



FI00090655B

SUOMI-FINLAND**(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen****(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 90655****C (15) Patentti julkistettu
Patent publicerat 13.11.1991**

(51) Kv.lk.5 - Int.cl.5

C 03C 17/36

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 870378

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 29.01.87

(24) Alkupäivä - Löpdag 29.01.87

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 30.07.87

(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. -
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 30.11.93

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

29.01.86 GB 8602128 P

18.12.86 GB 8630254 P

(71) Hakija - Sökande

1. Pilkington Brothers PLC, Prescott Road, St. Helens, Merseyside WA10 3TT, United Kingdom, (GB)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Chesworth, Peter, 61 Liverpool Road South, Burscough Town, Lancashire L40 7SU,
United Kingdom, (GB)
2. Lowe, Martin, 15 Brooklands Drive, Orrell, Wigan, Lancashire WN8 5TT, United Kingdom, (GB)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä päällystetyn lasin valmistamiseksi ja näin saatu tuote
Förfarande för framställning av belagt glas och produkt enligt detta förfarande**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 35906 (C 03C 17/36), GB A 2135697 (C 23C 15/00), US A 4462883 (C 23C 15/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee menetelmää taivutetun ja/tai sitkistetyn, hopealla pinnoitetun lasin valmistamiseksi. Menetelmän mukaan lasi joka on päällystetty hopeakerroksella, jonka paksuus on 5-30 mm, ja alumiini-, titaani-, sinkki-, tantaali- tai zirkoniumkerroksella sekä heijastusta estävällä metallioksidikerroksella, saatetaan taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyyn kuumentamalla se lämpötilaan, joka on lasin pehmenemispisteen yläpuolella, jolloin saadaan pinnoitettu lasi, jolla on parantunut valon läpäisevyys.

Uppfinningen avser ett förfarande för framställning av böjt och/eller härdat, med silver belagt glas. Enligt förfarandet underkastas glas, som belagts med ett silverskikt med en tjocklek av 5-30 mm och med ett aluminium-, titan-, zink-, tantal- eller zirkoniumskikt samt med ett reflektionshindrande metalloxidskikt, löjnings- och/eller härdningsbehandling genom att upphetta detta till en temperatur över glasets mjukningspunkt, varvid erhålls belagt glas med förbättrad ljusgenomsläpplighet.

Menetelmä päällystetyn lasin valmistamiseksi ja näin saatu tuote

5 Keksintö koskee lasisubstraatteja, jotka on pinnoitettu valoa läpäisevällä hopeapinnoitteella ja sellaisen hopealla pinnoitettujen lasisubstraattien valmistusta ja käsittelyä.

10 On tunnettua, että läpinäkyviä lasisubstraatteja, joissa on ohut, yleensä 5 - 30 nm paksu, hopeapinnoite, voidaan valmistaa siten, että niillä on korkea valon läpäisevyys ja alhainen emissiokyky, s.o. joka heijastaa suuren osuuden siihen kohdistuneesta infrapunasäteilystä, mutta päästää läpi näkyvän säteilyn. Sellaisten pinnoitteiden käyttö ikkunalasilla (tai lasitteissa käytetyillä 15 muoveilla) johtaa lämpöhäviöiden vähenemiseen ja tuloksena on arvokkaita säästöjä lämmityskustannuksissa. Optimaalista valon läpäisemistä varten hopeakerrokset ovat voileipämäisesti ohuiden, heijastusta estävien metallioksidikerrosten välissä. Sellaisia alhaisen emissiokyvyn omaavia 20 pinnoitteita, joissa on ohut hopeakerros voileipämäisesti metallioksidikerrosten välissä, on kuvattu esimerkiksi EP-patenttijulkaisussa 0 035 906 ja GB-patenttijulkaisussa 2 129 831.

25 EP-patenttijulkaisun 0 035 906 mukaan ohut kerros materiaalia, joka on valittu ryhmästä, johon kuuluvat titaani, zirkonium, pii, indium, hiili, koboltti ja nikkeli, kerrostetaan hopea- ja ylläolevan metallioksidikerrosten väliin pinnoitteen pitkäaikaisen kestävyysparantamiseksi. Tämä ohut lisäkerros on paksuudeltaan välillä 0,3 - 30 10 nm, edullisesti 1 - 5 nm. Kussakin tapauksessa paksuus valitaan riittäväksi parantamaan pinnoitteen kestävyyttä, mutta ei niin suureksi, että se aiheuttaa pinnoitetun tuotteen epämiellyttävää valon läpäisevyyden heikkenemistä. Julkaisun mukaan tulisi pinnoitetun substraatin valon 35 läpäisevyys olla vähintään 60 %, vaikka julkaisussa on

joitakin esimerkkejä pinnoitetuista substraateista, joilla valon läpäisevyys on vähemmän kuin 60 %; useimmat näistä ovat vertailevia esimerkkejä, mutta kaksi, esimerkki 56 (valon läpäisevyys 58 %) ja esimerkki 58 (valon läpäisevyys 56 %) on määritelty keksinnön esimerkeiksi. Niiden alhaiset valon läpäisevyydet johtuvat osittain heijastumista estävän metallioksidikerroksen puuttumisesta hopeakerroksen ja lasin välistä (esimerkki 56) tai hopeakerroksen pinnalta (esimerkki 58). Kaikissa esimerkeissä pinnoitteet ovat muovisubstraateilla.

GB-patenttijulkaisussa 2 129 831 käsitellään ongelmia, jotka esiintyvät, kun yritetään levittää metallioksidikerros hopeakerroksen päälle reaktiivisella sputterointikäsitelyllä hapen läsnäollessa. Näissä olosuhteissa hopeakerroksen alhainen emissiokyky hävisi ja tuotteen valon läpäisevyys oli merkittävästi odotettua alhaisempi. Nämä ongelmat voitettiin, GB-patenttijulkaisun 2 129 831 mukaan, sputteroimalla lisäksi metallin tai metallien, muiden kuin hopean, 0,5 - 10 nm paksua kerrosta vastaava määrä hopeakerrokselle.

GB-patenttijulkaisu 2 129 831 suosittelee käytettäväksi sellaista lisämetallin määrää, joka on riittävä vaaditun alhaisen emissiokyvyn saavuttamiseksi, samalla kun saadaan tulokseksi suurin mahdollinen valon läpäisevyys. Valitettavasti GB-patenttijulkaisun 2 129 831 mukaisesti pinnoitettu lasi ei ole stabiili kuumennettaessa ilmassa, ja pinnoite menettää sen alhaisen emissiokyvyn ja suuren valon läpäisevyyden ominaisuudet, kun pinnoite joutuu lämpökäsittelyyn, jota tarvitaan lasin taivuttamista tai sitkistämistä varten. Siten, jotta saataisiin aikaan taivutettu tai sitkistetty lasisubstraatti, jossa on hopeapinnoite ja jolla on korkea valon läpäisevyys, on ollut tarpeellista taivuttaa ja/tai sitkistää lasisubstraatti ensin, ja levittää hopeapinnoite taivutetulle ja/tai sitkistetulle lasille.

Tämä vaikeus on voitettu esillä olevan keksinnön mukaisesti kerrostamalla lisämetallia määrä, joka on suurempi kuin GB-patenttijulkaisun 2 129 831 mukaan tarvittava, hopeakerroksen päälle. Lisämetallin läsnäolo vähentää pinnoitteen valon läpäisevyyttä alle optimiarvon. Kuitenkin on havaittu yllättäen, että kuumennettaessa pinnoitettua lasisubstraattia taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyssä, pinnoitettu lasi ei ainoastaan säilytä valon läpäisevyyttään vaan itseasiassa pinnoitteen valon läpäisevyys lisääntyy. Pinnoitetun lasin emissiokyky voi samanaikaisesti vähentyä.

