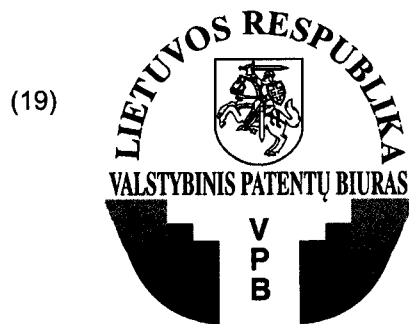




(10) **LT 6505 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **6505** (51) Int. Cl. (2018.01): **C23C 14/00**
G02B 1/00
- (21) Paraiškos numeris: **2016 089**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2016-08-18**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2018-02-26**
- (45) Patent paskelbimo data: **2018-04-10**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Tomas TOLENIS, LT
Andrius MELNINKAITIS, LT
- (73) Patent savininkas:
Valstybinis mokslinių tyrimų institutas FIZINIŲ IR TECHNOLOGIJOS MOKSLŲ
CENTRAS, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, LT
UAB „Lidaris“, Šv. Stepono g. 27C-24, LT-01312 Vilnius, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Evaldas PABRĖŽA, UAB „IAM consultants“, Kalvarijų g. 125B, LT-08221
Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Interferencinė danga arba jos dalis iš sluoksnių, pasižyminčių skirtingu porėtumu
- (57) Referatas:

Danga, dangų sistema ir būdas gaminti garų arba magnetroniniu/joniniu dulkinimu sukurtu dalelių srautu padengiamas plonasluoksnes dielektrines dangas, turinčias tris ar daugiau sluoksnių, padengtų viena (10) medžiaga. Dengimo metu garų arba dalelių srautas įstrižu kampu yra nukreipiamas į atvirą padėklą (1) paviršių, kuris savo ruožtu gali būti sukamas aplink lygiagrečią savo paviršiui ašį (12). Padėklai taip pat yra sukami apie ašį (16), sutampančią su padėklų normalės vektoriumi tam, kad būtų išgauta tolygi norimos struktūros danga. Struktūra yra pasirenkama taip, kad porėtumas tarp gretimų sluoksnių būtų skirtingas, tokiu būdu suteikiant dangai didesnę nei 90 % atspindžio koeficientą bent vienam bangos dažniui ar poliarizacijos komponentei.

IŠRADIMO SRITIS

Tai plonasluoksnė danga (arba dangų sistema) ir jos gamybos būdas, kuris yra susijęs su medžiagų technologijomis. Dar tiksliau, su technologija, skirta suformuoti aukštą atspindį turinčią struktūrinę daugiasluoksnę optinę dangą. Šis išradimas yra naudingas tuo, kad leidžia sukurti didelį atspindį turinčias dangas, panaudojant tik vieną šaltinio medžiagą ir tolygiai arba diskrečiai moduluojant jos tankį-porėtumą formavimo metu.

TECHNIKOS LYGIS

Plonų plėvelių daugiasluoksnės dangos yra suformuotos iš plonų medžiagos sluoksnių, kurių storis kinta nuo dalies nanometro (pvz. vieną atominį sluoksnį turinčios dangos) iki keleto ar keliasdešimties mikrometrų. Daugiasluoksnės dangos arba pavieniai jų sluoksniai yra plačiai taikomi aukštųjų technologijų srityje. Kontroliuojama medžiagų sintezė kuriant tokias dangas (procesas, kuris toliau bus vadinamas nusodinimu) yra fundamentalus žingsnis daugelyje pritaikymų. Per XX-ą amžių pažanga nusodinimo iš garų fazės technikoje pastūmėjo daugybę technologinių lūžių įvairiose srityse, tokiose kaip: magnetinės laikmenos, elektroninių puslaidininkių įrangos, šviesos diodai, optinės dangos (tokios, kaip aukštą atspindį turinčios dangos), taip pat energijos generavimui (pvz., plonasluoksnių dangų saulės celės) ir kaupimui (pvz., plonasluoksnių dangų baterijos). Tai tik keletas pritaikymo pavyzdžių, kurių kasmet vis daugėja.

Optinių komponentų gamyboje paplito paviršių funkcionalizavimo būdas panaudojant įvairių medžiagų plonus sluoksnius tam, kad pasikeistų fizinės arba optinės komponento savybės. Tipiniai tokių dangų taikymo pavyzdžiai galėtų būti optiškai praskaidrinančio sluoksnio padengimas, kurio tikslas yra sumažinti atspindžio koeficientą tam tikriems bangų ilgiams, achromatinis pluošto daliklis, padalinantis šviesos pluoštą į dvi dalis. Įvairūs filtrai, veidrodžiai (pvz., iš dalies pralaidūs veidrodžiai), poliarizatoriai taip pat yra minėtųjų dangų naudojimo pavyzdžiai. Visi paminėti optiniai komponentai naudoja plonasluoksnes dangas, siekiant valdyti šviesos spektrines poliarizacines, kampines, erdvines ar kitas savybes.

