



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00209

(22) Data de depozit: 26/04/2021

(41) Data publicării cererii:
28/10/2022 BOPI nr. 10/2022

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA MATERIALELOR,
STR. ATOMIȘTILOR NR. 405A,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• CRISAN OVIDIU ALEXANDRU,
STR. JEAN STERIADI, NR.4, BL.118, SC.C,
AP.34, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• CRISAN ALINA DANIELA,
STR. JEAN STERIADI, NR.4, BL.118, SC.C,
AP.34, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• LECA AUREL, STR. PĂPUȘOIULUI NR. 9,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(54) **NANOCLUSTERI METALICI FePt, METODA LOR
DE OBTINERE ȘI DE FUNCȚIONALIZARE DUALĂ,
SUPERFICIALĂ A ACESTORA PENTRU APLICAȚII
DE TERAPIE HIPERTERMICĂ CONTROLATĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un material magnetic nanostructurat alcătuit din nanoclusteri magnetici FePt funcționalizați superficial cu radicali liberi de tip monomer, utilizat în dispozitive destinate terapiei magneto-termice precum și în alte aplicații medicale, și la un procedeu de obținere a acestuia. Materialul conform invenției are următoarea compoziție în procente atomice Fe55Pt45, este obținut prin agregare în gaz nobil de Ag într-o incintă cu vid înalt, prezintă faza structurală L10 și următorii parametri magnetici: magnetizare la saturație de 6,5 emu/mm², magnetizare remanentă de 87% și coercitivitate de 6,67 kOe. Procedeu de obținere conform invenției constă în obținerea nanoclusterilor FePt prin agregare în gaz nobil de Ag și optimizați *in situ* prin tratament termic la o

temperatură de 400°C, după care nanoclusterii sunt apoi înglobați în structura aciculară în cameră UHV, ca element senzor terapeutic, dualismul funcționalizării fiind desăvârșit cu elementul de recunoaștere moleculară de tip paradimetilaminobenzaldehidă, materialul magnetic dobândind atât element terapeutic format din molecule atașate de tip structuri aciculare (hairpin - DNA) cât și element cu funcție moleculară și ghidaj al terapiei de tipul DMAB și are rata de absorbție specifică între 45...180 W/g pentru un câmp magnetic aplicat între 100...500 Oe la o frecvență de 150 kHz.

Revendicări: 3
Figuri: 5



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	2021 00209
	26-04-2021
Data depozit	

DESCRIERE:

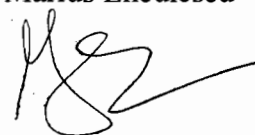
Titlu: NANOCUSTERI METALICI FePt, METODA LOR DE OBTINERE SI DE FUNCTIONALIZARE DUALA, SUPERFICIALA A ACESTORA PENTRU APLICATII DE TERAPIE HIPERtermica CONTROLATA.

Prezenta invenție se referă la obținerea unui material monodispersat alcătuit din nanoclusteri magnetici, obținuți prin procedeul de agregare în gaz nobil, descris conform invenției, și la realizarea unei metode de funcționalizare superficială a nanoclusterilor astfel obținuți cu radicali liberi de tip monomer, pentru utilizarea viitoare în dispozitive destinate terapiei magneto-termice și alte aplicații biomedicale. *Metoda de sinteză.* Metoda de sinteză prin agregare în gaz nobil folosește principiul evaporării / condensării vaporilor de metal în flux purtător de gaz nobil sau într-un flux de clusteri de gaz supraciti. Principiul metodei este prezentat în Figura 1. Un flux de Argon la o presiune de circa 10^{-3} bar este proiectat printr-un orificiu de geometrie tronconică într-o încălță UHV (10^{-9} bar). Tubul de intrare a gazului este răcit la temperatura azotului lichid, astfel încât fluxul de Argon va conține clusteri de gaz la 77K. Forma orificiului permite accelerarea supersonică a acestora în regiunea de deasupra unui evaporator inductor, în care este evaporat precursorul metalic (FePt). La coliziunea vaporilor de metal evaporati cu clusterii supraciti de Argon se produce înglobarea și solidificarea instantanee a vaporilor de metal cu formarea de nanoclusteri iar fluxul de gaz va proiecta mai departe nanoclusterii pe suprafața colectoare de unde aceștia sunt apoi recoltați și investigați. Nanoclusterii obținuți sunt structural identici cu structura aliajului de plecare, au aceeași compoziție chimică și stoichiometrie, nu prezintă oxidări necontrolate.

