



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00291

(22) Data de depozit: 30/05/2022

(41) Data publicării cererii:
29/11/2023 BOPI nr. 11/2023

(71) Solicitant:
• PAVEL EUGEN, CALEA MOȘILOR NR.
274, BL. 18, SC. A, ET.9, AP. 34,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• PAVEL EUGEN, CALEA MOȘILOR
NR. 274, BL. 18, SC. A, ET.9, AP. 34,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ DE DETECȚIE CU CONFINARE CUANTICĂ
PENTRU TELESCOAPE OPTICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de detecție cu confinare cuantică pentru telescoapele optice, prin care se realizează o creștere a rezoluției unghiulare a acestor telescoape. Metoda de detecție cu confinare cuantică conform invenției constă în montarea unei probe, care este un material tip sandwich, în focarul oglinzii/ lentilei principale a unui telescop optic, expunerea probei pe o durată controlată la radiația obiectului astronomic studiat și analizarea probei scrise la TEM, SEM, AFM sau STM, sandwich-ul fiind realizat dintr-un fotorezist cu confinare cuantică depus pe un substrat de sticlă sau este realizat dintr-un fotorezist cu confinare cuantică situat între substratul de sticlă și un strat de grafenă.

Revendicări: 3

Figuri: 2

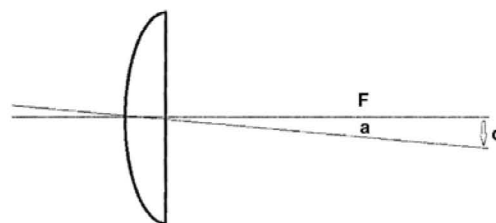


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	<i>e 2022 00291</i>
Data depozit	30-05-2022

5

METODA DE DETECTIE CU CONFINARE CUANTICA PENTRU TELESKOAPE OPTICE

Cererea de brevet de invenție “Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice” este o continuare a CBI 2019 00630/07.10.2019 cu titlul “ Nanolitografiere optica a materialelor bidimensionale”.

DOMENIUL TEHNIC AL INVENTIEI

Telescoapele optice sunt instrumentele de baza in cercetarea astronomica, fiind proiectate sa focalizeze lumina de la un obiect indepartat intr-o imagine situata in planul focal al oglizii/lentilei principale.Ele sunt utilizate si in alte instrumente optice precum teodolite, binocluri sau teleobiective pentru camerele de fotografiat/filmat.

Problema tehnica pe care o rezolva aceasta inventie consta in realizarea unei metode de crestere a rezolutiei unghiulare a telescoapelor optice cu utilizarea pentru detectie a materialelor bazate pe confinarea cuantica.

STADIUL TEHNICII

Telescoapele optice se impart in mai multe tipuri: a) telescoape refractoare, care utilizeaza lentile (luneta Galilei), b) telescoape reflectoare, care utilizeaza oglinzi (telescoape de tip Newton, Cassegrain, Gregory) si telescoape catadioptrice, care utilizeaza lentile si oglinzi (Schmidt, Maksutov-Cassegrain).

Dezvoltarea telescoapelor optice a fost directionata pe doua mari directii: a) proiectarea unor sisteme optice performante si b) dezvoltarea unor senzori sensibili.

Detectorul initial utilizat in masuratorile astronomice a fost ochiul uman. Ulterior s-au folosit placi fotografice si recent detectoarele electronice. Actualmente se folosesc pe scara larga camerele CCD (charge-coupled device) cu sensibilitate la nivel de fotoni. Dimensiunea unui pixel apartinand camerei CCD trebuie sa fie comparabila cu dimensiunea discului Airy.