Fotonikos pramonėje paplitusios kelios pagrindinės technologijos,

naudojamos plonasluoksnių dangų gamyboje. Paprasčiausias yra fizinis garų nusodinimas, kuriame taikinio medžiaga yra išgarinama ją tiesiogiai kaitinant didelės elektrinės varžos tigluose. Vakuumo aplinkoje iš taikinio išlėkusios molekulės nusėda ant priešais esančių optinių komponentų, ant kurių reikia suformuoti plonasluoksne optinę dangą. Šiek tiek sudėtingesnės technologijos apima taikinio medžiagos kaitinimą įgreitintų elektronų pluoštu arba bombardavimą jonų pluoštu. Taip pat besiformuojanti danga papildomai gali būti sutankinama į ją nukreiptais įgreitintais masyviais jonais arba neutralių dalelių pluoštais siekiant, kad danga būtų tankesnė ir mechaniškai atsparesnė.

Įvairios technologijos ir metodikos buvo sukurtos tam, kad pagerintų minėtųjų optinių komponentų kokybę. Daug dėmesio skiriama tam, kad būtų pagerintas tokių dangų atsparumas itin didelio intensyvumo spinduliuotei, t.y. pasiektas maksimalus įmanomas optinės pažaidos slenksčio rodiklis.

Vienas dengimo būdas, skirtas didelio atspindžio daugiasluoksniams plonomis dangoms gaminti, yra aprašytas kinų patente Nr. CN201637868, publikuotame 2010-11-17. Šis būdas suteikia galimybę gaminti didelio atspindžio daugiasluoksnes dangas, kurios susideda iš padėklo, atspindinčiojo sluoksnio bei papildomo sudėtinio atspindinčiojo sluoksnio. Atspindintysis sluoksnis yra išdėstytas tarp padėklo ir sudėtinio atspindinčiojo sluoksnio. Sudėtinis atspindintysis sluoksnis susideda iš pirmojo struktūrinio sluoksnio ir antrojo struktūrinio sluoksnio. Toks medžiagų išdėstymo modelis leidžia pasiekti 95-100 % atspindžio koeficientą bangoms, kurių ilgis yra 400-800 nanometrų. Šis būdas nusodinimui naudoja dvi ar daugiau medžiagų ir gali būti pritaikytas patobulinti apšvietimo įrangai.

Kitas dengimo būdas, skirtas padidinti lazerio pažaidos slenksčiui plonasluoksniuose dangose yra aprašytas kinų patente Nr. CN102086502, publikuotame 2011-06-08. Išradimas išsprendžia techninę problemą padidindamas lazerio pažaidos slenkstį didelį lūžio rodiklį turinčiose plonasluoksniuose dangose, pakeisdamas dangos struktūrą ir vidinę kokybę. Šis būdas taip pat sumažina dangos absorbciją, supaprastina pačią operaciją ir stabilizuoja spektrinį koeficientą.

Kitas aktualus dengimo būdas yra aprašytas korėjiečių patente Nr. KR20150021776, publikuotame 2015-03-03. Išradimas yra susijęs su gamybos būdu, skirtu gaminti šviesai itin pralaidžias plonasluoksnes dangas. Minėtosios dangos yra gaminamos naudojant magnetroninio dulkinimo būdą. Proceso metu porėta

plonasluoksnė danga yra formuojama vakuumo aplinkoje, sparčiai garinant taikinio medžiagą. Magnetrono kameroje išgarintos taikinio medžiagos dalelės nusėda ant pagrindukų, formuodamos vieno sluoksnio porėtą dangos struktūrą, kuri puikiai praleidžia sklindančią šviesos bangą. Šis išradimas yra aktualus tuo, jog nors ir nenaudoja kritimo kampo keitimo būdo, tačiau keičia porėtumą, taip manipuliudamas dangos pralaidumo šviesai savybėmis.

Dar vienas gamybos būdas yra aprašytas K. Robbie ir jo kolegų straipsnyje "Nehomogeniški plonasluoksnių dangų optiniai filtrai, pagaminti naudojant nusodinimą pasirinktu kritimo kampu", publikuotame 1997-05-21 Electronics Letters Online No: 19970808. Straipsnyje aprašomas taikinio medžiagos nusodinimo pasirinktu kritimo kampu būdas, straipsnyje vadinamas „Glancing angle deposition (GLAD)". Šis būdas yra skirtas išauginti plonasluoksnę dangą turinčius šiurkščius filtrus, pagamintus naudojant vieną medžiagą bei sukuriant artimas sinusoidinei lūžio rodiklio moduliacijas. Šios lūžio rodiklio moduliacijos yra porėtumo keitimo pasekmė. GLAD būdas naudoja sistemą, kurioje garų srautu yra nusodinama taikinio medžiaga ant padėklo. Padėklas yra sukamas aplink lygiagrečią savo paviršiui ašį, bei ašį, sutampančią su padėklo normalės vektoriumi. Šis būdas ne tik suteikia pastovų dangos, turinčios kintantį lūžio rodiklio augimą, bet ir didelį atspindžio koeficiento šuolį 430-480 nm bangos ruože, su 460 nm bangos ilgiui išmatuotu didžiausiu 82 % šviesos atspindžio koeficientu.

