



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900373185
Data Deposito	10/06/1994
Data Pubblicazione	10/12/1995

Priorità	9313416.1
Nazione Priorità	GB
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	03	C		

Titolo

PANNELLI TRASPARENTI DI VETRATURA PER CONTROLLARE LA LUCE SOLARE.
--

DESCRIZIONE

CAS 4125
LOOPING

dell'invenzione industriale avente per titolo:

**"PANNELLI TRASPARENTI DI VETRATURA PER CONTROLLARE
LA LUCE SOLARE"**

della GLAVERBEL, società di nazionalità belga, con
sede a Bruxelles (Belgio), 166 Chaussée de la Hulpe,

DOMANDA DEPOSITATA IL 1 9 9 GIU. 1994 TO 94A000482

Sfondo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda pannelli
trasparenti di vetratura per controllare la luce
solare.

Pannelli trasparenti e riflettenti di vetratura
per controllare la luce solare sono diventati un
materiale utile agli architetti per venire impiegati
in facciate esterne di edifici. Tali pannelli hanno
qualità estetiche, in quanto riflettono l'ambiente
circostante e, essendo disponibili in vari colori,
forniscono la possibilità di decorazione. Tali
pannelli hanno anche vantaggi tecnici, in quanto
proteggono gli occupanti di un edificio dalla
radiazione solare riflettendo e/o assorbendo ed
eliminando gli effetti abbaglianti di luce solare
intensa, consentono una schermatura efficace contro
il riverbero, migliorano il conforto visivo e

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

riducono l'affaticamento degli occhi.

Da un punto di vista tecnico è desiderabile che il pannello di vetratura non lasci passare una percentuale eccessivamente grande della radiazione solare totale incidente, affinché l'interno dell'edificio non diventi surriscaldato in giornate assolate. La trasmissione di radiazione solare totale incidente può venire espressa in termini di "fattore solare". Come qui usato, il termine "fattore solare" significa la somma dell'energia totale trasmessa direttamente e dell'energia che viene assorbita e di nuovo irradiata sul lato opposto rispetto alla sorgente di energia, come percentuale dell'energia incidente radiante totale del vetro rivestito. E' anche desiderabile che il pannello di vetratura trasmetta una proporzione ragionevole di luce visibile per permettere un'illuminazione naturale dell'interno dell'edificio e per permettere ai suoi abitanti di vedere fuori. La trasmissione di luce visibile può venire espressa in termini del "fattore di trasmissione", come percentuale della luce incidente che cade sul substrato rivestito. Così è desiderabile aumentare la selettività del rivestimento, cioè aumentare il rapporto tra il fattore di trasmissione e il fattore solare.

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

Esiste un certo numero di documenti che descrivono pannelli di vetratura aventi un rivestimento che fornisce una protezione contro la radiazione solare. Per esempio, il brevetto degli Stati Uniti d'America US 4.902.081 (Viracon) promette una finestra a bassa emissività, a basso coefficiente di ombreggiatura e a bassa riflessione, in cui un substrato è rivestito con un primo strato di ossido metallico, un secondo strato di argento, un terzo strato costituito da un metallo quale titanio, un quarto strato di ossido metallico e un quinto strato esterno di nitrato di titanio. Abbiamo trovato che un pannello di vetratura costruito secondo l'insegnamento del brevetto US 4.902.081 ha un colore grigio a bassa purezza quando viene visto in riflessione. Anche se l'esperto del ramo potrebbe prendere in considerazione il deposito di ulteriori strati di rivestimento per modificare le proprietà di pannelli di vetratura noti, tale approccio aumenterebbe chiaramente il costo e la difficoltà di fabbricazione.

Da un punto di vista estetico, si preferisce migliorare la purezza del colore dei pannelli di vetratura quando visti in riflessione, in particolare in modo tale che l'intera facciata a vetri di un

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

edificio presenti un aspetto uniforme quando vista dall'esterno. Si è trovato che è particolarmente difficile ottenere purezza di colore contemporaneamente ad un rapporto relativamente alto tra fattore di trasmissione e fattore solare, in particolare con pannelli di vetratura di colore blu.

Pertanto, uno scopo della presente invenzione è quello di fornire un pannello di vetratura con un alto fattore di trasmissione, un basso fattore solare e un'alta purezza di colore riflesso. Un ulteriore scopo preferito dell'invenzione è quello di fornire un pannello di vetratura di questo tipo che impieghi componenti di costo relativamente basso e possa venire formato in un modo semplice.

Riassunto dell'invenzione

Secondo la presente invenzione, viene fornito un pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare comprendente un substrato rivestito con:

- (i) un primo strato comprendente un materiale non assorbente;
- (ii) un secondo strato scelto fra materiali per cui, nell'intervallo di lunghezze d'onda (λ) da 380 a 780 nm, l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ è maggiore dell'indice di rifrazione $n(\lambda)$ e, alla

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI



lunghezza d'onda (λ) di 550 nm, l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ è maggiore di 1,67 volte l'indice di rifrazione $n(\lambda)$;

(iii) un terzo strato comprendente un materiale assorbente per cui l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$, nell'intervallo di lunghezze d'onda (λ) da 380 a 780 nm, è compreso fra 0,3 e 1,0 volte l'indice di rifrazione $n(\lambda)$ del materiale, detto terzo strato avendo uno spessore tale che, quando applicato come unico rivestimento su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, il suo fattore di trasmissione luminosa T_L viene ridotto di almeno il 30 %; e

(iv) un quarto strato comprendente un materiale non assorbente.

