



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2017 00167**

(22) Data de depozit: **20/03/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2022** BOPI nr. **6/2022**

(41) Data publicării cererii:
28/09/2018 BOPI nr. **9/2018**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA MATERIALELOR-INCDFM,
STR.ATOMIȘTILOR NR.405 A, MĂGURELE,
IF, RO;**
• **PRO OPTICA S.A.,
STR.GHEORGHE PETRAȘCU NR.67,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **INSTITUTUL DE OPTOELECTRONICĂ
S.A., STR.GHEORGHE PETRAȘCU, NR.67,
ET.4, CAM.401, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO**

(72) Inventatori:
• **COTÎRLAN-SIMIONIUC COSTEL,
CALEA FERENTARI NR. 72, BL.7C, SC. B,
AP. 13, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **RIZEA ADRIAN, ALEEA BUDACU NR.5,
BL.M3, AP.47, ET.1, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MARIN CONSTANTIN, STR. IALOMIȚEI,
NR.9, BL. B35, SC. A, AP. 9, ET.4,
SLOBOZIA, IL, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 2014/0085693 A1; US 8681428 B1;
EP 2778755 A1**

(54) **OCHELARI CU METASUPRAFETE PLASMONICE**



RO 132835 B1

1 Prezenta invenție se referă la un tip de ochelari pentru domeniul vizibil, 400-750 nm,
2 cu un ansamblu de doua interfețe cu nanostructuri plasmonice sau metasuprafețe (MTS)
3 plasmonice, realizate ca o structură specifică de analizor de stări de polarizare pe cele două
4 suprafețe ale lentilelor.

5 Interfața lentilelor dinspre obiect este structurată anizotrop pe întreaga arie ca lamela
6 retardoare în sfert de undă (MTS1), iar interfața lentilelor dinspre ochi (MTS2) este
7 structurată ca arie de pixeli cu micropolarizori liniari. Acești ochelari traduc în practică
8 avantajele imagisticii polarimetrice [**J. Scott Tyo et al, Applied Optics, 45(22), 5453 (2006)**]
9 în vizibil și utilizează capacitatea de integrare a ochilor. Nanostructurile realizate conform
10 acestei invenții pe suprafața lentilelor constituie în ansamblul lor MTS, adică metamateriale
11 (MTM) bidimensionale. MTM sunt o clasă de materiale compozite cu structura ordonată care
12 interacționează anizotrop sau izotrop, într-un plan sau mai multe, cu radiația electromag-
13 netică în moduri neobservate în mod natural. Aceste proprietăți se datorează incluziunilor
14 sau formațiunilor fabricate artificial cu dimensiuni mai mici decât lungimea de undă de
15 operare, distribuite regulat în masa sau pe suprafața unei matrici (material de baza) și sunt
16 extrinseci, adică de natură diferită față de materialul matriciei. Dacă incluziunile sunt metalice,
17 atunci MTM sunt desemnate ca plasmonice, adică materiale în care apar oscilații colective
18 ale electronilor de conducție induse rezonant prin excitarea cu lumina. Acestea prezintă
19 indice de refracție negativ și permit fabricarea componentelor optice ultrasubțiri fără aberațiile
20 optice clasice introduse de dioptrii sferici. Inovația își propune îmbunătățirea profunzimii
21 câmpului de vedere și a contrastului imaginilor percepute de ochi în condiții dificile de vizibili-
22 tate, atât pe timp de noapte cât și pe ceață. Acești ochelari sunt utili, de asemenea, pentru
23 eliminarea efectului de orbire provocat de lumina farurilor automobilelor care vin din sens
24 contrar în traficul de noapte. Fenomenele fizice care intervin la interfețe sunt reflexia, refrac-
25 ția, difracția, interferența, iar pe un ansamblu de nanostructuri sau particule sunt împrăștie-
26 rea, atenuarea și polarizarea luminii.

