



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00830

(22) Data de depozit: 02/12/2019

(41) Data publicării cererii:
30/06/2021 BOPI nr. 6/2021

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICA
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI
(INFLPR), STR. ATOMIȘTILOR NR. 409,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• ANDREI FLORIN, ALEEA CETĂȚUIA,
NR. 1, BL. M21, SC.3, AP.141, BUCUREȘTI,
B, RO;

• SCARISOREANU NICU DOINEL,
STR. VOINICULUI, NR.5, MĂGURELE, IF,
RO;
• ION VALENTIN, STR. FIZICIENILOR 19,
BL. M2, SC. A, ET. 1, AP. 5, MĂGURELE, IF,
RO;
• DINESCU MARIA, STR. BARCA, NR. 17,
BL. M8, AP. 17, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO

(54) PROCEDEU DE OBTINERE DE HETEROSTRUCTURI
PEROVSKITICE INORGANICE PENTRU APLICAȚII
FOTOELECTROCHIMICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a unor heterostructuri perovskitice inorganice cu stabilitate fotoelectrochimică ridicată pe bază de ferită de lantan LaFeO_3 și ferită de bismut BiFeO_3 prin depunere laser pulsată pe substraturi conductoare de SrTiO_3 dopate cu 7% Nb. Procedeu conform invenției constă în determinarea condițiilor experimentale optime de obținere a heterostructurilor de LaFeO_3 și BiFeO_3 pe substraturi de Nb - SrTiO_3 pentru obținerea unei stabilități fotoelectrochimice mari și o rezistență mărită la degradare chimică în medii alcaline extreme, testarea funcționalității acestor dispozitive într-o celulă fotoelectrochimică, conținând un electrolit puternic alcalin de NaOH cu $\text{pH} = 13,7$, la care a fost cuplat un sistem format din trei electrozi, iradierea realizându-se cu ajutorul unei diode laser cu lungimea de undă de 405 nm.

Revendicări: 1
Figuri: 8

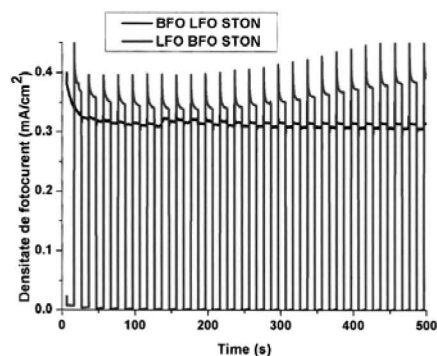


Fig. 7



Procedeu de obtinere de heterostructuri perovskitice inorganice pentru aplicatii fotoelectrochimice

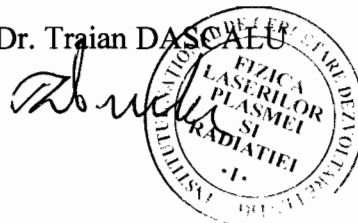
Descrierea inventiei

Prezenta inventie se refera la un procedeu de obtinere de heterostructuri cu stabilitate fotoelectrochimica ridicata, pe baza de ferita de lantan (LaFeO_3) abreviat LFO si ferita de bismut (BiFeO_3) abreviat BFO, prin procesare laser - Depunere Laser Pulsata (PLD) pe substraturi conductoare de SrTiO_3 dopate cu Nb (STON) in proportie de 7%.

Energia solara poate fi folosita in fotoelectrochimie ca sursa de iradiere a fotoelectrozilor. In urma iradierii, sunt generati purtatori de sarcina (electroni negativi si goluri pozitive) care au rolul deplasarii reactiei chimice in directia formarii produsilor de interes. Cu alte cuvinte, in fotoelectrochimie energia solara este convertita in energie chimica. Unul dintre cele mai studiate procese fotoelectrochimice este disocierea fotochimica a moleculei de apa (H_2O) in gazele componente (H_2 si O_2). Hidrogenul generat, poate fi utilizat mai apoi, drept combustibil cu zero emisii. Mai mult, procesele fotoelectrochimice pot fi utilizate in degradarea diferitilor poluanti organici din ape reziduale. Ferita de bismut (BiFeO_3 -BFO) este un material multiferoic cu structura perovskitica, ce poseda polarizare electrica spontana ridicata ($\sim 150 \mu\text{C}/\text{cm}^2$) si valoare mica a benzii interzise ($\sim 2.69 \text{ eV}$) [Q. Tan, et. al., **Materials (Basel)** 11(6) (2018)] [H. Li; J. Xi; Z. Ji; CN109473285 (A) — 2019-03-15]. Aceste caracteristici plaseaza BFO in randul celor mai utilizate materiale perovskitice inorganice ca fotoelectrozi in reactiile fotoelectrochimice. Valoarea ridicata a polarizarii ofera o imbunatatire a eficientientelor reactiilor fotoelectrochimice prin faptul ca asigura o separare mai buna a purtatorilor de sarcina fotogenerati, astfel acestia ajung in numar mai mare sa transforme reactantii in produse de reactie. Efectul feroelectric prezent in filmele subtiri de BFO asupra proprietatilor fotoelectrochimice de descompunere a moleculei de apa este detaliat in literatura [J. Song, et. al., **Nano Res.** 11(2) (2018)]. De asemenea, T. Gao si colaboratorii au raportat un studiu detaliat cu privire la influenta metodei de preparare si a morfologiei structurilor de BFO asupra proprietatilor fotocatalitice [T. Gao, et. al., **Rev. Adv. Mater. Sci.** 40 (2015)].