Il pannello di vetratura secondo l'invenzione permette di ottenere gli obiettivi congiunti di alta selettività con un'alta purezza di colore in riflessione per un basso costo di fabbricazione e una semplice struttura per il rivestimento multiplo. L'ottenimento di un'alta purezza di colore è sorprendente poichè uno strato di materiale assorbente applicato su un rivestimento multiplo secondo il brevetto US 4.902.081 dà una colorazione grigia, vista dal lato non rivestito del substrato. Il motivo di questa differenza non è completamente

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

capito, però sembra possibile che il beneficio della presente invenzione derivi dall'interfaccia fra il materiale assorbente del terzo strato e il materiale del secondo strato. Abbiamo trovato tuttavia che i benefici dell'invenzione non vengono ottenuti nè se l'ordine del secondo e del terzo strato viene capovolto, quando visto dallo stesso lato non rivestito, nè se questi strati non sono circondati dal primo e dal quarto strato di materiale non assorbente.

Il substrato può essere sotto forma di una pellicola, quale una pellicola di materia plastica, però preferibilmente è sotto forma di una lastra di materiale vetroso, quale un vetro o qualche altro materiale rigido trasparente disponibile sotto forma di lastra. E' particolarmente utile usare vetro temprato o rinforzato termicamente, anche se possono venire usati anche vetri laminati. Tenuto conto della proporzione di radiazione solare incidente che viene assorbita dal pannello di vetratura, in particolare in ambienti in cui il pannello viene esposto a radiazione solare intensa o prolungata, si ha un effetto di riscaldamento sul pannello di vetro, ciò che significa che preferibilmente è da evitare l'impiego di vetro non irrobustito come substrato.

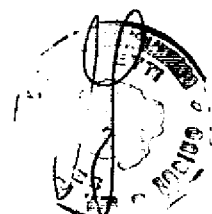
UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

lunghezze d'onda da 380 a 780 nm. Il materiale non assorbente del primo e del quarto strato può essere indipendentemente scelto fra solfuro di zinco, carburo di silicio, fluoruri di litio, sodio e torio, seleniuro di zinco, nitruri di silicio e alluminio, ossinitruri di alluminio, titanati di bario e stronzio, ossidi di alluminio, berillio, bismuto, magnesio, silicio (sia SiO sia SiO_2), stagno, titanio, ittrio e zinco, e loro miscele. Il materiale non assorbente del primo e del quarto strato è più preferibilmente scelto fra Si_3N_4 , AlN , ZnO , SnO_2 e TiO_2 . La tabella seguente riporta l'indice di rifrazione $n(\lambda)$ e l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ di un certo numero di materiali non assorbenti adatti, nell'intervallo da 380 nm a 780 nm.

Tabella I

Materiale	$n(\lambda)$	$k(\lambda)$
ZnO	2.3 - 2.02	0.08 - 0.001
Si_3N_4	2.08 - 2.01	0*
SiO_2	1.56 - 1.54	0*
Al_2O_3	1.79 - 1.76	0*
AlON	1.81 - 1.78	0*
MgO	1.77 - 1.73	0*
Y_2O_3	1.98 - 1.93	0*
SiC	2.78 - 2.6	0*
ZnS	2.4 - 2.3	0*

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI



TiO ₂	2.64 - 2.31	0*
SnO ₂	1.94 - 1.85	0*
BiO ₂	2.92 - 2.48	0.1 - 0*

Nota: 0* significa meno di 10^{-3} .

Si preferisce in particolare che il materiale del primo e del quarto strato sia lo stesso materiale, almeno per facilità di fabbricazione, e idealmente questo materiale è ossido di zinco e/o ossido stannico, mentre l'ossido di titanio è vantaggioso se viene richiesta una maggiore resistenza all'abrasione. Questi strati di materiale non assorbente agiscono rispettivamente come base per gli ulteriori strati di rivestimento e come protezione contro l'ambiente esterno. E' usuale che gli strati di materiale non assorbente abbiano un indice di rifrazione che è maggiore di quello del substrato. Si noterà che, negli strati di materiale non assorbente di ossido o di nitruro metallico, non è essenziale che il metallo e l'ossigeno o l'azoto siano presenti in proporzioni stechiometriche.

Il secondo strato è lo strato responsabile principalmente della selettività del rivestimento. In particolare tali materiali hanno un indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ che è maggiore

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

dell'indice di rifrazione $n(\lambda)$ nella regione dello spettro visibile, e almeno 1,67 volte maggiore ad una lunghezza d'onda di 550 nm. Materiali adatti di questo tipo comprendono metalli scelti fra alluminio, rame, oro, nichel, iridio, platino, palladio, rodio, zinco e argento e loro miscele, in particolare argento. Anche litio, sodio e potassio hanno le caratteristiche necessarie, però essendo reattivi devono venire usati sotto forma drogata o sotto forma di leghe. La tabella che segue riporta l'indice di rifrazione $n(\lambda)$ e l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ di un numero di materiali adatti nell'intervallo/380 nm/550 nm/780 nm.

Tabella II

Materiale	$n(\lambda)$	$k(\lambda)$
Al	0.36/0.76/1.9	3.78/5.32/7.12
Ni	1.61/1.77/2.45	2.25/3.25/4.35
Pt	1.65/2.15/2.8	2.7 /3.7 /5
Ag	0.2 /0.12/0.145	1.75/3.4 /5.2
Cu	1.18/0.9 /0.25	2.21/2.6 /5.1
Au	1.68/0.35/0.18	1.92/2.7 /5.1
Pd	1.25/1.64/2	2.81/3.84/5
Zn	0.16/0.33/0.65	2.9 /4.4 /6.2

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

Quando viene richiesta una colorazione riflessa blu, preferiamo usare argento sia per motivi di

costo sia per la sua facilità di deposizione. Nella descrizione che segue, per semplicità, si fa riferimento a questo strato come strato di argento.