27 De-a lungul timpului s-au căutat metode și sisteme pentru creșterea rezoluției
28 imaginilor achiziționate și filtrarea informației optice pentru evidențierea semnalului util din
29 zgomotul de fond. Una dintre metode este imagistică polarimetrică. Domeniul de aplicare a
30 acesteia și modul de funcționare a unui analizor de stări de polarizare în procesarea
31 componentelor vectorului Stokes, un vector real cu patru elemente introdus în 1852 pentru
32 a descrie lumina total sau parțial polarizată pe baza măsurărilor de intensitate, au fost tratate
33 în extenso de către **J. Scott Tyo et al. în „Review of passive imaging polarimetry for
34 remote sensing applications”, Applied Optics, 45(22), 5453-5469, 2006. De asemenea,
35 W. Lukosz a demonstrat în "Optical systems with resolving powers exceeding the
36 classical limit II", J. Opt. Soc. Am. 57, 932-941 (1967) că este posibilă creșterea lărgimii
37 de bandă a armonicilor care formează o imagine prin redirecționarea frecvențelor spațiale,
38 chiar dublarea lărgimii de bandă prin transmiterea informației optice doar pentru o stare de
39 polarizare.**

40 Modalități de realizare a celor două metasuprafețe pentru domeniul infraroșu mediu
41 sunt descrise în [**S. A. Kemmes colab., SandiaReport: SAND2006-6889,60pag, nov.
42 2006, S. L. Wadsworthl, Glenn D. Boreman, Optics Express 18(13), 13345-13360 (2010)
43 și M. Kang, T. Feng, H. T. Wang, J. Li, Optics Express 20(14), 15882-15890, 2006**],
44 Printre altele se menționează că prin compararea cristalelor birefringente cu o lamelă cu
45 comutare de fază din MTM s-a concluzionat că lamela poate genera o diferență de indici de
46 refracție între două polarizări liniare mai mare decât cristalele.

RO 132835 B1

Nu este necesară o distanță lungă de interacțiune a radiației cu materia (de exemplu pentru obținerea rotirii planului de polarizare în cazul unei lamele retardoare în $\lambda/2$) și prin urmare MTM poate fi mai subțire decât lamela convențională cu comutare. Mai mult, atunci când MTM este mai subțire decât lungimea de undă avem de fapt o MTS, iar interacțiunea provenind de la difracția luminii între pixelii vecini poate fi neglijată. Prin urmare, controlul sub lungimea de undă a frontului de undă devine posibil (de exemplu un unghi de deflexie mai mare, focalizare mai strânsă sau extincție mai bună [J. J. Peltzer, P. D. Flammer, T. E. Furtak, R. T. Collins, R. E. Hollnrgsworth, **Ultra-high extinction ratio micropolarizers using plasmonic lenses, 2011, 19(19), Optics Express 18072-18079**].

Viciile de refracție ale ochilor cum ar fi miopia, hipermetropia, presbitismul și astigmatismul sunt compensate de obicei cu ochelari de vedere recomandați de medici oftalmologi. Lentilele acestor ochelari de vedere au parametri adecvați (dioptrie, distanța interpupilară, corecții de astigmatism, culoare) pentru o singură persoană și nu vindecă deformările globilor oculari, scăderea flexibilității cristalinelor sau opacifierea acestuia.

Pe de altă parte, rezolvarea unor detalii din imaginile observate în cazuri normale de vedere s-ar putea face prin mărirea dioptriilor, dar nu se recomandă utilizarea îndelungată a unor astfel de ochelari, pentru că solicită ochii să se adapteze la condiții care nu le sunt naturale.