D. Ungor et al. *Nanomaterials* **2019**, 9, 1229 au realizat o metodă de sinteză de compusi de tip nanoclusteri de Au și funcționalizare a acestora prin interacțiunea spontană a ionilor de tetracloroaurat cu bioliganzi folosind radicali de tip amine și tiolați sau aminoacizi. Totuși, realizarea de funcționalizări la suprafața cu proprietăți de recunoaștere moleculară este deosebit de dificilă, fiind dependentă de natura moleculei reducătoare utilizate, condițiile experimentale (concentrația de metal precursor, raportul molar între ionii de metal și biomoleculele, pH-ul acestora, sau temperatura mediului ambiant). *Invenția prezentată aici reprezintă o soluție simplificată și mai eficientă în ce privește funcționalizarea cu radicali liberi de tip monomer / aptamer, în vederea utilizării dispersiilor cu nanoclusteri funcționalizați în aplicații de terapie hipertermică. În plus, sunt eliminate incertitudinile în ce privește stoichiometria produsului rezultat respectiv distribuțiile foarte largi ale dimensiunilor nanoclusterilor, rezultate din tehnica de funcționalizare. Invenția de față dovedește păstrarea stoichiometriei aliajului precursor din care se porneste sinteza și garantează o distribuție de dimensiuni de nanocluster de largimi foarte înguste, între 2 și 5%. În plus, rata de funcționalizare nu depinde de alți parametri incontrolabili ai sintezei chimice.*

Am sintetizat prin această metodă nanoclusteri de FePt sferice, cu dimensiuni foarte bine controlate. Imaginea de microscopie electronică în transmisie TEM indică nanoclusteri de formă quasi-sferică, relativ aglomerati, de dimensiuni de cca. 20nm (Fig.2). Controlul dimensiunii se realizează prin controlul temperaturii de evaporare a precursorului compus metalic, în cazul din Exemplul 1 - 1700°C , precum și al presiunii de gaz în încălță, în cazul din Exemplul 1 - 10^{-5} bar.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu

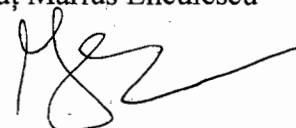


Studiile structurale de difracție de electroni aplicate imaginilor de microscopie electronica in transmisie TEM indica o simetrie de tip cubic cu volum centrat cvc, specifica fazei A1 FePt. Parametrul de retea determinat din studiile structurale este de cca 3.83 Å, compatibil cu determinarile din aliajele de volum FePt. Pentru ca aceste aliaje sa posede energie magnetica suficienta pentru aplicatii in domeniul magneto-termiei, este necesar ca faza cvc – magnetic moale - sa se transforme in faza tetragonala L1₀, magnetic dura, care sa prezinte coercitivitate insemnata. In literatura, obtinerea fazei L1₀ se produce numai dupa tratamente termice la temperature mai ridicate de 550°C, conform cu J. Lyubina et al. Journal of Applied Physics 95, 7474 (2004). Metoda inovativa de preparare revendicata aici faciliteaza obtinerea fazei L1₀ la temperaturi mult mai reduse (400°C) asa dupa cum reiese din studiile de difracție de radiatie X (Fig. 3). Masuratorile magnetice realizate in magnetometrie cu proba vibranta au indicat o valoare a magnetizarii de peste 6,6 kOe, valoare mai ridicata decat alte sisteme de nanoclusteri FePt tratate la 400°C (Fig.4). Astfel, materialul la care se refera revendicarea 1, este complet optimizat din punct de vedere structural si magnetic si poate fi utilizat in pasul urmator al tehnologiei, cel de functionalizare la suprafata a acestor nanoclusteri.