Dar vienas gamybos būdas yra aprašytas JAV patente Nr. US5866204, publikuotame 1999-02-02. Išradimas suteikia galimybę ant padėklo nusodinti įstrižu kampu garų srautu garinamą medžiagą. Nemažiau svarbu ir tai, jog išradimas apima žingsnį, kurio metu padėklas bei garų šaltinis yra sukamas garinimo metu. Kritimo kampas tarp garų srauto bei padėklo normalės vektoriaus viršija 80 laipsnių. Sistema taip pat turi kontrolės prietaisą, skirtą stebėti bei valdyti dengimo procesą.

Dar vienas plonasluoksnių dangų gamybos būdas ir sistema, skirta aukštą atspindžio koeficientą turinčioms plonasluoksnėms dangoms išgauti, aprašytas korėjiečių patente Nr. KR20090036445, publikuotame 2009-04-14. Minėtasis gamybos būdas susideda iš šių žingsnių: žingsnio, kurio metu yra nusodinama vienos rūšies medžiaga ant padėklo, žingsnio, kurio metu yra keičiamas padengimo kampas ir žingsnio, kurio metu yra keičiamas lūžio rodiklis trims sluoksniams. Padengtas padėklas turi vidutinį 95 % atspindžio koeficientą ultravioletinės (UV) spinduliuotės

regione bei naudoja metalo oksidą kaip nusodinamąją medžiagą.

Minėtieji išradimai yra aktualūs tuo, kad jų tikslas – nusodinti pasirinktą medžiagą ar medžiagas ant optinio komponento norimu būdu, taip keičiant jos porėtumą. Pakitusi sluoksnio nano-struktūra pakeičia dangos optines savybes. Tačiau minėtieji išradimai turi akivaizdžių trūkumų – paskutinis paminėtas korėjiečių patentas aprašo būdą, leidžiantį naudoti tik titano oksidą kaip nusodinimo medžiagą kombinacijoje su sidabro sluoksniu. Dangos sluoksniai, įprastu būdu suformuoti iš šių medžiagų, turi kristalinę struktūrą ir mažą draustinės juostos (*Eg*) tarpą, kas lemia palyginti žemą pažaidos slenkstį. Tokios dangos turėtų ribotą panaudojimą didelio intensyvumo lazerinės spinduliuotės srityje. Kiti išradimai taip pat siūlo sprendimą tik konkrečiai spektro daliai arba kuria struktūras ant dangų, ne gerinančias atspindį, o keičiančias kitas optines savybes.

IŠRADIMO ESMĖ

Tam, kad būtų panaikinti aukščiau nurodyti trūkumai, šiuo išradimu sukuriamą danga arba dangų sistema ir būdas, skirti efektyviai formuoti didelio atspindžio plonasluoksnės dangas moduliuojant jų porėtumą. Nusodinimo metu padėklas yra patalpinamas į vakuuminę kamerą. Taikinio medžiagos garinimo arba dulkinimo metu ant padėklo arba padėklo su egzistuojančia danga yra nusodinama tik vienos cheminės sudėties medžiaga iš vieno pasirinkto šaltinio (taikinio), diskrečiai arba tolygiai moduliuojant jos lūžio rodiklį. Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, nusodinimo metu yra keičiamas medžiagos kritimo kampas padėklo normalės atžvilgiu arba slėgis vakuuminėje kameroje, tokiu būdu formuojant valdomo porėtumo struktūrą. Tokia danga turi amorfinę struktūrą, kuri leidžia pasiekti didelį atspindžio koeficientą ir aukštą pažaidos slenkstį. Padengtos dangos atspindžio koeficientas yra didesnis nei 90 % bent vienam pasirinktam bangos ilgių ruožui ar vienai pasirinktai šviesos poliarizacijos komponentei. Moduliuito tankio plonasluoksnė amorfinės struktūros danga gali būti suformuojama ir kitais dangų dengimo būdais, arba naudojamos metodikos, leidžiančios dengimo metu keisti dangos porėtumą. Išradimo apsaugos neturėtų riboti konkretus dangos formavimo būdas, dangos moduliacijos funkcija (konkretus dizainas) ar pasirinktos medžiagos tipas. Svarbiausia, kad gauta danga yra sudaryta iš vienos medžiagos ($E_g > 6$), turinčios amorfinę struktūrą ir pasirinktą tankio moduliaciją kaip funkciją nuo dangos storio.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ PAVEIKSLŲ APRAŠYMAS

Fig. 1 Pavaizduota plonasluoksnių dangų garinimo įrangos principinė schema.

Fig. 2 Pavaizduotas optinio komponento padėklo ir ant jo užgarintos daugelio sluoksnių dangos su diskretiškai kintančiu lūžio rodikliu schema.

Fig. 3 Pavaizduotas optinio komponento padėklo ir ant jo užgarintos daugelio sluoksnių dangos su tolygiai kintančiu lūžio rodikliu schema.