Există ochelari stenopici cu lentile opace și perforații de aproximativ 1 mm diametru (<http://wwwv.pinhole.ro>) dispuse pe rânduri paralele. Acești ochelari sunt utili pentru refacerea într-un scurt timp a vederii, însă au un câmp de vedere îngust și nu se recomandă a fi purtați de exemplu în traficul rutier. În mod normal, toată deschiderea pupilei lasă să treacă lumina. Pentru că perforațiile au efectul de a reduce unghiul solid de dispersie a razelor de lumină care vin din orice punct al obiectului privit, ochelarii stenopici duc la o vedere mai clară pentru miopie, hipermetropie, presbitism și astigmatism. Astfel, prin blocarea razelor periferice, lăsând să intre în ochi numai razele care trec prin porțiunea de centru a pupilei, erorile de refracție sunt mult diminuate.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în îmbunătățirea profunzimii câmpului de vedere și a contrastului imaginilor percepute de ochi în condiții dificile de vizibilitate, atât pe timp de noapte cât și pe ceață.

Ochelari cu metasuprafețe plasmonice funcționând ca analizor de stări de polarizare, conform invenției, sunt alcătuiți din lentile plane cu substrat transparent în domeniul vizibil 400-750 nm, cu ambele suprafețe structurate prin metode litografice, prima suprafață, cea dinspre obiect, cu rol de lamelă retardoare realizează defazajul constant de $\pi/2$ pentru stări de polarizare liniare ortogonale cu nanoantene plasmonice sub formă de potcoavă pătrată cu axele optice rotite între ele cu unghi relativ de 180° pe o direcție bine precizată din planul metasuprafețelor, cu celula unitară de dimensiune D , iar a doua suprafață, cea dinspre ochi, având rol de arie de micropolarizori liniari, este constituită din câte patru micropolarizori pătrați de latura l cu plan individual de polarizare rotit la 45° relativ la planul de polarizare al micropolarizorilor sau pixelilor adiacenți, grupați într-un macropixel de latura $2l$, pentru ca imaginea finală să se obțină prin integrare pe retina umană cu o profunzime mai mare a câmpului de vedere și cu un contrast îmbunătățit; ansamblul metasuprafețelor ca polarizor și ca analizor realizează deviația constantă doar pentru un front de undă polarizat liniar în timp de frontul de undă polarizat ortogonal pe primul trece aproape nedeviat și astfel permite extincția selectivă sau transmisia neafectată a fasciculelor luminoase polarizate delimitate de micropolarizorii liniari în conformitate cu orientarea relativă dintre polarizor și analizor.

Avantaje:

- întrucât au suprafețe plane lentilele acestor ochelari nu introduc aberațiile specifice dioptrilor cu raza de curbură;