Director General,

Dr. Traian DASCALU



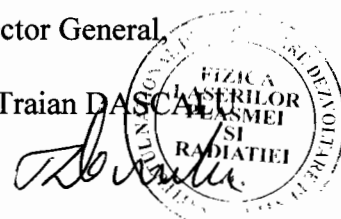
Filme subțiri de BFO cu proprietăți feroelectrice ridicate, depuse prin PLD pe substraturi având diferite orientări cristalografice au fost obținute pentru aplicații fotoelectrochimice. Valori de aproximativ 0.08 mA/cm^2 la 0 V față de electrodul de referință Ag/AgCl au fost raportate [J. Song, et. al., *Nano Res.* **11(2)** (2018)]. Radiația solară este compusă dintr-un procent de 40% din radiație în domeniul vizibil, 10 % în domeniul ultraviolet, restul fiind în domeniul infraroșu. Pentru o absorbție optimă a luminii de către un material semiconductor, acesta trebuie să prezinte o valoare energetică a benzii interzise de $\sim 2.0\text{-}2.2 \text{ eV}$. De asemenea, este dovedit că eficiențele fotoelectrochimice cele mai ridicate s-au obținut în electroliti alcalini cu valorile ale pH-ului foarte ridicate, unde s-au raportat valori ale fotocurenților generați de până la 0.8 mA/cm^2 la un potențial aplicat de 1.4 V față de electrodul reversibil de hidrogen [F. Haydous, et. al., *Sci Rep.* **8(1)** (2018)].

Unul dintre dezavantajele majore ale BFO este stabilitatea chimică scăzută, bismutul (Bi) fiind un element volatil la temperaturi înalte și vid înalt. În consecință, obținerea filmelor subțiri de BFO necesită utilizarea unei tinte cu exces de Bi pentru a compensa pierderea acestuia la temperaturile înalte la care are loc procesul de ablație laser [V. Anbusathaiah, et. al., *Appl. Phys. Lett.* **93** (2008)]. Mai mult, obținerea în fază pură a BFO necesită un control riguros al parametrilor experimentali (temperatura, presiune de oxigen, fluență laser). În caz contrar, faze secundare de Fe_2O_3 și Bi_2O_3 se pot forma în timpul procesului de depunere de straturi subțiri [H. Bea, et. al., *Appl. Phys. Lett.* **87** (2005)][M. Murakami, et. al., *Appl. Phys. Lett.* **88** (2006)]. De asemenea, vacanțele de oxigen care se formează în structura materialului conduc la un curent de scurgere ridicat. Prin urmare, instabilitatea chimică a BFO, oferă un ciclu de utilizare limitat în care eficiența fotoelectrochimică se diminuează în timp, conducând în final la deteriorarea completă a întregului dispozitiv [S. H. Lim, et. al., *Appl. Phys. Lett.* **92** (2008)][X. D. Qi, et. al., *Appl. Phys. Lett.* **86** (2005)].

Ferita de lantan (LaFeO_3 - LFO) este un material oxidic complex, ce face parte din clasa perovskitelor. Acesta prezintă, pe lângă o stabilitate chimică excelentă în medii puternic alcaline prezintă și o valoare a energiei benzii interzise de $\sim 2.1 \text{ eV}$, ceea ce îi oferă posibilitatea absorbției luminii într-un domeniu spectral mai larg [G. Weixing; J. Li; C. Wang; J. Dang; B. Huang; CN107032540 (A) — 2017-08-11].

Director General,

Dr. Traian DASCALU



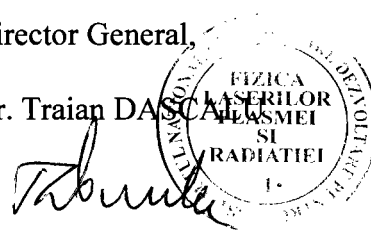
S-a demonstrat ca LFO prezinta stabilitate ridicata peste 120 de ore atunci cand este integrat intr-un dispozitiv folosit pentru masuratori fotoelectrochimice. Iradierea fotoelectrodului s-a realizat cu lumina din domeniul vizibil, iar valoarea densitatii de fotocurent a fost $\sim 0.2 \text{ mA/cm}^2$ [Q. Yu, et. al., **Chem. Commun.** **51** (2015)]. De asemenea, May si coechipierii au raportat un studiu detaliat cu privire la efectul grosimii straturilor subtiri de LFO obtinute prin PLD asupra proprietatilor fotoelectrochimice. In urma iradierii in domeniul vizibil, s-au obtinut valori ale fotocurentilor generati mai mici de 0.7 mA/cm^2 la tensiuni aplicate de 1.6 V fata de RHE [K. J. May, et.al., **J Phys Chem Lett** **6** (2015)]. Prin urmare, combinarea proprietatilor photoelectrochimice excelente ale feritei de bismut (BiFeO_3) cu stabilitatea chimica a feritei de lantan (LaFeO_3) conduce la obtinerea de dispozitive fotoelectrochimice cu proprietati excelente si stabilitate ridicata in timp.

Problema pe care o rezolva inventia este stabilitatea scazuta a feritei de bismut (BiFeO_3) in puternic alcaline, utilizate pentru masuratori fotoelectrochimice, problema rezolvata prin stabilirea unui procedeu folosit pentru realizarea dispozitivelor multistrat formate din materiale perovskitice ($\text{LaFeO}_3/\text{BiFeO}_3/\text{Nb:SrTiO}_3$), folosind tehnica ablatiei laser pulsata (PLD), utilizate in aplicatii fotoelectrochimice, care sa asigure o absorbtie eficienta a luminii in domeniul spectral vizibil si sa prezinte o stabilitate ridicata in conditii baze extreme.

Principalul motiv al acestui brevet este reprezentat de posibilitatea folosirii dispozitivului pentru un numar ridicat de cicluri fotoelectrochimice cu utilizarea mai eficienta a energiei solare. Depunerea unui strat de LFO peste BFO depus in prealabil pe substrat de STON conduce la generarea de noi dispozitive cu stabilitata chimica ridicata si proprietati fotoelectrochimice imbunatatite. Acest dispozitiv a fost obtinut intr-un reactor inchis (camera de depunere) care este vidat inaintea inceperii procesului de preparare, astfel riscul contaminarii cu agenti din exterior fiind minim. Tehnica laser utilizata pentru obtinerea dispozitivelor, implica focalizarea unei radiatii laser pulsata pe suprafata unei tinte ceramice constituita din materialul ce se doreste a fi depus. Din interactia dintre radiatia laser cu materialul ceramic (tinta) rezulta o plasma. Fluxul de material generat in urma procesului de ablatie este depus pe un substrat sub forma de film subtire. Substratul colector este pozitionat paralel fata de tinta ceramica, distanta dintre acestea (substrat-tinta) fiind bine cunoscuta. Schema detaliata a intregului sistem este prezentata in Fig. 1.