Difractia luminii limiteaza rezolutia instrumentelor optice. In cazul telescoapelor, suprapunerea discurilor Airy dupa criteriul Rayleigh permite obtinerea urmatoarei formule pentru rezolutia unghiulara minima:

$$\sin(\theta) = 1.22 \times \lambda / a$$

unde λ este lungimea de unda a luminii, si a este diametrul lentilei/oglinzii. Cu cit diametrul oglinzii telescopului va fi mai mare cu atit rezolutia va fi mai buna. Telescopul Grand Telescopico Canarias cu oglinda avind diametrul de 10,4 m are o rezolutie teoretica de 0,012 secunde de arc, in timp ce telescopul spatial Hubble cu oglinda de 2,4 m are rezolutia teoretica de 0,052 secunde de arc. Intrucit atmosfera terestra distorsioneaza puternic semnalele captate (reducere a rezolutiei unghiulare de 5-10 ori), Hubble a permis obtinerea unor imagini de foarte buna calitate. Cresterea rezolutiei se poate efectua prin utilizarea unei retele de telescoape, in care semnalele de la fiecare oglinda se compun coerent. Astfel Very Large Telescope (VLT), cu 4 oglinzi de 8,2 m are o rezolutie de 0,002 secunda de arc. Costurile cresc exponential cu numarul de oglinzi si diametrul acestora.

Dezvoltarea unor tehnici care sa evite efectele difractiei luminii ar determina o crestere a rezolutiei optice a telescoapelor. Litografierea cantica optica [1-3] a permis scrierea cu lumina la o rezoluție de 1 nm, prin utilizarea unui fotorezist cu efect de confinare cantica (E. Pavel, Brevet RO130592).

DESCRIEREA DETALIATA A INVENTIEI

Invenția, descrisa in continuare, se refera la o metoda de utilizare a materialelor cu confinare cantica pentru inregistrarea imaginilor astronomice la o rezolutie marita fata de limita impusa de difractie.

In conformitate cu invenția, fasciculul luminos produs de oglinda/lentila principala a telescopului este focalizat pe un sandwich care contine un strat de material cu confinare cantica.

In Figura 1 se prezinta traseul razelor de lumina pentru unghiuri mici.

Formula care indica rezolutia unghiulara pentru confinarea cantica este:

$$\text{tg}(\alpha) = d/F ; d = 1 \text{ nm}; F - \text{distanța focala}$$

In Figura 2 se prezinta imaginea fotorezistului QMC-5 (a) si a sandwich-ului grafena-fotorezist QMC-5 (b) după procesul de scriere. In urma procesului de nanoablatie, zonele expuse radiatiei luminoase sunt

eliminate. Condițiile experimentale (putere laser, lungimea de undă, viteza de mișcare a spotului luminos) determină forma și dimensiunile zonei scrise, care vor fi analizate ulterior la TEM, SEM, AFM sau STM.

Domeniul de aplicare a prezentei invenții constă în realizarea de sisteme de detectie bazate pe materiale cu confinare cuantică care să permită obținerea unei rezoluții unghiulare a telescoapelor optice de circa 1000-10000 de ori mai mare decât limita impusă de difracție.

Avantajele invenției sunt:

- rezoluție unghiulară mărită
- realizarea unor sisteme de detectie performante, care să necesite telescoape cu oglinzi având diametre mai mici, produse cu costuri reduse

Invenția prezentă este ilustrată în mod particular cu următoarele 2 exemple, care nu vor limita însă invenția numai la aceste exemple. Descrierea elementelor favorite ale invenției are caracter exemplificator.

Conform unei variante de realizare, sistemul de detectie cu confinare cuantică utilizează un sandwich grafena-fotorezist QMC-5 montat pe o lunetă cu diametrul obiectivului de 50 mm.

În alta variantă de realizare, sistemul de detectie cu confinare cuantică utilizează un strat de fotorezist QMC-5 montat pe un telescop având diametrul oglinzii de 200 mm.

Exemplul 1

Un substrat de sticlă pe care s-a depus un sandwich grafena-fotorezist QMC-5 (CBI 2019 00630/07.10.2019, Exemplul 1) este montat în focarul lentilei principale al unei lunete cu diametrul lentilei de 50 mm și distanța focală de 600 mm. Luneta cu montură ecuatorială și sistem de poziționare automată GoTo este focalizată pe steaua Betelgeuse timp de 136 secunde.

