(19)

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 956026 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS**
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 956026

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
C03C 17/36

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **14.12.1995**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **14.12.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **16.06.1996**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

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

15.12.1994 US 356515

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •**Guardian Industries Corporation,** 43043 West Nine Mile Road, Northville MI 48167, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •**Hartig, Klaus W.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 •**Larson, Steven L.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 •**Lingle, Philip J.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Alhaisen emissiivisyyden lasinpinnoitussysteemi ja siitä saadut eristyslasiyksiköt

Glasbeklädnadssystem med låg emissivitet samt isoleringsglasenheter som erhållits av det

Alhaisen emissiivisyyden lasinpinnoitussysteemi ja siitä saadut erististyslasiyksiköt

Keksinnön alue

Tämä keksintö liittyy pinnoitettuihin lasikappaleisiin, joilla on alhaiset emissiivisyysarvot. Erityisemmin tämä keksintö liittyy eristäviin lasiyksiköihin (esimerkiksi oviin ja ikkunoihin), jotka on valmistettu osittain näistä pinnoitetuista lasikappaleista.

Keksinnön tausta

Ruiskupinnoitettujen lasikerrosjärjestelmien tärkeys aurinkoenergian hallitsemisen saavuttamiseksi arkkitehtonisissa ikkunoissa ja ovissa on nykyään kaupallisesti hyvin vakiintunut. Lisäksi tällaisten kerrosjärjestelmien käyttämisen tärkeys eristävissä lasiyksiköissä (alalla tunnettu nimellä "IG"-yksiköt) on yhtä hyvin vakiintunut. Esimerkkejä tästä jälkimmäisestä käyttötarkoituksesta ovat kaksin- ja kolminkertaiset ikkunat ja ovet, jotka on valmistettu vähintään kahdesta lasiruudusta, jotka on tiivistetty äärireunoiltaan eristävän tilan muodostamiseksi niiden väliin. Tällaiset tilat tässä yhteydessä ovat usein täytettyjä muulla kaasulla kuin ilmalla, kuten argonilla.

Tällaisten IG-yksikköjen markkinoille hyväksymisen kannalta tärkeitä ovat seuraavat ominaisuudet, jotka liittyvät suoraan käytettäviin ruiskupinnoitettuihin kerrosjärjestelmiin:

1) haluttu näkyvän valon läpäisykyky yhdistyneenä hyväksyttävään infrapunasäteilyn heijastustasoon;

2) ei-peilimäinen ulkonäkö;

3) väri, joka on joko neutraali tai hyväksyttävien ei-virheellisten värisävyjen joukossa;

4) sään tai muun kemiallisen altistuksen sietokyky, josta usein käytetään nimitystä "kemiallinen kestävyys"; ja

5) kulutuskestävyys (usein käytetään nimitystä "mekaaninen kestävyys") käsittelyn aikana, erityisesti niiden eri vaiheiden, joita tarvitaan IG-ikkunan tai -oven valmistamiseksi kahdesta tai useammasta lasilevystä, joista vähintään toinen on esiruiskupinnoitettu yllä mainitulla kerrosjärjestelmällä.

Näiden fysikaalisten ominaisuuksien lisäksi käytettävän pinnoitusjärjestelmän tulee olla taloudellinen käyttää. Mikäli se ei ole, lopullinen tuote, kuten IG-yksikkö, voi tulla niin kalliiksi, että se ehkäisee kysyntää.

Alalla on tunnettua, että nämä halutut ominaisuudet ovat usein ristiriidassa yritettäessä saavuttaa niitä, ja näin ollen kompromissit ovat usein tarpeellisia. Esimerkiksi hyväksyttävien näkyvän valon läpäisykyvyn tai IR-säteilyn (infrapuna) heijastustasojen saavuttaminen saattaa olla pakko suorittaa kestävyyden (joko kemiallisen tai mekaanisen tai molempien) kustannuksella. Muissa kompromisseissa ei-toivottuja värejä ja peilimäisiä ikkunoita (tai ovia) on mahdotonta välttää. Vielä muissa kompromisseissa tuotantokustannuksista tulee merkittävä tekijä. Tällaiset ongelmat luovat alalle tarpeen uusille ruiskupinnoitetuille kerrosjärjestelmille, jotka voivat saavuttaa paremman tasapainon näiden ominaisuuksien välillä.

US-patenttijulkaisussa 5 344 718 kuvataan erilaisia erinomaisia ruiskupinnoitettuja kerrosjärjestelmiä, joilla on hyväksyttävän alhaiset emissiivisyysarvot (E) ja jotka näin ollen luokitellaan oikeutetusti "Low-E" (alhaisen emissiivisyyden) järjestelmiksi (eli korkean IR-heijastavuuden pinnoitteisiin kuten alla määritetään). Lisäksi tällaisilla pinnoitejärjestelmillä luokkana on yleisesti kestävyysominaisuudet, jotka ovat lähes pyrolyyttisten pinnoitteiden tasoa ja ovat siten oikein hyväksyttäviä. Vielä lisäksi näillä pinnoitteilla, erityisesti niiden edullisilla suoritusmuodoilla, on korkea näkyvän valon läpäisykyky. Samanaikaisesti niillä on myös sopivan neut-

raali väri ulottuen hieman sinisen vihreään sävyyn, joka kuitenkin peittyy sopivasti saavutetulla heijastustasolla näyttäen oleellisen neutraalilta. Lisäksi niiden havaittava heijastuminen on alle 20 % ja näin ne välttävät ei-toivotun peilimäisen ulkonäön katsottuna joko sisä- tai ulkopuolelta käytettäessä esimerkiksi ikkunana tai ovena.

US-patenttijulkaisussa 5 344 718 kuvattu kerrosjärjestelmäperhe käyttää useita Si_3N_4- ja nikkeli- tai nikromikerroksia yhden tai useamman IR-heijastavan metallisen hopeakerroksen kerrostamiseksi niiden väliin valitussa järjestyksessä saavuttaen näin halutut ominaisuudet. Tämän patenttijulkaisun koko kuvaus sisältäen sen "tausta"-osuuden on liitetty tähän viitteenä.

Yleisesti ottaen tämä aiempi patenttijulkaisu (5 344 718) saavuttaa ainutlaatuiset tuloksensa käyttämällä järjestelmää, joka koostuu viidestä tai useammasta kerroksesta, missä tämä järjestelmä käsittää lasista ulospäin:

a) Si_3N_4-pohjakerroksen;
b) nikkeli- tai nikromikerroksen;
c) hopeakerroksen;
d) nikkeli- tai nikromikerroksen;
e) Si_3N_4-päällyskerroksen.

Kun tämä järjestelmä koostuu oleellisesti näistä viidestä (5) kerroksesta, käytetään yleensä seuraavia paksuuksia:

Kerros	Paksuus (noin)
a (Si_3N_4)	400 - 425 Å
b (Ni tai Ni:Cr)	7 Å tai alle
c (Ag)	95 - 105 Å
d (Ni tai Ni:Cr)	7 Å tai alle
e (Si_3N_4)	525 - 575 Å

Kun tässä aiemmassa patenttijulkaisussa (5 344 718) käytetään useampaa kuin viittä kerrosta, kuten käytettäessä

kahta hopeakerrosta, järjestelmä käsittää lasista ulospäin yleensä seuraavat kerrokset:

lasi/Si_3N_4/Ni:Cr/Ag/Ni:Cr/Ag/Ni:Cr/Si_3N_4 ja hopean kokonaispaksuus pysyy samana (esimerkiksi 95 - 105 Å) siten, että kumpikin hopeakerros on itsessään vain noin 50 Å kokonaispaksuuden muodostamiseksi.

Vaikka tällaiset järjestelmät, kuten tässä aiemmassa patenttijulkaisussa 5 344 718 kuvataan, muodostavat merkittävän parannuksen olemassa oleviin aikaisempiin järjestelmiin verrattuna, erityisesti niihin, joita käsitellään tuon patenttijulkaisun "tausta"-osuudessa, jäljelle jäi kuitenkin tilaa parannuksille "emissiivisyys"-ominaisuuksissa. Esimerkiksi tämän patenttijulkaisun 5 344 718 järjestelmissä normaaliemissiivisyys (E_n) oli yleensä alle tai noin 0,12, kun ilmakehän emissiivisyys (E_h) oli yleensä alle noin 0,16. Kuitenkin käytännössä realistisesti saavutettavat alarajat olivat yleisesti E_n:lle noin 0,09 ja E_h:lle noin 0,12. Saavutettavat pintavastukset (R_s) tässä yhteydessä olivat yleensä noin 9 - 10 ohm/sq.