Keksinnön kohteena on menetelmä taivutetun ja/tai karkaistun lasisubstraatin valmistamiseksi, joka on päällystetty hopealla. Menetelmälle on tunnusomaista, että lasisubstraatti päällystetään päällysteellä, joka käsittää hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm;

hopeakerroksen päällä olevan 4 - 15 nm paksun kerroksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki tai tantaali;

lisämetallikerroksen päällä olevan, ei-heijastavan kerroksen metallioksidia;

ja että lasisubstraatti taivutetaan ja/tai karkaistaan, jolloin substraatti kuumennetaan lasin pehmenemispisteen yläpuolella olevaan lämpötilaan, jolloin päällystetty lasi kehittää korotetun valonläpäisevyyden taivutus- ja/tai karkaisuvaiheen aikana.

Lisämetalli kerrostetaan edullisesti pääasiassa ilman happea, s.o. sputteroimalla hapen poissaollessa, mutta se voidaan kerrostaa osittain hapettuneessa muodossa (esim. metallioksidina, joka sisältää pienemmän osuuden happea, kuin metallioksidin stoikiometrinen muoto sen korkeimmassa valenssitilassaan) edellyttäen, että metalli säilyttää riittävän kapasiteetin reagoida saatavilla olevan hapen kanssa ja suojelee hopeaa taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyn aikana.

Ilmaisu "pehmenemispiste" tässä yhteydessä käytettynä viittaa lämpötilaan, jossa lasi juuri on alkamassa pehmetä. Tässä yhteydessä se on käytännöllisistä syistä yhtä kuin hehkutus piste (määritelty American Society for Testing Materials-standardissa C598-72). Käytännössä, kuten alalla on hyvin tunnettua, lasia yleensä kuumennetaan merkittävästi pehmenemispisteen yläpuolelle taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyssä.

5 Tyypillisessä taivutuskäsittelyssä, pinnoitettu
10 natronkalkki-silika-lasisubstraatti kuumennetaan ilmassa lämpötilassa, joka on välillä 570 - 620 °C, annetaan taipua muotissa toivotun muotoiseksi ja hehkutetaan taivutettu lasi.

Tyypillisessä sitkistyskäsittelyssä pinnoitettu
15 natronkalkki-silika-lasisubstraatti kuumennetaan ilmassa lämpötilassa, joka on välillä 600 - 670 °C, valinnaisesti taivutetaan ja jäähdytetään nopeasti sen sitkistämiseksi. Lasi voidaan jäähdyttää puhaltamalla ilmaa lasin pinnalle.

Keksinnön mukaan käsitellyt lasinäytteet analysoitiin Auger-elektronispektroskopiolla. Auger-analyysissä elektronisäde (primäärinen säde) suunnataan analysoitavalle pinnalle, ja pinnalla olevat alkuaineet tunnistetaan ja määrät mitataan tutkimalla pinnalta emittoitunutta sekundääristen elektronien energiaspektriä. Pinta-atomikerrokset poistetaan sitten etsaamalla argon-ioneilla pinnan alaisten atomien paljastamiseksi, jotka sitten tunnistetaan ja määrät mitataan kuten yllä on kuvattu. Etsaus- ja analysointivaiheet toistetaan pintakerrosten koostumusprofiilien muodostamiseksi vaadittuun syvyyteen, esimerkiksi pinnoitteen paksuuteen. Analyysi osoitti, että kun käytetty lisämetalli oli alumiini tai sinkki, niin taivutuksen ja/tai sitkistuksen jälkeen lisämetallia löytyi sekä hopeakerroksen alta että päältä. Uskotaan, että alumiini ja sinkki siirtyvät hopeakerroksen läpi taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyn aikana.

20
25
30
35

Keksinnön mukaisesti on havaittu, että sen sijaan, että kerrostetaan kaikki vaadittu lisämetalli hopeakerroksen pinnalle, voidaan osa lisämetallista kerrostaa hopeakerroksen alle. Lisäksi, kun lisämetalli on jakautunut, osan ollessa kerrostettu hopean pinnalle ja osa hopean alle, zirkonium on myös tehokas lisämetallina.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä taivutetun ja/tai krakaistun hopealla pinnoitetun lasisubstraatin valmistamiseksi, jossa lasisubstraatti päällystetään päällysteellä, joka käsittää

substraatin päällä olevan kerroksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki, tantaali tai zirkonium; hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm, lisämetallikerroksen päällä;

lisäkerroksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki, tantaali tai zirkonium, hopeakerroksen päällä, jolloin lisämetallin kokonaismäärä päällysteessä on riittävä aikaansaamaan metallin yksittäiskerroksen, jonka paksuus on 4 - 15 nm;

ja ei-heijastavan kerroksen metallioksidia lisämetallin lisäkerroksen päällä;

ja että lasisubstraatti taivutetaan ja/tai karkaistaan, jolloin substraatti kuumennetaan lasin pehmenemispisteen yläpuolella olevaan lämpötilaan, jolloin päällystetty lasi kehittää korotetun valonläpäisevyyden taivutus- ja/tai karkaisuvaiheen aikana.

Uskotaan, että hopeakerroksen yläpuolella ja/tai alapuolelle kerrostettu lisämetalli hapettuu taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyn aikana kuluttaen saatavilla olevaa happea; jolloin hopeakerros on suojattu hapen vaikutukselta, siten että toivottu alhainen emissiokyky (suuri infrapunaheijastus) tuotteessa säilyy, tuotteen lisääntyneen valon läpäisevyyden johtuessa lisämetallin hapettumisesta metallioksidiksi.

Tarvittava lisämetallin määrä riippuu taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelystä, johon pinnoitettu lasi jou-

tuu, ja lisämetallin hapettumisasteesta. Yleisesti mitä korkeampi lämpötila on ja mitä pitempään lasi on kuuma, sitä enemmän tarvitaan lisämetallia; mitä alempi lämpötila ja mitä lyhyemmän ajan lasi on kuuma, sitä pienempi määrä
5 tarvitaan lisämetallia. Aika, joka tarvitaan lasiruudun kuumentamiseksi lämpötilaan, joka tarvitaan taivutukseen tai sitkistykseen, on yleensä sitä pitempi, mitä paksumpi lasi on. Siten yleinen sääntö on: mitä paksumpi lasi, sitä suurempi määrä lisämetallia tarvitaan.

10 Siten käytettyä lisämetallin määrää voidaan säädellä lasin kuumennuslämpötilan ja taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyn kuumennuksen keston mukaan taivutetun ja/tai sitkistetyn tuotteen valon läpäisevyyden maksimoimiseksi.

Käytetty lisämetallin määrä on edullisesti valittu
15 siten, että pinnoitetulla lasilla on suurin mahdollinen valon läpäisevyys taivutuksen ja/tai sitkistyksen jälkeen: tähän sisältyy yleensä sellaisen lisämetallin kokonaisuuden käyttö, että pinnoitetun lasin valon läpäisevyys kasvaa vähintään 10 % alkuperäisestä arvostaan taivutuksessa ja/tai sitkistyksessä.
20

Pinnoitetulla lasilla on tavallisesti valon läpäisevyys alle 70 %, yleensä välillä 30 - 70 %, ennen taivutusta ja/tai sitkistystä, valon läpäisevyyden tarkan arvon riippuessa käytetystä lisämetallista ja taivutus- ja/tai
25 sitkistyskäsittelystä. Taivutettaessa ja/tai sitkistetäessä pinnoitettuihin substraatteihin kehittyy yleensä lisääntynyt valon läpäisevyys, joka on vähintään 70 %, edullisilla tuotteilla valon läpäisevyys on vähintään 75 %, vielä edullisemmin vähintään 80 %, emissiokyvyn ollessa alle 0,2, taivutuksen ja/tai sitkistyksen jälkeen.
30

Mainitut valon läpäisevyyden lukuarvot koskevat pinnoitteita, jotka ovat kirkkailla lasisubstraateilla. Merkittävää on, että kyseinen keksintö on soveltuva kokonaan värjätyin lasin pinnoitteeksi (lasin, jolla on luonnostaan alempi valon läpäisevyys, kuin kirkkaalla lasilla), joka lasi sen jälkeen taivutetaan ja/tai pinnoite-
35

taan. Yleensä, olkoonpa lasisubstraatti kirkas tai värilinen, niin käytetty lisämetallin kokonaismäärä valitaan siten, että taivutetun ja/tai sitkistetyn pinnoitetun lasin valon läpäisevyys on vähintään 80 %, ja edullisesti vähintään 90 %, pinnoittamattoman substraatin valon läpäisevyydestä.

