorübergehend auf das Dünnglassubstrat aufgebracht wird.
- 20 14. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kontaktwinkel der Oberfläche des dünnen oder ultradünnen Glassubstrats nach dem Beflammungsschritt im Bereich um etwa 5° liegt und über etwa $80 \pm 5 \text{ min}$ im Rahmen der Messtoleranz stabil bleibt.
- 25 15. Glasprodukt, erhältlich nach dem Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 14.
- 30 16. Dünnglas-Zwischenprodukt, erhältlich nach dem Beflammungsschritt, wobei der Kontaktwinkel bevorzugt kleiner 10° , insbesondere kleiner 8° , insbesondere bevorzugt kleiner 5° , ganz bevorzugt kleiner 3° ist.

17. Dünnglas-Zwischenprodukt nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Kontaktwinkel über etwa 80 ± 5 min im Rahmen der Messtoleranz stabil bleibt.

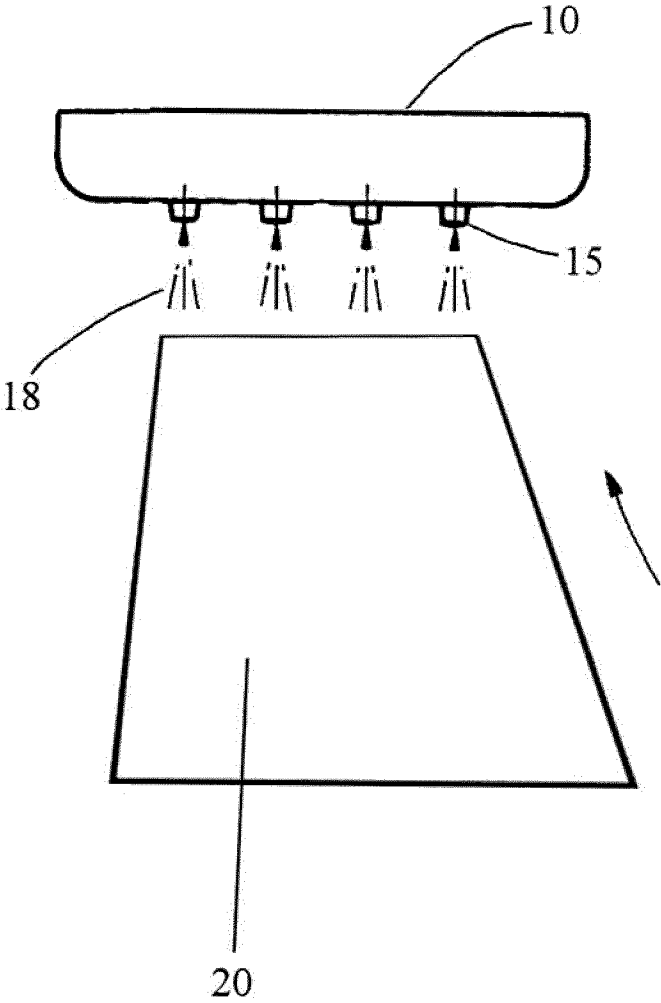


Fig. 1

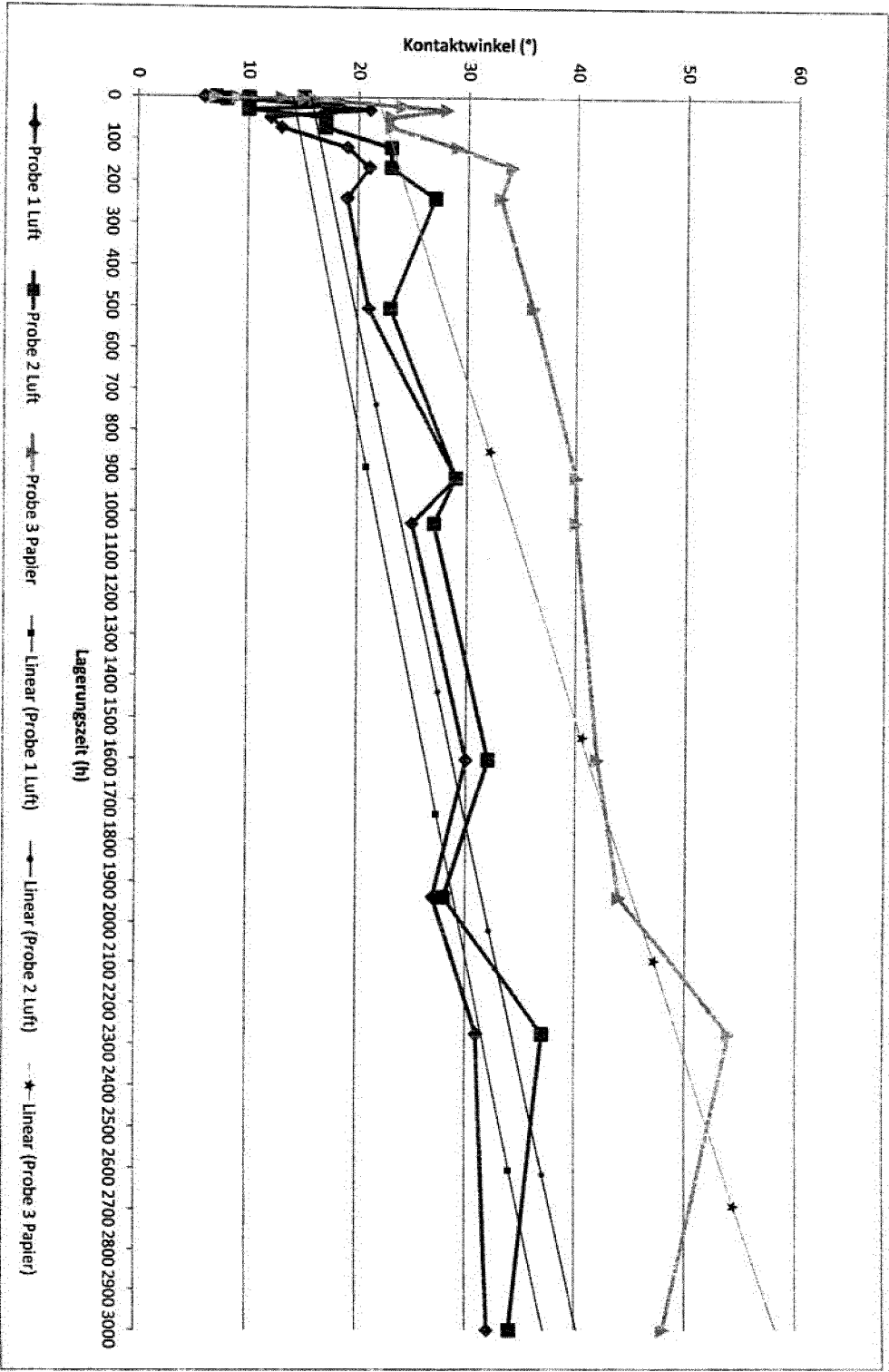


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/064367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C03C17/00 B32B17/06 C03C17/245 C03C23/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C03C B32B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 048 628 A1 (SCHOTT GLAS [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]) 2 November 2000 (2000-11-02)	15