DETALUS ĮGYVENDINIMO VARIANTŲ APRAŠYMAS

Šis išradimas apima dangą, dangų sistemą ir būdą, skirtus efektyviai pagaminti bent vienam bangos ilgių ruožui ir bent vienai poliarizacijos komponentei (jei numatoma danga bus naudojama kitu nei 0 laipsnių kritimo kampų, pavyzdžiui, poliarizacinė optika) aukštą atspindžio koeficientą turinčias plonasluoksnes dangas. Šio būdo naudojimo metu, pasirinktos medžiagos sluoksniai (2, 3, 4, 5, 6) yra formuojami ant padėklo (1) arba ant kito tipo dangos tokiu būdu, kuris leidžia keisti dangos porėtumą. Dangos sluoksniai iš esmės suformuojami iš vienos medžiagos su skirtingu porėtumu.

Tinkamiausiame išradimo įgyvendinimo variante gamybos būdas turi žingsnį, kurio metu vakuuminėje kameroje yra įtaisomas bent vienas optinio komponento padėklas, kitaip - pagrindas, ant kurio bus auginami dangos sluoksniai (2, 3, 4, 5, 6). Paprastumo dėlei, toliau optinių komponentų pagrindus arba padėklus vadinsime padėklais, neapsiribojant jų forma, kiekiu ar medžiaga. Padėklai gali būti tvirtinami ant tam skirto laikiklio (12), kuris gali būti pritaikytas daugelio padėklų (1) tvirtinimui. Padėklas gali būti skaidrus arba neskaidrus optinei spinduliutei.

Padėklų pozicija gali būti keičiama taikinio (10) ir medžiagos garų srauto (11) atžvilgiu taip, kad padėklų (1) normalė su garų srauto (11) vektoriumi sudarytų norimą kampą. Šis kampas turėtų būti nuo 0 iki <89 laipsnių.

Kitas šio būdo žingsnis yra sukuti padėklą aplink ašį, statmeną padėklo (1) plokštumai, ant kurios yra dengiama danga. Toks padėklų sukimas užtikrina tolygesnį dangos dengimą visuose padėklo (1) paviršiaus taškuose ir tolygesnį dangos pasiskirstymą ant skirtingų padėklų, jei jų vakuuminėje kameroje įtaisoma daugiau. Taip pat daugelio padėklų atveju, visi jie yra sukami aplink padėklų laikiklio ašį (16).

Kitame įgyvendinimo variante, daugelis padėklų (1) yra sumontuojama

padėklų laikiklyje (11) taip, kad būtų realizuojama planetarinė judėjimo trajektorija, kada tiek visas padėklų laikiklis sukasi apie savo ašį (16), tiek ir atskiri padėklai arba padėklų klasteriai sukasi apie lokalią ašį (brėžiniuose nepavaizduota).

Vienas iš išradimo įgyvendinimo variantų apima kaukių arba kitų srauto išlyginimo metodų naudojimą.

Tinkamiausiame išradimo įgyvendinimo variante, pakreipus padėklus kampu garų srauto (11) atžvilgiu, ant jų auginamos amorfinės nano-koloninės (mikro-) nano-struktūros, taip suformuojant dangos sluoksnį. Keičiant kampą tarp padėklo normalės ir garų srauto (11), galima pakeisti savaime besiformuojančių nano darinių - kolonų dydžius ir augimo kampą padėklo atžvilgiu. Pakitus tokių kolonų garinimo kampui, keičiasi suformuoto dangos sluoksnio lūžio rodiklis. Kuo didesnis minėtas kampas, tuo mažesnis gaunamas efektyvusis dangos sluoksnio lūžio rodiklis. Tolygiai keičiant kampą tarp padėklo normalės ir garų srauto (11) vektoriaus, galima suformuoti tolygiai kintančio arba gradientinio lūžio rodiklio dangos sluoksnį. Lūžio rodiklio kitimas yra iš anksto pasirenkamas kaip dangos sluoksnio storio funkcija.

Porėtumo ir tuo pačiu lūžio rodiklio moduliacijai išgauti gali būti naudojami ir kiti būdai, pvz. slėgio garinimo kameroje keitimas, medžiagos išgarinimo greičio keitimas, bombarduojančių jonų energijos kontrolė ar kiti čia nepaminėti būdai. Naudojamas dangos porėtumo kontrolės būdas neturėtų riboti šio išradimo apimtį, kadangi šios srities specialistas gali panaudoti bet kokį žinomą porėtumo kontrolės būdą arba kelių būdų kombinaciją ir gauti panašų efektą.

Kombinuojant abiejų tipų sukimo judesius, t. y. sukimą apie padėklo normalę ir kampo tarp padėklo normalės ir garų srauto (11) vektoriaus, galima formuoti įvairios struktūros dangos sluoksnius, išgaunant norimą lūžio rodiklį arba jo gradientą.

Reikia paminėti, kad siekiant didinti dangos pažaidos slenkstį, reikėtų formuoti dangas iš kuo mažesniu lūžio rodikliu pasižyminčių (didelį draustinės juostos tarpą turinčių) medžiagų arba formuoti daugiasluoksnės dangas taip kad mažesniu lūžio rodikliu pasižymintys sluoksniais užbaigtų daugiasluoksne dangą – t.y. arti daugiasluoksnės dangos su oru būtų naudojami atspariausi (mažo lūžio rodiklio sluoksniai). Pažaidos slenksčiui įtakos turi oro arba kitos aplinkos medžiagos ir viršutinio dangos sluoksnio (4) medžiagos lūžio rodiklių skirtumai – kuo skirtumas didesnis, tuo mažesnis pažaidos slenkstis.