Hopeakerroksen päälle tai valinnaisesti sen alapuolelle kerrostettujen lisämetallin määriin on viitattu sen mukaan, miten ne vaikuttavat tuotteen valon läpäisevyyteen, koska fysikaaliset paksuudet ovat, kuten jäljempänä kuvataan, vaikeita määrittää. Kuitenkin, tehdyistä määrittäyksistä uskotaan, että tavallisesti on tarpeellista käyttää lisämetallia sellainen määrä, joka vastaa vähintään 4 nm:n yksittäistä metallikerrosta tai kahta kerrosta, joiden kokonaispaksuus on 4 nm, jotta saadaan aikaan riittävä suojaus hopeakerrokselle taivutuksen ja/tai sitkistytyn ajaksi. Lisäksi uskotaan, että lisämetallin käytetty määrä tulisi edullisesti olla vähemmän mitä tarvitaan 15 nm:n yksittäiskerroksen muodostamiseksi (joka vastaa kahta kerrosta, joiden kokonaispaksuus on alle 15 nm), jotta varmistetaan riittävä metallin hapettuminen taivutuksen ja/tai sitkistytyn aikana. Mitä enemmän hapettunut läsnäoleva lisämetalli on, sitä suurempi määrä tarvitaan käyttämään saatavilla olevaa happea ja suojelemaan hopeakerrosta.

Kun kaikki lisämetalli levitetään hopeakerroksen päälle, on edullista käyttää lisämetallina alumiinia tai sinkkiä. Kun lisämetalli levitetään osittain hopean päälle ja osittain hopean alle, on edullista käyttää lisämetallina alumiinia, sinkkiä tai titaania.

Keksinnön erityisen edullisessa sovellutuksessa lisämetallina on alumiinia sellainen määrä, joka vastaa 5 - 10 nm paksuista kerrosta. Erityisen edullista on käytännöllisyyssyistä kerrosta kaikki alumiini hopeakerroksen päälle.

Hopeakerroksen paksuus pinnoitteessa on edullisesti 5 - 20 nm paksu.

Hopean päällä olevan lisämetallin päällä oleva heijastusta estävä metallioksidikerros on edullisesti kerros tinaoksidia, titaanioksidia, indiumoksidia (valinnaisesti seostettuna tinaoksidilla), vismuttioksidia, sinkkioksidia tai zirkoniumoksidia. Haluttaessa voidaan käyttää kahden tai useamman metallioksidin seosta. Minkä tahansa hopeakerroksen päällä olevien oksidikerrosten kokonaispaksuus lasin taivutuksen ja/tai sitkistytksen jälkeen, eli minkä tahansa heijastusta estävän, hopeakerroksen päällä olevan metallioksidikerrosten paksuus yhteenlaskettuna hopean päällä olevan lisämetallin hapettuneen kerroksen paksuuden kanssa on yleensä välillä 10 - 80 nm, ja edullisesti välillä 20 - 60 nm.

Haluttaessa heijastusta estävä kerros voidaan kerrostaa lasille ennen hopeakerrosta tai ennen mitä tahansa hopean alla olevaa lisämetallikerrosta tuotteen valon läpäisevyyden lisäämiseksi. Kun sellainen heijastusta estävä kerros kerrostetaan, se voi käytännöllisesti olla metallioksidikerros, esimerkiksi mikä tahansa yllä kuvatuista metallioksidadeista käytettäväksi heijastusta estävänä kerroksena hopeakerroksen päällä. Tämä alakerros voi toimia ei ainoastaan heijastusta estävänä kerroksena vaan myös pohjustuskerroksena parantamassa hopeakerroksen tarttumista lasiin. Se on yleensä paksuudeltaan välillä 10 - 80 nm, erityisesti 20 - 60 nm, vaikkakin missä tahansa erityistapauksessa, käytetty paksuus riippuu valitusta metallioksidista ja väristä ja muista tuotteen toivotuista ominaisuuksista. Haluttaessa kahta tai useampaa peräkkäistä heijastusta estävää kerrosta, joilla on vastaava kokonaispaksuus, s.o. tavallisesti 10 - 80 nm, erityisesti 20 - 60 nm, voidaan käyttää hopeakerroksen alla.

Pinnoite voidaan levittää lasisubstraatille sputteroimalla tarvittavia metallikerroksia, mukaan lukien

hopeakerros, sopivassa järjestyksessä inertissä ilmakehässä ja reaktiivisesti sputteroimalla heijastusta estävä kerros metallioksidia hopean päällä olevan lisämetallin päälle. Sputterointitoimenpiteitä voidaan vahvistaa magneettisesti.

5

Keksinnön kohteena on myös pinnoitettu lasisubstraatti, jossa on pinnoite, joka sisältää 5 - 30 nm paksun hopeakerroksen, kerroksen lisämetallia, joka on valittu alumiinin, titaanin, sinkin ja tantaalin joukosta, hopean päällä, ja heijastusta estävän metallioksidikerroksen mainitun, lasisubstraattia peittävän lisämetallin päällä, joka taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyssä, jossa lasi kuumennetaan ilmassa lämpötilaan, joka on lasi pehmenemislämpötilan yläpuolella, kehittää lisääntyneen valon läpäisevyyden.

10

15

Keksintö koskee lisäksi pinnoitettua lasisubstraattia, jossa on pinnoite, joka sisältää kerroksen lisämetallia, joka on valittu alumiinin, titaanin, sinkin, tantaalin ja zirkoniumin joukosta, 5 - 30 nm paksun hopeakerroksen lisämetallikerroksen päällä, lisäkerroksen lisämetallia, joka on valittu alumiinin, titaanin, sinkin, tantaalin ja zirkoniumin joukosta, hopeakerroksen päällä, ja heijastusta estävän metallioksidikerroksen mainitun lisämetallin lisäkerroksen päällä, joka lisäkerros peitti lasisubstraattia, joka taivutus- ja/tai sitkistyskäsittelyssä kuumennetaan ilmassa lämpötilaan, joka on lasin pehmenemislämpötilan yläpuolella, ja joka kehittää lisääntyneen valon läpäisevyyden.

20

25

Keksintö koskee myös uusina tuotteina taivutettuja ja/tai sitkistettyjä hopealla pinnoitettuja laseja, joilla on valon läpäisevyys vähintään 80 % lasisubstraatin valon läpäisevyydestä. Kun alumiinia käytetään lisämetallina (joko levitettyinä hopean päälle tai sekä päälle että alle) havaitaan sen olevan läsnä taivutetussa ja/tai sitkistetyssä tuotteessa hapettuneissa kerroksissa hopean päällä

30

35

ja alla. Kun titaania, tantaalia ja zirkoniumia käytetään, ja levitetään sekä hopeakerroksen päälle että sen alle, niiden havaitaan olevan läsnä taivutetussa ja/tai sitkistetyssä tuotteessa hapettuneissa kerroksissa hopean päällä ja alla. Titaani ja tantaali ovat myös tehokkaita, kun ne levitetään ainoastaan hopeakerroksen päälle; tässä tapauksessa niiden havaitaan olevan läsnä taivutetussa ja/tai sitkistetyssä tuotteessa hapettuneissa kerroksissa hopeakerroksen päällä. Kun sinkkiä käytetään lisämetallina (joko levitettyinä hopeakerroksen päälle tai sekä päälle että alle), hapettunutta sinkkiä havaitaan olevan läsnä taivutetussa ja/tai sitkistetyssä tuotteessa jakautuneena läpi pinnoitekerrosten.