Y	Fig. 2; [0010]-[0012], [0017], [0026], [0028], [0036], [0042], [0044]; Anspruch 19	1-14
X	DE 42 37 921 A1 (FLACHGLAS AG [DE]) 28 April 1994 (1994-04-28)	16,17
Y	Spalte 2, Zeile 12-Sp. 3, Z. 2, Z. 57-64; Sp. 4, Z. 5-52; Sp. 5, Z. 1-13, Z. 59-Sp. 6, Z. 11	1-15
Y	DE 10 2007 045455 A1 (SCHOTT AG [DE]) 9 April 2009 (2009-04-09) [0003], [0014]-[0017], [0021], [0022], [0024], [0025], [0031], [0050]	1-15
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2015

Date of mailing of the international search report

19/10/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Deckwerth, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/064367

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2009 051397 A1 (SUNFILM AG [DE]) 5 May 2011 (2011-05-05) [0005], [0008], [0009], [0025]-[0029], [0037] -----	1-15
X	US 2013/133809 A1 (KONDO SATOSHI [JP]) 30 May 2013 (2013-05-30)	15
Y	Fig. 1; [0016], [0019] -----	8
Y	US 2006/110605 A1 (LUTEN HENRY A [US] ET AL) 25 May 2006 (2006-05-25) [0004], [0017]-[0019], [0023]-[0025] -----	11
X	US 2013/196163 A1 (SWANSON RONALD P [US]) 1 August 2013 (2013-08-01)	15
Y	[0013], [0030], [0031] -----	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/064367