Problema tehnică obiectivă pe care urmărește să o rezolve invenția constă în conceperea unei metode de sinteza de nanoclusteri cu potential de surfactare ori functionalizare la suprafata cu radicali liberi de tip monomer / aptamer capabili de a-si gasi aplicabilitatea in terapia hipertermica si domenii biomedicale conexe. Purtatorul de vector magnetizare este in acest caz sistemul alcatuit din nanoclusterii FePt optimizati magnetic, iar purtatorul de vector terapeutic este elementul sensor de recunoastere moleculara, cu care nanoclusterii FePt sunt functionalizati la suprafata, utilizand tehnologia ce constituie revendicarea 2 a prezentei inventii.

In acest scop, elementul – sensor de recunoastere moleculara este alcatuit dintr-o structura de tip acicular (hairpin-DNA) care integreaza nanoclusterii atomici de FePt, realizati conform cu metoda de sinteza prezentate in etapele anterioare ale proiectului. Realizarea structurii de tip acicular (hairpin-DNA) s-a realizat in conformitate cu metoda prezentata in [J. Huang, et al. Rev Anal Chem 2015; 34(1-2): 1–27]. Pentru realizarea demonstratorului tehnologiei de functionalizare la suprafata, revendicarea 2 a prezentei inventii, metoda inovativa se refera la integrearea nanoclusterilor atomici FePt in elementul – sensor cu recunoastere biologica – moleculara, cum ar fi aptameri ADN sau anticorpi. Aceasta integrare se realizeaza in camera de vid ultraintal, parte a sistemului de agregare in gaz, conform schemei prezentate in Figura 5. Schema formarii structurilor de tip dispozitiv acicular de terapie hipertermica, alcatuite din nanoclusteri de FePt functionalizati, comporta urmatoarele etape de realizare: a) Nanoclusterii de FePt sunt obtinuti prin agregare in gaz nobil si optimizati in-situ prin tratament termic la 400°C pentru a forma faza tetragonala L1₀, dura din pdv magnetic; b) Nanoclusterii sunt apoi inglobati in structura aciculara – element-sensor – in camera de vid UHV; c) functionalizarea la suprafata este apoi desavarsita prin subtiere enzimatica cu elementul ce joaca rol de recunoastere moleculara de tip para-dimetilaminobenzaldehida (DMAB) – Figura 5. Aceasta succesiune de pasi tehnologici au avantajul unei cresteri insemnate a fluorescetei la iluminare (hv). Un beneficiu major al utilizarii nanoclusterilor atomici FePt, in loc de nanoparticule, este legat de proprietatile imbunatatite de fluoresceta SERS, datorita raportului mai ridicat suprafata/volum, fapt ce conduce la o mai mare eficienta in terapiile magneto-termice.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



Se cunoaste faptul ca terapiile hipertermice au un mare dezavantaj, legat de: a) deprecierea momentului magnetic al purtatorilor vectori magnetici la inserarea solutiilor de nanoparticule in interiorul tesuturilor; b) necesitatea realizarii a doua tipuri de solutii / suspensii biocompatibile: una cu functionalizare de ghidaj, care sa ghideze purtatorii la tesutul afectat, sarcina indeplinita de elementele cu recunoastere moleculara, iar alta cu functionalizare cu rol terapeutic (drug delivery), sarcina indeplinita de moleculele terapeutice. *Soluțiile la toate aceste probleme tehnice sunt reprezentate de materialele realizate in prezenta inventie, conform revendicarilor 1 si 2, astfel:*

a) Nanoclusterii de FePt, ca purtatori vectori magnetici, au moment magnetic ridicat si sunt deosebit de rezistenti la coroziune, avand o temperatura Curie ridicata. Aceasta inseamna ca, odata introdusi in medii puternic corozive, cu alcalinitate diferita cum sunt tesuturile biologice (pH-ul variaza in organism intre 4 si 7.5, depinzand de zona traversata de purtatorii vectori), momentul magnetic se pastreaza nealterat astfel incat ajungerea la zona de destinatie a livrării terapiei este garantata, spre deosebire de solutiile pe baza de oxizi de Fe utilizate in prezent. A se vedea spre exemplu, capacitatea scazuta de stabilitate chimica a oxizilor de Fe in conditiile fiziologice din zona de terapie, asa cum este descrisa de Martinez-Boubeta et al. Scientific Reports, 2013, 3, 1652.