Šiam išradimui įgyvendinti gali būti naudojamos įvairios pramonėje paplitusios dangų formavimo technologijos. Paprasčiausiame įgyvendinimo variante, vakuuminėje kameroje taikinio (10) medžiaga garinama ją kaitinant tiglyje. Tai taip vadinamas terminis garinimas.

Remiantis šiuo išradimu, dengiama ant padėklų gali būti tik vienos rūšies medžiaga, tačiau medžiagų pasirinkimo spektras yra gana platus: garų srautui sukurti gali būti naudojamas silicio oksidas, silicis, hafnio oksidas, aliuminio oksidas, aliuminis, skandžio oksidas, magnio fluoridas ar lantano fluoridas ar bet kuri kita medžiaga, iš kurios suformuojami skaidrūs sluoksniai, kurių draustinės juostos tarpas yra didesnis negu 6 eV, ir kurie pasižymi amorfine būsena tiek savo porėtame pavidale, tiek ir tankiame pavidale. Garai iš šių substancijų yra išgaunami pasiekus artimą lydymuisi temperatūrą bei sukuriant vakuumo sąlygas.

Kitame įgyvendinimo variante, taikinio (10) medžiaga yra dulkinama bombarduojant ją jonų srautu. Jonų srautu bombarduojant taikinio medžiagą yra išmušami medžiagos atomai. Pastovus jonų srautas generuoja pastovų taikinio medžiagos dalelių srautą (11) gerai apibrėžta vyraujančia kryptimi. Naudojant šią ir kitas toliau nurodytas technologijas kartu su anksčiau minėtomis metodikomis porėtumui kontroliuoti, galima suformuoti diskrečiai arba tolygiai kintančio lūžio rodiklio dangą, kur numatytoji lūžio rodiklio moduliacija yra išgaunama kaip dangos storio funkcija.

Kitame įgyvendinimo variante, taikinio (10) medžiaga yra garinama nukreipiant į ją įgreitintų elektronų pluoštą. Elektronų srautu kaitinant taikinio medžiagą ir sukūrus vakuumo sąlygas medžiagos atomai atsiskiria nuo taikinio paviršiaus ir garuoja visomis kryptimis, panašiai kaip terminio garinimo atveju. Pastovus elektronų srautas generuoja pastovų taikinio medžiagos garų srautą (11).

Kitame įgyvendinimo variante, taikinio (10) medžiaga yra garinama magnetronino dulkinimo būdu. Vakuuminėje kameroje yra sugeneruojamas stiprus magnetinis laukas taip, kad įleidus į kamerą jonizuotų dujų, jonai, veikiami magnetinio lauko, lėktų į taikinio medžiagą ir išmuštų medžiagos atomus. Tokiu būdu generuojamas pastovus taikinio medžiagos garų srautas (11).

Nemažiau svarbus išradimo aspektas, susijęs su dangų auginimu, yra nuolatinis formuojamos dangos monitoringas. Šiam procesui naudojamas fizikinis

monitoringo mechanizmas ir iš fizikinių parametų dangos savybes apskaičiuojanti programinė įranga (toliau – kontrolės prietaisas). Minėtas fizikinis mechanizmas gali būti liudininko zondavimas baltos šviesos pluoštu, atspindžio arba pralaidumo režime. Kituose įgyvendinimo variantuose gali būti naudojamas zondavimas siauro spektro šviesos šaltiniu, pavyzdžiui šviestuku arba lazeriu. Dar kitame įgyvendinimo variante dangos storis gali būti kontroliuojamas kvarcinėmis mikrobilancinėmis svarstyklėmis. Kadangi dangos yra porėtos, t.y. kintamo tankio, reikėtų dangos sluoksnių svorį perskaičiuoti į dangos storį, remiantis papildomais matavimais arba iš anksto sudaryta reikšmių lentele. Bet kuriam dangos garinimo procesui gali būti naudojama ir monitoringo būdų kombinacija. Taip pat, šios srities ekspertui gali būti akivaizdu panaudoti kitus dangų formavimo arba monitoringo būdus ir tai neturėtų siaurinti šio išradimo apimtį, kol aukšto atspindžio dielektrinė danga arba jos dalis yra formuojama iš vienos medžiagos, keičiant jos porėtumą, kaip funkciją nuo dangos storio. Viena iš įgyvendinimo variantų, pasitelkiant kontrolės prietaisą, garų srautas įstrižu kampu yra nukreipiamas į atvirą padėklo (1) paviršių, garų srauto atžvilgiu keičiama padėklo paviršiaus orientacija. Kontrolės prietaisas taip pat gali generuoti indikacinius sluoksnių auginimo kontrolės signalus ir automatinį padėklo orientacijos keitimą pagal pasirinktą struktūrą.