Paremman IR-heijastuksen (eli alempien "E"-arvojen) saavuttamisen estämisessä oli yleinen uskomus, että mikäli hopean paksuutta lisättiin paremman IR-heijastuksen (ja täten alhaisempien "E"-arvojen) saavuttamiseksi, tapahtuisi vähintään yksi tai useampia seuraavia tuhoisia vaikutuksia: (1) tuloksena olisi kestävyyden katoaminen; (2) lopputuote olisi liian heijastava ja tulisi näin peilimäiseksi; (3) väri tulisi ulkonäöltään hyväksymättömän voimakkaan purppuraiseksi tai punaiseksi/siniseksi; ja/tai (4) näkyvän valon läpäisykyky tulisi hyväksymättömän alhaiseksi.

Kestävyys, sekä mekaaninen että kemiallinen, on tärkeä tekijä arkkitehtonisen lasin saavuttamisessa yleisesti käytetään sitä sitten monoliittisenä kalvona tai esimerkiksi käytettäessä IG-yksikössä. Kuten yllä mainitaan, IG-yksiköiden käsitteleminen, asentaminen ja kiin-

nittäminen asettaa etusijalle mekaanisen kestävyyden, kun taas tarve tiivistää ruudut reunoiltaan eristävän tilan muodostamiseksi niiden väliin luo kemiallisen kestävyyden tarpeen, joka aiheutuu pääasiassa tiivisteen, joka väistämättä koskettaa pinnoitetta, luonteesta. Esteettisesti sekä peilimäinen että purppurainen laatu voi poistaa minkä tahansa näitä ominaisuuksia sisältävän tuotteen markkinoitavuuden. Näkyvän valon läpäisykyvyn heikkeneminen, vaikkakin se on ei-toivottua, ei ole täysin epämieluisaa ennen kuin monoliittisessä kalvossa se putoaa alle noin 70 %:n ja IG-yksikössä alle noin 63 %:n. Kuitenkin tietyissä käytöissä, erityisesti kun halutaan alhaisia varjostuskertoimia (eli alle noin 0,6), läpäisykyky voi olla itse asiassa liian korkea, jopa vaikka emissiivisyys on suhteellisen alhainen. Yleisesti ottaen, kun halutaan varjostusominaisuuksia (eli ilmastointikustannusten alentamiseksi), monoliitin näkyvän valon läpäisykyky tulisi pitää alle 75 %:ssa ja edullisesti alle 73 %:ssa, kun taas tyypillisen IG-yksikön läpäisykyvyn tulisi olla noin 65 - 68 %.

Yllä mainittujen uskomusten osittainen vahvistus on US-patenttijulkaisussa 5 302 449 esitetty suhteellisen monimutkainen kerrosjärjestelmä samoin kuin sen oletettu kaupallinen vastine IG-yksikkömuodossa, tunnettu nimellä Cardinal 171, myyjä Cardinal IG Company. Tässä patenttijulkaisussa kerrotun kaltaisten kerrosjärjestelmien paksuudet ja kerroksissa olevat materiaalityypit vaihtelevat tiettyjen auringonsäteilyyn liittyvien ominaisuuksien hallitsemiseksi, samoin kuin vaihdellaan sinkin, tinan, indiumin ja vismutin oksidin tai niiden seosten oksidien, kuten sinkkistannaattioksidin, käyttämistä pinnoitteena kulutuskestävyyden saavuttamiseksi. Lisäksi tämä järjestelmä käyttää yhtä tai kahta kulta-, kupari- tai hopeakerrosta lopputuloksensa saavuttamiseksi. Käytettäessä kahta hopeakerrosta on sanottu, että ensimmäinen on paksuudeltaan välillä 100 - 150 Å ja edullisesti noin 125 Å, kun

taas toisen, tähän perustuen, on oltava välillä 125 - 175 Å. Käytettäessä vain yhtä hopeakerrosta on opetettu, että sen paksuuden tulee olla noin 100 - 175 Å ja edullisesti 140 Å. Tämä patenttijulkaisu ei missään käsittele nikkelin tai nikromin käyttämistä tai piinitridin käyttämistä kerrosrakenteen alkuaineena.

Varsinaisessa kaupallisessa käytössä yllä mainittujen Cardinal IG -yksiköiden on havaittu saavuttavan suhteellisen hyväksyttävät aurinkoenergian hallintaominaisuudet sisältäen hyväksyttävät väriominaisuudet ja suhteellisen hyvän ei-peilimäisen havaittavan heijastumisen (esimerkki on ilmoitettu alla vertailun vuoksi). Kuitenkin tältä muuten aivan hyväksyttävältä järjestelmältä on havaittu puuttuvan kemiallista kestävyyttä ja, kuten tässä määritellään, siltä voidaan sanoa puuttuvan kemiallista kestävyyttä, koska se ei selviä edellä kuvatusta keittokokeesta. Vaikka tarkkaa syytä tähän ei tunneta, yksinkertainen päätelmä on se, kuten alalla aiemmin on tapahtunut, että on tehtävä myönnytyksiä vähintään yhdessä halutuista ominaisuuksista haluttujen tasojen saavuttamiseksi toisissa. Lisäksi tämän kerrospinon ja käytettävien aineiden luonteen johdosta tämä järjestelmä on melko kallis valmistaa pääasiassa halutun tuloksen saavuttamiseksi vaadittavien kerrosten lukumäärän ja paksuuden johdosta.

Yllä mainitun patenttijulkaisun 5 344 718 "tausta"-osuudessa esitetään toinen aikaisemman alan arkkitehtoninen lasikerrosjärjestelmä, joka on tullut kaupallisesti tunnetuksi nimellä Super-E III, valmistaja Airco Corporation. Tämä järjestelmä koostuu lasista ulospäin seuraavasta kerrospinosta:

Si_3N_4/Ni:Cr/Ag/Ni:Cr/Si_3N_4

Käytännössä on havaittu, että tässä Super-E III -järjestelmässä Ni:Cr-seos on vastaavasti 80/20 paino-% Ni/Cr (eli nikromia), näiden kahden nikromikerroksen kerrotaan olevan 7 Å:n paksuisia, Ag-kerroksen määritetään olevan

vain noin 70 Å:n paksuinen [paitsi että esitetään, että hopea voi olla noin 100 Å:n paksuinen] ja Si_3N_4-kerrokset ovat suhteellisesti paksumpia (esimerkiksi 320 Å pohjakerrokselle ja noin 450 Å päällyskerrokselle). Todellisuudessa ohuutensa (eli noin 70 Å) vuoksi hopea(Ag)kerroksen on havaittu käytännössä olevan luonteeltaan pikemminkin puolijohde.

Vaikka tämä pinnoite saavutti hyvän "kestävyyden" (eli pinnoite oli naarmutusta kestävä, kulutusta kestävä ja kemiallisesti pysyvä) ja näin saavutti tämän ominaisuuden tärkeän tason verrattuna pyrolyyttisiin pinnoitteisiin, noin 3 mm:n paksuiselle lasille E_h oli vain noin 0,20 - 0,22 ja E_n oli noin 0,14 - 0,17. Nämä molemmat emissiivisyyden arvot ovat melko korkeita. Lisäksi pintavastus (R_s) oli suhteellisen korkea 15,8 ohm/Sq (hyväksyttävämmän arvon ollessa noin 10,5 tai alle). Täten, vaikka sekä mekaanisen että kemiallisen kestävyyden huomataan olevan aivan hyväksyttäviä ja monoliittisen kalvon näkyvän valon läpäisykyky oli melko korkea, 76 ± 1 %, ja vaikka nämä pinnoitteet osoittautuivat yhteensopiviksi IG-yksiköissä käytettävien tavanomaisten tiivistysaineiden kanssa, sen kyky käsitellä IR-säteilyä oli alle toivotun. Lisäksi sen melko korkea monoliitin näkyvän valon läpäisykyky 76 ± 1 % teki tällaisen järjestelmän suhteellisen ei-toivotuksi vaadittaessa alhaisempia varjostusominaisuuksia.