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1048628	A1	02-11-2000	AT 245130 T 15-08-2003
		AU 4748400 A 17-11-2000	
		CA 2370121 A1 09-11-2000	
		CN 1367766 A 04-09-2002	
		DE 50002902 D1 21-08-2003	
		EP 1048628 A1 02-11-2000	
		EP 1137607 A1 04-10-2001	
		HK 1040388 A1 25-06-2004	
		JP 4122139 B2 23-07-2008	
		JP 2002542971 A 17-12-2002	
		MY 146394 A 15-08-2012	
		TW I231807 B 01-05-2005	
		US 6815070 B1 09-11-2004	
		WO 0066507 A1 09-11-2000	
DE 4237921	A1	28-04-1994	AT 149980 T 15-03-1997
			CZ 9302226 A3 16-08-1995
			DE 4237921 A1 28-04-1994
			EP 0594171 A1 27-04-1994
DE 102007045455	A1	09-04-2009	DE 102007045455 A1 09-04-2009
			EP 2205415 A1 14-07-2010
			WO 2009040109 A1 02-04-2009
DE 102009051397	A1	05-05-2011	DE 102009051397 A1 05-05-2011
			EP 2497121 A2 12-09-2012
			WO 2011051059 A2 05-05-2011
US 2013133809	A1	30-05-2013	CN 101925456 A 22-12-2010
			EP 2236281 A1 06-10-2010
			JP 5343862 B2 13-11-2013
			KR 20100098368 A 06-09-2010
			TW 200948604 A 01-12-2009
			US 2010276066 A1 04-11-2010
			US 2013133809 A1 30-05-2013
			WO 2009093505 A1 30-07-2009
US 2006110605	A1	25-05-2006	US 2006110605 A1 25-05-2006
			WO 2006062902 A2 15-06-2006
US 2013196163	A1	01-08-2013	CN 104093563 A 08-10-2014
			EP 2809516 A1 10-12-2014
			KR 20140119168 A 08-10-2014
			US 2013196163 A1 01-08-2013
			WO 2013116082 A1 08-08-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C03C17/00 B32B17/06 C03C17/245 C03C23/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C03C B32B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 048 628 A1 (SCHOTT GLAS [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]) 2. November 2000 (2000-11-02)	15
Y	Fig. 2; [0010]-[0012], [0017], [0026], [0028], [0036], [0042], [0044]; Anspruch 19 -----	1-14
X	DE 42 37 921 A1 (FLACHGLAS AG [DE]) 28. April 1994 (1994-04-28)	16,17
Y	Spalte 2, Zeile 12-Sp. 3, Z. 2, Z. 57-64; Sp. 4, Z. 5-52; Sp. 5, Z. 1-13, Z. 59-Sp. 6, Z. 11 -----	1-15
Y	DE 10 2007 045455 A1 (SCHOTT AG [DE]) 9. April 2009 (2009-04-09) [0003], [0014]-[0017], [0021], [0022], [0024], [0025], [0031], [0050] ----- -/-	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. September 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Deckwerth, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2009 051397 A1 (SUNFILM AG [DE]) 5. Mai 2011 (2011-05-05) [0005], [0008], [0009], [0025]-[0029], [0037] -----	1-15
X	US 2013/133809 A1 (KONDO SATOSHI [JP]) 30. Mai 2013 (2013-05-30)	15
Y	Fig. 1; [0016], [0019] -----	8
Y	US 2006/110605 A1 (LUTEN HENRY A [US] ET AL) 25. Mai 2006 (2006-05-25) [0004], [0017]-[0019], [0023]-[0025] -----	11
X	US 2013/196163 A1 (SWANSON RONALD P [US]) 1. August 2013 (2013-08-01)	15
Y	[0013], [0030], [0031] -----	11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/064367

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1048628	A1	02-11-2000	AT 245130 T 15-08-2003
		AU 4748400 A 17-11-2000	
		CA 2370121 A1 09-11-2000	
		CN 1367766 A 04-09-2002	
		DE 50002902 D1 21-08-2003	
		EP 1048628 A1 02-11-2000	
		EP 1137607 A1 04-10-2001	
		HK 1040388 A1 25-06-2004	
		JP 4122139 B2 23-07-2008	
		JP 2002542971 A 17-12-2002	
		MY 146394 A 15-08-2012	
		TW 1231807 B 01-05-2005	
		US 6815070 B1 09-11-2004	
		WO 0066507 A1 09-11-2000	
DE 4237921	A1	28-04-1994	AT 149980 T 15-03-1997
		CZ 9302226 A3 16-08-1995	
		DE 4237921 A1 28-04-1994	
		EP 0594171 A1 27-04-1994	
DE 102007045455	A1	09-04-2009	DE 102007045455 A1 09-04-2009
		EP 2205415 A1 14-07-2010	
		WO 2009040109 A1 02-04-2009	
DE 102009051397	A1	05-05-2011	DE 102009051397 A1 05-05-2011
		EP 2497121 A2 12-09-2012	
		WO 2011051059 A2 05-05-2011	
US 2013133809	A1	30-05-2013	CN 101925456 A 22-12-2010
		EP 2236281 A1 06-10-2010	
		JP 5343862 B2 13-11-2013	
		KR 20100098368 A 06-09-2010	
		TW 200948604 A 01-12-2009	
		US 2010276066 A1 04-11-2010	
		US 2013133809 A1 30-05-2013	
		WO 2009093505 A1 30-07-2009	
US 2006110605	A1	25-05-2006	US 2006110605 A1 25-05-2006
		WO 2006062902 A2 15-06-2006	
US 2013196163	A1	01-08-2013	CN 104093563 A 08-10-2014
		EP 2809516 A1 10-12-2014	
		KR 20140119168 A 08-10-2014	
		US 2013196163 A1 01-08-2013	
		WO 2013116082 A1 08-08-2013	