Tinkamiausiame išradimo įgyvendinimo variante plonasluoksnėms dangoms auginti skirta sistema turi vakuuminę kamerą, taikinį (10), garų arba dalelių srauto generavimui būtiną energijos šaltinį (kaitinimo elementą, elektronų pluoštą, jonų pluoštą, t.t.), prietaisų (pvz., variklių), skirtų sukurti padėklą arba jų grupę aplink lygiagrečią jo plokštumai ašį (18) bei aplink ašį (16), sutampančią su padėklo (1) arba laikiklyje (12) sumontuotų padėklų grupės, normalės vektoriumi, kontrolės prietaisą, skirtą nusodinimo greičiui stebėti, suteikti indikacinius signalus bei reaguoti į juos. Į sistemą taip pat įeina taikinio (10) medžiaga – dielektrikas. Tai gali būti silicio oksidas, hafnio oksidas, skandžio oksidas, aliuminio oksidas, magnio fluoridas ar lantano fluoridas (arba kiti taikiniai, kurių dėka formuojami sluoksniai iš medžiagos su didesniu nei 6 eV draustinės juostos tarpu ir skirtingu porėtumu). Taikinyje taip pat gali būti grynasis metalas arba puslaidininkis (įprastai neskaidrus), kuris oksiduojamas arba floridinamas jį išgarinus arba išdulkinus transportavimo vakuume fazėje.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, padėklo orientacijos keitimas yra realizuojamas dviem mechaninėmis pavaromis (13, 14). Šios pavaros gali būti

kombinuojamos su žingsniniais varikliais, nuolatinės srovės varikliais arba kitais vykdikliais. Mechanikos srities specialistas gali pasiūlyti daugybę būdų, kuriais galima keisti padėklų orientaciją taikinio medžiagos garų srauto atžvilgiu. Tačiau pasirinktas įgyvendinimo variantas neturėtų riboti šio patento apsaugos ribų kol yra realizuojamas pavienis arba vienalaikis padėklo orientacijos keitimas iš esmės dviem sukimo trajektorijomis (15, 17), sutampančiomis su ašimis, einančiomis per padėklą (16, 18).

Minėta sistema bei būdas tinkamiausiame išradimo įgyvendinimo variante yra naudojami tam, kad formuotų plonasluoksnės amorfinės būsenos nano-struktūrines dangas, o tiksliau – ant padėklo arba ant jau esančios dangos užauginamos kelių sluoksnių (mikro- arba) nano-struktūros įgauna kolonines-spiralines formas. Gauta dielektrinė danga susideda iš trijų ar daugiau viršutinių sluoksnių, suformuotų garinant pasirinktą taikinio (10) medžiagą. Gretimų dangos sluoksnių porėtumas yra skirtingas. Skirtingas porėtumas sukuria skirtingus lūžio rodiklius ir taip formuojamas taip vadinamas Brego atspindys. Būtent šiuo principu išgaunamas aukštas dangos atspindžio koeficientas. Tinkamiausiu atveju, suformuotų sluoksnių medžiagos energijos juostų tarpas yra 6 eV ar didesnis. Svarbu paminėti, jog aukštas atspindžio koeficientas yra išgaunamas bent vienam per dangą sklindančios bangos dažniui ar poliarizacijos komponentei, tačiau šia technologija galima gaminti įvairius optinius komponentus, pvz. pluošto daliklius, poliarizatorius, veidrodžius, optinius filtrus ir kitus. Šio išradimo apsauga neturėtų apsiriboti konkrečiais optinių komponentų tipais tol, kol ant optinio komponento paviršiaus arba ant prieš tai suformuotos metalinės arba dielektrinės dangos yra formuojama kintamo porėtumo, iš vienos šaltinio (taikinio) medžiagos amorfinė danga.

Šio išradimo įgyvendinimui ypač svarbu yra formuoti dangas iš sluoksnių, kurie neturėtų ženklių optinių nuostolių dėl sugerties ar sklaidos. Pastarieji gali atsirasti dėl metalų priemaišų (pvz. nesioksidavusios medžiagos), kristalinės dangos struktūros, vidinės mikrostruktūros (besiplečiančios koloninės struktūros) ar kt. Tik tuomet UV srityje galima pasiekti ženkliai daugiau nei 90 % spinduliuotės atspindį bent vienam bangos ilgiui. Kai kurios iš aukščiau išvardintų taikinio (10) medžiagų, pvz. fluoridai, jas naudojant įprastu būdu, suformuoja neamorfinės, bet mikro- ar nano-kristalinio tipo dangas. Norint šias medžiagas panaudoti šio išradimo kontekste, garinimo metu reikia pasirinkti papildomais veiksniais, kurie neleistų susidaryti kristalinei struktūrai. Vienas iš tokių būdų yra padėklų šaldymas iki kambario ar dar žemesnės temperatūros pagal

Celsijaus skalę. Kitas būdas yra bombarduoti dengiamą dangą didelės energijos dalelėmis, kurios ardytų kristalitus, tačiau leistų formuoti porėtas dangas.

Tinkamiausiame išradimo įgyvendinimo variante, danga ant padėklo arba ant prieš tai suformuotos dangos yra formuojama diskrečiai kintančio lūžio rodiklio sluoksniais.