Il materiale assorbente del terzo strato è un materiale per cui l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ è compreso fra 0,3 e 1,0 volte l'indice di rifrazione del materiale. In particolare il materiale del terzo strato può essere scelto fra tungsteno, acciaio inossidabile (SS) (per esempio contenente almeno il 12 % di cromo), nitruri di titanio, leghe di cromo o alluminio/titanio, il "nitruro" di acciaio inossidabile (SSN), e loro miscele. La tabella che segue riporta l'indice di rifrazione $n(\lambda)$ e l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ di un certo numero di materiali assorbenti adatti nell'intervallo da 380 nm a 780 nm.

Tabella III

Materiale	$n(\lambda)$	$k(\lambda)$
SS	3.46 - 4.2	2.32 - 4.06
TiN	2.62 - 2.8	1.46 - 2.1
SSN [#]	2.69 - 4	2.15 - 3.52
W	3.45 - 3.67	2.49 - 2.68

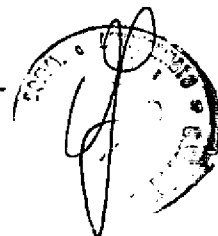
UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

Nota: [#]SSN = nitruro di acciaio inossidabile ottenuto mediante spruzzamento catodico usando un catodo di acciaio inossidabile in un'atmosfera di azoto.

Il nitruro di titanio e il "nitruro" di acciaio inossidabile sono particolarmente preferiti. Lo strato di nitruro può anche comprendere metallo elementare od ossidato e in particolare non è necessario che il metallo e l'azoto siano presenti in percentuali stechiometriche. Il materiale assorbente forma uno strato assorbente e la sua interfaccia col secondo strato è responsabile della riduzione del fattore di trasmissione luminosa del pannello di vetro rivestito nei confronti della radiazione solare totale. Lo strato di materiale assorbente ha anche un ruolo importante nell'ottenimento del colore desiderato grazie all'effetto benefico che deriva dalla sua combinazione con il primo, il secondo e il quarto strato.

Tra il secondo e il terzo strato può essere disposto uno strato intermedio comprendente un metallo di sacrificio, tale strato intermedio avendo uno spessore inferiore a 10 nm. Questo metallo di sacrificio agisce in modo da proteggere lo strato di argento, in particolare da alterazioni che potrebbero derivare dal rivestimento dello strato di argento con lo strato di materiale assorbente e che potrebbero portare a perdita di prestazioni del pannello. Inoltre si può anche disporre un sottile

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI



strato di metallo di sacrificio tra il primo e il secondo strato. Preferibilmente il metallo di sacrificio è scelto tra alluminio, bismuto, cromo, lega nichel-cromo, stagno, titanio, zinco e loro miscele. Idealmente il nitrato del terzo strato comprende un nitrato dello stesso metallo usato come metallo di sacrificio dello strato intermedio. La presenza dello strato intermedio può modificare le caratteristiche di emissività del pannello, senza cambiare significativamente il colore riflesso purché il suo spessore sia relativamente piccolo. Vantaggiosamente lo strato intermedio ha uno spessore non superiore a 6 nm, preferibilmente non superiore a 3 nm. Indipendentemente dal fatto che questo strato intermedio diventi totalmente trasparente nel prodotto finale, oppure rimanga in tutto o in parte metallico oppure sia sotto forma di un nitrato, preferibilmente esso sarà il più sottile possibile per non modificare il colore riflesso che il rivestimento avrebbe in assenza di questo strato intermedio, salvo che, se esso soddisfa le condizioni del terzo strato, allora in questo caso forma parte del terzo strato.

Si può anche disporre uno strato sottile di metallo di sacrificio tra il terzo e il quarto strato

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

per proteggere lo strato assorbente da alterazioni che potrebbero derivare dal rivestimento di tale strato con il quarto strato.

Lo spessore dei vari strati applicati sul pannello è importante per ottenere le prestazioni ottime. Noi preferiamo che lo spessore ottico (misurato in trasmissione) del primo strato sia compreso tra 10 e 280 nm (lo spessore ottico è il prodotto dello spessore effettivo, cioè geometrico, e dell'indice di rifrazione). Si preferisce in massimo grado che lo spessore ottico del primo strato sia almeno 100 nm, mentre lo spessore ottico totale del primo strato (materiale non assorbente) e del quarto (materiale non assorbente) è compreso tra 180 e 270 nm, lo spessore ottico del primo strato essendo superiore a quello del quarto strato, per esempio circa da 1,1 a 1,7 volte superiore. Così uno spessore ottico preferito per il primo strato (materiale non assorbente) è compreso fra 110 e 160 nm e quello del quarto strato (materiale non assorbente) è compreso fra 70 e 120 nm.

Preferibilmente lo spessore geometrico del secondo strato è compreso fra 3 e 18 nm, più preferibilmente fra 5 e 15 nm.

Lo spessore geometrico del terzo strato deve

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

essere sufficiente affinché lo strato agisca come assorbente nel prodotto finito. Abbiamo trovato che il terzo strato deve avere la capacità, quando è applicato come unico rivestimento su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, di ridurre il fattore di trasmissione luminosa di almeno il 30 %, cioè per esempio T_L è ridotto dal 90 % a meno del 60 %. Preferibilmente lo spessore del terzo strato è tale che, quando è applicato come unico rivestimento su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, il fattore di trasmissione luminosa del substrato è ridotto al massimo del 65 %, cioè per esempio T_L è ridotto dal 90 % a più del 25 %. Più preferibilmente il fattore di trasmissione luminosa T_L è ridotto di almeno il 35 % e al massimo del 60 %, cioè per esempio T_L è ridotto dal 90 % a un valore compreso tra il 55 % e il 30 %.