RO 132835 B1

- 1 - devine posibil controlul frontului de undă al unei polarizări liniare față de cealaltă
polarizare (un unghi de refracție mare) la dimensiuni sub lungimea de undă;
- 3 - discontinuitatea de fază este de bandă largă, adică depinde de lungimea de undă
mai puțin la nivelul structurilor de suprafață față de cea din volumul lamelelor sau lentilelor;
- 5 - conversia polarizării este de aproape 100% pe direcțiile x și respectiv y. Nu va
exista după trecerea prin MTS și MTS2 radiație transmisă care să-și păstreze starea inițială
7 de polarizare;
- pe timp de zi soarele este o sursă puternică de lumină inducând un domeniu
9 dinamic larg pentru semnăturile de polarizare, dar noaptea gama dinamică a semnalului este
mai mică, deci acești ochelari traduc o mare parte din semnăturile de polarizare în semnal
11 util, iar noaptea elimină efectul de orbire la lumina farurilor autovehiculelor ce vin din sens
contrar;
- 13 - sarcina retinei scade;
- reduc durerile de ochi și de cap cauzate de lucrul îndelungat în fața calculatorului
15 sau ecranului;
- completează excelent antrenarea ochilor pentru îmbunătățirea vederii;
- 17 - nu trebuie prescriși de către medic, întrucât nu au efecte secundare.
- Dezavantaje:
- 19 - structurarea suprafețelor se poate face economic deocamdată doar pe suprafețe
destul de limitate ca arie;
- 21 - grosimi mari ale lentilelor duc la o anumită diafonie între pixeli, adică la incidența
diferită de incidență normală pot să ajungă pe pixelii de la polarizor și semnale parazite, după
23 o dublă reflexie pe cele două interfețe interioare, în afara de fasciculele care trec direct prin
interfețele MTS1 și MTS2;
- 25 - reduc din intensitatea luminii receptate de ochi;
- ariile prea mici ale pixelilor polarizori ar putea diminua efectul general.
- 27 Prezenta invenție poate fi mai bine înțeleasă prin referire la desenele din figurile
anexate, în care:
- 29 - fig. 1, ilustrează principiul de funcționare al primei interfețe MTS1 cu variația liniară
a fazei doar pentru o componentă polarizată liniar;
- 31 - fig. 2, ilustrează o nanoantena plasmonică de pe MTS1 cu definirea parametrilor ei;
- fig. 3, ilustrează configurațiile metasuprafețelor MTS1 și MTS2.
- 33 Prezenta invenție constă în două structuri de suprafață MTS1 (notată cu **1** în fig. 1,
respectiv fig. 3) și MTS2 (notată cu **5** în fig. 3) realizate pe o lentilă plană **3**, transparente în
35 vizibil, prima este pe interfața de intrare a razelor de lumină cu front de undă plan **2** de la
scena observată și a doua pe interfața de ieșire a frontului plan **4** către ochiul observatorului.
- 37 Prima are rol de lamelă retardoare în sfert de undă, introducând un defazaj de $\lambda/4$ între
fasciculele de lumină cu stări de polarizare ortogonale, iar a doua cu o arie de polarizori
39 liniari are rol de analizor. Pixelii vecini de pe MTS2 sunt de formă pătrată, fiecare are latura
 l și sunt dispuși într-un alt pătrat cu latura $2l$ astfel încât formează un macropixel. În cadrul
41 macropixelului fiecare pixel polarizează liniar lumina cu planul de polarizare rotit la 45° față
de pixelii adiacenți. Macropixelul este capabil să creeze 4 fascicule cu polarizare liniară la
43 iluminarea cu lumina incidentă nepolarizată **2**. Ansamblul MTS1 și MTS2 formează un
analizor de stări de polarizare (ASP). Elementele componente ale MTS1, anume celula uni-
45 tară cu dimensiunea D , și ale MTS2, respectiv pixelul cu dimensiunea l , constituie un canal
care imprimă selectiv o defazare, o polarizare liniară și o extincție în secțiunea transversală
47 totală a fasciculului de lumină, astfel încât fasciculul total care trece prin întreaga arie a
lentilei plane să fie suma fasciculelor cu patru stări de polarizare liniare diferite, dar defazate
49 în $\lambda/4$, care în final vor fi integrate pe retina ochiului uman.

Pentru MTS1 ca lamela retardoare în sfert de undă ($\lambda/4$), nanoantenele plasmonice sunt structurate pe suprafață plană sub formă de potcoavă pătrată. Acestea sunt metalice sau semimetalice și pot fi structurate prin litografie în ultraviolet extrem (extreme ultraviolet lithography-EUVL) sau litografie nanoimprint (nanoimprint lithography-NIL), precum sunt fabricate și liniile pixelilor de polarizare de pe suprafața de ieșire (MTS2).

De fapt, variația de fază de-a lungul unui rezonator optic este întotdeauna însoțită de o variație mare în amplitudine. Însă este preferabil să obținem variația dorită a fazei pentru fasciculul polarizat transmis cu o amplitudine egală de-a lungul rezonatorului. Pentru a reconcilia faza cu amplitudinea poate fi utilizată o schemă cu dublă rezonanță pentru rezonatorii optici, astfel încât variațiile amplitudinii induse de cele două rezonanțe să se compenseze reciproc. Atunci amplitudinea transmisă va rămâne aproape constantă pe serii întregi de rezonatori plasmonici de forme diferite [X. Ni, N. K. Emani, A. V. Kildishev, A. Boltasseva, V. M. Shalaev, *Science*, **335**, (6067), 427 (2012)] sau orientări diferite. În cazul acestei invenții se utilizează orientarea antiparalelă a axelor optice pe Oy a doi rezonatori plasmonici de aceeași formă, dar cu dimensiuni mai mici decât lungimea de undă a radiației de lucru. În ce privește birefringenta, legea refracției (Snellius) poate fi generalizată în forma propusă în articolul [N. Yu, P. Genevet, M. A. Kats, F. Aieta, J. P. Tetienne, F. Capasso, Z. Gaburro, *Science*, **334**, (6054), 333-337 (2011)]:

$$n_i \sin \alpha_i - n_t \sin \alpha_t = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{d\Phi}{dx} \quad (1)$$

unde: α_i , (α_t) corespunde unghiului incident (respectiv refracție) al unei plane, n_i (n_t) este indicele de refracție al regiunii incidente (respectiv de refracție), $d\Phi/dx$ este variația spațială a fazei, iar λ lungimea de undă de lucru. Dacă presupunem că unda plană 2 nepolarizată este normală incidența pe MTS1 ca în fig. 1, atunci unghiul de refracție al unei plane cu polarizare liniară perpendiculară pe Ox 4 este dat de relația:

$$\sin \alpha_t = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{d\Phi}{dx} \quad (2)$$

pentru care s-a presupus în relația (1) ca $\alpha_i = 90^\circ$, iar $n_t = 1$. Atunci variația liniară a fazei pe direcția Ox, sau altfel spus $d\Phi/dx = \text{constant}$, poate duce la refracția unei plane polarizate liniar la un unghi determinat prin relația (2), în timp ce unda polarizată perpendicular pe Oy va fi aproape nereflectată.

În acord cu schema din fig. 1, variația liniară a fazei are gradientul $d\Phi/dx = 2\pi/D$, unde D este dimensiunea unei celule cu nanoantene plasmonice pentru care unghiul de rotație al axei optice al nanoantenelor variază de la 0 la π . Considerând mărimea finită a unei semicelule cu o singură nanoantena plasmonică ca fiind (a) cu discontinuitatea $b-2w$, variația fazei pe această distanță D nu este continuă, ci discretă, în timp ce pe direcția perpendiculară discontinuitatea a-b poate fi făcută mult mai mică. Dacă $a = b$, atunci structura plasmonică de suprafață este o serpentină ca în lucrarea [S. L. Wadsworth, Glenn D. Boreman, *Optics Express*, **18**(13), 13345-13360, (2010)] și birefringentă este maximă. Fiecare nanoantena este rotită față de nanoantena vecină cu π . Apare un decalaj de fază egal cu $\pi/2$ între undele cu două stări ortogonale de polarizare liniară pe Ox și respectiv Oy, adică lamela retardoare introduce o diferență de drum egală cu $\lambda/4$. Discontinuitatea de fază depinde doar de controlul precis la un nivel sub lungimea de undă al profilului rotațional al axelor optice ale antenelor, în care variația unghiului de rotație este constantă, și respectiv controlul discontinuităților spațiale $b-2w$ și $a-b$. Deci, prin simpla manipulare a acestor