Keksinnön kohteena on myös taivutettu ja/tai sitkistetty, hopealla pinnoitettu lasisubstraatti, jonka valon läpäisevyys on vähintään 80 % pinnoittamattoman lasin valon läpäisevyydestä, pinnoitteen sisältäessä heijastusta estävän metallioksidikerroksen, hapettuneen metallikerroksen valittuna alumiinin, titaanin, tantaalin ja zirkoniumin joukosta, heijastusta estävän kerroksen päällä, 5 - 30 nm paksun hopeakerroksen mainitun hapettuneen metallikerroksen päällä, lisäksi hapettuneen kerroksen metallia, joka on valittu alumiinin, titaanin, tantaalin ja zirkoniumin joukosta, mainitun hopeakerroksen päällä, ja päälleolevan heijastusta estävän metallioksidikerroksen, mainittujen kahden hapettuneen metallikerroksen yhdistetyn kokonaispaksuuden ollessa välillä 8 - 30 nm. Edullisesti kumpikin mainittu hapettunut metallikerros on paksuudeltaan välillä 4 - 15 nm.

Keksinnön kohteena on lisäksi taivutettu ja/tai sitkistetty, hopealla pinnoitettu lasisubstraatti, jonka valon läpäisevyys on 80 % pinnoittamattoman lasin valon läpäisevyydestä, pinnoitteen sisältäessä heijastusta estävän metallioksidikerroksen, 5 - 30 nm paksun hopeakerroksen mainitun heijastusta estävän kerroksen päällä, ja

päällä olevan heijastusta estävän metallikerroksen, hapettuneen sinkin ollessa jakautuneena läpi kaikkien pinnoitteen kerrosten. Hapettunutta sinkkiä on edullisesti läsnä määrä, joka vastaa 4 - 15 nm paksuista sinkkikerrosta.

5 Keksinnön mukaisten taivutettujen ja/tai sitkistettyjen lasien on valon läpäisevyys edullisesti vähintään 70 %.

Kyseinen keksintö tekee mahdolliseksi taivutettujen ja/tai sitkistettyjen hopealla pinnoitettujen lasisubstraattien, joilla on korkea valon läpäisevyys ja alhainen emissiokyky (korkea infrapuna-reflektiivisyys), valmistamisen menetelmällä, jossa hopeapinnoite levitetään tasaiselle, hehkutetulle lasille, joka sen jälkeen taivutetaan tai sitkistetään. Tällä on kaksi tärkeää käytännöllistä etua. Ensinnäkin lasia voidaan pinnoittaa varastokoossa, joka sen jälkeen leikataan ja taivutetaan tai sitkistetään kuten halutaan. Toiseksi pinnoite levitetään lasille, kun se on vielä tasainen, jolloin vältetään taivutetulle lasisubstraatille muodostettavasta tasaisesta pinnoitteesta johtuvat ongelmat.

Kyseisessä julkaisussa ja patenttivaatimuksissa, valon läpäisevyydestä käytetyt arvot ovat C.I.E. Illuminant C Source-valon läpäisevyydelle. Käytetyt emissiokykyarvot ovat sellaisia, jotka on saatu soveltamalla kaavaa:

25

$$\text{emissiokyky, } E = \frac{\int_0^{\infty} e^{\lambda} B(\lambda, T) d\lambda}{\int_0^{\infty} B(\lambda, T) d\lambda}$$

30

jossa e^{λ} = spektraalinen emittanssi ja $B(\lambda, T)$ = mustan kappaleen spektrin energiajakauma 300 °K:ssa.

35

Sekä valon läpäisevyyden että emissiokyvyn mittaukset tehtiin säteilylähteen ollessa lasin pinnoitetulla puolella.

Alalla on hyvin tunnettua, että hyvin ohuet metalli- ja metallioksidikerrokset, erityisesti alle 5 nm paksut kerrokset, voivat olla epäjatkuvia, ja ymmärrettävää on, että ilmaisua "kerros" käytetään tässä yhteydessä viittaamaan sekä jatkuviin että epäjatkuviin kerroksiin. Lisäksi pinnoitteen, joka sisältää useita metallin ja/tai metallioksin ohuita kerroksia lasisubstraatilla, analyysi osoittaa yleensä merkittävää vierekkäisten kerrosten päällekkäinmenoa tai yhdistymistä siten, ettei niiden välillä ole selvää rajapintaa; tämä päällekkäinmeno tai yhdistyminen on erityisesti huomattavissa, kun kerrokset on saostettu korkean energian omaavalla käsittelyllä, kuten magneettisesti vahvistetulla sputteroinnilla. Tässä julkaisussa ja patenttivaatimuksissa kerrosten paksuudet ovat vastaavia sellaisten jatkuvien kerrosten paksuudelle, jotka muodostuisivat läsnäolevasta materiaalista olettaen, ettei päällekkäinmenoa tapahdu vierekkäisissä kerroksissa.

Jotta laskettaisiin keksinnön mukaisesti kerrosteet lisämetallimäärät, taivutetut ja/tai sitkistetyt tuotteet analysoitiin Auger-spektroskopiolla ja lisämetallin hapettuneiden kerrosten paksuudet määritettiin analyysin tuloksista. Ensiksi kunkin alkuaineen Auger-analyysistä määritetty atomi-% piirrettiin kuvaajalle etsausajan funktiona, jotta saatiin Auger-syvyysprofiili. Sitten käyrän (tai käyrien siinä tapauksessa, että lisämetallin kerrokset ovat sekä hopean alla että päällä) alle jäävä pinta-ala lisämetallille asetetaan yhtäsuureksi suorakaiteen (suorakaiteiden) pinta-alan kanssa, jonka suorakaiteen korkeus vastaa lisämetallioksidissa läsnäolevan lisämetallin atomiprosenttia, jossa lisämetallin hapetusaste on yhtä kuin Auger-analyysissä havaittu. Kerroksen tai kerrosten paksuudet lasketaan sitten suorakaiteen (suorakaiteiden) leveydestä.

Lisämetallin kerrosten paksuudet, jotka vastaavat tällä tavalla määritettyjen lisämetallioksidien kerrosten

paksuutta, lasketaan sitten tunnetuista lisämetallin ja tietyn lisämetallin oksidin, jonka on havaittu olevan läsnä, bulkkitiheydestä. Kuitenkin kokemuksen perusteella lisämetallioksidilla oletetaan laskennallisia tarkoituksia varten olevan bulkkitiheys, joka on 80 % sen tunnetusta bulkkitiheydestä.

Kuten aiemmin huomautettiin, on tunnettua, että tietyt lisämetallit, jotka on kerrostettu hopeakerroksen päälle, kulkeutuvat hopeakerroksen läpi taivutuksessa ja/tai sitkistyksessä.

Tapauksissa, joissa kaikki lisämetalli on kerrostettu hopean päälle, kerrostetun lisämetallin kerroksen alkuperäinen paksuus määritetään laskemalla sellaisen yksittäiskerroksen paksuus, joka muodostuisi lopputuotteessa läsnä olevaksi havaitun lisämetallin kokonaismäärästä. Tapauksissa, joissa lisämetallia on kerrostettu osittain hopeakerroksen alle ja osittain hopeakerroksen päälle, lisämetallikerrosten alkuperäiset paksuudet vastaavasti lasketaan analyysin tuloksista, olettaen, ettei tapahdu lisämetallin nettomigraatiota hopeakerroksen läpi sitkistyksessä.