Kitame įgyvendinimo variante, dengiami sluoksniai (5, 6) neturi aiškos skiriamosios ribos ir realizuojamas gradientinis lūžio rodiklio kitimas, kaip dangos storio funkcija. Tokiu būdu gali būti formuojamos įvairios dangos, pavyzdžiui Rugate filtrai, veidrodžiai ar spektro bei pluošto dalikliai, poliarizatoriai ir kt. Šis įgyvendinimo variantas yra pakankamai nesudėtingai realizuotinas, turint omenyje, kad visa danga formuojama iš vienos taikinio (10) medžiagos, o porėtumą, taigi ir lūžio rodiklį, galima keisti tolygiai, sukant padėklą (1) arba padėklų laikiklį (12) apie ašį, lygiagrečią padėklų plokštumai.

APIBRĖŽTIS

1. Daugiasluoksnė dielektrinė danga, turinti lūžio rodiklio moduliaciją kaip funkciją nuo dangos storio, kur dangos sluoksnių energijos draustinių juostų tarpas yra 6 eV ar didesnis ir lūžio rodiklio moduliacija yra realizuojama nusodinant tą pačią taikinio medžiagą ir išgaunant skirtingą porėtumą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad visa danga arba bent jau viršutinė dangos sritis yra suformuota taip, kad turėtų amorfinę struktūrą ir šios dangos atspindžio koeficientas bent vienam spinduliuotės dažniui ar poliarizacijos dedamajai yra didesnis nei 90 %.

2. Plonasluoksnė dielektrinė danga pagal 1 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad daugiasluoksnė danga yra suformuota iš diskrečiai kintančio lūžio rodiklio sub sluoksnių su skirtingu porétumu.

3. Plonasluoksnė dielektrinė danga pagal 1 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad danga yra suformuota tolygiai moduluoto lūžio rodiklio tolygiai moduluojant dangos porétumą formavimo metu.

4. Plonasluoksnė dielektrinė danga pagal 1 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad suformuotųjų subsluoksnių medžiaga yra silicio oksidas arba hafnio oksidas, arba aliuminio oksidas, arba magnio fluoridas, arba lantano fluoridas, arba magnio oksidas, arba skandžio oksidas arba kita skaidri medžiaga, kurios draustinės juostos tarpas yra didesnis nei 6 eV arba jų kombinacija.

5. Plonasluoksnė dielektrinė danga pagal 1 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad taikinio medžiaga yra silicis, aliuminis, skandis, lantanas, magnis ar kitas metalas, kuris garinimo metu yra oksiduojamas arba fluoridinamas, taip formuojant ant padėklo norimus oksidus ar fluoridus, kurių draustinės juostos tarpas didesnis nei 6 eV.

6. Būdas formuoti dielektrinę daugiasluoksnę dangą, susidedantis iš šių

žingsnių:

- parūpinti bent vieną padėklą arba bent vieną padėklą su anksčiau suformuota danga,

- garinti vieną taikinio medžiagą ir šio proceso metu:

- nusodinti išgarintą medžiagą ant minėtojo padėklo arba minėtosios anksčiau suformuotos dangos, moduluojant porėtumą ir taip išgaunant reikiamą lūžio rodiklio moduliaciją,

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad visa danga arba bent jau viršutinė dangos sritis, pvz. trys ir daugiau sluoksnių, yra suformuoti taip, kad turėtų amorfinę struktūrą ir šios dangos atspindžio koeficientas bent vienam spinduliuotės dažniui ar poliarizacijos dedamajai yra didesnis nei 90 %.

7. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad nusodintos dangos medžiaga yra silicio oksidas arba hafnio oksidas, arba aliuminio oksidas, arba magnio fluoridas, arba lantano fluoridas, arba magnio oksidas, arba skandžio oksidas arba kita optinei spinduliuotei skaidri medžiaga, kurios draustinių juostų tarpas yra daugiau nei 6 eV.

8. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad lūžio rodiklio moduliacijos yra realizuojamos nusodinant taikinio medžiagą ir keičiant padengimo kampą sukančiam padėklą sluoksnio nusodinimo metu.

9. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad nusodinimo žingsnį sudaro dangos bombardavimas dalelėmis, taip išgaunant aukštesnį porėtumą ir žemesnį lūžio rodiklį ir pasiekiant išardytą kristalinę struktūrą, performuojant į struktūrą, panašią amorfinei.

10. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad nusodinimo žingsnį sudaro bent vieno padėklo atvėsinimas, tokiu būdu pasiekiant didesnį dangos porėtumą ir mažesnį lūžio rodiklį.

11. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienos taikinio medžiagos garinimo žingsnį sudaro garų srauto generavimas tiglyje kaitinant taikinio medžiagą.

12. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienos taikinio medžiagos garinimo žingsnį sudaro garų srauto generavimas jonais bombarduojant taikinio medžiagą.

13. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienos taikinio medžiagos garinimo žingsnį sudaro garų srauto generavimas elektronais bombarduojant taikinio medžiagą.

14. Būdas pagal 6 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienos taikinio medžiagos garinimo žingsnį sudaro garų srauto generavimas magnetroniniu dulkiniu.