RO 132835 B1

1 parametri, pentru un material cu proprietăți plasmonice excelente pe domeniul spectral ales,
se obține o deviație liniară a fascicului luminos cu direcția de polarizare perpendiculară pe
3 interfața de intrare MTS1, în condițiile în care lamela plană poate fi foarte subțire, pentru ca
variația fazei nu se acumulează în mediul lamelei prin dispersie, ci geometric pe suprafața
5 sa. Astfel, o proiectare simplă face cu puțință modelarea eficace a birefringentei la
dimensiuni sub lungimea de undă de operare. Parametrii nanoantenei plasmonice din cadrul
7 MTS1 din fig. 2 pot fi aleși conform lucrărilor [M. Kang et al, **Optics Express**, **20(14)**, **15882-15890**,
2012 și S. L. Wadsworth, P. G. Clem, E. D. Branson, G. D. Boreman, **Optical Materials Express**,
9 **1(3)**, **466-479**, **2011**]: $a = \lambda_c/3$, $b = 0,2 \lambda_c$, $w = 0,033 \lambda_c$, $h = 0,066 \lambda_c$,
unde: λ_c este lungimea de undă centrală din domeniul vizibil, iar h este înălțimea
11 nanoantenei. Pentru MTS2 se pot alege parametrii după modelul precizat în [S.A.;
Kemmet al., Sandia Report SAND2006-6889, Sandia National Laboratories, Nov. 2006],
13 latura pixelului $l < 20 \mu\text{m}$, înălțimea $h = \lambda_c/3,8$; perioada liniilor $T = 0,1 \lambda_c$, factor de umplere
50%, adică lățimea liniilor metalice este egală cu distanța dintre ele. Ar putea ca $l = D$, dacă
15 din optimizarea structurilor de interfață va rezulta acest fapt, dar nu este util ca l să fie sub
dimensiunea celulelor cu bastonașe sau conuri de pe retina umană.

17 Nanoantenele plasmonice de pe interfețele MTS1 și MTS2 se obțin pentru funcțio-
narea în vizibil prin litografie în ultraviolet extrem (EUVL) sau litografie nanoimprint (NIL) din
19 materiale cu caracter metalic sau semimetalic selectate conform [G. Naik, A. Boltasseva,
doi: **10.1117/2.1201201.004077**. **SPIE Newsroom 2012**], de exemplu din: Au, Ag, TiN, ZrN
sau ITO.

21 Procedura tehnologică preferată de realizare a nanostructurilor pe suprafață este
23 EUVL cu lift-off:

- substratul, care poate fi o plachetă de BK7 transparentă în domeniul vizibil, se
25 degresează prin fierbere în tricloretilena, apoi se clătește în acetonă;

- se depune un strat de fotorezist AZ1505 prin spin-coating la 5000 rot/min, timp de
27 1 min;

- se aplică un tratament termic la 120°C timp de 50 s într-o etuvă;

29 - se expune la radiația EUV prin masca cu tiparul de elemente sub formă de potcoavă
realizată prin litografie cu fascicul de electroni pentru MTS1 și prin masca cu linii pentru
31 MTS2;

- se dezvoltă fotorezistul expus cu AZ 726 MIF într-un timp mai scurt de 1 min;

33 - prin pulverizare catodică în sistem magnetron (RF sputtering) sau evaporare termică
în vid (TVE) sau depunere cu laser pulsant (PLD) se depune stratul de 35÷50 nm de Au, Ag,
35 TiN, ZrN sau ITO pe ambele interfețe;

- cu remover AZ 100 sau acetonă se îndepărtează fotorezistul cu strat metalic sau
37 semimetalic și rămân pe interfețe elementele (nanoantenele) plasmonice.

În loc de EUVL se poate apela la litografia nanoimprint (NIL) aplicată în conformitate
39 cu descrierea din referința [Torres CM. S., „**Nanoimprint lithography: an alternative
nanofabrication approach**”, **Materials Science and Engineering: C**, **23(1-2)**, **2003**, **23-31**]
41 în etapa de impresiune a fotorezistului, apoi se parcurg celelalte etape descrise mai sus.

43 Aplicațiile posibile ale opticii plane cu metasuprafețele propuse sunt în domeniul
obținerii și prelucrării imaginilor în condiții dificile de vizibilitate pentru șoferi, piloți de
aeronave sau nave maritime sau pentru sporirea calității imaginilor achiziționate în aplicații
45 științifice, de mediu, biologie, medicină și farmacologie.

47 Tehnologic, noua soluție constructivă permite fabricarea și implementarea rapidă a
opticii de polarizare fără aberații clasice în instrumente portabile, în scopul de a reduce prețul
prohibitiv al echipamentelor cu optică complexă.