Airco on jatkanut Super-E III -järjestelmää sellaisella, mitä se nimittää Super-E IV -järjestelmäksi. Tämä järjestelmä sisältää kerroksinaan lasista ulospäin seuraavat:

Elementti	Paksuus (Å)
TiO2	noin 300
$NiCrN_x$	noin 8
Ag	noin 105
$NiCrN_x$	noin 8
Si_3N_4)	noin 425

Tämä järjestelmä on suorituskyvyltään melko samanlainen kuin Super-E III, paitsi että näkyvän valon läpäisykyky on korkeampi (esimerkiksi yli 80 %), emissiivisyys on alhaisempi (esimerkiksi alle noin 0,10) ja varjostuskerroin on huomattavasti korkeampi (esimerkiksi noin 0,80). Lisäksi TiO_2:n pohjakerroksena käyttämisen ansiosta tämä järjestelmä on kallis valmistaa.

Tämän Super-E III -kerrosjärjestelmän lisäksi muita pinnoitteita, jotka sisältävät hopeaa ja/tai Ni:Cr kerroksina infrapunasäteiden heijastamiseen ja muihin valonkäsittelytarkoituksiin, on esitetty patentti- ja tieteellisessä kirjallisuudessa. Katso esimerkiksi Fabry-Perot-suodattimet ja muut alan aiemmat pinnoitteet ja menetelmät, joita kuvataan US-patenttijulkaisuissa nro 3 682 528 ja 4 799 745 (ja niissä mainittu ja/tai viitattu aikaisempi tietämys). Katso myös dielektriset metalliset kaksikerrokset, joita valmistetaan lukuisissa patenttijulkaisuissa kuten esimerkiksi US-patenttijulkaisut nro 4 179 181; 3 698 946; 3 978 273; 3 901 997; ja 3 889 026, vain muutamia mainitaksemme. Vaikka tällaiset muut pinnoitteet ovat tunnettuja tai esitettyjä, uskotaan, että ennen tätä keksintöä yksikään näistä aikaisemmista julkaisuista ei kerro tai ole saavuttanut kykyä käyttää erittäin tuottoisaa ruiskupinnoitusmenetelmää ja samanaikaisesti saavuttaa arkkitehtonista lasia, joka paitsi lähestyy tai saavuttaa pyrolyyttisten pinnoitteiden kestävyyden, niin myös saavuttaa erinomaiset aurinkoenergian hallitsemisominaisuudet.

Lyhyesti, aikaisemman alan yllä olevat tekijät johtaisivat alan taitajan suoraan poispäin mahdollisesta järkevästä ehdotuksesta, että hopean oleellinen paksuntaminen järjestelmässä, kuten tässä patenttijulkaisussa 5 344 718 löydetyssä järjestelmätyypissä, yhdistettynä Si_3N_4-paksuuden sopivaan säätämiseen voisi saavuttaa kaikki halutut ominaisuudet, erityisesti ominaisuusyhdistelmän: (1) hyväksyttävät, ei-purppuraiset tai ei-punaiset/siniset värit; (2) ei-peilimäinen ulkomuoto, sekä sisä- että ulkopuolelta; (3) riittävän korkeat läpäisykyvyn arvot; (4) hyvä mekaaninen kestävyys; (5) ylivoimainen kemiallinen kestävyys; ja (6) poikkeuksellisen alhaiset emissiivisyysarvot.

Yllä olevan nojalla on ilmeistä, että alalla on olemassa tarve ruiskupinnoitetulle kerrosjärjestelmälle, joka pikemminkin optimoi kuin tarpeettomasti uhraa havaittavien prioriteettien perusteella yllä kuvatut ominaisuudet pinnoitetuille lasiarkeille yleisesti, ja erityisesti IG-yksiköille, taloudellisella tavalla. Tämän keksinnön tarkoitus on täyttää tämä ja muut alalla olevat tarpeet, jotka tulevat selvemmiksi alan taitajille seuraavasta kuvauksesta.

Keksinnön yhteenveto

Tämä keksintö saavuttaa tavoitteensa toimimalla suoraan vastoin yllä mainittuja alan aikaisempia uskomuksia, ja tekemällä täten se saavuttaa ainutlaatuisia ja odottamattomia tuloksia. Tämä keksintö tässä suhteessa tarjoaa ainutlaatuisen pinnoitetun lasikappaleen ja sen osana ainutlaatuisen IG-yksikön perustuen siinä käytettävän kerrosjärjestelmän ainutlaatuisuuteen.

Yleisesti ottaen tässä suhteessa tämä keksintö täyttää yllä kuvatut tarpeet tarjoamalla ruiskupinnoitetun lasikappaleen, joka koostuu lasisesta pohjamateriaalista, jonka pinnalla on lasista ulospäin kerrosjärjestelmä, joka sisältää:

a) Si_3N_4-kerroksen, jonka paksuus on noin 450 - 600 Å;

b) nikkeli- tai nikromikerroksen, jonka paksuus on noin 7 Å tai alle;

c) hopeakerroksen, jonka paksuus on noin 115 - 190 Å;

d) nikkeli- tai nikromikerroksen, jonka paksuus on noin 7 Å tai alle;

e) Si_3N_4-kerroksen, jonka paksuus on noin 580 - 800 Å; ja missä

kun lasisen pohjamateriaalin paksuus on noin 2 - 6 mm, tämän pinnoitetun lasisen pohjamateriaalin näkyvän valon läpäisykyky on vähintään noin 70 %, normaaliemissiivisyys (E_n) on alle noin 0,07, hemisfäärinen emissiivisyys (E_h) on alle noin 0,075, pintavastus (R_s) on alle noin 5,5 ohmia/sq, ja sillä on seuraavat heijastus- ja värikoordinaatit, missä lasipuolen ominaisuudet ovat:

R_GY, noin 12 - 19

a_h, noin -3 - +3

b_h, noin -5 - -20

ja missä kalvopuolen ominaisuudet ovat:

R_FY, noin 8 - 12

a_h, noin 0 - 6

b_h, noin -5 - -30

missä RY on heijastuskyky ja a_h, b_h ovat värikoordinaatit mitattuna Hunter-yksiköissä, I11. C., 10° -tähystin.

Tämän keksinnön tietyissä suoritusmuodoissa käytetään lasilevyä, jonka toisella pinnalla on yllä kuvatun kaltainen kerrosjärjestelmä, vähintään yhden toisen lasilevyn kanssa siten, että kukin on oleellisen yhdensuuntainen toisen kanssa mutta erossa siitä ja tiivistettyinä äärireunoiltaan eristävän tilan muodostamiseksi niiden väliin eristävän lasiyksikön muodostamiseksi, joka on käyttökelpoinen ikkunana, ovena tai seinänä, jossa tämä kerrosjärjestelmä sijaitsee pinnalla 24, kuten esitetään

kuviossa 2, siten että heijastus- ja värikoordinaatit ovat:

katsottaessa ulkopuolelta:
R_GY, noin 16 - 18
a*, noin -3 - +3
b*, noin 0 - -15
katsottaessa sisäpuolelta:
R_FY, noin 14 - 16
a*, noin 0 - +5
b*, noin 0 - -20

ja näkyvän valon läpäisykyky on vähintään noin 63 % ja edullisesti noin 65 - 68 %. Kun pinnoitejärjestelmä sijaitsee pinnalla 26, heijastus- ja värikoordinaatit ovat yllä olevaan nähden päinvastaiset, mutta läpäisykyky pysyy samana.

Termi "ulkopuoli" tässä käytettynä tarkoittaa katsojan havaintoa sen asunnon ulkopuolelta, jossa pinnoitettua lasilevyä (eli IG-yksikköä) käytetään. Termi sisäpuoli tässä käytettynä tarkoittaa "ulkopuolen" vastakohtaa, eli katsojan havaintoa sen asunnon sisäpuolelta, jossa yksikkö sijaitsee (esimerkiksi asuin- tai toimistotalon huoneen sisältä katsoen "ulospäin").