Useimmilla käytetyillä lisämetalleilla lasketut tulokset ovat kohtuullisen yhdenpitäviä kerroksen paksuuden ennusteiden kanssa, jotka perustuvat sputterointiaikaan ja -olosuhteisiin, joita käytetään lisämetallikerroksia kerrostettaessa, vaikkakin jopa 25 % poikkeamat lasketun paksuuden ja ennustetun paksuuden välillä eivät ole epätavallisia. Lukuunottamatta sinkkiä laskettujen paksuuksien uskotaan olevan luotettavimpia kuin ennustettujen paksuuksien. Sinkin tapauksessa lasketut paksuudet ovat noin puolet ennustetuista paksuuksista; sinkin havaitaan Auger-analyysissä "leviävän" yli pinnoitteen (suurimman konsentraation ollessa kuitenkin välittömästi pinnoitteen yläpuolella). Uskotaan, että "leviämisen" yhteydessä sinkin konsentraation laskeminen ei ole niin luotettava ja

ennustetut arvot ovat edullisempia. Ne on sen vuoksi annettu suluissa laskettujen arvojen vieressä.

Keksintöä kuvataan, joskaan ei rajoiteta seuraavilla esimerkeillä. Jollei muutoin ole osoitettu, käytetyt kerrosten paksuudet esimerkeissä lisämetallioksidille ja lisämetallille on laskettu, kuten on osoitettu yllä, Auger-elektronispektroskopia-analyysistä, joka on tehty taivutetuille ja/tai sitkistetyille, pinnoitetuille tuotteille, joissa läsnäoleva lisämetalli on merkittävästi hapettunut. Hopeakerrosten ja heijastusta estävien tinaoksidikerrosten paksuudet on laskettu vastaavasti Auger-analyysistä tavanomaisella tavalla.

Esimerkit 1 - 11

Kussakin näistä esimerkeistä lasiruutu (float-lasia) valmistettiin pinnoittamista varten pesemällä ja kuivaamalla ja se pantiin tasomaiseen DC magnetronisputterointilaitteeseen. Esimerkeissä 1 - 9 ja 11 käytettiin Airco IIs 1600-laitetta, esimerkissä 10 käytettiin Nordiko NS 2500 -laitetta.

Kerros tinaoksidia sputteroitettiin reaktiivisesti lasin pinnalle tinakatodista happi-ilmakehässä 5×10^{-3} torria ($6,6 \cdot 10^{-6}$ bar). Eräissä tapauksissa kerros lisämetallia sputteroitettiin tinaoksidikerroksen päälle lisämetallikatodilta argonilmakehässä 4×10^{-3} torria ($5,2 \cdot 10^{-6}$ bar). Kerros hopeaa sputteroitettiin sitten tinaoksidin päälle tai lisämetallikerroksen päälle, mikäli sitä oli läsnä, hopeakatodilta argonin paineessa 4×10^{-3} torria ($5,2 \times 10^{-6}$ bar) ja kerros lisämetallia sputteroitettiin hopean päälle lisämetallikatodilta argonin paineessa 4×10^{-3} torria ($5,2 \times 10^{-6}$ bar). Lopuksi kerros tinaoksidia sputteroitettiin reaktiivisesti lisämetallin päälle tinakatodilta happi-ilmakehässä 5×10^{-3} torria ($6,6 \times 10^{-6}$); ja tuotteen valon läpäisevyys ja emissiokyky mitattiin. Käytettyjen substraattien paksuudet ja saostetut kerrokset (määritelty kuten yllä olevassa) on esitetty taulukossa 1, yhdessä tuloksena saa-

tujen tuotteiden valon läpäisevyyden ja emissiokyvyn kanssa.

5 Kutakin pinnoitettua lasia riiputettiin pihdeillä uunissa, joka pidettiin 725 °C:n lämpötilassa ja vedettiin
10 sieltä pois, kun se oli saavuttanut toivotun lämpötilan sitkistymistä varten. Välittömästi uunista poistamisen jälkeen kukin lasi jäädytettiin nopeasti ja sitkistettiin puhaltamalla ilmaa huoneenlämpötilassa lasin pinnalle. Viipymääjat uunissa ja arvioidut loppulämpötilat (mitattuna infrapunasäteilylämpömittarilla) on esitetty taulukossa 2 yhdessä pinnoitettujen tuotteiden valon läpäisevyyden ja emissiokyvyn kanssa. Tuotteiden valon läpäisevyys ja emissiokyky ennen kuumennusta on esitetty suluissa.

15 Kussakin tapauksessa valon läpäisevyys ei ainoastaan pysynyt samassa vaan itse asiassa kasvoi, esimerkiksi 28,4 % alkuperäisestä arvosta esimerkissä 1. Emissiokyky voi myös parantua, kuten esimerkissä 1, jossa se aleni arvosta 0,17 arvoon 0,10 sitkistyksessä, vaikkakin joissakin tapauksissa, kuten esimerkissä 8, on emissiokyvyssä kasvua sitkistettäessä. Kussakin tapauksessa valon läpäisevyys ennen sitkistystä on merkittävästi alempi, kuin se mitä saavutettaisiin GB 2 129 831:n mukaisella menettelyllä, optimaalisen valon läpäisevyyden omaavan tuotteen valmistamiseksi.

25 Hapettuneiden lisämetallikerrosten havaitut paksuudet sitkistetyissä tuotteissa, määritettyinä kuten yllä on kuvattu, on esitetty allaolevassa tuotteille, jotka on valmistettu käyttäen alumiinia, titaania, zirkoniumia ja tantaalia lisämetallina.

<u>esimerkki</u>	<u>lisämetallin hapet-</u> <u>tunut kerros hopean</u> <u>alla (nm)</u>	<u>lisämetallin hapet-</u> <u>tunut kerros hopean</u> <u>päällä (nm)</u>	
	1	3,6	5,3
5	2	11,3	7,4
	3	6,9	15,6
	4	-	14,5
	5	12,5	14,0
	6	-	15,0
10	9	5,1	5,4
	10	-	17,3

Esimerkeissä 7, 8 ja 11, jotka valmistettiin käyttäen sinkkiä lisämetallina, hapettuneen sinkin havaittiin "levinneen", s.o. jakautuneen läpi kaikkien pinnoitteen kerrosten sitkistetyssä tuotteessa.

Vertailuesimerkissä, 4 mm:n läsiruuu float-lasia pinnoitettiin pinnoitteella, joka sisälsi peräkkäisiä kerroksia tinaoksidia, hopeaa, alumiinia ja tinaoksidia GB-patenttijulkaisun 2 129 831:n mukaan, joka on juuri riittävä, jotta saavutettaisiin alhainen emissiokyky samalla kun saadaan pinnoite, jolla on suurin mahdollinen valon läpäisevyys. Pinnoitteen emissiokyky oli 0,1 ja pinnoitetun lasin valon läpäisevyys oli 86,8 %.

Pinnoitettu lasi sitkistettiin kuten yllä on kuvattu. Viipymäaika uunissa oli 180 sekuntia ja lasi saavutti noin 650 °C:n lämpötilan. Sitkistämisen jälkeen pinnoitetulla lasilla havaittiin kasvanut emissiokyky, 0,48, ja alentunut valon läpäisevyys, 79 %.

Esimerkki 12

Lasiruutu (float-lasia), joka oli 6 mm paksu, valmistettiin pinnoittamista varten pesemällä ja kuivaamalla, ja se pantiin Airco Ils 1600, tasomaiselle D.C. magnetronisputterointilaitteelle.

Tinaoksidi sputteroitettiin reaktiivisesti lasin pinnalle tinakatodilta happi-ilmakehässä 5×10^{-3} torria

($6,6 \times 10^{-6}$ bar), jotta saatiin 40 nm paksu tinaoksidikerros. 10 nm paksu hopeakerros sputteroitettiin sitten tinaoksidin päälle hopeakatodilta argonin paineessa 4×10^{-3} torria ($5,2 \times 10^{-6}$ bar) ja alumiinia sputteroitettiin hopean
5 päälle alumiini-antikatomilta argonin paineessa 4×10^{-3} torria ($5,2 \times 10^{-6}$ bar), jotta saatiin 6 nm paksu alumiini-kerros. Lopuksi sputteroitettiin reaktiivisesti 40 nm paksu kerros tinaoksidia alumiinin päälle tinakatodilta happi-ilmakehässä 5×10^{-3} torria ($6,6 \times 10^{-6}$ bar). Tuloksena saadulla tuotteella havaittiin valon läpäisevyydeksi 50 % ja
10 emissiokyvyksi 0,26.