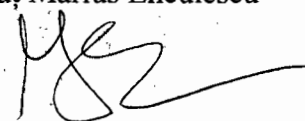
b) Functionalizarea succesiva cu elementul terapeutic – structura aciculara hairpin-DNA - respectiv cu elementul de recunoastere moleculara – DMAB, in decursul aceluasi procedeu tehnologic in camera UHV de agregare in gaz, propusa in revendicarea 2, reprezinta o solutie tehnologica inovativa, care permite o functionalizare la suprafata duala, atat terapeutică cat si de ghidaj / recunoastere moleculara a tesuturilor tinta ale terapiei hiper sau magneto-termice. In acest mod, nu mai este nevoie de administrarea a doua suspensii diferite, una cu rol de ghidaj iar alta cu rol de terapie hiper sau magneto-termica, aceste doua functionalitati regasindu-se in aceeasi etapa tehnologica de realizare a elementului complex sensor, alcatuit din nanoclusterii de FePt, dual functionalizati.

Deci materialul si tehnologia realizate conform revendicărilor 1, 2 și 3 ale invenției ce conțin nanoclusteri de FePt, optimizati magnetic, respectiv materiale alcatuite din nanoclusteri FePt, dual functionalizati la suprafata cu elemente de recunoastere moleculara si de terapie magneto-termica, și care sunt sintetizate conform procedului descris în revendicarea 3 a invenției prezintă avantaje evidente față de materialele prezentate anterior în literatură și rezolvă problemele tehnice relevate în prezenta descriere a invenției deoarece:

(i) Materialele ce fac obiectul revendicării 1 a invenției, nanoclusteri de FePt cu stoichiometrie si dimensiuni riguros controlabile, au formata faza tetragonala magnetic dura obtinuta la temperaturi de tratament mult mai reduse decat materialele raportate in literatura (400°C), prezinta coercitivitate imbunatatita, o temperatura Curie foarte ridicata (550°C) si o inalta rezistenta la coroziune. Aceste atribute califica materialul drept compatibil cu potentiale aplicatii biomedicale, in terapia hiper si magneto-termica.

(ii) Materialele ce fac obiectul revendicării 2 a invenției, nanoclusteri de FePt dual functionalizati in aceeasi etapa tehnologica atat cu elementul de recunoastere moleculara (DMAB) cat si cu elementul sensor de terapie (hairpin-DNA), sunt superioare materialelor actuale, alcatuite din suspensii de oxizi de Fe, pentru ca functionalizarea duala a nanoclusterilor FePt face ca sa nu mai fie nevoie de doua solutii / suspensii biocompatibile, una cu elementul de recunoastere si alta cu elementul terapeutic, asa cum este cazul in prezent.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



(iii) Procedeu ce face obiectul revendicării 3 a invenției, de funcționalizare duală în camera UHV de agregare în clusteri, este rapid, furnizează două funcționalități diferite ale acoperirilor nanoclusterilor, cu două elemente pentru terapie și ghidare și recunoaștere moleculară. Acest procedeu este radical îmbunătățit față de metodele de realizare a soluțiilor și suspensiilor biocompatibile utilizate în prezent, la care funcționalitățile necesare sunt separate și necorelate, făcând astfel ca actul terapeutic să aibă un grad mai ridicat de dispersare și mai lipsit de eficiență, datorită ghidării ineficace și a scăderii momentului magnetic al oxizilor de Fe în mediile alcaline diferite ale tesuturilor biologice.

(iv) Procedeu ce face obiectul revendicării 3 a invenției permite obținerea unei cantități semnificative de material (spre deosebire de depunerea de straturi în vid și metodele electrochimice)

(v) Materialele ce fac obiectul revendicării invenției au o rată de absorbție specifică SAR mult redusă față de suspensiile cu oxizi de Fe ce se utilizează în prezent (SAR 45 – 180 W/g în câmp magnetic aplicat între 100–500 Oe la o frecvență de 150 kHz) și în plus au o rezistență la coroziune foarte ridicată ($E_{oc} = 0.14$ mV – potențialul de circuit deschis din curba Tafel a nanoclusterilor FePt).

Legenda Figuri:

Fig.1: Schema de obținere a nanoclusterilor FePt prin agregare în clusteri de gaz de Argon, conform procedurii descris în exemplul 1 și revendicarea 1 a invenției.

Fig.2: Imagine reprezentativă de microscopie electronică în transmisie TEM a nanoclusterilor de FePt obținuți conform procedurii descris în exemplul 1 și revendicarea 1 a invenției.