15. Optinis komponentas, susidedantis bent iš padėklo bei daugiasluoksnės dielektrinės dangos, kurią sudaro bent trys ar daugiau tos pačios dielektrinės medžiagos sluoksnių, padengtų vienas ant kito bei turinčių skirtingą porėtumą (bei lūžio rodiklį), b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtieji dielektrinės medžiagos sluoksniai yra suformuojami taip, kad įgautų amorfinę struktūrą ir pilnai suformuotos daugiasluoksnės dangos atspindžio koeficientas bent vienam bangos dažniui ar poliarizacijos dedamajai yra didesnis už 90 %.

16. Optinis komponentas pagal 15 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bent trys išoriniai sluoksniai besiribojantys su aplinka minėtieji dielektrinės medžiagos sluoksniai yra iš dielektrinės medžiagos.

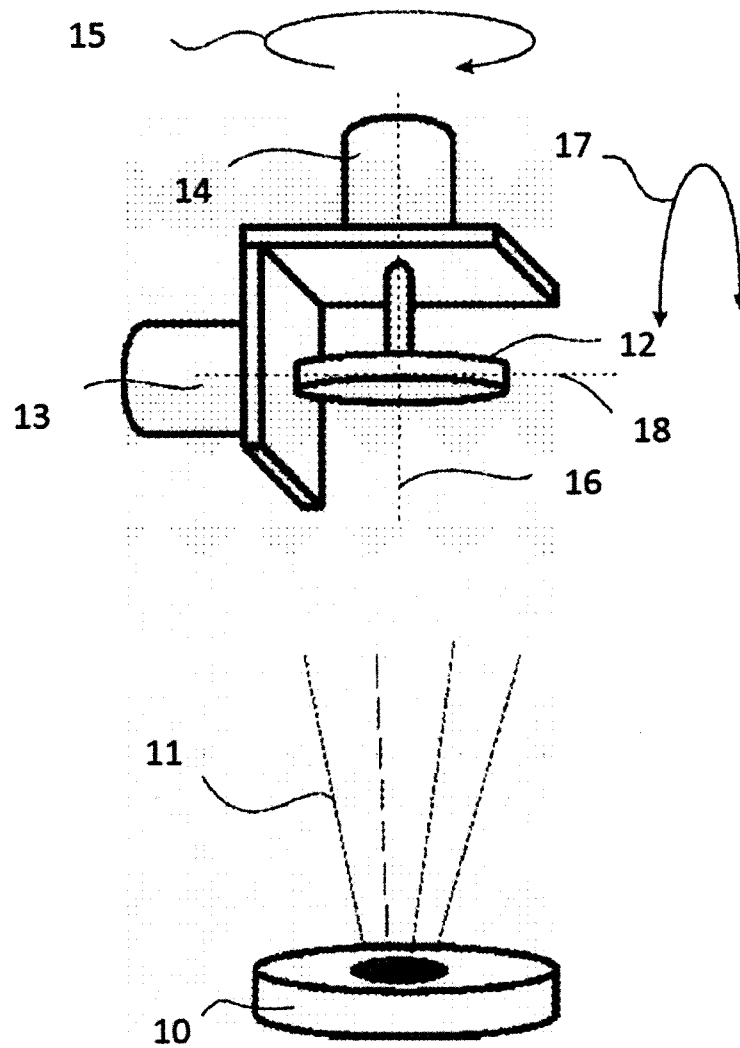


Fig. 1

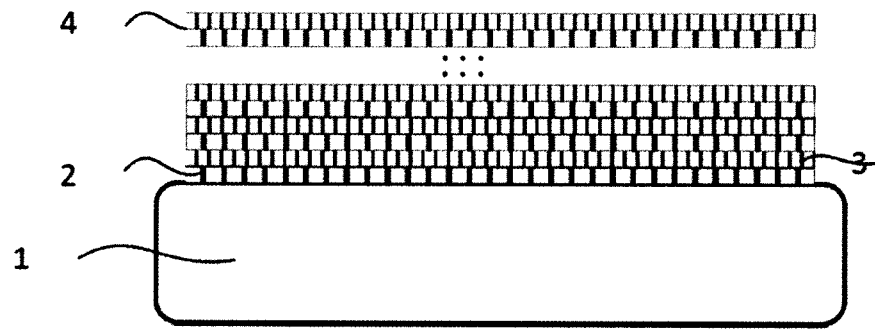


Fig. 2

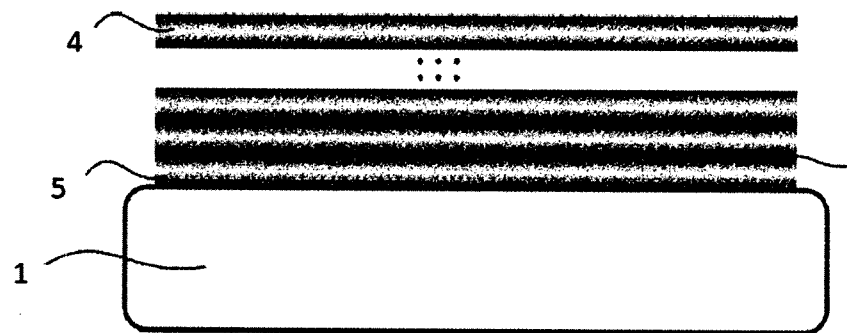


Fig. 3