Lasia riiputettiin sitten pihdeissä ja nostettiin uuniin, joka oli säädetty 725 °C:een. Se vedettiin pois 240 sekunnin jälkeen, jossa vaiheessa sen lämpötilaksi
15 mitattiin 650 °C. Näyte sitkistettiin välittömästi puhaltamalla ilmaa huoneenlämpötilassa kuuman lasin pinnalle. Tuloksena saadulla sitkistetyllä tuotteella oli valon läpäisevyys 78 % ja emissiokyky 0,11.

Tässä esimerkissä ilmoitetut kerrosten paksuudet
20 johdettiin ekstrapoloimalla samasta materiaalista, joka oli kerrostettu samanlaisissa sputterointiolosuhteissa, mitatuista kerrosten paksuuksista, sopivasti huomioimalla erilaiset sputterointiajat.

Esimerkki 13

25 Lasiruutu harmaata, läpivärjättyä lasia (flat-lasia), joka oli 6 mm paksu, (valon läpäisevyys 40,8 %) pinnoitettiin tinaoksidi/hopea/sinkki/tinaoksidi-pinnoitteella, jonka koostumus oli samanlainen kuin esimerkissä 8 kuvattu. Sillä havaittiin olevan valon läpäisevyys 27,8 %
30 ja emissiokyky 0,16. Pinnoitettu lasi sitkistettiin sitten, kuten on kuvattu esimerkeissä 1 - 11; viipymäaika uunissa oli 245 sekuntia ja lasin saavuttama lämpötila oli noin 650 °C. Sitkistämisen jälkeen pinnoitetulla lasilla havaittiin valon läpäisevyydeksi 36 %, joka on noin 88 %
35 peruslasin valon läpäisevyydestä, ja emissiokyky 0,36.

Kasvu lasin valon läpäisevyydessä sitkistettäessä oli 29,5 % läpäisevyydestä ennen sitkistystä.

Esimerkki 14

Lasiruutu sinistä, läpivärjättyä lasia (float-lasia), joka oli 6 mm paksu, (valon läpäisevyys 56 %) pinnoitettiin tinaoksidi/hopea/sinkki/tinaoksidi-pinnoitteella, jonka koostumus oli samanlainen kuin esimerkissä 8 kuvattu. Sillä havaittiin olevan valon läpäisevyys 28,3 % ja emissiokyky 0,13. Pinnoitettu lasi sitkistettiin sitten, kuten on kuvattu esimerkeissä 1 - 11; viipymäaika uunissa oli 250 sekuntia ja lasin saavuttama lämpötila oli 645 °C. Sitkistämisen jälkeen pinnoitetulla lasilla havaittiin kasvanut valon läpäisevyys 43,8 %, joka on noin 78 % pohjalasin valon läpäisevyydestä, ja emissiokyky 0,25. Kasvu lasin valon läpäisevyydessä sitkistettäessä oli 54,7 % läpäisevyydestä ennen sitkistystä. Huomattavaa on, että sinkki ei ilmeisesti ole niin tehokas suojaamaan läpivärjätyn lasin pinnoitteita esimerkeissä 13 ja 14, kuten esimerkin 8 kirkkaan lasin pinnoitetta. Siten, esimerkeissä 13 ja 14 valon läpäisevyydet sitkistetyille tuotteille ovat 88 % ja 78 % vastaavien pinnoittamattomien lasien läpäisevyyksistä, kun taas esimerkissä 8 sitkistetyn tuotteen valon läpäisevyydet ovat noin 93 % pinnoittamattoman lasin valon läpäisevyydestä. Tämä voi johtua siitä, että esimerkkien 13 ja 14 lasit ovat paksumpia kuin esimerkin 8 ja sen vuoksi vaativat pitempää aikaa uunissa sitkistystä varten, jolloin lisämetallin, kuten sinkin, vaadittu määrä optimaalista suojaa varten on suurempi kuin esimerkissä 8 käytetty.

Esimerkki 15

Kirkas lasiruutu (float-lasia), 2,3 mm paksu, pinnoitettiin peräkkäisillä kerroksilla tinaoksidia, hopeaa, alumiinia ja tinaoksidia, kuten on kuvattu esimerkissä 12 käyttäen tasorakennuslasin päällystämiseen tarkoitettua Temescal in line D.C. Magnetron-laitetta, jotta saatiin

pinnoitettu ruutu, jonka valon läpäisevyys oli 60 %. Pinnoitettu ruutu sijoitettiin rengasmuottiin ja siirrettiin asteittain muuttuvaan uuniin, jossa sitä kuumennettiin peräkkäisissä vaiheissa maksimipintalämpötilaan 600 °C.

5 Pinnoitettu ruutu taipui uunissa toivottuun käyrään. Se vedettiin pois uunista ja hehkutettiin. Taivutetussa, pinnoitetussa ruudussa havaittiin valon läpäisevyydeksi 84 %.

Pinnoitetun lasin emissiokykyä ei mitattu. Kuitenkin pinnoitteen leikkausvastus, joka on yleensä suhteessa

10 emissiokykyyn, mitattiin ennen ja jälkeen taivutuksen. Ennen taivutusta se oli 8 ohm neliötä kohden ja taivutuksen jälkeen se vaihteli välillä 5 - 8 ohm neliötä kohden, vastaten alle 0,1 emissiokykyä. Alhaisen leikkausvastuksen säilyttäminen, joka yleensä liittyy alhaiseen emissioky-

15 kyyn, on tärkeä keksinnön etu, ja tekee mahdolliseksi keksinnön taivutettujen ja/tai sitkistettyjen, pinnoitettujen lasien pinnoitteiden käytön kuumennuksessa, esim. ajoneuvon ikkunoissa.

Taulukko 1

esi- merkki	lasi- pak- suus (nm)	lisä- metal- li	alerman ti- naoksidiker- roksen paksuus (nm)	hopean al- la olevan lisämetal- likerrok- sen paksuus (nm)	hopeaker- roksen paksuus (nm)	hopean päällä olevan li- sämetalli- kerroksen paksuus (nm)	ylemman ti- naoksi- dikerroksen paksuus (nm)	valon trans- missio (%)	emis- sio- kyky
1	3	Al	36	-	9,1	5,5	36	68,8	0,17
2	4	Al	35	7,0	10,5	4,6	36	49,0	0,11
3	10	Al	41	-	11,0	14,0	41	46,2	0,22
4	3	Ti	40	-	7,5	6,8	37	64,5	0,12
5	4	Ti	39	5,5	8,0	6,0	33	63,4	0,15
6	4	Ti	35	-	10,1	8,5	35	48,0	0,30
7	4	Zn	50	-	8,0	7,8 (7,9)	54	38,0	0,10
8	4	Zn	39	-	9,4	7,1 (8,6)	38	43,0	0,19
9	4	Zr	40	4,0	8,0	4,2	38	64,0	0,09
10	4	Ta	37	-	11,1	5,6	37	55,0	0,09
11	4	Zn	44	*	8,3	*	42	67,0	0,15

* Koska sinkkijakauma levisi läpi pinnoitteen (vaikkakin sen maksimikonsentraatio oli hopean päällä) ei ole mahdollista erottaa analyysissä hopean päälle kerrostettua sinkkiä hopean alle kerrostetusta sinkistä. Hopean päälle ja alle kerrostetun sinkin kokonaismäärä lasket- tiin yhtäsuureksi, kuin 4,6 nm paksu kerros; sputterointiolosuhteista ja -ajasta ennustetut sinkkikerroksen paksuudet olivat 3,4 nm hopean alla ja 4,8 nm hopean päällä.