Proba analizată la AFM indică o zonă scrisă de circa 140 nm.

Exemplul 2

În exemplul 2 se utilizează un substrat de sticlă pe care s-a depus un strat de fotorezist QMC-5. Proba s-a montat în focarul unui telescop reflector de tip Newton cu diametrul oglinzii principale de 200 mm și o distanță focală de 1000 mm. Montura ecuatorială cu sistemul de poziționare automată GoTo a permis expunerea probei la radiația stelei Betelgeuse timp de 235 secunde. Imaginile TEM ale probei investigate indică un disc scris cu diametrul de 240 nm.

Întrucât invenția a fost descrisă cu exemple detaliate, se consideră că sunt posibile realizarea altor variante, care să nu afecteze spiritul și scopul acestei invenții.



Referințe

- [1] E. Pavel, V. Marinescu and M. Lungulescu, "Nanopatterning of monolayer graphene by quantum optical lithography ", *Appl. Opt.*, **60** (2021) 1674-1677
- [2] E. Pavel, G. Prodan, V. Marinescu and R. Trusca, "Recent advances in 3- to 10-nm quantum optical lithography ", *J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS* **18**(2), 020501(2019).
- [3] E. Pavel, S. Jinga, B. S. Vasile, A. Dinescu, V. Marinescu, R.Trusca, N. Tosa, Quantum Optical Lithography from 1 nm resolution to pattern transfer on silicon wafer, *Opt Laser Technol* **60** (2014) 80-84.
- [4] E. Pavel, US 9,547,238, „Photoresist with rare-earth sensitizers”, Jan. 17, 2017



Revendicări

1. Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice, **caracterizata prin aceea ca** are următoarele etape:

- montarea unei probe, constind dintr-un sandwich care contine un strat de material cu confinare cuantica, in focarul oglinzii/lentilei principale a unui telescop optic;
- expunerea probei pe o durata controlata la radiatia obiectului astronomic studiat;
- analiza probei scrise la TEM, SEM, AFM sau STM.

2. Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca** sandwich-ul consta din fotorezist cu confinare cuantica depus pe un substrat de sticla.

3. Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca** sandwich-ul consta din fotorezist cu confinare cuantica situat intre un substrat de sticla si un strat de grafena.

4. Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice, **caracterizata prin aceea ca** are următoarele etape:

- montarea unei probe, constind dintr-un sandwich care contine un strat de material cu confinare cuantica, in focarul oglinzii/lentilei secundare a unui telescop optic;
- expunerea probei pe o durata controlata la radiatia obiectului astronomic studiat;
- analiza probei scrise la TEM, SEM, AFM sau STM.

5. Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice, conform revendicarii 4, **caracterizata prin aceea ca** sandwich-ul consta din fotorezist cu confinare cuantica depus pe un substrat de sticla.

6. Metoda de detectie cu confinare cuantica pentru telescoape optice, conform revendicarii 4, **caracterizata prin aceea ca** sandwich-ul consta din fotorezist cu confinare cuantica situat intre un substrat de sticla si un strat de grafena.



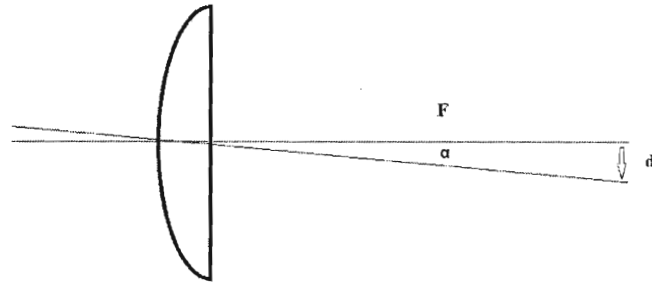


Fig. 1



Fotorezist cu efect de confinare cuantica
Substrat

(a)



Grafena
Fotorezist cu efect de confinare cuantica
Substrat

(b)

Fig. 2