Tätä keksintöä kuvataan nyt viitaten sen tiettyihin suoritusmuotoihin viitaten myös liitteenä oleviin kuvauksiin, joissa:

Piirustuksissa

Kuvio 1 on osittainen sivuleikkauskuva tämän keksinnön mukaisesta kerrosjärjestelmästä.

Kuvio 2 on osittainen sivuleikkauskuva tässä keksinnössä tarkastellusta IG-yksiköstä; ja

Kuvio 3 on osittainen kaavamainen perspektiivikuva talosta, jossa käytetään ikkunana, ovena ja seinänä kuviossa 2 kuvatun kaltaista IG-yksikköä.

Keksinnön suoritusmuotojen yksityiskohtainen kuvaus

Tiettyjä termejä käytetään vallitsevasti lasinpinnoituksessa, erityisesti määritettäessä arkkitehtonisissa

tarkoituksissa käytettävän pinnoitetun lasin ominaisuuksia ja aurinkoenergian hallintaa. Tällaisia termejä käytetään tässä niiden vakiintuneen merkityksen mukaisesti. Esimerkiksi tässä käytettynä:

Näkyvän aallonpituuden valon "heijastuskyvyn" intensiteetti määritetään sen prosenttiosuutena ja se ilmoitetaan termillä R_XY, missä "X" on joko "G" lasipuolelle tai "F" kalvopuolelle. "Lasipuoli" (eli "G") tarkoittaa lasin pohjamateriaalin puolta vastapäätä sitä puolta, jolla pinnoite sijaitsee, kun taas "kalvopuoli (eli "F") tarkoittaa lasin pohjamateriaalin sitä puolta, jolla pinnoite sijaitsee. Vaihtoehtoisesti ilmoitetaan myös "$R_{vis.\ ulkopuoli}$" tai "$R_{vis.\ sisäpuoli}$", missä "G" tarkoittaa "ulkopuoli" ja "F" tarkoittaa "sisäpuoli".

Väriominaisuuksia mitataan "a"- ja "b"-koordinaateilla. Tässä välillä näissä koordinaateissa on alaindeksi "h" osoittaen, että käytetään tavanomaista Hunter-menetelmää (tai yksiköitä) I11. C., 10° -tähystin, ASTM E 308 - 85 -menetelmän mukaisesti, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 06.01 "Standard Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System." Muulloin niitä merkitään tähdellä (*) osoittaen, että käytetään vaihtoehtoista tavanomaista standardia eli I11. C., 2° -tähystin, josta myös kerrotaan edellä mainitussa ASTM E 308 - 85 -julkaisussa.

Termit "emissiivisyys" ja "läpäisykyky" ovat alalla hyvin ymmärrettyjä ja niitä käytetään niiden tunnetun merkityksen mukaisesti. Täten esimerkiksi termi "läpäisykyky" tarkoittaa auringon läpäisykykyä, joka koostuu näkyvän valon läpäisykyvystä, infrapunaenergian läpäisykyvystä ja ultraviolettivalon läpäisykyvystä. Aurinkoenergian kokonaisläpäisykykyä kuvataan sitten yleensä näiden muiden arvojen painotettuna keskiarvona. Näissä läpäisykyvyissä, tässä kuvattuna, näkyvän valon läpäisykyky määritetään tavallisella Illuminant C -menetelmällä aallonpituudella

380 - 720 nm; infrapuna aallonpituudella 800 - 2 100 nm; ultravioletti aallonpituudella 300 - 400 nm; ja auringon kokonaisarvo aallonpituudella 300 - 2 100 nm. Emissiivisyysmittauksessa käytetään kuitenkin tiettyä infrapunaaluetta (eli 2 500 - 40 000 nm), kuten alla kuvataan.

Näkyvän valon läpäisykyky voidaan mitata käyttäen tunnettuja tavanomaisia menetelmiä. Esimerkiksi käyttämällä spektrofotometriä, kuten Beckman 5240 (Beckman Sci. Inst. Corp.), saadaan läpäisyn spektrikäyrä. Sitten näkyvän valon läpäisykyky voidaan laskea käyttäen yllä mainittua ASTM E 308 - 85 -menetelmää, "Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System" (Annual Book of ASTM Standards, Vol. 14.02). Haluttaessa voidaan käyttää pienempää aallonpituuksien lukumäärää kuin mitä on määritetty. Toinen menetelmä näkyvän valon läpäisykyvyn mittaamiseksi on käyttää spektrometriä, kuten kaupallisesti saatavissa oleva Spectragard-spektrofotometri, valmistaja Pacific Scientific Corporation. Tämä laite mittaa ja ilmoittaa suoraan näkyvän valon läpäisykyvyn. Näkyvän valon läpäisykyky on tässä ilmoitettu ja mitattu Hunter-menetelmällä, I11. C., 10° -tähystin.

"Emissiivisyys" (E) on valon sekä absorption että heijastuskyvyn mitta tai ominaisuus tietyillä aallonpituuksilla. Sitä yleensä kuvaa kaava:

$$E = 1 - \text{Heijastuskyky}_{\text{kalvo}}$$

Arkkitehtonisissa tarkoituksissa emissiivisyysarvoista tulee melko tärkeitä infrapunaspektrin ns. "keskialueella", jota kutsutaan joskus myös "pitkien aallonpituuksien alueeksi", eli noin 2 500 - 40 000 nm, esimerkiksi kuten määritetään alla mainitussa WINDOW 4.1 -ohjelmassa, LBL-35 298 (1994), Lawrence Berkley Laboratories. Tässä käytettynä termiä "emissiivisyys" käytetään viittaamaan tällä infrapuna-alueella mitattuihin emissiivisyysarvoi-

hin, kuten määritetään 1991 Proposed ASTM Standardissa infrapunaenergian mittaamiseksi säteilytehon laskemiseksi, ehdottaja Primary Glass Manufacturers' Council, otsikoltaan "Test Method for Measuring and Calculating Emittance of Architectural Flat Glass Products Using Radiometric Measurements". Tämä standardi ja sen varaukset on liitetty tähän viitteenä. Tässä standardissa emissiivisyys ilmoitetaan hemisfäärisenä emissiivisyytenä (E_h) ja normaaliemissiivisyytenä (E_n).

Tällaisten emissiivisyysarvojen mittaamiseksi tarvittavien tietojen varsinainen kerääminen on tavanomaista ja voidaan suorittaa käyttämällä esimerkiksi Beckman Model 4260 -spektrofotometriä, jossa on "VW"-liitäntä (Beckman Scientific Instr. Corp.). Tämä spektrofotometri mittaa heijastuskykyä aallonpituuden funktiona ja tästä lasketaan emissiivisyys käyttäen yllä mainittua 1991 Proposed ASTM Standardia, joka on liitetty tähän viitteenä.

Toinen tässä käytettävä termi on "pintavastus". Pintavastus (R_s) on alalla tunnettu termi ja sitä käytetään tunnetun merkityksensä mukaisesti. Yleisesti ottaen tämä termi viittaa vastukseen ohmeina mille tahansa kerrosjärjestelmän pinta-alalle lasisen pohjamateriaalin päällä kerrosjärjestelmän läpi kulkeneelle sähkövirralle. Pintavastus on osoitus siitä, kuinka hyvin tämä kerros heijastaa infrapunaenergiaa ja näin ollen sitä käytetään usein emissiivisyyden kanssa tämän ominaisuuden, joka on niin tärkeä monille arkkitehtonisille laseille, mittarina. "Pintavastus" mitataan tavanomaisesti käyttäen 4-pisteen vastusmittausanturia, kuten kertakäyttöistä 4-pisteen vastusanturia Magnetron Instruments Corp. kärjen kanssa, Model M-800, valmistaja Signatone Corp., Santa Clara, Calif.