Director General,

Dr. Traian DASCALU



Parametrii de depunere: Condițiile experimentale utilizate pentru producerea de heterostructuri LFO/BFO/STON au fost optimizate printr-un studiu parametric. Initial, filmul subtire de BFO/STON a fost obtinut cu ajutorul unui laser excimer ArF cu emisie la 193 nm si frecventa de 5 Hz. Materialul a fost depus dintr-o tinta ceramica comerciala de BFO pe substraturi de STON comerciale, substraturile nefiind tratate chimic sau termic inainte de inceperea procesului de depunere. Conditii experimentale diferite au fost utilizate pentru gasirea unui set de parametri optimi pentru obtinerea filmelor subtiri de BFO/STON. Ca urmare a acestor studii, fluenta optima a laserului in cazul prepararii filmelor de BFO/STON este 1.58 J/cm^2 . Temperatura la care a fost incalzit substratul in timpul depunerii a fost 700°C , incalzirea realizandu-se cu 50° C/min , iar distanta dintre substrat si tinta fiind de $\sim 3.8 \text{ cm}$. Depunerea filmelor subtiri de BFO s-a facut in flux continuu de oxigen, presiunea partiala din camera de depunere fiind stabilizata la 0.13 mbar. Depunerea stratului de LFO peste filmul subtire de BFO/STON s-a realizat fara deschiderea incintei de depunere, astfel nu a existat riscul contaminarii probelor. Rotirea tintelor s-a facut cu ajutorul sistemului de rotatie prezentat in Fig. 1. In cazul LFO, s-au folosit aceleasi fluenta a laserului si temperatura a substratului. Distanta dintre tinta si substrat a fost scazuta la 3.8 cm, iar presiunea de oxigen din incinta a fost tot 0.13 mbari. Racirea heterostructurii finale s-a facut cu 10° C/min . Numarul de pulsuri laser a fost de 1000 pentru BFO si 1000 pentru LFO.

In plus, pe langa heterostructura prezentata anterior, pentru a putea fi realizata o comparatie adecvata, s-a produs si un dispozitiv in care straturile de perovskit au fost depuse in urmatoarea ordine : un film subtire de LFO pe substratul de STON, peste care a fost depus un strat de BFO avand aceeasi grosime. Condițiile experimentale au fost identice ca in cazul obtinerii heterostructurii LFO/BFO/STON, numai ordinea in care au fost depuse cele doua straturi fiind diferita. Astfel, proprietatile fotoelectrochimice ale dispozitivele avand stratul de LFO ca material de suprafata, pot fi comparate cu succes cu cele avand LFO ca strat intermediar.

Proprietatile filmelor subtiri au fost investigate cu ajutorul diferitelor tehnici de caracterizare. Topografia suprafetei a fost studiata cu ajutorul microscopiei de forta atomica (AFM) si a microscopiei electronica de baleiaj (SEM), grosimea si proprietatile optice ale filmelor subtiri au fost determinate cu ajutorul spectroelipsometriei (SE).

Director General,

Dr. Traian DASCALU



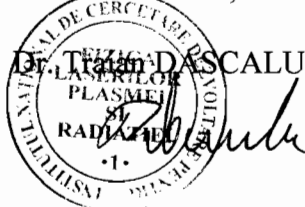
Testările de stabilitate fotoelectrochimică în soluție electrolitică puternic alcalină au fost realizate într-o celulă de cuarț cu un sistem format din 3 electrozi și o sursă de iradiere la 405 nm.

Analizele de microscopie de forță atomică pe arii mici ($5\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$) ale stratului superior de LFO, se observă că suprafețele sunt curate, fără crapecuri sau picături ce ar fi putut să se formeze în urma procesului de ablație laser (Fig. 2a). De asemenea, se observă formarea unor nanostructuri interconectate. Atât înălțimea, cât și lățimea acestora ajung la valori de aproximativ 10-15 nm. Rugozitatea RMS este relativ mică, fiind în jur de 4 nm. Pe arii mai mari ($20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$) se observă o suprafață netedă lipsită de defecte (Fig. 2b). Suprafața netedă a stratului superior de LFO este confirmată și de imaginea SEM din Fig. 3. În cazul analizei AFM pe heterostructura de tip BFO/LFO/STON, pe arii mici ($5\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$) (Fig. 4a) se observă apariția unor cristalite pe suprafața filmului subțire, dimensiunea acestora fiind de $\sim 10\text{-}20$ nm. Apariția acestor cristalite nu este doar locală, acestea fiind prezente și pe zone mai mari ($20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$), după cum se poate observa în Fig. 4b. Rugozitatea suprafeței este similară cu cea obținută în cazul probei ce avea LFO ca material de suprafață.

Măsurătorile optice au fost efectuate cu ajutorul spectro-elipsometriei. Din analiza măsurătorilor experimentale, efectuate pe un interval spectral cuprins între 250-1700 nm, a rezultat o grosime a heterostructurii LFO/BFO de 13 nm cu o rugozitate a stratului superior (LFO) de 1.3 nm. Din punct de vedere al proprietăților optice, în Fig. 5 a. sunt reprezentate curbele de dispersie ale constantelor optice (indicele de refracție și coeficientul de extincție). În cazul indicelui de refracție au fost obținute valori mari ($n \sim 2.3\text{-}2.2$) pe întreg spectrul măsurat. Din punct de vedere al coeficientului de extincție (sau al coeficientului de absorbție optică) acesta prezintă o creștere ușoară pe intervalul spectral cuprins între 550 și 1000 nm. La lungimi de undă mai mici de 550 nm (sau, exprimat în energie, la energii mai mari de $E = 2.25$ eV) acesta crește foarte mult, primul maxim al absorbției obținându-se la lungimea de undă de 385 nm. Pentru lungimea de undă de 405 nm, lungime folosită în cazul iradierii dispozitivului electrochimic, coeficientul de extincție are o valoare destul de mare, de $k = 0.6$.

