



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00969

(22) Data de depozit: 04/12/2015

(41) Data publicării cererii:
30/06/2017 BOPI nr. 6/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:
• VITELARU CĂTĂLIN,
STR. ȘTEFAN CEL MARE NR. 409, SC. C,
ET. 1, AP. 8, VASLUI, VS, RO;
• PANĂ IULIAN, STR. GĂRII NR. 27,
SAT ARCEȘTI-COT, COMUNA PLEȘOIU,
OT, RO;
• BRAIC MARIANA, STR.TELIȚA NR.4,
BL.66 B, AP.43, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO

(54) **STRATURI SUBȚIRI ÎN STRUCTURĂ MULTISTRAT,
CU EMISIVITATE SCĂZUTĂ ȘI CULOARE REFLECTATĂ
REGLABILĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un material multistrat cu caracteristici optice specifice straturilor cu emisivitate scăzută, transparent pentru radiația cu lungimi de undă în jurul valorii $\lambda = 500$ nm, bun reflector în infraroșu, cu o culoare în reflexie în intervalul galben - portocaliu - roșu. Materialul conform invenției este obținut printr-o metodă de depunere din fază fizică de vapori, respectiv, prin pulverizare magnetron într-o plasmă care poate conține atomi și ioni de Si, Ag, Ar și/sau N, în funcție de componența specifică a materialului depus, materialul

fiind alcătuit din cinci straturi subțiri individuale, după cum urmează: un strat izolator din SiN_x depus direct pe substrat, un strat metalic de Ag, un al doilea strat izolator din SiN_x , un al doilea strat metalic din Ag, urmat de un ultim strat izolator din SiN_x , materialul multistrat având o grosime totală în domeniul 125...225 nm, cu proprietăți optice stabile în timp și o stabilitate termică a ansamblului de până la 400°C.

Revendicări: 2



6

STRATURI SUBȚIRI ÎN STRUCTURĂ MULTISTRAT, CU EMISIVITATE SCĂZUTĂ ȘI CULOARE REFLECTATĂ REGLABILĂ

DESCRIERE

Invenția se referă la un material multistrat, având în componența sa straturi subțiri transparente din materiale izolatoare și metalice, cu caracteristici optice specifice straturilor cu emisivitate scăzută, cu o bună transparență în domeniul spectral vizibil, bun reflector în domeniul spectral infraroșu, având o culoare în reflexie ajustabilă în intervalul galben-portocaliu-roșu (580-600nm).

În ultimele decenii au fost depuse eforturi considerabile pentru reducerea pierderilor de căldură și creșterea eficienței termice a clădirilor, prin controlul fluxului de radiație ce trece prin ferestre. De asemenea este necesară integrarea ferestrelor cu proprietăți optice speciale în structuri arhitecturale, răspunzând și nevoilor estetice pe lângă cele funcționale.

În prezent sunt cunoscute materiale din care sunt realizate straturi cu emisivitate scăzută, structura multistrat a acestor materiale cuprinzând în general cel puțin o succesiune de materiale izolatoare (I) și metalice (M) de tipul I/M/I [1]. Stratul metalic are rolul de a reflecta radiația în domeniul infraroșu, fiind folosite o serie de metale cu reflectivitate superioară în domeniul infraroșu (Au, Ag, Cu, Al,...) [2]. Stratul izolator are rol de protecție, fiind folosite materiale transparente, cel mai frecvent oxizi ca: TiO_2 , SiO_2 , VO_2 , etc. Până în prezent au fost raportate mai multe variante constructive, care cuprind cel puțin un strat metalic și cel puțin un strat izolator. Variantele mai complexe pot cuprinde două sau mai multe straturi reflectoare, respectiv două sau mai multe straturi izolatoare interpușe între acestea. Monostraturi de nitru de siliciu (Si_3N_4) au fost folosite ca strat protector într-o structură cu emisivitate scăzută, în conjuncție cu un strat reflector de Ag, respectiv un strat izolator de bază de TiO_2 sau ZnO [3]. De asemenea au fost folosite structuri care să conțină o succesiune de straturi de Ag și Si_3N_4 , separate de straturi foarte subțiri pe bază de Ni sau NiCr [4,5].

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este realizarea unui strat care combină proprietățile de emisivitate scăzută, cu proprietatea de a avea în reflexie o culoare specifică, ce poate fi aleasă din domeniul de culoare galben-portocaliu-roșu. Structura propusă cuprinde două straturi metalice (Ag) și trei straturi izolatoare cu compoziție identică de nitru de siliciu (SiN_x).



Materialele sub formă de multistraturi, cu transparență ridicată în domeniul vizibil și cu reflectivitate mare în domeniul infraroșu, prezintă următoarele avantaje:

- stabilitate termică până la temperaturi de cel puțin 400° C
- prezența unei culori acordabile în reflexie, obținută fără adăugarea altor straturi suplimentare.