Taulukko 2

Esi- merkki	Viipymäai- ka sekun- teina	lasin läm- pötila (°C)	valon trans- missio (%)	pinnoittamaton lasin valon transmissio (%)	emissio- kyky
1	75	600	88,3 (68,8)	89,5	0,10 (0,17)
2	180	650	78,0 (49,0)	88,7	0,10 (0,11)
3	320	670	75,9 (46,2)	83,8	0,20 (0,22)
4	160	640	73,8 (64,5)	89,5	0,18 (0,13)
5	180	650	78,4 (63,4)	88,7	0,13 (0,15)
6	180	650	70,0 (48,0)	88,7	0,26 (0,30)
7	180	650	77,0 (38,0)	88,7	0,15 (0,10)
8	180	650	82,4 (43,0)	88,7	0,28 (0,19)
9	180	650	73,0 (64,0)	88,7	0,07(0,09)
10	180	650	78,0 (55,0)	88,7	0,11 (0,09)
11	180	650	84,3 (67,0)	88,7	0,21 (0,15)

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä taivutetun ja/tai karkaistun lasi-
substraatin valmistamiseksi, joka on päällystetty hopeal-
5 la, t u n n e t t u siitä, että lasisubstraatti päällystetään
päällysteellä, joka käsittää

hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm;

hopeakerroksen päällä olevan 4 - 15 nm paksun ker-
roksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki tai
10 tantaali;

lisämetallikerroksen päällä olevan, ei-heijastavan
kerroksen metallioksidia;

ja että lasisubstraatti taivutetaan ja/tai karkais-
taan, jolloin substraatti kuumennetaan lasin pehmenemis-
15 pisteen yläpuolella olevaan lämpötilaan, jolloin päällystetty
lasi kehittää korotetun valonläpäisevyyden taivutus-
ja/tai karkaisuvaiheen aikana.

2. Menetelmä taivutetun ja/tai karkaistun lasi-
substraatin valmistamiseksi, joka on päällystetty hopeal-
20 la, t u n n e t t u siitä, että lasisubstraatti päällystetään
päällysteellä, joka käsittää

substraatin päällä olevan kerroksen lisämetallia,
joka on alumiini, titaani, sinkki, tantaali tai zirkonium;

hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm, lisäme-
25 tallikerroksen päällä;

lisäkerroksen lisämetallia, joka on alumiini, ti-
taani, sinkki, tantaali tai zirkonium, hopeakerroksen
päällä, jolloin lisämetallin kokonaismäärä päällysteessä
on riittävä aikaansaamaan metallin yksittäiskerroksen,
30 jonka paksuus on 4 - 15 nm;

ja ei-heijastavan kerroksen metallioksidia lisäme-
tallin lisäkerroksen päällä;

ja että lasisubstraatti taivutetaan ja/tai karkais-
taan, jolloin substraatti kuumennetaan lasin pehmenemis-
35 pisteen yläpuolella olevaan lämpötilaan, jolloin päällyst-

tetty lasi kehittää korotetun valonläpäisevyyden taivutus- ja/tai karkaisuvaiheen aikana.

5 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että päällystetyn lasin parantunut valonläpäisevyys taivutus- ja/tai karkaisuvaiheen jälkeen on vähintään 70 %.

10 4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kalkki-sooda-silikaat-tilasia olevaa päällystettyä substraattia kuumennetaan ilmassa 570 - 620 °C:n lämpötilassa, substraatin annetaan painua muotissa haluttuun taipumaan ja että taivutettu lasi jäähdytetään hitaasti.

15 5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kalkki-sooda-silikaat-tilasia olevaa, päällystettyä substraattia kuumennetaan ilmassa 600 - 670 °C:n lämpötilassa, ja lasi haluttaessa taivutetaan ja että lasi jäähdytetään nopeasti sen karkaisemiseksi.

20 6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetyn lisämetallin määrä säädetään suhteessa lämpötilaan, johon lasi kuumennetaan ja suhteessa taivutus- ja/tai karkaisuvaiheen kuumennusvaiheen keston taivutetun ja/tai karkaistun tuotteen valonläpäisevyyden maksimoimiseksi.

25 7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lisämetallin kokonaismäärä on sellainen, että päällystetyn lasin valonläpäisevyys taivutus- ja/tai karkaisuvaiheen aikana nousee vähintään 10 % alkuperäisestä arvosta.

30 8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kerros alumiinia tai sinkkiä sovitetaan hopeakerroksen päälle tai kerros alumiinia, sinkkiä tai titaania sovitetaan hopeakerroksen sekä päälle että alle.

9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukaisen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lisämetalli on alumiinia määränä, joka vastaa 5 - 10 nm paksua kerrosta.

5 10. Päälystetty lasisubstraatti, t u n n e t t u siitä, että päällyste käsittää

hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm;

hopeakerroksen päällä olevan, 4 - 15 nm paksun kerroksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki tai tantaali;

10 lisämetallikerroksen päällä olevan ei-heijastavan kerroksen metallioksidia;

ja että sen jälkeen kun lasisubstraatti on alistettu taivutus- ja/tai karkaisuvaiheeseen, jossa substraattia kuumennetaan ilmassa lasin pehmenemispisteen yläpuolella olevassa lämpötilassa, on lasisubstraatin parantunut valonläpäisevyys vähintään 70 %.

15 11. Päälystetty lasisubstraatti, t u n n e t t u siitä, että se käsittää päällysteen, joka käsittää

20 kerroksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki, tantaali tai zirkonium;

lisämetallikerroksen päällä olevan hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm;

25 hopeakerroksen päällä olevan lisäkerroksen lisämetallia, joka on alumiini, titaani, sinkki, tantaali tai zirkonium, jolloin lisämetallin määrä on riittävä aikaansaamaan metallin yksittäiskerroksen, jonka paksuus on 4 - 15 nm;

ja lisämetallin lisäkerroksen päällä olevan ei-heijastavan kerroksen metallioksidia;

30 ja että sen jälkeen kun päälystetty lasisubstraatti on alistettu taivutus- ja/tai karkaisuvaiheeseen, jossa substraattia on kuumennettu ilmassa lasin pehmenemispisteen yläpuolella olevassa lämpötilassa, on lasisubstraatin parantunut valonläpäisevyys vähintään 70 %.

35 12. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukaisella menetelmällä valmistettu, taivutettu ja/tai karkaistu lasisub-

straatti, joka on päällystetty hopealla, t u n n e t t u siitä, että sen valonläpäisevyys on vähintään 80 % päällystämättömän lasin valonläpäisevyydestä, ja että päällyste käsittää

5 ei-heijastavan kerroksen metallioksidia;
ei-heijastavan kerroksen päällä olevan hapetetun kerroksen metallia, joka on alumiini, titaani, tantaali tai zirkonium;

10 hapetetun metallikerroksen päällä olevan hopeakerroksen, jonka paksuus 5 - 30 nm;

hopeakerroksen päällä olevan hapetetun lisäkerroksen metallia, joka on alumiini, titaani, tantaali tai zirkonium;

15 ja ei-heijastavan pintakerroksen metallioksidia;
jolloin hapetettua metallia olevien kahden kerroksen yhdistetty kokonaispaksuus on 8 - 30 nm.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen lasisubstraatti, t u n n e t t u siitä, että molempien hapetettujen metallikerrosten paksuus on 4 - 15 nm.

20 14. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukaisella menetelmällä valmistettu, taivutettu ja/tai karkaistu lasisubstraatti, joka on päällystetty hopealla, t u n n e t t u siitä, että sen valonläpäisevyys on vähintään 80 % päällystämättömän lasin valonläpäisevyydestä, ja että päällyste käsittää

25 ei-heijastavan kerroksen metallioksidia;
ei-heijastavan kerroksen päällä olevan hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm;

30 hopeakerroksen päällä olevan hapetetun kerroksen titaania tai tantaalia;

ja ei-heijastavan pintakerroksen metallioksidia;
jolloin hapetettua metallia olevan kerroksen paksuus on 8 - 30 nm.