Più preferibilmente lo spessore del terzo strato è tale che, quando è applicato come unico rivestimento su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, il fattore di trasmissione luminosa T_L del substrato è ridotto al massimo del 54,5 %, cioè per esempio T_L è ridotto dal 90 % a più del 35,5 %.

La tabella che segue riporta la trasmissività (fattore di trasmissione luminosa) T_L ottenuta con

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

vari rivestimenti su un substrato di vetro sodico di 6 mm.

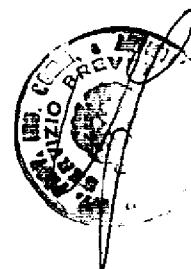
Tabella IV

Materiale	Trasmissività	Spessore
Rivestimento	(T_L %)	(nm)
Nessuno	90	0
TiN	60	12
TiN	25	46
SS*	60	2
SS*	35.1	5
SS*	25	7.5
SSN	60	2
SSN	25	9.5

* Si deve notare che l'acciaio inossidabile (SS) dovrà essere in forma non ossidata per ottenere questi risultati. Se uno strato di rivestimento di acciaio inossidabile si ossida, per esempio durante la deposizione di uno strato successivo di ossido, lo spessore dell'acciaio inossidabile non ossidato dovrà essere come dato da queste cifre, per ottenere la trasmissività riportata. L'ossido di acciaio inossidabile non è adatto nè come primo strato nè come terzo strato.

Pertanto, quando il materiale del terzo strato è nitruro di titanio, preferiamo usare uno spessore da

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI



12 a 25 nm; quando il materiale del terzo strato è acciaio inossidabile preferiamo usare uno spessore da 3 a 6 nm, e quando il materiale del terzo strato è il "nitruro" di acciaio inossidabile preferiamo usare uno spessore da 3 a 8 nm.

Un aumento dello spessore di questo strato diminuirà la trasmissione di energia totale e allo stesso tempo diminuirà la trasmissività luminosa. Lo spessore dello strato di materiale assorbente avrà anche effetto sul colore riflesso.

Quando è presente uno strato intermedio di metallo di sacrificio, allora per ottenere risultati ottimi questo strato ha preferibilmente uno spessore da 0 a 10 nm, per esempio non più di 6 nm, idealmente non più di 3 nm, in modo da mantenere una bassa emissività dello strato di argento senza alterare sostanzialmente il colore riflesso.

Usualmente non saranno presenti altri strati di rivestimento. Così il primo strato è applicato direttamente sul substrato e il quarto strato è uno strato esposto. In alternativa, l'ordine degli strati è invertito, cosicché il quarto strato è applicato direttamente sul substrato e il primo è uno strato esposto. In questo caso (ordine invertito), i vantaggi dell'invenzione e specialmente la purezza di

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

colore, sono ottenuti osservando il pannello dal suo lato rivestito.

I pannelli di vetratura secondo l'invenzione possono essere prodotti con metodi generalmente noti, in particolare mediante deposizione successiva sotto vuoto. Una tecnica sperimentata per l'applicazione di questi strati è lo spruzzamento catodico. Questo è eseguito a pressione molto bassa, tipicamente dell'ordine di 0,3 Pa, per dare uno strato del materiale di rivestimento su tutta la superficie del pannello di vetratura. Il processo può essere svolto in condizioni inerti, per esempio in presenza di argon, ma in alternativa esso può essere eseguito come spruzzamento reattivo in presenza di un gas reattivo. Così, nella fabbricazione dei pannelli di vetratura secondo l'invenzione, quando il primo e il quarto strato (materiale non assorbente) sono sotto forma di ossidi, questi strati possono essere applicati in presenza di ossigeno. Quando il primo e il quarto strato (materiale non assorbente) sono sotto forma di nitruri, essi possono essere applicati in presenza di azoto. Il secondo strato dovrà essere applicato in presenza di un gas inerte come l'argon. Specialmente nel caso di argento, si può opzionalmente usare una miscela di argon e azoto

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

oppure anche azoto da solo. La reazione tra argento e azoto non è sufficiente per formare un nitruro nel vero senso della parola, ma è sufficiente per modificare le proprietà meccaniche di questo strato. Se per il terzo strato si usa un nitruro metallico, lo si può applicare in presenza di azoto che, per ragioni di convenienza, può essere la stessa atmosfera usata per l'applicazione del secondo strato (argento).

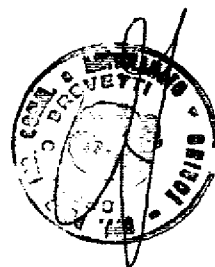
I vantaggi particolari dei pannelli secondo l'invenzione sono che, in condizioni preferite, il fattore di trasmissione della luce (T_L) è superiore al 30 %, preferibilmente tra il 30 % e il 65 %, se misurato per uno spessore di pannello di 6 mm, o è un fattore equivalente per altri spessori. Inoltre il rapporto tra il fattore di trasmissione (T_L) e il fattore solare (FS) è almeno 1,0, per esempio fra circa 1,2 e circa 1,3. Uno speciale vantaggio dei pannelli secondo l'invenzione è che essi presentano un colore blu in riflessione dal lato opposto a quello rivestito, tale colore blu avendo una lunghezza d'onda d'intensità massima nell'intervallo fra 440 e 490 nm, preferibilmente nell'intervallo fra 470 e 485 nm, idealmente circa 477 nm. Preferibilmente, la riflettività della luce visibile

Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

da questo lato è compresa tra il 13 % e il 33 %. Inoltre la purezza del colore blu riflesso è superiore al 15 %, preferibilmente superiore al 30 %, ed è vantaggiosamente compresa fra il 30 % e il 40 %. La purezza di un colore è definita secondo una scala lineare dove una sorgente di luce definita bianca ha una purezza 0 e il colore puro ha purezza 100 %. Con il termine "purezza di colore", come usato qui, noi intendiamo la purezza di eccitazione misurata con l'illuminante C come definita nell'International Lighting Vocabulary, pubblicato dalla Commissione Internazionale sull'Illuminazione (CIE), 1987, pagine 87 e 89. Con i pannelli solari della tecnica nota non era possibile, a parità di metodi di fabbricazione e di costi, ottenere purezze di colore riflesso così elevate come quelle ottenute con i pannelli secondo la presente invenzione. Come altra realizzazione preferita dell'invenzione, si produce un colore riflesso verde, avente una lunghezza d'onda d'intensità massima compresa nell'intervallo fra 490 nm e 520 nm.

I pannelli secondo l'invenzione possono essere installati in strutture a vetrata singola o a vetrate multiple. In entrambi i casi, si ottengono meglio i benefici dell'invenzione quando la superficie

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI



rivestita del pannello è la superficie interna del pannello di vetratura esterno. In questo caso la superficie rivestita non è esposta alle condizioni atmosferiche ambientali che altrimenti potrebbero ridurre più rapidamente la vita per effetto dello sporco, di danni fisici e/o dell'ossidazione. I pannelli secondo l'invenzione possono essere usati utilmente in strutture di vetro laminate, dove la superficie rivestita è la superficie interna del laminato esterno.

Breve descrizione dei disegni

La presente invenzione verrà ora ulteriormente descritta, semplicemente a titolo di esempio, con riferimento ai disegni allegati, in cui :

la Figura 1 è una sezione trasversale schematica di un primo pannello di vetratura secondo l'invenzione; e

la Figura 2 è una sezione trasversale schematica di un secondo pannello di vetratura secondo l'invenzione.

Descrizione dettagliata delle forme di realizzazione rappresentate e degli Esempi

Con riferimento alla Figura 1, un pannello di vetratura 10 comprende un substrato di vetro temprato 12 avente uno spessore di 6 mm. Il substrato di vetro

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

ha una superficie esterna 11 destinata, nell'uso a venire esposta alle condizioni atmosferiche ambientali. Un primo strato di rivestimento 14 di ossido di zinco, avente uno spessore di 65 nm è applicato direttamente sulla superficie interna 13 del substrato di vetro. Questo strato viene depositato mediante spruzzamento catodico reattivo di metallo di zinco in un'atmosfera di ossigeno ad una pressione di 0,3 Pa. Uno strato 16 di metallo d'argento avente uno spessore di 12 nm è applicato direttamente sullo strato 14 di ossido di zinco. Questo strato viene applicato mediante spruzzamento catodico di metallo d'argento in un'atmosfera di argon ad una pressione di 0,3 Pa. Uno strato 18 di nitruro di titanio avente uno spessore di 20 nm è applicato direttamente sullo strato d'argento 16. Questo strato viene applicato mediante spruzzamento catodico reattivo di metallo di titanio in un'atmosfera di azoto ad una pressione di 0,3 Pa. Infine, un secondo strato 20 esterno, di ossido di zinco avente uno spessore di 34 nm è applicato direttamente sullo strato 18 di nitruro di titanio. Questo strato viene applicato mediante spruzzamento catodico reattivo di metallo di zinco in un'atmosfera di ossigeno ad una pressione di 0,3 Pa.

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

Il pannello di vetratura sopra descritto ha una colorazione blu intensa in riflessione dal lato non rivestito. Esso è stato incorporato in un'unità di vetratura doppia con una lastra di vetro trasparente avente uno spessore di 6 mm e una distanza tra le lastre di 12 mm. La superficie ricoperta è stata disposta sulla superficie interna della parte esterna dei due pannelli di vetratura. Le caratteristiche del pannello come tale (Esempio 1), e dell'unità di vetratura doppia (Esempio 2) erano le seguenti.

Tabella Va

	Esempio 1	Esempio 2
Fattore di trasmissione		
luminosa (T_L)	45,7 %	40,7 %
Fattore solare (FS)		
(Standard CIE)	40,7 %	30,0 %
Lunghezza d'onda di rifles-		
sione del picco ($\lambda_{dom.}$)	477 nm	477 nm
Purezza di colore	32,5 %	30,0 %
Riflessione visibile (R_L)	20,8 %	22,5 %

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

I risultati nell'Esempio 1 possono venir confrontati con i risultati ottenuti con una struttura secondo il brevetto US 4.902.081 di cui sopra (Esempio C), come segue.

Tabella Vb

	Esempio 1	Esempio C*
Primo strato	65 nm ZnO	40 nm ZnO
Secondo strato	12 nm Ag	10 nm Ag
Terzo strato	20 nm TiN	3 nm Ti
Quarto strato	34 nm ZnO	35 nm ZnO
Quinto strato		24 nm TiN
Fattore di trasmissione (T_L)	45,7 %	25,5 %
Lunghezza d'onda di rifles- sione del picco ($\lambda_{dom.}$)	477 nm	570 nm
Purezza di colore	32,5 %	4,5 %
Riflessione visibile (R_L)	20,8 %	20,3 %

*-Esempio comparativo

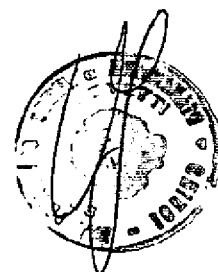
Si noterà che il pannello secondo il brevetto americano US 4.902.081 ha una bassa purezza di colore. Il colore riflesso era un giallo grigiastro.