Fig.3: Difractogramele de radiație X obținute prin difracție în geometrie de pulberi pentru nanoclusterii de FePt, atât în starea inițială (as-cast) cât și în starea structurală după tratament termic. Se poate observa faptul că, dacă în starea as-cast, sistemul de nanoclusteri se află într-o stare de simetrie structurală de tip cubic cu volum centrat (A1), după tratamentul termic, starea structurală se modifică și apar liniile Bragg de suprastructură, asociate fazei tetragonale L1₀, magnetic dură. Transformarea de fază ce conduce la obținerea fazei tetragonale L1₀ este completă la 400°C, fapt dovedit de unicitatea fazei tetragonale, observate în difractograma nanoclusterilor de FePt tratați termic.

Fig.4: Graficul ciclului de histerezis și a magnetizării inițiale a nanoclusterilor de FePt, după tratamentul termic la 400°C timp de o oră, în condiții de vid ultraintens (UHV), în camera de agregare din Fig.1.

Fig.5: Schema formării structurilor de tip dispozitiv acicular de terapie hipertermică, alcătuite din nanoclusteri de FePt, dual funcționalizați. Sunt ilustrate etapele de realizare. Clusterii de FePt sunt înglobați în structura aciculară (hairpin DNA) apoi prin subțiere enzimatică sunt funcționalizați la suprafață cu elemente de recunoaștere moleculară de tip para-dimetilaminobenzaldehidă (DMAB).

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



Sunt furnizate in continuare 3 exemple de realizare a revendicarilor inventiei.

Exemplu 1

In primă etapă s-au topit metalele constituate de puritate 99.99% conform compoziției stoichiometrice $Fe_{55}Pt_{45}$ în atmosferă de argon de puritate 99.9999% în cuptor cu arc electric. Pentru a se asigura omogenitatea materialului probele s-au topit de 5 ori. Aliajul cu compoziția $Fe_{55}Pt_{45}$ obținut prin topire în arc electric a fost ulterior depus în evaporatorul camerei de agregare în gaz nobile (Argon). Pentru realizarea de nanoclusteri cu dimensiuni controlate, metoda de sinteză utilizată a fost metoda de agregare în gaz nobile. Aceasta a utilizat principiul evaporării urmată de condensarea vaporilor de metal, obținuți prin încălzirea până la vaporizare a aliajului depus în evaporator, în flux purtător de gaz nobile sau într-un flux de clusteri de gaz supracritici, conform cu schema prezentată în Figura 1. Un flux de Argon, redus la o presiune de circa 10^{-3} bar a fost proiectat printr-un orificiu de geometrie tronconică într-o cameră cu vid ultraintensiv UHV, vidată la 10^{-9} bar. Tubul de intrare a gazului este racit la temperatura azotului lichid, astfel încât fluxul de Argon va conține clusteri de gaz nobile, raciți la 77K. Forma orificiului permite accelerarea supersonică a acestora în regiunea de deasupra evaporatorului inductor, furnizor al vaporilor metalici. La coliziunea vaporilor de metal evaporati cu clusterii supracritici de Argon se produce înglobarea și solidificarea instantanee a vaporilor de metal cu formarea de nanoclusteri iar fluxul de gaz va proiecta mai departe nanoclusterii pe suprafața colectoare de unde aceștia sunt apoi recoltați și investigați. Pentru investigarea structurală au fost efectuate măsurători de difracție de raze X utilizând un difractometru Bruker D8 Advance și au fost obținute imagini TEM utilizându-se un microscop electronic JEOL JEM 200 kV. Imaginile TEM pentru nanoclusterii de FePt (Fig. 2) prezintă gradul de dispersie al nanoclusterilor observați, precum și faptul că nanoclusterii sunt în general de formă sferică, cu un grad redus de aglomerare și cu un diametru mediu de granula de ordinul a 15-20 nm. Prin măsurători histografice s-a calculat distribuția de dimensiuni de granula și s-a arătat că nanoclusterii prezintă distribuții foarte înguste de dimensiuni, de ordinul a 2 – 5%. Măsurătorile de difracție de raze X pentru nanoclusterii de $Fe_{55}Pt_{45}$ (Fig. 3) au arătat prezența fazei magnetice moi A1. Nanoclusterii supuși unui tratament termic de o oră la 400°C prezintă în schimb toate liniile Bragg ale fazei tetragonale L10, magnetic dura.