"Kemiallista kestävyyttä" käytetään tässä synonyyminä termin "kemiallinen kestokyky" tai "kemiallinen stabiilisuus" kanssa, termien, joita alalla on aiemmin käy-

tetty. Kemiallinen kestävyys määritetään keittämällä 5,1 x 12,7 cm:n (2 x 5 tuuman) pinnoitettua lasista pohjamateriaalinäytettä noin 0,5 litrassa (500 cc) 5-%:ista HCl:a tunnin ajan (lämpötilassa noin 104 °C [220 °F]). Näytteen sanotaan läpäisseen tämän kokeen (ja täten kerrosjärjestelmän sanotaan olevan "kemiallisesti kestävä"), mikäli näytteen kerrosjärjestelmässä ei ole halkaisijaltaan yli noin 0,0076 cm:n (0,003 tuuman) reikiä tämän tunnin keittämisen jälkeen.

"Mekaaninen kestävyys" tässä käytettynä määritetään toisella kahdesta kokeesta. Ensimmäisessä kokeessa käytetään Pacific Scientific Abrasion Tester -laitetta (tai vastaavaa), jossa 5,1 x 10,2 x 2,5 cm:n (2 x 4 x 1 tuuman) nailonharja pyörii kerrosjärjestelmän yli 500 kiertoa käyttäen 150 g painoa kohdistettuna 15,2 x 43,2 cm:n (6 x 17 tuuman) näytteeseen. Toisessa, vaihtoehtoisessa kokeessa käytetään tavanomaista Taber-kulutuskoekonetta (tai vastaavaa) altistamaan 10,2 x 10,2 cm:n (4 x 4 tuuman) näyte kahden C.S. 10F -hiomalaikan, joihin kumpaankin on kiinnitetty 500 g:n paino, 300 kierrokselle. Kummassa tahansa kokeessa, mikäli oleellisia, huomattavia naarmuja ei ilmesty tarkasteltaessa paljaalla silmällä näkyvän valon aallonpituudella, koe arvioidaan läpäistyksi ja kappaleen sanotaan olevan mekaanisesti kestävän.

Esitettyjen järjestelmien eri kerrosten paksuudet mitataan ja näin ollen termi "paksuus" tässä käytettynä määritetään käyttämällä tunnettuja optisia käyriä tai vaihtoehtoisesti käyttämällä tavanomaista osoitinellipsometriä. Tällaiset menettelytavat ja menetelmät ovat alan taitajien tuntemia eikä niitä näin ollen tarvitse selittää enempää, paitsi huomioida, että tässä esitetyt ja käytettävät paksuudet ovat Ångström-yksiköissä esitettyjä optisia paksuuksia.

Viitaten kuvioon 1 siinä esitetään osittainen poikkileikkauspiirros tämän keksinnön tyypillisestä suoritus-

muodosta. Kuten voidaan huomata, tässä käytetään tyypillistä lasista pohjamateriaalia 1, jota käytetään tavanomaisesti arkkitehtuurissa. Tällainen lasi on edullisesti valmistettu tavanomaisella "float"-menetelmällä ja täten siitä käytetään nimitystä "float-lasi". Sen tavallinen paksuus voi olla noin 2 - 6 mm. Tämän lasin koostumus ei ole ratkaiseva ja se voi vaihdella paljon. Tyypillisesti käytettävä lasi on natronkalkki-piilasia, joka on lasialalla tunnettua.

Kerrosten 3, 4a, 5, 4b ja 7 muodostamiseen lasiselle pohjamateriaalille 1 käytettävä menetelmä ja laitteisto voi olla tavanomainen monikammioinen (monikohteinen) ruiskupinnoitusjärjestelmä, kuten mitä valmistaa Airco, Inc. Tässä suhteessa edullinen ruiskupinnoitusmenetelmä tässä käytettäväksi on sama kuin jota kuvataan US-patenttijulkaisussa 5 344 718, jonka koko kuvaus on aiemmin liitetty viitteeksi. Tässä yhteydessä kerrokset 3 ja 7 ovat kerroksia, jotka koostuvat oleellisesti Si_3N_4:stä ja joissa mahdollisesti on pieni määrä seostusainetta ja/tai muuta Si:n kanssa ruiskutettua ja sen kanssa kohteessa käytettyä kohdemateriaalia, esimerkiksi järjestelmän anodin pitämiseksi sähköä johtavana. Tällainen käsitys esitetään patenttihakemuksessa 08/102 585, jätetty 15. elokuuta, 1993, nykyään US-patenttijulkaisu 5 403 458. Tällaisten seosaineiden ja/tai sähkönjohtavien materiaalien valinta pidetään yleensä mahdollisimman pienenä, jotta saavutettaisiin niiden tavoite vaikuttamatta samalla haitallisesti järjestelmän Si_3N_4:n tehtäviin.

Pohjakerroksen 3 paksuus on noin 450 - 600 Å. Tämän paksuuden on huomattu olevan tärkeä tämän keksinnön tarkoitusten saavuttamiseksi. Se on itse asiassa osa tärkeää eroavaisuutta yllä mainitun US-patenttijulkaisun 5 344 718 järjestelmistä. Edullisesti kerroksen 3 paksuus on yli 475 Å. Edelleen tärkeänä eroavaisuutena US-patenttijulkaisuun 5 344 718 on päällyskerroksen 7 paksuus, joka on vä-

hintään noin 580 Å (eli noin 580 - 800 Å). Edullisesti tämä paksuus on noin 580 - 585 Å. Tällaisen paksuuden on havaittu olevan tärkeä tämän keksinnön tarkoitusten saavuttamiseksi.

Kerrokset 4a ja 4b ovat kerrostettuja ydintymiskerroksia hopeakerrokselle 5. Nämä kerrokset 4a ja 4b koostuvat oleellisesti metallisesta nikkelistä tai metallisesta nikromista (esimerkiksi 80/20 paino-% Ni:Cr). Mikäli nikromia käytetään, on edullista, että ainakin osa kromista muuntuu ruiskupinnoitustapahtuman aikana nitridiksi, kuten ja niistä syistä, jotka esitetään US-patenttijulkaisussa 5 344 718. Näille kahdelle ydintymiskerrokselle käytettävät paksuudet ovat edullisesti samat kuin yllä mainitussa patenttijulkaisussa 5 344 718 eli alle noin 7 Å ja edullisesti noin 6 Å tai alle.

Kerros 5 on metallinen hopeakerros, jonka paksuus eroaa merkittävästi yllä mainitun US-patenttijulkaisun 5 344 718 samoin kuin Airco Super-E III -järjestelmän vastaavista kerroksista. Tämä selvä ero auttaa tämän keksinnön kerrosjärjestelmien ainutlaatuisten tulosten saavuttamisessa.

Siis päinvastoin kuin tämän US-patenttijulkaisun 5 344 718 tai Airco Super-E III -tuotteen hopeakerrosten kokonaispaksuudet, tässä hopeakerroksen 5 paksuus on noin 115 - 190 Å (verrattuna arvoon noin 90 - 105 Å tässä patenttijulkaisussa 5 344 718 ja 100 Å tai alle, esimerkiksi noin 70 Å Airco Super-E III -tuotteessa). Edullisesti kerros 5 on noin 115 - 155 Å paksu ja edullisimmin paksuudeltaan noin 150 Å. Jälleen tämä ainutlaatuinen hopeakerroksen paksuus on tärkeä tämän keksinnön tarkoitusten saavuttamiseksi.