În cazul heterostructurii BFO/LFO/STON (BFO depus peste LFO), se obțin constante optice diferite, cu valori mai mari ale indicelui de refracție ($n \sim 2.3\text{-}2.4$) și valori mai mici ale coeficientului de extincție la lungimea de undă folosită la iradiere (405 nm ; $k = 0.03$).

Director General,



În cazul acestei heterostructuri maximul de absorbție este deplasat spre lungimi de undă mai mici, acesta situându-se la lungimea de undă de 285 nm (sau $E=4.35$ eV în scala energetică). Pe intervalul spectral cuprins între 450-1700 nm (ViS-IR apropiat) valoarea coeficientului de extincție este 0, heterostructura BFO/LFO fiind optic transparentă.

Comparând din punct de vedere optic cele două tipuri de heterostructura (fig 5a și 5b) se observă că pentru o absorbție a luminii mai bună atât la lungimea de undă de 405 nm folosită în experimentele de iradiere cât și pe un spectru mai larg din domeniul vizibil – IR apropiat, heterostructura LFO/BFO/STON este calitativ superioară heterostructurii BFO/LFO/STON.

După investigarea proprietăților morfologice și optice ale heterostructurilor de LFO/BFO/STON și BFO/LFO/STON, stabilitatea acestora în medii chimice puternic alcaline a fost testată cu ajutorul voltametriei liniare. Această tehnică are la bază măsurarea curentului generat în urma reacției fotoelectrochimice în funcție de timp, aplicându-se o tensiune constantă. Tensiunea a fost aplicată cu ajutorul unui potențostat. Măsurătorile au fost realizate într-o celulă de cuarț la care au fost legați 3 electrozi: electrodul de referință (Ag/AgCl), electrodul auxiliar (Pt) și electrodul de lucru (LFO/BFO/STON, respectiv BFO/LFO/STON). În cazul electrodului de lucru, contactul electric s-a realizat pe spatele substratului de STON prin lipirea unui fir conductor cu pasta de argint. Mai apoi, spatele și părțile laterale ale heterostructurii au fost izolate cu ajutorul unei rășini rezistente în mediu alcalin, astfel se elimină producerea unui scurt circuit la imersarea dispozitivului în soluția electrolitică. Electrolitul utilizat a fost o soluție puternic alcalină de NaOH (0.5 M ; pH=13.7). Iradierea dispozitivelor s-a realizat cu ajutorul unei diode laser cu lungime de undă fixă (405 nm) și putere de ~ 5 mW. Schema sistemului de măsurare fotoelectrochimică este prezentată în detaliu în Fig. 6.

Măsurătorile potențostatice pentru analiza stabilității heterostructurilor de tip LFO/BFO/STON și BFO/LFO/STON sunt prezentate în Fig. 7. Dispozitivele au fost iradiate cu lumină tăiată (oprit-10s-pornit-10s-) timp de 500 s. Tensiunea aplicată a fost de 0.4 V față de electrodul de referință Ag/AgCl. Se poate observa că fotoelectrodul de LFO/BFO/STON prezintă stabilitate ridicată pe tot domeniul de timp studiat. De asemenea, curentul fotogenerat în urma reacției fotoelectrochimice este în jurul valorii de 0.4 mA/cm^2 .

Director General,

Dr. Irinel DASCALU



Mai departe, testarea acestora in regim potentiodynamic s-a realizat (Fig 8). In cazul acestui tip de masuratoare, curentul fotogenerat este inregistrat in timp ce potentialul este crescut in timp. Cu ajutorul acestei masuratori, se poate studia efectul tensiunii aplicate asupra separarii purtatorilor de sarcina. Valoarea maxima a fotocurentului generat este de aproximativ 1 mA/cm^2 la un potential aplicat de 1.8 V fata de electrodul de referinta Ag/AgCl . De asemenea, dispozitivul studiat prezinta stabilitate ridicata chiar si la valori mari ale diferentei de potential aplicate, ceea ce ofera utilizarea fotoelectrodului in domenii largi de potential. Valorile fotocurentilor obtinuti in cazul heterostructurii BFO/LFO/STON sunt de aproximativ 5 ori mai mici la potentialul maxim aplicat in cazul acestor masuratori.

Exemplul de realizare a inventiei reiese din comparatia prezentata in Figurile 7 si 8 intre performantele potentiodynamice si potentiostatice ale heterostructurilor cu BFO strat terminal (BFO/LFO/STON - performanta dinamica si stabilitate scazute) si cele cu LFO strat terminal (LFO/BFO/STON - performanta dinamica si stabilitate ridicate):

- Performante potentiodynamice ridicate pentru heterostructura LFO/BFO/STON : 1 mA/cm^2 la un potential aplicat de 1.5 V fata de electrodul de referinta Ag/AgCl . fata de 0.1 mA/cm^2 la un potential aplicat de 1.5 V fata de electrodul de referinta Ag/AgCl in cazul heterostructurii BFO/LFO/STON .
- Performante potentiostatice ridicate (stabilitate in timp) pentru heterostructura LFO/BFO/STON : 0.40 mA/cm^2 pentru 900s la un potential aplicat de 0.4 V fata de electrodul de referinta Ag/AgCl . fata de 0.08 mA/cm^2 la un potential aplicat de 0.4 V fata de electrodul de referinta Ag/AgCl in cazul heterostructurii BFO/LFO/STON .

Heterostructurile de tip LFO/BFO/STON obtinute prin tehnici de procesare cu laser, pot fi utilizate in domeniul fotoelectrochimic cu stabilitati excelente in medii chimice puternic alcaline, chiar si la valori mari ale tensiunii aplicate. Acestea poseda proprietati fizico-chimice mult superioare heterostructurilor de tip BFO/LFO/STON datorita stratului de LFO aflat la suprafata, care ofera stabilitate ridicata si absorbtie eficienta a luminii.

Director General,

Dr. Traian DASCALU



Prin aplicarea inventiei se obtin heterostructuri cu stabilitate ridicata in domenii extreme de lucru pentru aplicatii fotoelectrochimice; se simplifica procesul tehnologic implicat in obtinerea acestor heterostructuri prin depunere laser folosind sisteme multitinta si parametrii de depunere similari pentru cele doua materiale utilizate; metoda de procesare laser poate fi utilizata si in cazul altor tipuri de dispozitive cu proprietati asemanatoare.

Director General,

Dr. Traian DASCALU



Lista figuri:

Figura 1: Schema detaliata a sistemului PLD folosit pentru obtinerea heterostructurilor de LFO/BFO/STON si BFO/LFO/STON; 1. Laser; 2. Atenuator; 3. Oglinzi; 4. Lentila de focalizare; 5. Fereastra de cuarț; 6. Capac; 7. Camera de Reactie; 8. Furtun pentru vid; 9. Pompa turbo, vid inalt; 10. Pompa mecanica, vid preliminar; 11. Interfata digitala pentru controlarea translatiei si rotatiei tintelor; 12. Interfata digitala pentru controlarea cuptorului; 13. Cuptor; 14. Suport de fixare cuptor; 15. Suport sistem de rotatie; 16. Tinte; 17. Sistem de translatie; 18. Sistem de rotatie 19. Substrat; 20. Geamuri camera de reactie.

Figura 2: a) Imagine AFM ($5\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$) obtinuta pe stratul superior de LFO; b) Imagine AFM ($20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$) obtinuta pe stratul superior de LFO.

Figura 3: Imagine SEM obtinuta pe stratul superior de LaFeO_3 .

Figura 4: a) Imagine AFM ($5\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$) obtinuta pe stratul superior de BFO; b) Imagine AFM ($20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$) obtinuta pe stratul superior de BFO.

Figura 5: a) Curbele de dispersie ale indicelui de refractie si coeficientului de extinctie pentru heterostructura de LFO/BFO/STON; b) Curbele de dispersie ale indicelui de refractie si coeficientului de extinctie pentru heterostructura de BFO/LFO/STON.

Figura 6: Schema sistemului de testare fotoelectrochimica, 1. Celula fotoelectrochimica; 2. Potentiostat; 3. Dioda laser; 4. Lentila de focalizare; 5. Chopper lumina; 6. Suport pentru celula fotoelectrochimica; 7. Electrode auxiliar; 8. Electrode de lucru (LFO/BFO/STON sau BFO/LFO/STON); 9. Electrode de referinta; 10. Film subtire de LFO/BFO/STON sau BFO/LFO/STON (electrode de lucru)

Figura 7: Stabilitatea heterostructurilor de tip LFO/BFO/STON si BFO/LFO/STON in timp

Figura 8: Masuratori fotoelectrochimice in regim potentio dinamic pe heterostructurilor de tip LFO/BFO/STON si BFO/LFO/STON

Director General,

Dr. Traian DASCALU



Revendicari

Procedeul de obtinere de heterostructuri perovskitice inorganice pentru aplicatii fotoelectrochimice ce permite realizarea unor dispozitive formate din materiale perovskitice ($\text{LaFeO}_3/\text{BiFeO}_3/\text{Nb:SrTiO}_3$) folosind tehnica ablatiei laser, cuprinde o succesiune de etape, si anume: stabilirea parametrilor de lucru (temperatura substrat, presiunea gazului in timpul depunerii, lungimea de unda, fluenta laser in timpul depunerii, rampa de incalzire/racire a substratului, distanta tinta-substrat, numarul de pulsuri); pregatirea camerei de ablatie prin curatare cu reactivi (acetona, alcool, etc); curatarea substratului colector; lipirea pe suportul ce asigura variatia temperaturii in timpul depunerii; introducerea in camera de ablatie a tintelor ceramice si a suportului colector; evacuarea aerului din incinta si introducerea gazului de lucru; incalzirea suportului pe care este montat substratul; ablarea consecutiva a tintelor ceramice; racirea substratului; aerisirea incintei.

Metoda de obtinere a heterostructurilor din materiale perovskitice este caracterizata prin aceea ca folosind urmatorul set de parametri se obtin dispozitive capabile sa absoarba radiatia solara din domeniul vizibil si stabile in medii bazice extreme:

- lungimea de unda a fascicului laser de 193 nm;
- Fluenta laser de 1.58 J/cm^2
- distanta tinta-substrat 3.8 cm;
- temperatura de depunere 700°C ;
- presiunea de oxigen din timpul depunerii de 0.13 mbar;
- numarul de pulsuri: 1000 pulsuri pentru BiFeO_3 si 1000 pulsuri pentru LaFeO_3 ;
- rampa de incalzire 50°C/min
- rampa de racire 10°C/min

Director General,

Dr. Traian DASCALU

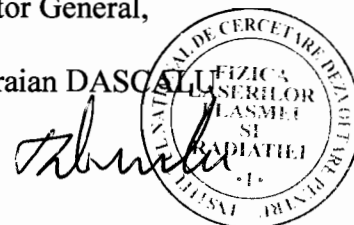
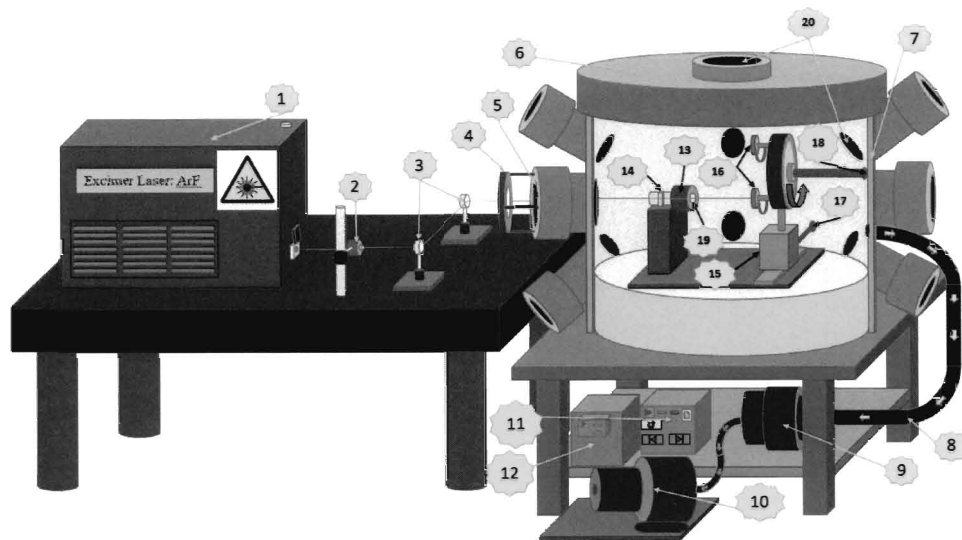


Figura 1

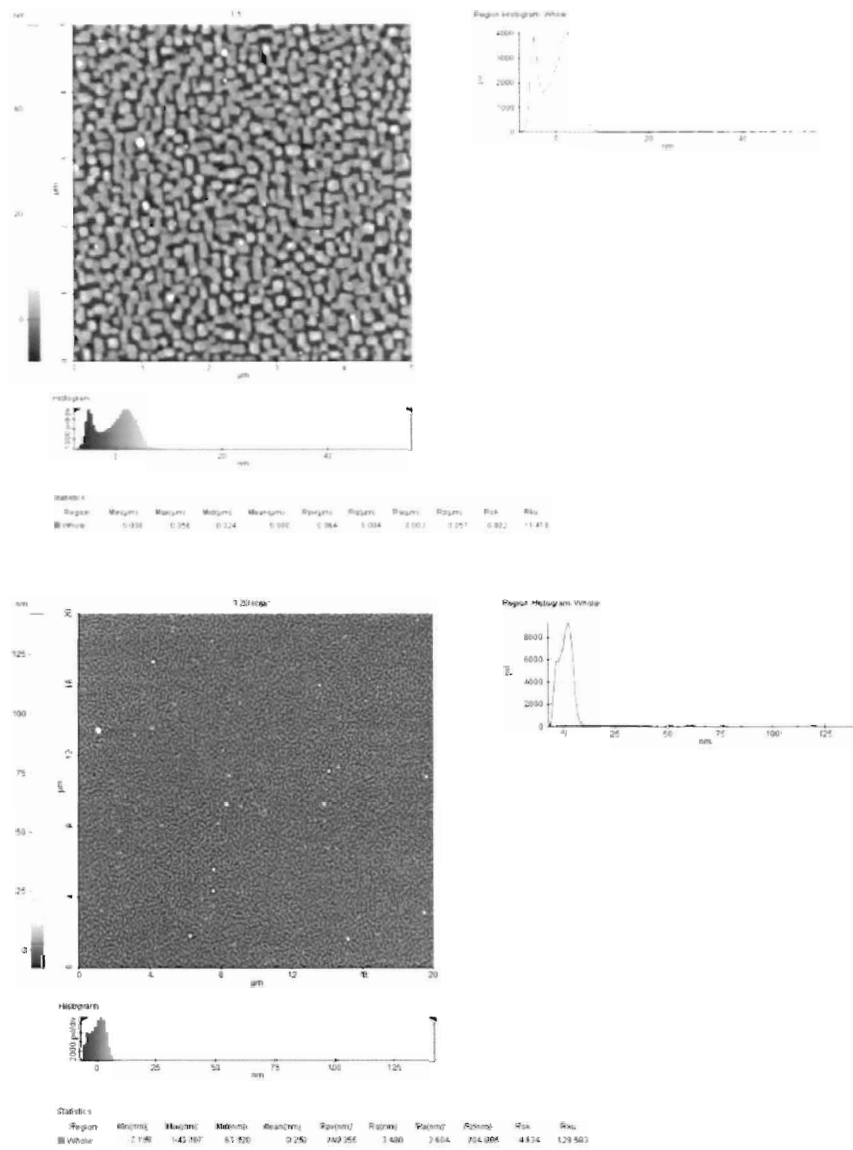


Director General,

Dr. Traian DASCALU



Figura 2



Director General,

Dr. Traian DASCALU



8

Figura 3



Director General,

Dr. Traian DASCALU

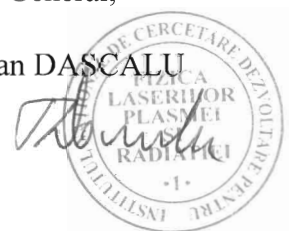
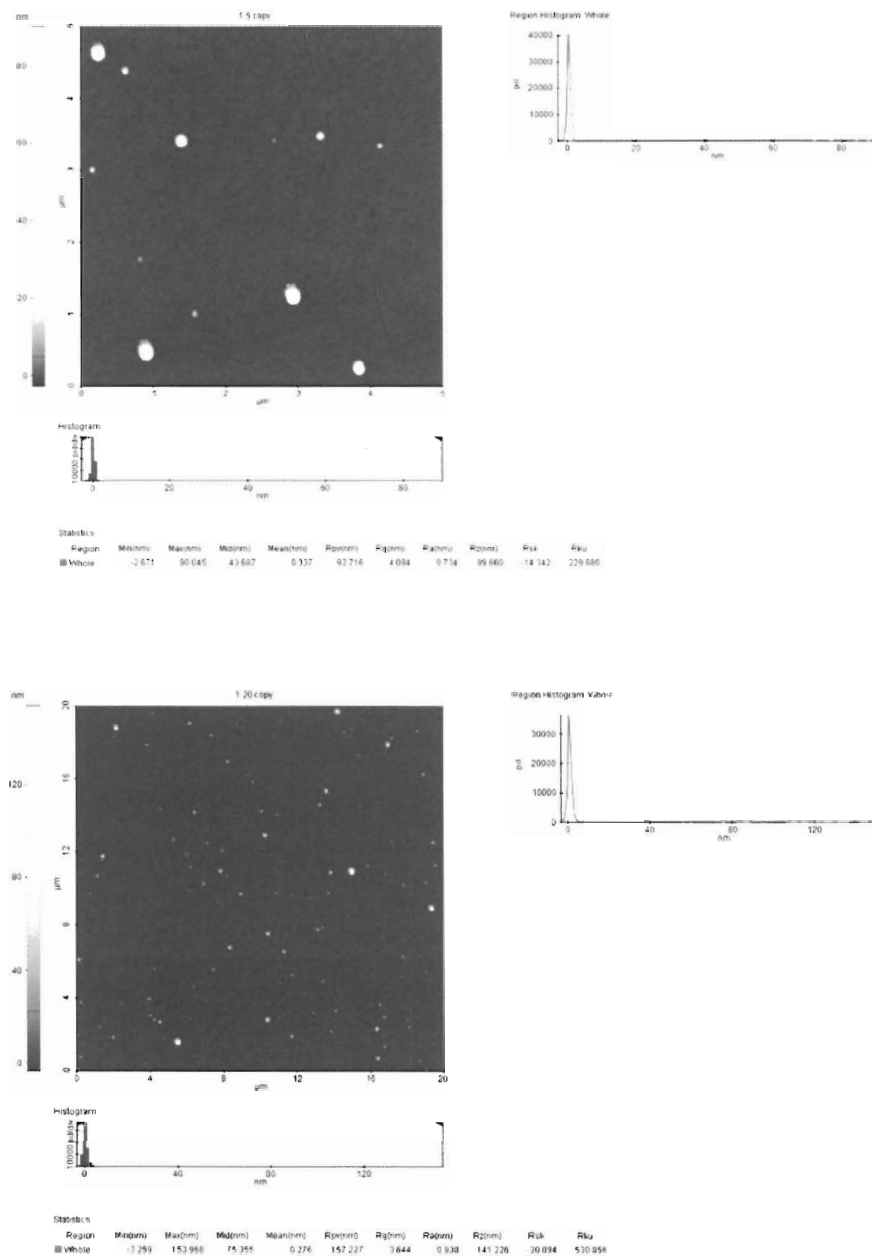


Figura 4

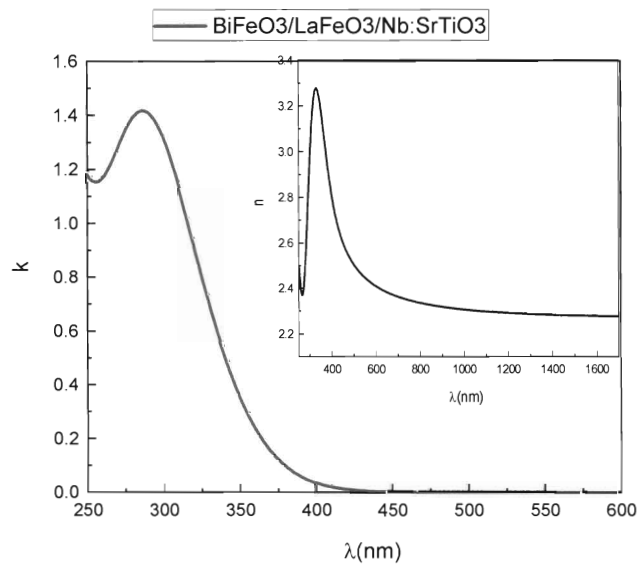
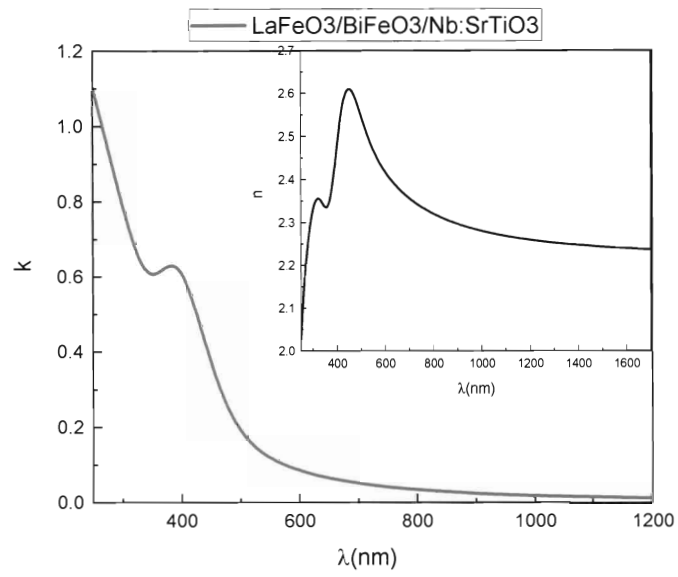


Director General,

Dr. Traian DASCALU



Figura 5



Director General,

Dr. Traian DASCALU

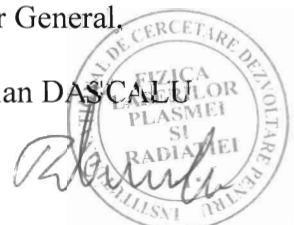
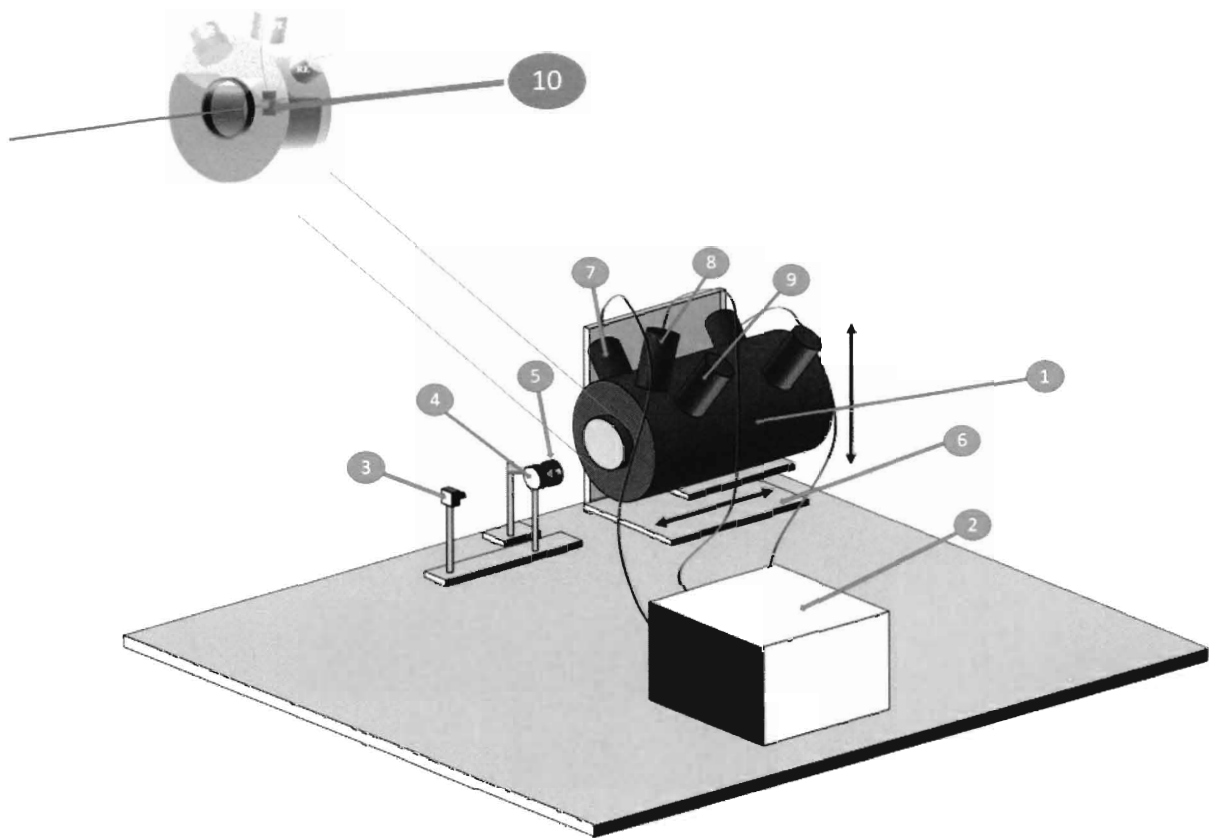


Figura 6



Director General,

Dr. Traian DASCALU

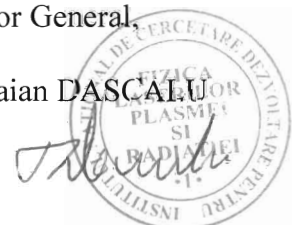
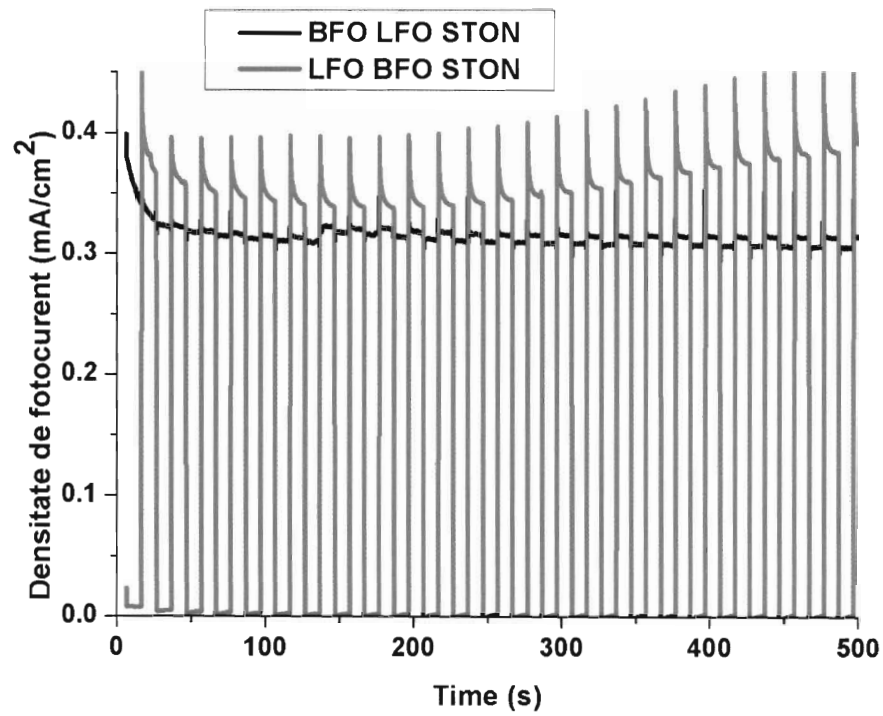




Figura 7



Director General,

Dr. Traian DASCALU

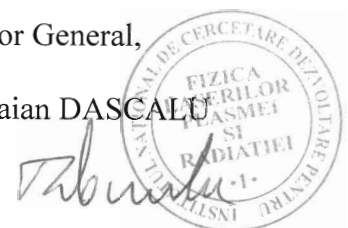
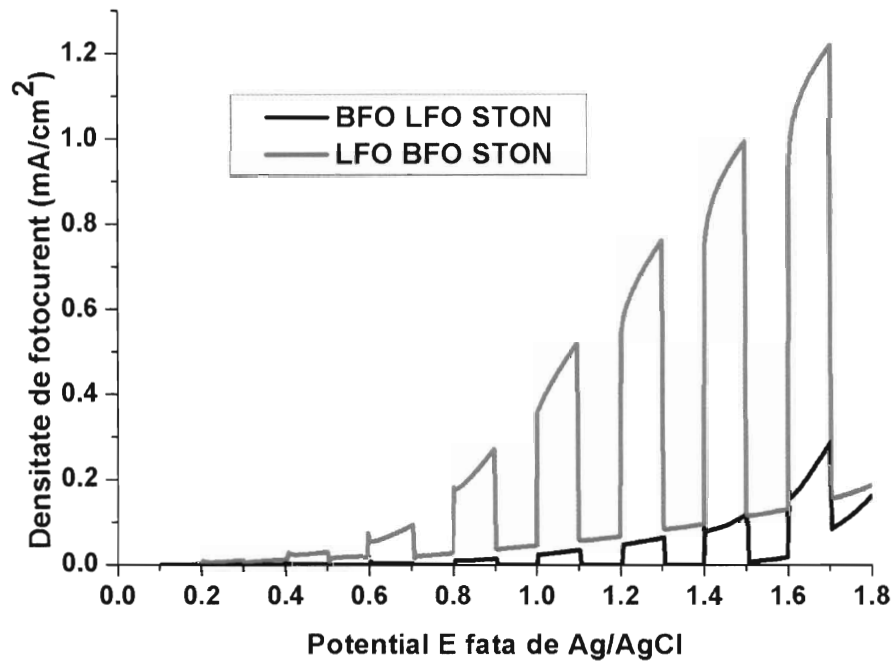


Figura 8



Director General,

Dr. Traian DASCALU