35 15. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukaisella menetelmällä valmistettu, taivutettu ja/tai karkaistu lasisubstraatti, joka on päällystetty hopealla, t u n n e t t u

siitä, että sen valonläpäisevyys on vähintään 80 % päällystämättömän lasin valonläpäisevyydestä, ja että päällyste käsittää

ei-heijastavan kerroksen metallioksidia;

5 ei-heijastavan kerroksen päällä olevan hopeakerroksen, jonka paksuus on 5 - 30 nm;

10 ja ei-heijastavan pintakerroksen metallioksidia, jolloin hapetettua sinkkiä on jakaantunut kautta kaikkien päällystekerroksien määränä, joka vastaa 4 - 15 nm paksua sinkkikerrosta.

Patentkrav

1. Förfarande för framställning av ett böjt och/eller härdat glassubstrat belagt med silver, k ä n n e -
5 t e c k n a t därav, att glassubstratet beläggs med en beläggning, som omfattar

ett silverskikt med en tjocklek av 5 - 30 nm;

ett skikt av en ytterligare metall med en tjocklek av 4 - 15 nm, vilken metall utgörs av aluminium, titan,
10 zink eller tantal, på silverskiktet;

ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid på skiktet av den ytterligare metallen;

och att glassubstratet böjs och/eller härdas, varvid substratet uppvärms till en temperatur över glasets
15 mjukningspunkt, varvid det belagda glaset utvecklar en förhöjd ljusgenomsläpplighet under böjnings- och/eller härdningssteget.

2. Förfarande för framställning av ett böjt och/eller härdat glassubstrat belagt med silver, k ä n n e -
20 t e c k n a t därav, att glassubstratet beläggs med en beläggning, som omfattar

ett skikt av en ytterligare metall, som utgörs av aluminium, titan, zink, tantal eller zirkonium, på substratet;

25 ett silverskikt med en tjocklek av 5 - 30 nm på skiktet av den ytterligare metallen;

ett ytterligare skikt av en ytterligare metall, som utgörs av aluminium, titan, zink, tantal eller zirkonium, på silverskiktet, varvid totalmängden ytterligare metall i
30 beläggningen är tillräcklig att åstadkomma ett enkelskikt av metall med en tjocklek av 4 - 15 nm;

och ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid på det ytterligare skiktet av den ytterligare metallen;

och att glassubstratet böjs och/eller härdas, varvid substratet uppvärms till en temperatur över glasets
35 mjukningspunkt, varvid det belagda glaset utvecklar en

förhöjd ljusgenomsläpplighet under böjnings- och/eller härdningssteget.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att den förbättrade ljusgenomsläppligheten hos det belagda glaset efter böjnings- och/eller härdningssteget är minst 70 %.

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett belagt substrat av kalk-soda-silikatglas upphettas i luft vid en temperatur av 570 - 620 °C, substratet låtes att sätta sig i formen till en önskad böjning och att det böjda glaset kyles långsamt.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett belagt substrat av kalk-soda-silikatglas upphettas i luft vid en temperatur av 600 - 670 °C, och om så önskas böjes glaset, och att glaset kyles snabbt för att härda detsamma.

6. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att mängden av den använda ytterligare metallen justeras med hänseende till den temperatur till vilken glaset upphettas och med hänseende till upphettningstegets utsträckning i böjnings- och/eller härdningssteget för att maximera den böjda och/eller härdade produktens ljusgenomsläpplighet.

7. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att totalmängden av den ytterligare metallen är sådan, att det belagda glaset ljusgenomsläpplighet under böjnings- och/eller härdningssteget stiger med minst 10 % av det ursprungliga värdet.

8. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett skikt av aluminium eller zink anordnas på silverskiktet eller att ett skikt av aluminium, zink eller titan anordnas både under och på silverskiktet.

9. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att den ytterligare metallen utgöres av aluminium i en mängd motsvarande ett skikt med en tjocklek av 5 - 10 nm.

5 10. Belagt glassubstrat, k ä n n e t e c k n a t därav, att beläggningsen omfattar

ett silverskikt med en tjocklek av 5 - 30 nm;

på silverskiktet ett skikt av en ytterligare metall med en tjocklek av 4 - 15 nm, vilken metall utgöres av
10 aluminium, titan, zink eller tantal;

på det ytterligare metallskiktet ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid;

och att glassubstratet efter det att detsamma underkastats ett böjnings- och/eller härdningssteg, i vilket
15 substratet upphettats i luft vid en temperatur över glasets mjukningspunkt har en förbättrad ljusgenomsläpplighet av minst 70 %.

11. Belagt glassubstrat, k ä n n e t e c k n a t därav, att det omfattar en beläggning, som omfattar

20 ett skikt av en ytterligare metall, vilken utgöres av aluminium, titan, zink, tantal eller zirkonium;

på skiktet av den ytterligare metallen ett silverskikt med en tjocklek av 5 - 30 nm;

på silverskiktet ett ytterligare skikt av en ytterligare metall, vilken utgöres av aluminium, titan, zink, tantal eller zirkonium, varvid totalmängden av den ytterligare metallen är tillräcklig att åstadkomma ett enkelt
25 skikt av metall med en tjocklek av 4 - 15 nm; och på det ytterligare skiktet av den ytterligare metallen ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid;
30

och att det belagda glassubstratet efter det att detsamma underkastats ett böjnings- och/eller härdningssteg, i vilket substratet upphettats i luft vid en temperatur över glasets mjukningspunkt, har en förbättrad ljusgenomsläpplighet av minst 70 %.
35

12. Böjt och/eller härdad, med silver belagt glas-
substrat, vilket framställts medelst ett förfarande enligt
patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav,
att det har en ljusgenomsläpplighet av minst 80 % av ljus-
genomsläppligheten hos det obelagda glaset, och att be-
läggningsen omfattar

ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid;

på det icke-reflekterande skiktet ett oxiderat
skikt av en metall, vilken utgöres av aluminium, titan,
tantal eller zirkonium;

på det oxiderade metallskiktet ett silverskikt med
en tjocklek av 5 - 30 nm;

på silverskiktet ett oxiderat ytterligare skikt av
en metall, vilket utgöres av aluminium, titan, tantal el-
ler zirkonium;

och ett icke-reflekterande ytskikt av en metall-
oxid;

varvid de två skikten av oxiderad metall har en
kombinerad totaltjocklek av 8 - 30 nm.

13. Glassubstrat enligt patentkravet 12, k ä n n e t e c k n a t därav, att båda oxiderade metallskikten har en tjocklek av 4 - 15 nm.

14. Böjt och/eller härdad, med silver belagt glas-
substrat, vilket framställts medelst ett förfarande enligt
patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav,
att det har en ljusgenomsläpplighet av minst 80 % av ljus-
genomsläppligheten hos det obelagda glaset, och att be-
läggningsen omfattar

ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid;

på det icke-reflekterande skiktet ett silverskikt
med en tjocklek av 5 - 30 nm;

på silverskiktet ett oxiderat skikt av titan eller
tantal;

och ett icke-reflekterande ytskikt av en metall-
oxid;

varvid skiktet av oxiderad metall har en tjocklek av 8 - 30 nm.

5 15. Böjt och/eller härdat, med silver belagt glas-substrat, vilket framställts medelst ett förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att det har en ljusgenomsläpplighet av minst 80 % av ljusgenomsläppligheten hos det obelagda glaset och att beläggningen omfattar

10 ett icke-reflekterande skikt av en metalloxid;
på det icke-reflekterande skiktet ett silverskikt med en tjocklek av 5 - 30 nm;
och ett icke-reflekterande ytskikt av en metalloxid;

15 varvid oxiderad zink är fördelad genom alla beläggningsskikt i en mängd motsvarande ett zinkskikt med en tjocklek av 4 - 15 nm.