Tämän keksinnön kerrosjärjestelmät, kuten kuvataan kuviossa 1, saavuttavat ainutlaatuisen aurinkoenergian hallintaominaisuuksien yhdistelmän, joka tulee erityisen hyväksyttäväksi, kun tätä pinnoitettua lasia käytetään IG-

yksikössä, kuten kaavamaisesti kuvataan kuviossa 2 (esitetty alla). Yleisesti ottaen, kun lasinen pohjamateriaali on noin 2 - 6 mm paksu; monoliitilla pinnoitetun lasilevyn (käytettäessä tietysti kirkasta lasia) näkyvän valon heijastuskyky on vähintään noin 70 % ja edullisesti noin 71 - 73 %. Tämä jälkimmäinen alue antaa erinomaisen läpinäkyvyyden, mutta tämän keksinnön kerrosjärjestelmän luonteesta johtuen saavuttaa lisäksi myös erinomaiset varjostusominaisuudet. Lisäksi tämän pinnoitetun lasilevyn normaaliemissiivisyys (E_n) on alle noin 0,07, edullisesti noin 0,05 - 0,06; hemisfäärinen emissiivisyys (E_h) on alle noin 0,075, edullisesti noin 0,065 - 0,07 ja pintavastus (R_s) on alle noin 5,5 ohmia/sq, edullisesti noin 4,0 - 5,0 ohmia/sq. Vielä lisäksi tällaisella monoliitilla pinnoitetulla lasilevyllä on seuraava heijastuskyky ja värikoordinaatit:

	Laaja alue	Edullinen alue	Edullisin alue
R_GY	noin 12 - 19	noin 14 - 15	14,5
a_h	noin -3 - +3	noin 1,5 - 2,0	+1,7
b_h	noin -5 - -20	noin -14 - -14,5	-14,4
R_FY	noin 8 - 12	noin 10 - 11	10,2
a_h	noin 0 - +6	noin 4,5 - 5,5	5,1
b_h	noin -5 - -30	noin -24 - -25	-24,9

Kuten yllä mainitaan, kuvio 2 kuvaa hieman kaavamaisesti tyypillistä tämän keksinnön mukaista IG-yksikköä. IG-yksikön "sisäpuolen", merkitty "In", erottamiseksi "ulkopuolesta", merkitty "Out", aurinko 9 on esitetty kaavamaisesti. Kuten voidaan havaita, tällainen IG-yksikkö on valmistettu "ulkopuolisesta" lasilevystä 11 ja "sisäpuolisesta" lasilevystä 13. Nämä kaksi lasilevyä (esimerkiksi 2 - 6 mm:n paksuiset) tiivistetään äärireunoiltaan tavan-

omaisella tiivisteellä 15 ja kuivikenauhalla 17. Sitten nämä levyt kiinnitetään tavanomaiseen ikkunan tai oven karmiin 19 (esitetty osittain kaavamaisessa muodossa). Tiivistämällä lasilevyjen äärireunat ja korvaamalla tilassa 20 oleva ilma kaasulla, kuten argonilla, muodostuu tyypillinen korkean eristysarvon IG-yksikkö. Tässä yhteydessä tila 20 on tyypillisesti leveydeltään noin 1,3 cm (1/2 tuumaa).

Käyttämällä yllä kuvatun kaltaisia kerroksia 3, 4a, 4b, 5 ja 7 kerrosjärjestelmänä 22 ulkopuolisen lasilevyn 11 seinämässä 24 tilassa 20, kuten kuvataan, tai vaihtoehtoisesti sisäpuolisen lasilevyn 13 seinämässä 26 tilassa 20 (ei esitetty), muodostetaan aivan ainutlaatuinen, ei-peilimäinen, ei-purppurainen tai ei-punainen/sininen IG-yksikkö. Tässä yhteydessä on tietysti ymmärrettävä, että kuvio 2 kuvaa ainoastaan yhtä IG-yksikön suoritusmuotoa, jossa tämän keksinnön ainutlaatuista kerrosjärjestelmää voidaan käyttää. Itse asiassa tämän keksinnön kerrosjärjestelmiä voidaan käyttää yleisesti hyvin erilaisissa IG-yksiköissä, myös niissä, joissa on useampia kuin kaksi lasilevyä. Yleisesti ottaen kuitenkin kerrosjärjestelmän sijaitessa jommankumman lasilevyn seinämällä IG-yksikön eristystilassa tämän keksinnön IG-yksiköillä on tyypillisesti seuraavat ominaisuudet:

Taulukko 1

	Seinämä 24		Seinämä 26	
Ominaisuus	Alue	Edullisesti	Alue	Edullisesti
Näkyvän valon läpäisykyky (%)	>62	>66	sama	sama
Heijastuminen (%, näkyvä, ulospäin)	<20	<18	<20	<16
Heijastuminen (%, näkyvä, sisäänpäin)	<20	<16	<20	<18
Varjostuskerroin (S.C.)	0,4 - 0,8	0,45 - 0,55	0,5 - 0,8	0,55 - 0,65
Auringon lämpökuormakerroin	(S.C. x 0,87)			
U (talvi) [BTU/ft^2/h/°F]	0,20 - 0,30	0,26	sama	sama
U (kesä) [BTU/ft^2/h/°F]	0,24 - 0,26	0,25	sama	sama
Suhteellinen lämpökuorma [BTU/ft^2/h/°F]	90 - 110	95 - 105	100 - 140	125 - 135
Värіominaisuudet				
Ty (Likimääräinen näkyvän valon läpäisykyky)				
a*	-5 - +5	0 - -4	sama	sama
b*	-10 - -10	+6 - +8	sama	sama
Ry ulkopuoli (Likimääräinen R näkyvä, ulkopuoli)				
a*	+5 - -5	-1 - +1	-5 - +5	0 - +4
b*	+5 - -25	-5 - -15	+5 - -25	-10 - -20
Ry sisäpuoli (Likimääräinen R näkyvä, sisäpuoli				
a*	-5 - +5	0 - +4	+5 - -5	-1 - +1
b*	+5 - -25	-10 - -20	+5 - -25	-5 - -15

Tähti (*) osoittaa mittausta yllä mainitulla I11. C., 2° -tähystin-ASTM-menetelmällä.

Yllä olevien ominaisuuksien lisäksi tietyissä edullisissa suoritusmuodoissa saavutetaan seuraava suorituskyky, mikäli tällaista järjestelmää käytetään IG-yksikössä, jonka 1,27 cm (1/2 tuumaa) leveä tila 20 on täytetty argonilla, näiden ominaisuuksien ollessa laskettu software-ohjelmalla, joka tunnetaan nimellä "WINDOW 4.1", Lawrence Berkley Laboratories, Berkeley, California; ja lisäksi

käyttäen Hitachi-spektrofotometriä syöttötietojen saamiseksi (1) näkyvän valon ja auringonvalon läpäisykyvystä; (2) auringonvalon heijastumisesta, kalvopuolelle ja lasipuolelle; ja (3) Beckman-infrapunaspektrofotometrille säteilytehon mittaamiseksi. Tämä WINDOW 4.1 -ohjelma, 1988 - 1994, on tekijänoikeuden alainen ohjelma, tekijänoikeus the Regents of the University of California, otsikko "Fenestration Production Thermal Analysis Program".

Taulukko 2

Ominaisuus	Seinä 24	Seinä 26	Monoliittinen kalvo
$T_{näkyvä}$	67	67	
$R_{näk., ulkop}$	17	15	
$R_{näk., sisäp}$	15	17	
$T_{aurinko}$	40	40	
$R_{aurinko}$	34	35	
Varjostuskerr.	0,50	0,63	
Auringon lämpökuormakerr.	0,434	0,539	
U_{talvi}	0,26	0,26	
$U_{kesä}$	0,25	0,25	
E_n	0,062	0,062	
E_h	0,075	0,075	
Suhteellinen lämpökuorma	104	129	
R_s (ohm/sq)	4,67	4,67	
Väri (*Ill. C. 2° -tähystin)			(h) Hunter, Ill. C. 10° -tähystin
Ty	66,6	66,6	71,4
a*	-3,4	-3,4	-2,83 a_h
b*	+7,43	+7,43	+9,14 b_h
R_GY (ulkopuoli)	16,5	14,8	14,5
a*	+0,99	+3,90	+1,67 a_h
b*	-11,0	-16,0	-14,10 b_h
R_FY (sisäpuoli)	14,8	16,5	10,2
a*	+3,90	+0,99	+5,07 a_h
b*	-16,0	-11,0	-24,90 b_h

Tässä suoritusmuodossa monoliittinen lasilevy altistettiin sekä keittokokeeseen kemiallisen kestävyyden määrittämiseksi että yllä mainittuun Pacific Scientific

Abrasion -koelaitteelle mekaanisen kestävyyden määrittämiseksi. Molemmat kokeet läpäistiin.

Tässä suoritusmuodossa käytettiin Airco ILS-1600 -koepinnoituslaitetta kerrosjärjestelmän muodostamiseen. Tässä pinnoituslaitteessa on kolme katodia koostuen: katodista nro 1, piitä ja 5 % alumiinia seostusaineena; katodista nro 2, hopeaa; ja katodista nro 3, 80/20 paino-% Ni:Cr, nikromi. Kerrosjärjestelmä on kuviossa 1 esitetty, jossa:

Materiaali	Kerros	Paksuus (noin)
Si_3N_4*	1	580 Å
Ni:Cr	4b	7 Å
Ag	5	150 Å
Ni:Cr	4a	7 Å
Si_3N_4*	3	475 Å

* Pieni määrä Al-seosaineesta löytyy tästä kerroksesta määrällä noin 5 %.

Käytettävä monoliittinen lasilevy oli floatmenetelmällä valmistettu kirkas natronkalkki-piilasi, jonka paksuus oli 0,22 cm (0,087 tuumaa). Käytettiin seuraavia pinnoituslaitteen asetuksia:

Taulukko 3

Kerros	Materiaali	N_2 %	Ar %	Paine (Pa)	Katodiateho	Katodijännite	Katodivirta	% linjanopeus	Kiertojen lukumäärä
Si_3N_4*	Pii	50	50	0,0533	4,9 kW	483 V	10,5 A	42,5	9
Ni:Cr	Nikromi	50	50	0,0413	0,7 kW	387 V	2,0 A	100	1
Ag	Hopea	0	100	0,0760	5,0 kW	498 V	5,0 A	100	1
Ni:Cr	Nikromi	50	50	0,0413	0,3 kW	344 V	1,0 A	100	1
Si_3N_4*	Pii	50	50	0,0533	4,9 kW	483 V	10,5 A	45	11

Toisin kuin tämän keksinnön yllä olevan suoritusmuodon ominaisuudet tai verrattavia niihin ovat seuraavat ominaisuudet, jotka saadaan soveltamalla yllä kuvattua WINDOW 4.1 -menetelmää (1,27 cm (1/2 tuuman) argontila) yllä mainittuun alan kaupalliseen IG-tuotteeseen "Cardinal 171".

Taulukko 4

Ominaisuus	Seinä 24	Seinä 26	Monoliittinen kalvo
$T_{näkyvä}$	73	73	
$R_{näk., ulkop}$	11	12	
$R_{näk., sisäp}$	12	11	
$T_{aurinko}$	41	41	
$R_{aurinko}$	33	36	
Varjostuskerr.	0,52	0,62	
Auringon lämpökuormakerr.	0,443	0,531	
U_{talvi}	0,25	0,25	
$U_{kesä}$	0,24	0,24	
E_n	0,051	0,051	
E_h	0,060	0,060	
Suhteellinen lämpökuorma	106	127	
R_s (ohm/sq)	3,27	3,27	
Väri (*Ill. C. 2° -tähystin)			(h) Hunter, Ill. C. 10° -tähystin
Ty	73,5	73,5	80,7
a*	-1,8	-1,8	-1,26 a_h
b*	+2,74	+2,74	+2,62 b_h
R_GY (ulkopuoli)	1,11	12,0	5,98
a*	+2,14	-3,4	+2,37 a_h
b*	-5,5	+0,49	-5,68 b_h
R_FY (sisäpuoli)	12,0	11,1	4,90
a*	-3,4	+2,14	-2,01 a_h
b*	+0,04	-5,5	0,60 b_h

Tässä yhteydessä tulee huomata, että tämä Cardinal 171 IG -tuote on saavuttanut merkittävän kaupallisen hyväksynnän markkinoilla. Sen ainoa todellinen haitta on sen kemiallisen kestävyyden puute. Sen tarkkaa kerrosjärjestelmää ei tunneta. Kuitenkin sen uskotaan olevan yhdenmukainen yllä mainitun US-patenttijulkaisun 5 302 449 opetusten kanssa.

Kuten voidaan havaita, vertaamalla tämän keksinnön tuloksia tämän jo kaupallisesti hyväksyttävän tuotteen vastaaviin, tämä keksintö saavuttaa korkean kilpailukyvyn käyttäen huomattavan erilaista ja halvempaa kerrosjärjestelmää. Esimerkiksi vaikka tämä Cardinal-tuote saavuttaa hieman korkeamman näkyvän valon läpäisykyvyn kuin tämän keksinnön rakenne (73 % vs 67 %), siitä huolimatta tämä 67 % on paitsi selvästi hyväksyttävien rajojen sisäpuolella, niin haluttaessa alhaisempia varjostuskertoimia (esimerkiksi ilmastointikustannuksien pienentämiseksi kuumalla säällä), kuten yllä selitetään, tämä 67 % on kaupallisesti halutumpi kuin 73 %. Erityisen tärkeä on kuitenkin tämän keksinnön saavuttama ylivoimainen kemiallinen kestävyys. Molemmilla tuotteilla on erittäin alhaiset emissiivisyydet ja oleellisen yhtäläiset ja erinomaiset U-arvot.

Yllä mainitut IG-suorituskyvyn termit, joita ei ole tässä aiemmin määritetty, kuten U_{talvi}, $U_{kesä}$, jne., ovat alalla selkeästi ymmärrettäviä ja niitä käytetään niiden hyväksyttyjen merkitysten mukaisesti. Esimerkiksi "U"-arvo on IG-järjestelmän eristyskyvyn mitta. U_{talvi} ja $U_{kesä}$ määritetään NFRC 100-91 -standardin mukaisesti, joka on WINDOW 4.1 -softwaren sisällä. "Varjostuskerroin" ("S.C.") määritetään NFRC 200-93 -standardin (1993) mukaisesti määrittämällä ensin "auringon ylilämpökerroin" ja jakamalla kertoimella 0,87. "Suhteellinen ylilämpö" (r.h.g.) määritetään tällä samalla NFRC 200-93 -menettelyllä. "$T_{aurinko}$" tarkoittaa aurinkoenergian kokonaisläpäisykykyä, UV-, näkyvän ja IR-läpäisykyvyn tunnettua yhdistelmää. Vastaavasti

"$R_{aurinko}$" tarkoittaa aurinkoenergian kokonaisheijastusta, UV-, näkyvän ja IR-heijastuksen tunnettua yhdistelmää.

Kuvio 3 on osittainen kaaviomainen kuvaus tyypillisestä perheasunnosta 28, jossa on erilaisia aukkoja, joissa tätä keksintöä voidaan käyttää. Esimerkiksi ikkunassa 30 voidaan käyttää joko monoliittista lasilevyä, jonka päällä on tämän keksinnön kerrosjärjestelmä, tai "myrsky-ikkunana" voidaan käyttää tämän keksinnön IG-yksikköä, kuten kuvataan kuviossa 2. Vastaavasti liukuva seinälevy 32 tai kiinteä seinälevy 34 samoin kuin ovilevy 36 voidaan rakentaa siten käyttäen tätä keksintöä, joko monoliittisena lasilevynä tai IG-yksikkönä.

Tämän kuvauksen jälkeen monet muut piirteet, muunnokset ja parannukset tulevat alan taitajalle ilmeisiksi. Tällaisten muiden piirteiden, muunnoksien ja parannuksien katsotaan näin ollen olevan osa tätä keksintä, jonka piiri tullaan määrittämään seuraavilla vaatimuksilla.

Patenttivaatimukset

1. Ruiskupinnoitettu lasikappale, joka koostuu lasisesta pohjamateriaalista, jonka pinnalla on lasista ulospäin kerrosjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää:

a) Si_3N_4-kerroksen, jonka paksuus on noin 450 - 600 Å;

b) nikkeli- tai nikromikerroksen, jonka paksuus on noin 7 Å tai alle;

c) hopeakerroksen, jonka paksuus on noin 115 - 190 Å;

d) nikkeli- tai nikromikerroksen, jonka paksuus on noin 7 Å tai alle;

e) Si_3N_4-kerroksen, jonka paksuus on noin 580 - 800 Å; ja missä

kun mainitun lasisen pohjamateriaalin paksuus on noin 2 - 6 mm, tämän mainitun pinnoitetun lasisen pohjamateriaalin näkyvän valon läpäisykyky on vähintään noin 70 %, normaaliemissiivisyys (E_n) on alle noin 0,07, hemisfäärinen emissiivisyys (E_h) on alle noin 0,075, pintavastus (R_s) on alle noin 5,5 ohmia/sq, ja sillä on seuraavat heijastus- ja värikoordinaatit, missä lasipuolen ominaisuudet ovat:

R_GY, noin 12 - 19

a_h, noin -3 - +3

b_h, noin -5 - -20

ja missä kalvopuolen ominaisuudet ovat:

R_FY, noin 8 - 12

a_h, noin 0 - 6

b_h, noin -5 - -30

missä RY on heijastuskyky ja a_h, b_h ovat värikoordinaatit mitattuna Hunter-yksiköissä, Ill. C., 10° -tähystin.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kappale, t u n n e t t u siitä, että:

kerroksen (a) paksuus on noin 580 - 585 Å, kerroksen (c) paksuus on noin 115 - 155 Å ja kerroksen (e) paksuus on yli noin 475 Å.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kappale, t u n n e t t u siitä, että:

kumpikin mainituista kerroksista (b) ja (d) on alle noin 7 Å.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kappale, t u n n e t t u siitä, että:

Lasipuoli

R_GY on noin 14,5

a_h on noin 1,7

b_h on noin -14,1

Kalvopuoli

R_FY on noin 10,2

a_h on noin 5,10

b_h on noin -24,90

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kappale, t u n n e t t u siitä, että mainittu näkyvän valon läpäisykyky on noin 71 - 73 %, mainittu E_n on noin 0,05 - 0,06, mainittu E_h on noin 0,065 - 0,07 ja mainittu R_s on noin 4,0 - 5,5 ohmia/sq.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kappale, t u n n e t t u siitä, että mainittu kerrosjärjestelmä on kemiallisesti ja mekaanisesti kestävä.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kappale, t u n n e t t u siitä, että mainitun pinnoitetun pohjamateriaalin väri on kappaleen lasipuolelta katsottuna neutraalista hieman sinertävään.

8. Eristävä lasiyksikkö, joka koostuu vähintään kahdesta yhdensuuntaisesta toisistaan erossa olevasta lasilevystä, t u n n e t t u siitä, että ainakin toinen lasilevyistä on patenttivaatimuksen 1 mukainen lasilevy.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että mainitut kaksi lasi-

levyä on liitetty yhteen äärireunoiltaan eristävän tilan muodostamiseksi niiden väliin, ja että mainittu kerrosjärjestelmä sijaitsee toisen mainituista lasilevyistä pinnalla mainitun eristävän tilan sisällä.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että mainittu yksikkö on eristävä lasi-ikkuna, -ovi tai -seinä.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että kerroksen (a) paksuus on noin 580 - 585 Å, kerroksen (c) paksuus on noin 115 - 155 Å ja kerroksen (e) paksuus on yli noin 475 Å.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että kumpikin mainituista kerroksista (b) ja (d) on alle noin 7 Å.

13. Patenttivaatimuksen 10 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että mainittu kerrosjärjestelmä sijaitsee ulommaisen lasilevyn pinnalla mainitun eristävän tilan sisällä ja että mainitulla yksiköllä on seuraavat heijastus- ja värikoordinaatit:

katsottaessa ulkopuolelta:

R_GY, noin 16 - 18

a*, noin -3 - +3

b*, noin 0 - -15

katsottaessa sisäpuolelta:

R_FY, noin 14 - 16

a*, noin 0 - +5

b*, noin 0 - -20

ja näkyvän valon läpäisykyky on vähintään noin 63 %.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että mainitulla yksiköllä on seuraavat heijastus- ja värikoordinaatit:

katsottaessa ulkopuolelta:

R_GY, noin 16 - 17

a*, noin 0 - +3

b*, noin 0 - -12

katsottaessa sisäpuolelta:

R_FY, noin 14 - 15

a*, noin 0 - +4

b*, noin 0 - -17

ja näkyvän valon läpäisykyky on noin 65 - 68 %.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen eristävä lasiyksikkö, t u n n e t t u siitä, että mainitulla yksiköllä on seuraavat heijastus- ja värikoordinaatit:

katsottaessa ulkopuolelta:

R_GY, noin 16,5

a*, noin +1,0

b*, noin -11

katsottaessa sisäpuolelta:

R_FY, noin 14,8

a*, noin +3,9

b*, noin -16

ja näkyvän valon läpäisykyky on noin 66 - 67 %.

FIG.1

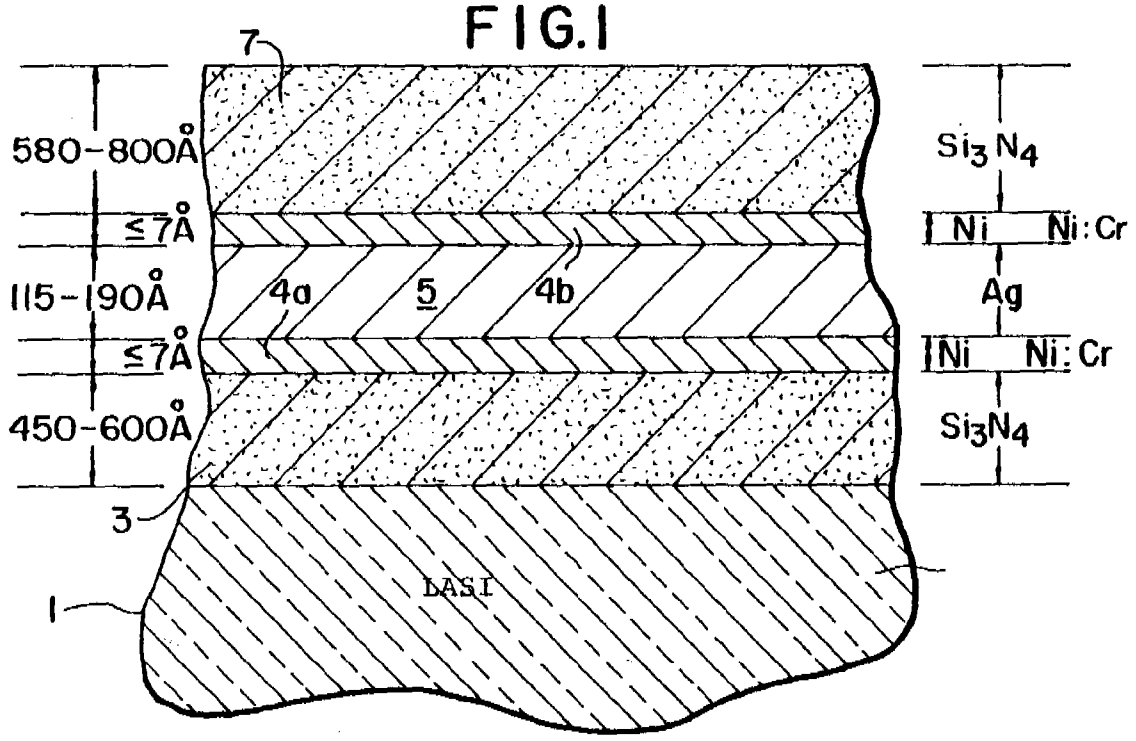


FIG.2

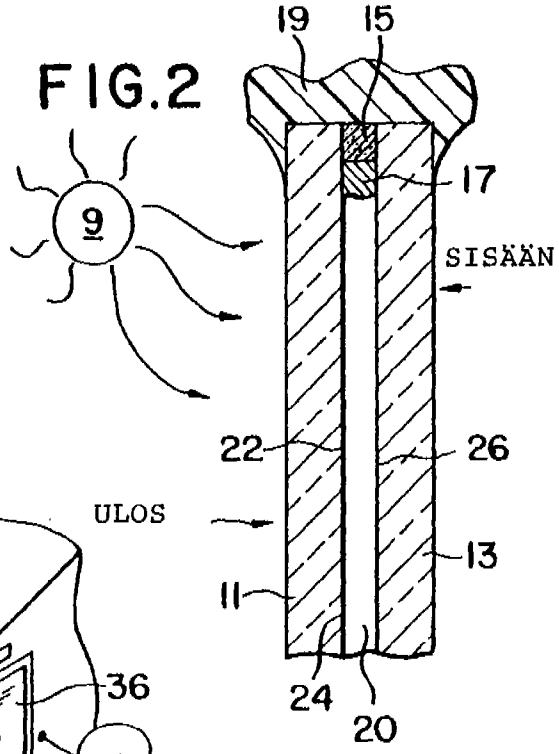


FIG.3