RO 132835 B1

Ochelarii propuși în invenție, prin structura pixelată a metasuprafețelor, nu îngustează câmpul de vedere lăsând să treacă mult mai multă lumină, dar corectează într-o măsură mult mai mică viciile de refracție decât ochelarii stenopici. În schimb permit creșterea rezoluției imaginilor achiziționate pe baza capacității de integrare a ochilor pentru imagini venite pe canale foarte apropiate și cu polarizări diferite. Fiecare canal transmite o informație polarimetrică specifică de bandă mai largă, caracterizată de o componență a vectorului Stokes, iar sumarea informațiilor este realizată pe retină.	1 3 5 7
Integrarea tuturor semnalelor vizuale de bandă mai largă prin ambii ochi ar duce la o imagine stereoscopică finală de rezoluție mai bună. S-ar pierde totuși din intensitatea luminii, datorită absorbției în straturile depuse pe cele două interfețe ale lentilelor. Acest efect ar fi puțin sesizabil doar în condiții de iluminare scăzută.	9 11
Persoanele cu vedere normală îi pot utiliza la întregul potențial. Se recomandă ca persoanele cu ochi cu focalizare anormală să se acomodeze treptat. Timpul de folosire la început trebuie să fie mai scurt, de exemplu 15 min. Ulterior timpul poate fi mărit.	13
Se recomandă folosirea acestor ochelari cu analizor de stări de polarizare atât pentru vederea la distanță (în spațiul liber), cât și la vederea în apropiere (în spații închise). În spațiile închise poate să apară necesitatea măririi intensității luminii, pentru că metasuprafețele atenuează din intensitatea luminii. Pot fi folosiți, de asemenea, în timpul vizionării programelor TV.	15 17 19

RO 132835 B1

Revendicări

1

3

1. Ochelari cu metasuprafețe plasmonice funcționând ca analizor de stări de polarizare, **caracterizați prin aceea că**, sunt alcătuiți din lentile plane cu substrat (3) transparent în domeniul vizibil, 400-750 nm, cu ambele suprafețe structurate prin metode litografice, prima suprafață (1), cea dinspre obiect, cu rol de lamelă retardoare realizează defazajul constant de $\pi/2$ pentru stări de polarizare liniare ortogonale cu nanoantene plasmonice sub formă de potcoavă pătrată cu axele optice rotite între ele cu unghi relativ de 180° pe o direcție bine precizată din planul metasuprafețelor, cu celula unitară de dimensiune D, iar a doua suprafață (5), cea dinspre ochi, având rol de arie de micropolarizori liniari, este constituită din câte patru micropolarizori pătrați de latura l cu plan individual de polarizare rotit la 45° relativ la planul de polarizare al micropolarizorilor sau pixelilor adiacenți, grupați într-un macropixel de latura 2 l, pentru ca imaginea finală să se obțină prin integrare pe retina umană cu o profunzime mai mare a câmpului de vedere și cu un contrast îmbunătățit.

11

13

15

2. Ochelari cu metasuprafețe plasmonice funcționând ca analizor de stări de polarizare cu metasuprafețe plasmonice conform revendicării 1, **caracterizați prin aceea că**, ansamblul metasuprafețelor (1) ca polarizor și (5) ca analizor realizează deviația constantă doar pentru un front de undă polarizat liniar (4) în timp de frontul de undă polarizat ortogonal pe primul trece aproape nedeviat și astfel permite extincția selectivă sau transmisia neafectată a fasciculelor luminoase polarizate delimitate de micropolarizorii liniari în conformitate cu orientarea relativă dintre polarizor și analizor.

17

19

21

(51) Int.Cl.

G02C 7/12 (2006.01);

G02B 5/30 (2006.01);

G01N 21/21 (2006.01)

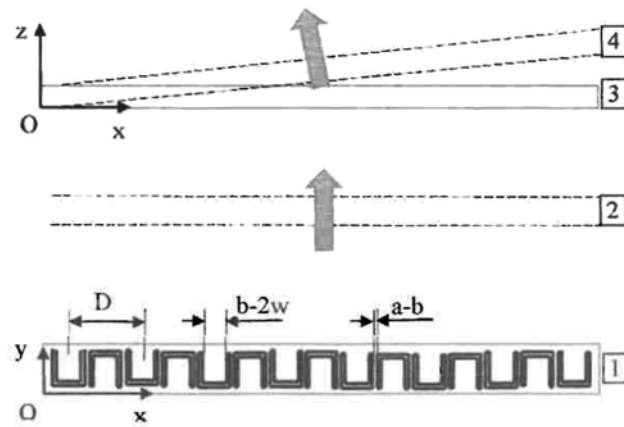


Fig. 1

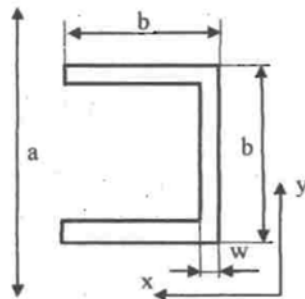


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G02C 7/12 (2006.01);

G02B 5/30 (2006.01);

G01N 21/21 (2006.01)

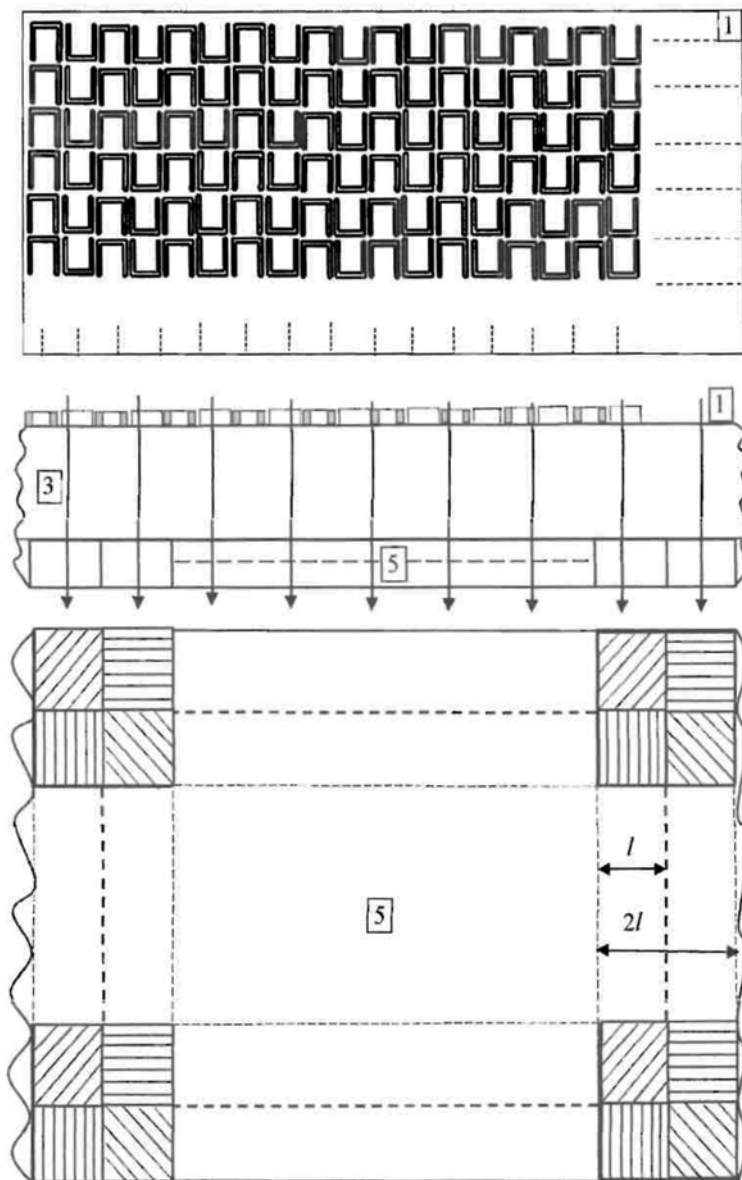


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 291/2022