Esempi da 3 a 11

Secondo la procedura degli esempi 1 e 2, vennero preparati altri pannelli secondo l'invenzione e si è trovato che, sotto forma di semplici lastre, avevano le seguenti caratteristiche in riflessione dal lato non ricoperto.

Tabella VI

Ing. P. GUAZZO
BREVETTI



Es.	ZnO (nm)	Ag (nm)	TiN (nm)	ZnO (nm)	T _L (%)	R _L (%)	λ dom. (nm)	purezza (%)
3	10	5	14	30	47.2	17.9	480	25
4	55	8	36 ⁺	30	47.2	18.9	476	34
5	56	8	28	37	54.8	18.1	477	34.4
6	60	11	18	40	46.5	21.5	477	31
7	60	5	24	50	44.6	17.7	477	30
8	60*	8	14	45*	56.6	15.6	476	36.5
9	80	6	14	40	55.9	13.4	476	48
10	100	5	18	20	39.5	14.9	477	33
11	10	6	14	40	48.9	23.9	483	25

*- Venne usato SnO₂ invece di ZnO nell'Esempio 8.

+ - Un unico strato di TiN con uno spessore di 36 nm su un substrato di vetro di 6 mm avrebbe ridotto T_L dal 90 % al 33 % .

Negli esempi 4 e 5, venne anche misurato il fattore solare (FS) e le lastre vennero incorporate in una unità di vetratura doppia con una lastra di vetro non ricoperta avente una struttura come precedentemente descritta. I risultati furono i seguenti.

SP 11010
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

Tabella VII

Es.	Lastra unica	Unità di vetratura doppia			
	FS	T _L	R _L	purezza	FS
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
4	42,6	42	20,7	30,8	31,4

5	47,4	49	20,6	30,0	36,6
---	------	----	------	------	------

Con riferimento alla Figura 2, viene rappresentato un pannello di vetratura simile a quello rappresentato in Figura 1, eccetto per il fatto che uno strato intermedio 17 di titanio è disposto fra il secondo strato 16 e il terzo strato 18. Lo spessore dello strato intermedio è 2 nm. Lo strato intermedio 17 viene depositato mediante spruzzamento catodico di titanio in un'atmosfera di argon a 0,3 Pa. Lo strato metallico di titanio 17 agisce da strato metallico intermedio di sacrificio per proteggere lo strato di argento 16, in particolare reagendo con eventuale ossigeno che può diffondersi attraverso questo strato, formando ossido di titanio ed impedendo un'alterazione superficiale dello strato d'argento 16 che potrebbe portare a perdite di prestazioni del pannello.

Esempi da 12 a 18

Secondo la procedura descritta con riferimento agli Esempi 1 e 2, altri pannelli secondo l'invenzione vennero preparati da un unico substrato di vetro spesso 4 mm, lo strato (i) essendo applicato al substrato e lo strato (iv) essendo uno strato esposto. Si trovò che i prodotti avevano le seguenti caratteristiche, quando venivano osservati in

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

riflessione dal lato non rivestito del substrato.

Tabella VIIIa

Strati:	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Esempio N.	(nm)	(nm)	(nm)	(nm)
12	AlN 61	Ag 10	TiN 14	AlN 41.5
13	Si ₃ N ₄ 61	Ag 11	TiN 12.5+	Si ₃ N ₄ 39
14	ZnO 60	Ag 9	SSN# 7+	ZnO 50
15	ZnO 60	Ag 9	SS* 5.5+	ZnO 50
16	AlN 70	Al 5	TiN 12+	AlN 45
17	ZnO 60	Ni 7	TiN 12+	ZnO 55
18	ZnO 65	Ni 7	SSN# 5	ZnO 55

INVENTOR
ING. P. GUAZZO
BREVETTI

Tabella VIIIb

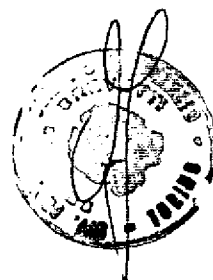
Proprietà:	T _L	FS	λ_d	purezza	R _L
Esempio N.	(%)	(%)	(nm)	(%)	(%)
12	56.9	47.9	477	39	17.4
13	56.6	47.0	474	33	13.6
14	53.3	47.4	475	32	17.1
15	52.3	47.2	475	30	16.6
16	54.3	46.3	476	38	18.9

17	52.7	49.3	477	23	17.8
18	52.3	51.2	475	31	16.6

Note alla tabella VIII:

*SS = acciaio inossidabile "316" (18/10) avente composizione: 18 % Cr, 10 % Ni, 2-3 % Mo, e al massimo 0,08 % C, 2 % Mn, 0,045 % P, 0,030 % S e 1 % Si. Si deve notare che l'acciaio inossidabile (SS) deve essere in forma non ossidata per ottenere questi risultati. L'ossido di acciaio inossidabile non è adatto nè come primo strato nè come terzo strato. Se uno strato di rivestimento di acciaio inossidabile si ossida, per esempio durante la deposizione di uno strato di ossido successivo, lo spessore dell'acciaio inossidabile non ossidato deve essere come dato da queste cifre, per ottenere la trasmissività riportata. Lo spessore dato nella tabella VIIIA per l'esempio 15 (5,5 nm) è lo spessore non ossidato che si riscontra effettivamente nel prodotto finale. Per ottenere la struttura secondo questo esempio, è necessario depositare una sottile barriera di zinco, come metallo di sacrificio, sul rivestimento di acciaio inossidabile. Quando si

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
DIRETTORE



deposita l'ossido di zinco, lo zinco di sacrificio si ossida formando ZnO che si fonde con lo ZnO che viene depositato e allo stesso tempo protegge l'acciaio inossidabile dall'ossidazione. Nel prodotto si determina lo spessore dell'acciaio inossidabile come tale.

SSN = nitrato dell'acciaio inossidabile detto sopra ottenuto per spruzzamento catodico usando un catodo di acciaio inossidabile in un'atmosfera di azoto. La composizione esatta del nitrato risultante non è nota.

+ Un solo strato di TiN con uno spessore di 12 nm su un substrato di vetro di 6 mm ridurrebbe il T_L dal 90 % al 60 %, un solo strato di TiN con uno spessore di 12,5 nm su un substrato di vetro di 6 mm ridurrebbe il T_L dal 90 % al 58 %, un solo strato di SSN con uno spessore di 7 nm su un substrato di vetro di 6 mm ridurrebbe il T_L dal 90 % al 35 %, e un solo strato di SSN con uno spessore di 5,5 nm su un substrato di vetro di 6 mm ridurrebbe il T_L dal 90 % al 32 %.

Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

R I V E N D I C A Z I O N I

1. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare, comprendente un substrato rivestito con:

(i) un primo strato comprendente un materiale non assorbente;

(ii) un secondo strato scelto fra materiali per cui, nell'intervallo di lunghezze d'onda (λ) da 380 a 780 nm, l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ è maggiore dell'indice di rifrazione $n(\lambda)$ e, alla lunghezza d'onda (λ) di 550 nm, l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ è maggiore di 1,67 volte l'indice di rifrazione $n(\lambda)$;

(iii) un terzo strato comprendente un materiale assorbente per cui l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$, nell'intervallo di lunghezze d'onda da 380 a 780 nm, è compreso fra 0,3 e 1,0 volte l'indice di rifrazione $n(\lambda)$ del materiale, detto terzo strato avendo uno spessore tale che, quando applicato come unico rivestimento su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, il suo fattore di trasmissione luminosa T_L viene ridotto di almeno il 30 %; e

(iv) un quarto strato comprendente un materiale non assorbente.

2. - Pannello trasparente di vetratura per

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

controllare la luce solare secondo la riv. 1, in cui il materiale non assorbente del primo e quarto strato ha indice di rifrazione maggiore di 10 volte l'indice di assorbimento spettrale del materiale nell'intervallo di lunghezze d'onda da 380 a 780 nm.

3. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 1 o 2, in cui il materiale non assorbente del primo e del quarto strato è scelto indipendentemente fra nitruri di silicio e alluminio, ossinitruro di alluminio, ossidi di alluminio, bismuto, silicio (sia SiO sia SiO_2), stagno, titanio e zinco, e loro miscele.

4. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 3, in cui il materiale non assorbente del primo e del quarto strato è scelto fra Si_3N_4 , AlN , ZnO , SnO_2 e TiO_2 .

5. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il materiale del secondo strato è scelto fra alluminio, rame, oro, nichel e argento e loro miscele.

6. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 5, in cui il materiale del secondo strato è argento.

**UFFICIO
ING. P. GUAZZO
BREVETTI**

7. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il materiale assorbente del terzo strato è scelto fra acciaio inossidabile, nitruri di titanio, cromo, leghe alluminio/titanio, "nitruri" di acciaio inossidabile e loro miscele.

8. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui lo spessore ottico del primo strato è almeno 100 nm.

9. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui lo spessore ottico totale del primo e del quarto strato è compreso fra 180 e 270 nm.

10. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui lo spessore del primo strato è superiore a quello del quarto strato.

11. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui lo spessore del secondo strato è compreso fra 3 e 18 nm.

UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

12. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 11, in cui lo spessore del secondo strato è compreso fra 5 e 15 nm.

13. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui lo spessore del terzo strato è tale che, quando è applicato come rivestimento unico su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, il fattore di trasmissione luminosa T_L di questo è ridotto al massimo del 65 %.

14. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 13, in cui lo spessore del terzo strato è tale che, quando è applicato come rivestimento unico su un substrato di vetro sodico spesso 6 mm, il fattore di trasmissione luminosa T_L di questo è ridotto almeno del 35 % e al massimo del 60 %.

15. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il primo strato è applicato direttamente sul substrato e il quarto strato è uno strato esposto.

16. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi

Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

delle rivendicazioni precedenti, avente un fattore di trasmissione della luce (T_L) compreso fra il 30 % e il 65 %, misurato per uno spessore del pannello di 6 mm.

17. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il rapporto tra il fattore di trasmissione della luce (T_L) e il fattore solare (FS) è almeno 1,0.

18. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, che presenta un colore blu in riflessione dal lato opposto a quello rivestito, tale colore blu avendo una lunghezza d'onda di massima intensità nell'intervallo da 440 a 490 nm.

19. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 18, in cui detto colore blu ha una lunghezza d'onda di intensità massima nell'intervallo da 470 a 485 nm.

20. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, che presenta una riflettività in luce visibile, dal lato opposto a quello rivestito, compresa fra il 13 % e il 33 %.

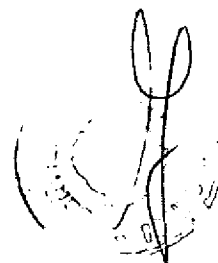
UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

21. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la purezza del colore riflesso è superiore al 15 %.

22. - Pannello trasparente di vetratura per controllare la luce solare secondo la riv. 21, in cui la purezza del colore riflesso è superiore al 30 %.

PER INCARICO
UFFICIO
Ing. P. GUAZZO
BREVETTI

LAURA GUAZZO
L. Guazzo

A handwritten signature or stamp, possibly a stylized 'L' or 'G', located to the right of the typed name Laura Guazzo.

Tuttavia, l'alta selettività dei pannelli di vetratura secondo l'invenzione limita l'assorbimento di energia del pannello ad una data trasmissione luminosa, il che riduce la necessità di irrobustire il vetro.

I vari strati del pannello di vetratura rivestito agiscono insieme in modo benefico per ottenere lo scopo dell'invenzione. Le proprietà esatte ottenute possono venire modificate con la scelta dei materiali che costituiscono ogni strato e del loro spessore.

Con il termine "materiale non assorbente" qui usato indichiamo materiali che hanno un "indice di rifrazione" $n(\lambda)$ che è maggiore, preferibilmente sostanzialmente maggiore del valore dell'"indice di assorbimento spettrale" $k(\lambda)$ su tutto lo spettro visibile (da 380 a 780 nm). Definizioni di indice di rifrazione e di indice di assorbimento spettrale possono venire trovate in International Lighting Vocabulary, pubblicato dalla Commissione Internazionale sull'Illuminazione (CIE), 1987, pagine 127, 138 e 139. In particolare abbiamo trovato vantaggioso scegliere un materiale per cui l'indice di rifrazione $n(\lambda)$ è maggiore di 10 volte l'indice di assorbimento spettrale $k(\lambda)$ nell'intervallo di

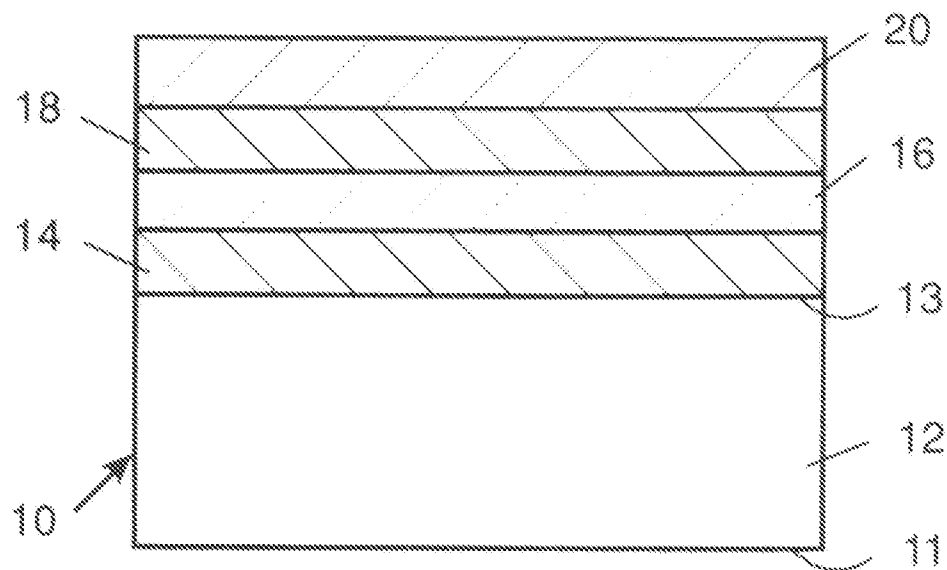


Fig 1

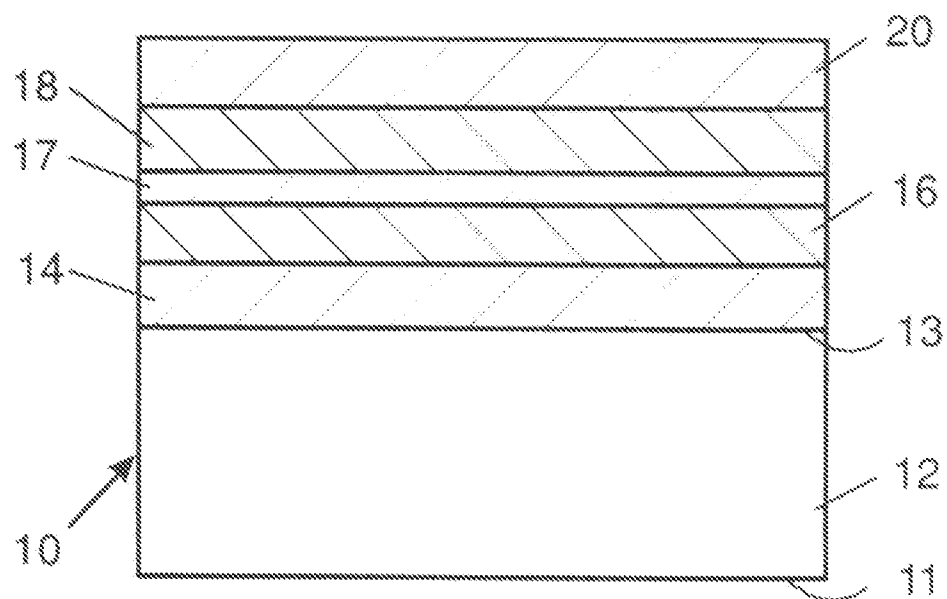
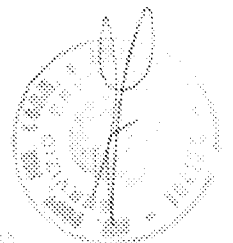


Fig 2



ING. P. GUAZZO
BREVETTO

Ing. P. Guazzo