Materialele multistrat, conform invenției, sunt obținute printr-o metodă de tip depunere din fază fizică de vapori (pulverizare magnetron) într-o plasmă reactivă care conține atomi și ioni de siliciu, azot și argon, pentru stratul izolator, respectiv o plasma care conține atomi și ioni de argon și argint, pentru stratul metalic.

Invenția va fi prezentată în continuare în mod detaliat.

Materialul multistrat, conform invenției, este constituit, într-o unică variantă de realizare, din:

- un strat de SiN_x cvasistoechiometric ($1,11 \leq x \leq 1,66$), cu grosimea cuprinsă în intervalul 10 - 50 nm, indice de refracție în intervalul 1.8-2, obținut prin pulverizare reactivă magnetron din țintă de Si, disponibilă comercial.
- un strat de Ag cu grosimea cuprinsă în intervalul 10 - 20 nm, o rezistivitate de ordinul 8 - 10 $\mu\text{Ohm} \cdot \text{cm}$, obținut prin pulverizare magnetron din țintă de Ag, disponibilă comercial.
- un strat de SiN_x cvasistoechiometric ($1,11 \leq x \leq 1,66$) cu grosimea cuprinsă în intervalul 65 - 80 nm, indice de refracție în intervalul 1,8 - 2, obținut prin pulverizare reactivă magnetron din țintă de Si.
- un strat de Ag cu grosimea cuprinsă în intervalul 12 - 25 nm, o rezistivitate de ordinul 8 - 10 $\mu\text{Ohm} \cdot \text{cm}$, obținut prin pulverizare magnetron din țintă de Ag.
- un strat de SiN_x cvasistoechiometric ($1,11 \leq x \leq 1,66$) cu grosimea cuprinsă în intervalul 20 - 50 nm, indice de refracție în intervalul 1,8 - 2, obținut prin pulverizare reactivă magnetron din țintă de Si.

Materialul multistrat are o grosime totală cuprinsă între 125 și 225 nm.

Materialul multistrat are o rugozitate medie $< 1,5$ nm, un factor de transmisie $>40\%$ pe întreg domeniul vizibil și $>70\%$ pentru radiația cu lungimea de undă $\lambda=500$ nm, respectiv un factor de reflectivitate $>85\%$ în domeniul infraroșu (1000-2000 nm), pentru un unghi de incidență de 15° măsurat față de tangenta la suprafață.

Variația grosimii primului strat de Ag în intervalul 10 - 20 nm determină o variație a factorului de transmisie pentru radiația cu lungime de unde $\lambda=500$ nm în intervalul 69-89%, respectiv la o variație a factorului de reflectivitate în domeniul infraroșu în intervalul 69-86%. Variația factorului de reflectivitate în funcție de unghiul de incidență este de ordinul 2-3% în intervalul unghiular 0-45°.

Variația grosimii celui de-al doilea strat de Ag în intervalul 12-25 nm determină o variație a factorului de transmisie pentru radiația cu lungime de undă $\lambda=500$ nm în intervalul 74-67%, respectiv la o variație a factorului de reflectivitate în domeniul infraroșu în intervalul 60-88%. Variația factorului de reflectivitate în funcție de unghiul de incidență este de 4-5% în intervalul unghiular 0-45°.

Materialele mono și multistrat sunt obținute într-o plasmă reactivă care conține atomi și ioni de siliciu, argint, azot și argon la presiuni de ordinul 0.5-1 Pa, la temperaturi ale substratului pe care se face depunerea cuprinse între temperatura camerei și 100° C.



STRATURI SUBȚIRI ÎN STRUCTURĂ MULTISTRAT, CU EMISIVITATE SCĂZUTĂ ȘI CULOARE REFLECTATĂ REGLABILĂ

REVENDICARI

1. Materiale sub formă de multistraturi subțiri, utilizate pentru acoperiri optice cu emisivitate scăzută, **caracterizate prin aceea că** sunt realizate din 5 straturi, cuprinzând o succesiune de straturi subțiri individuale de SiN_x și Ag, cu o grosime totală de 100 - 225 nm, grosimi individuale de 10 - 80 nm pentru SiN_x , respectiv 10 - 20 nm pentru Ag; nanoduritate cuprinsă între 6 și 7 GPa; rugozitate medie <1,5 nm, factor de transmisie >70% pentru radiația cu lungimi de undă în jurul valorii $\lambda=500$ nm, respectiv un factor de reflectivitate >90% în domeniul infraroșu (1000 - 2000 nm), pentru un unghi de incidență de 5° măsurat față de tangenta la suprafață.

2. Materiale sub formă de multistraturi subțiri, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** au culoarea în intervalul **galben-portocaliu-roșu (580-600nm)**, grosimile straturilor individuale având următoarele intervale de variație: 10-50 nm pentru primul strat, de SiN_x ; 10-20 nm pentru al doilea strat, de Ag ; 65-80 nm pentru al treilea strat, de SiN_x ; 12-25 nm pentru al patrulea strat, de Ag ; 20-50 nm, pentru al cincilea strat, de SiN_x .