Exemplu 2

Pentru nanoclusterii tratați termic, s-a procedat la optimizarea din punct de vedere structural, magnetic și s-au relevat informațiile esențiale pentru evaluarea gradului de utilitate în aplicații biomedicale, cum ar fi: temperatura de operare, temperatura Curie, valoarea coercitivității și a magnetizării nanoclusterilor FePt cu faza tetragonală L10. În plus, au fost evaluate gradul de coroziune și s-a calculat rata de absorbție specifică SAR. Măsurătorile magnetice, prin care s-a decelat curba de inițială magnetizare și histerezisul magnetic la temperatura ambiantă (Fig.4) au fost efectuate cu un aparat MPMS Quantum Design și au decelat următorii parametri: a) magnetizare la saturație de 6.5 emu/mm², b) magnetizare remanentă de 87%; c) coercitivitate de 6.67 kOe. În plus, s-au decelat parametrii de biocompatibilitate, astfel: rata de absorbție specifică a fost între 45 – 180 W/g în câmp magnetic aplicat între 100–500 Oe la o frecvență de 150 kHz; rezistența la coroziune determinată prin măsurători electrochimice a fost foarte ridicată ($E_{oc} = 0.14$ mV – potențialul de circuit deschis). Nanoclusterii de FePt astfel caracterizați și optimizați constituie revendicarea 1 a invenției de față.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



Exemplu 3

Pentru demonstrarea tehnologiei de functionalizare duala la suprafata a nanoclusterilor de FePt (revendicarea 3 a prezentei inventii) si obtinerea unui demonstrator alcatuit din nanoclusteri de FePt, dual functionalizati, pentru aplicatii in terapia hiper si magneto-termica (revendicarea 2 a prezentei inventii), metoda inovativa consta in integrarea in-situ, in instalatia UHV de agregare in gaz a nanoclusterilor FePt. Concret, sunt adaugate succesiv alte doua surse de molecule / radicali liberi, asezate in linie cu sursa de vapori metalici, in care cele doua elemente (elementul – sensor cu recunoastere biologica – moleculara si elementul terapeutic, cum ar fi aptameri ADN sau anticorpi) se vor atasa la suprafata nanoclusterilor. Aceasta integrare se realizeaza in camera de vid ultrainalt, parte a sistemului de agregare in gaz, conform schemei prezentate in Figura 5. Schema formarii structurilor de tip dispozitiv acicular de terapie hipertermica, alcatuite din nanoclusteri de FePt functionalizati, comporta urmatoarele etape de realizare: a) Nanoclusterii de FePt sunt obtinuti prin agregare in gaz nobil si optimizati in-situ prin tratament termic la 400°C pentru a forma faza tetragonala L10, dura din pdv magnetic; b) Nanoclusterii sunt apoi inglobati in structura aciculara – element-sensor – in camera de vid UHV; c) Functionalizarea la suprafata este apoi desavarsita cu elementul ce joaca rol de recunoastere moleculara, de tip para-dimetilaminobenzaldehida (DMAB) – Figura 5.

Toate aceste rezultate ale materialelor din revendicarea 1, realizate conform inventiei descrise, indica proprietati magnetice, structurale si de biocompatibilitate mai bune decat cele descrise in articolele din literatura mentionate mai sus. Aceste materiale au temperatura Curie de peste 550°C, o rata de absorbtie specifica redusa, sub 200 W/g, precum si o rezistenta ridicata la coroziiune. Materialele rezultate prin aplicarea tehnologiei descrise in revendicarea 3 asupra materialelor descrise in revendicarea 1, se constituie in revendicarea 2, si anume noi materiale tip nanoclusteri dual functionalizati pentru aplicatii in terapia hiper si magneto-termica. Toate aceste calitati dovedesc potentialul de utilizare al materialelor realizate conform inventiei in domeniul aplicatiilor biomedicale.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



REVENDICĂRI:

1. Material magnetic nanostructurat de tip nanoclusteri, **caracterizat prin aceea că** are compoziția (în procente atomice) Fe₅₅Pt₄₅, este obținut prin agregare în gaz nobil Argon, în incinta de vid ultravacuu, prezintă faza structurală L₁₀ și parametrii magnetici următori: magnetizare la saturație de 6.5 emu/mm², magnetizare remanentă de 87%, coercitivitate de 6.67 kOe.
2. Demonstrator realizat prin funcționalizarea duală a materialului descris în revendicarea 1 prin metoda descrisă în revendicarea 3, **caracterizat prin aceea că** prin atașare la suprafața nanoclusterilor, posedă atât element terapeutic format din molecule atașate de tip structuri aciculare (hairpin-DNA) cât și element cu funcție de recunoaștere moleculară și ghidaj al terapiei de tipul DMAB. Demonstratorul mai este **caracterizat și prin aceea că** are rata de absorbție specifică între 45 – 180 W/g pentru un câmp magnetic aplicat între 100–500 Oe la o frecvență de 150 kHz. Demonstratorul este realizat conform procedurii de la revendicarea 3.
3. Procedeu de obținere de material tip nanoclusteri dual funcționalizați, definit în revendicarea 2, **caracterizat prin aceea că** nanoclusterii de FePt sunt obținuți prin agregare în gaz nobil și optimizați in-situ prin tratament termic la 400°C, nanoclusterii sunt apoi înglobați în structura aciculară – element-senzor terapeutic – în camera UHV, iar dualismul funcționalizării este desăvârșit cu elementul de recunoaștere moleculară, de tip para-dimetilaminobenzaldehidă (DMAB).

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



FIGURI:

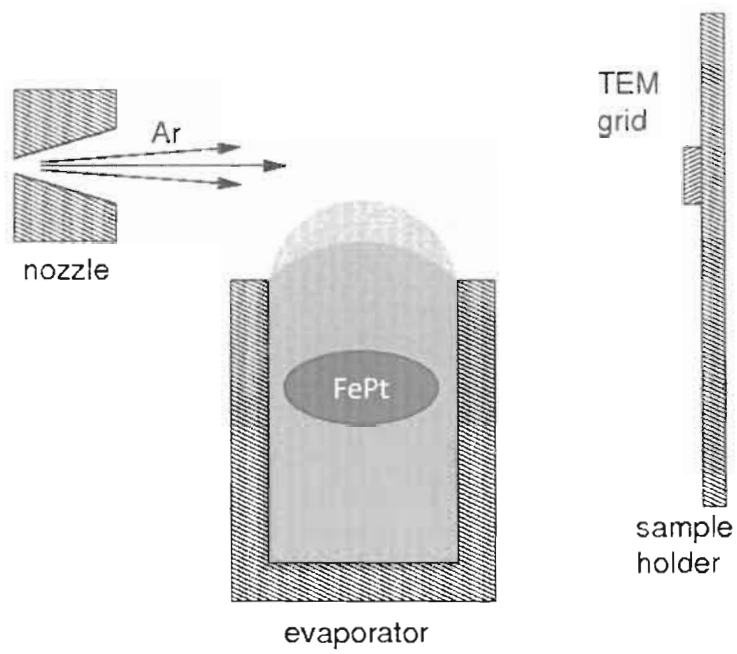


Fig.1

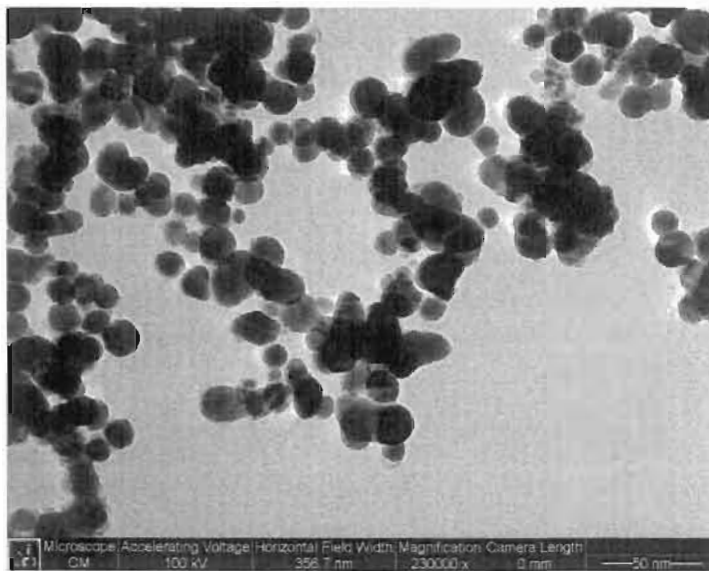


Fig.2

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu

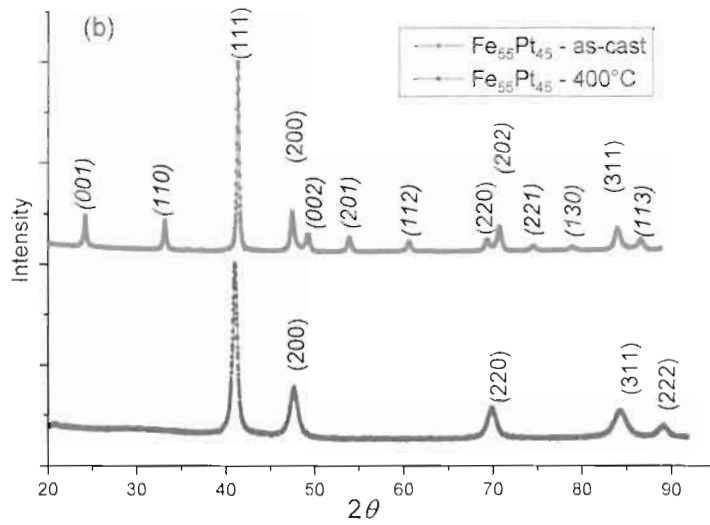


Fig.3

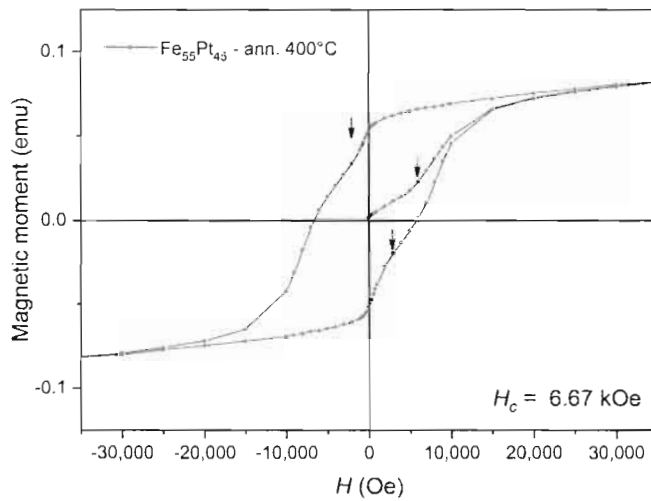


Fig.4

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu

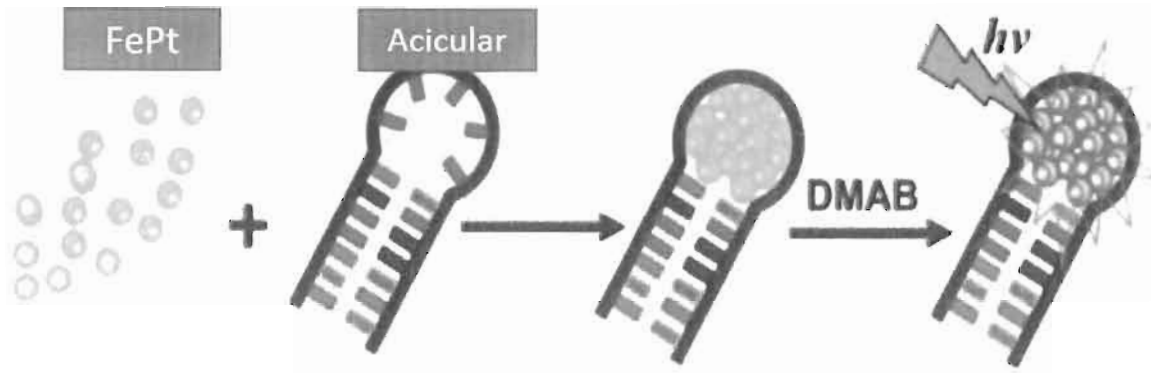


Fig.5

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu