

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

APROBAT,

DIRECTOR PROGRAM
Dr Th. IONESCU-BUJOR

AVIZAT,
RESPONSABIL DE PROIECT
Dr. Ion TISEANU

RAPORT DE CERCETARE – DEZVOLTARE

Denumirea proiectului **Imagistica la Scara Nano/Micro prin Tomografie Computerizata Cantitativa pentru Dispozitive si Materiale Avansate – acronim NIMETIM**

Număr contract **2-CEx06-11-23/25.07.06**

Conducător de proiect (denumirea unității) **Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Laserilor, Plasmei si Radiatie INFLPR Bucuresti**

Perioada raportată (Nr. fază/perioada de derulare) **2/01.01-12.12.2007**

Autori/Coautori

DIRECTOR GENERAL,
Dr. Ing. Rares MEDIANU

DIRECTOR DE PROIECT,
Dr. Ion TISEANU

DIRECTOR ECONOMIC
Ec. Mihaela OSMAN

COLECTIV DE LUCRU,

INFLPR	UTC-N	INCDFM	AP2K
Dr. Ion Tiseanu Dr. Teddy Craciunescu Dr. Nicolae-Bogdan Mandache Dr. Florin Gherendi AC Cosmin Dobra AC Adrian Sima	Prof. Dr. Traian Petrisor Prof. dr. Ing Lelia Ciontea Prof. dr. Ileana Lupsa Drd. fiz. Traian Petrisor jr. Drd. fiz. Mihai Gabor Drd. ing.fiz. Bogdan Neamtu Drd. ing. Gyorgy Thalmayer Drd. ing. Ramona Suci Ing. Cristian Rauca Tehn. Razvan Miclea	Dr. Valentin Teodorescu Dr. Adrian Maraloiu Dr. Cornel Ghica Dr. Leona Nistor	Dr. Mihai Iovea Dr. Gabriela MATEIAȘI Ing. Marian NEAGU

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

I. **Denumirea Proiectului** Imagistica la Scara Nano/Micro prin Tomografie Computerizata Cantitativa pentru Dispozitive si Materiale Avansate – acronim NIMETIM

Categoria de proiect (conform pachetului de informații)/Denumirea fazei: C-D Complex / Modelarea numerica complexa (fizica, mecanica, imagistica) si calibrarea configuratiilor de scanare si a reconstructiei tomografice. Realizare subsisteme tomograf.

Nr. fază: 2

Obiectiv planificat: Instrumente proiectare si optimizare tomograf. Realizare subsisteme. Elaborare procedura de evaluare performante tomograf.

II. **Descrierea activității** (desfășurate în cadrul fazei cu utilizare de cuvinte cheie și DESCRIPTORI):

- S-a realizat un simulator necesar in proiectarea si operarea instalatiilor tomografice de raze X. Acesta implementeaza modelari numerice complexe ale formarii si detectiei imaginilor radiografice ca si ale procesului de reconstructie in tomografia de transmisie de raze X, permitand evaluarea influentei unei multitudini de factori fizici si mecanici asupra reconstructiilor.
- In baza acestor modelari s-au desfasurat lucrari ce pregatesc realizarea tomografului de raze X cu rezolutie submicronica intr-una din etapele viitoare ale proiectului. Astfel s-a realizat un pachet soft dedicat reconstructiei tomografice 3D in tomografia de transmisie cu raze X, in geometrie *cone-beam*. Au fost elaborate pachete soft de comanda, control si achizitie de date pentru componente ale sistemului tomografic.
- A fost implementat si s-a testat un algoritm dual-energy de analiza cantitativa a materialelor prin micro/nano tomografie de raxe X, algoritm care permite identificarea constituentilor prin analiza valorilor densitatii si a numarului atomic efectiv. In premiera s-au obtinut tomograme *dual-energy* pentru probe la care dimensiunea pixelului a ajuns pana aproape de 1 micron.
- A fost elaborata procedura de evaluare a performantelor tomografului. S-au definit parametri esentiali in caracterizarea performantelor si s-au stabilit metodele de determinare a acestora. S-a realizat si o evaluare a unora dintre parametri inca din faza de proiectare, pentru identificarea unor solutii tehnice optime de constructie. S-a realizat de asemenea un studiu privind setarea optimala a geometriei de scanare.
- In vederea extinderii functionalitatii microscopiei electronice de transmisie la tomografie 3D cu rezolutia spatiala in domeniul zecilor de nanometri, s-au realizat conditiile tehnice necesare pentru obtinerea unui set operational de imagini tomografice. Microscopul Jeol 200CX a fost echipat cu camera CCD realizandu-se astfel un sistem digital integrat pentru achizitia imaginilor si s-a realizat un dispozitiv electronic pentru controlul si comanda goniometrului in vederea achizitionarii imaginilor din seria tomografica.
- In vederea aplicarii noilor metode si instrumente la caracterizarea unor materiale avansate s-au identificat necesitatile de caracterizare nedistructiva in domeniul

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

submicronic la dezvoltarea de materiale supraconductoare si au fost realizate probe etalon pentru tomografie.

Rezultate obținute (se nominalizează rezultatele cuantificabile/indicatori tehnici, economici, sociali, etc.- efecte economice înregistrate la unitatea de CD):

S-a realizat un **simulator** care este construit pe baza unui set de programe pentru **modelarea numerica complexa** (fizica, mecanica, imagistica) si optimizarea configuratiilor de scanare si reconstructie tomografica. Modelarea cuprinde configuratii de scanare conventionale bi-dimensionale “fan-beam” si tri-dimensionale “cone-beam” precum si configuratii de tip laminografic. Modelarea are ca obiect toate componentele de baza ale unei instalatii tomografice: sursa de radiatie X, sistemul de detectie a radiatiei, manipulator mecanic al probei. Pentru sursa de raze X s-au modelat fenomenele de transport de electroni in materialul tinte si de generare si transport de raze X in tinta, fereastra de iesire si ansamblul de filtre de raze X. Au fost integrate si modelarile Monte-Carlo a dimensiunii petei focale si a spectrului de raze X emis in functie de energia si caracteristicile spatiale ale fasciculului de electroni si respectiv compozitia si configuratia anticatodului, dezvoltate in etapa precedenta. Modelarile au fost realizate utilizand coduri de calcul Monte-Carlo tri-dimensionale, multi-energie si multi-material. Metodica de simulare a performantelor sistemului de manipulare a probelor a fost integrata in simulatorul complex de tomografie tridimensionala. O componenta esentiala a simulatorului este dedicata generarii de proiectii (pentru geometrie de reconstructie 2D si 3D) pentru dezvoltare si testare algoritmi de reconstructie tomografica. Simulatorul permite generarea de distributii de test de tip analitic sau discret (voxelizat). Distributia test se obtine prin combinarea elementelor de volum tri-dimensionale de tip: box, cilindru, elipsoid, tetraedru etc. Simularea radiografiei probei se face in continuu sau cu discretizare pe 65536 nivele de gri. Simularea radiografiei a fost realizata cu un algoritm Siddon modificat, paralelizat si optimizat pentru procesoare multi-core. In simularea radiografiei se pot include elemente de fizica radiatiei precum spectru energetic policromatic, fenomenele de imprastiere sau raspunsul energetic si natura statistica a detectiei radiatiei. De asemenea se pot lua in considerare caracteristicile geometrice ale sursei si/sau detectorului.

Simulatorul include si o extensie utila a tomografiei de raze X care consta in examinarea probelor γ -radioactive. Radioactivitatea acestora poate fi indusa de exemplu de activarea in urma iradierii cu neutroni. In acest caz, peste imaginea formata de radiatia X se suprapune o imagine data de emisia de radiatie γ din insasi proba investigata. Aceasta suprapunere determina o alterare a calitatii proiectiilor tomografice pe baza carora se reconstruieste modelul 3D al obiectului investigat.

Am evaluat acest efect pe baza modelarii Monte Carlo tridimensionale a transportului radiatiei (X si γ). Pentru evaluare am folosit atat date experimentale cat si simulari numerice. Pentru simularea numerica am realizat un mediu de lucru Monte Carlo potrivit pentru o modelare realista, pe baza codurilor de calcul SIMIND (Lunds Universitaet) si respectiv ITS

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

(Integrated TIGER Series, SANDIA Laboratories). Evaluările realizate au permis elaborarea unei metodologii de masura și prelucrare a datelor experimentale pentru obținerea de reconstrucții de calitate, care să permită inclusiv realizarea de măsurători geometrice de acuratețe asupra obiectului reconstruit. Metodologia poate fi aplicată pentru o serie de domenii în care tomografia de raze X a unor probe γ -active are un potențial apreciabil, cum ar fi materialele nucleare în cazul cărora caracterizarea porozității și a micro-fisurilor este esențială în înțelegerea comportării lor.

Pachetul soft dedicat reconstrucției 3D în tomografia de transmisie de raze X în geometrie *cone-beam* se bazează pe o variantă modificată a algoritmului Feldkamp. Strategia utilizată pentru dezvoltarea pachetului soft de reconstrucție tomografică s-a bazat pe dezvoltarea unei biblioteci de funcții necesare algoritmului de reconstrucție și funcții conexe scrise în FORTRAN și o structură de comandă și interfață grafică dezvoltate în LabView. O serie de funcții necesare conectării unora dintre funcțiile FORTRAN cu Labview au fost realizate în C. Cum datele experimentale sunt imagini radiografice de 1220x1216 pixeli iar reconstrucțiile pot fi masive 3D de 1024x1024x512 voxelii este evident că implementarea optimă joacă un rol esențial în obținerea unui timp de calcul performant. S-au realizat optimizări atât în ceea ce privește implementarea numerică dar totodată algoritmii au fost paralelizati astfel ca funcțiile consumatoare de timp ale algoritmului de reconstrucție rulează pe mai multe procesoare. S-a demonstrat că se obține un timp de rulare de sub 20 min pentru o configurație de 1024x1024x512 voxelii. Cele mai importante facilități implementate sunt: stabilirea parametrilor ce descriu experimentul și definesc reconstrucția, inspectarea vizuală a datelor experimentale (imaginile radiografice), selectarea interactivă a zonei de interes din obiectul investigat ce urmează a fi reconstruită, vizualizarea stadiului curent al reconstrucției în cursul rularii, posibilitatea de a naviga în interiorul reconstrucției, circulând prin secțiuni succesive (transversale, longitudinale sau sagitale) și posibilitatea segmentării obiectului reconstruit pentru descompunerea sa în substructurile sale. Este de remarcat faptul că pachetul soft dezvoltat nu este dependent de instalația experimentală, el putând fi utilizat ca un cod de calcul general dedicat reconstrucției în tomografia de transmisie de raze X în geometrie *cone-beam*.

S-au realizat/adaptat de asemenea **pachete soft pentru comanda, controlul diverselor componente ale tomografului** ca și pentru achiziția de date. Cel mai important este cel necesar integrării în sistemul tomografic a unui nou tip de detector linear de raze X de mare energie care va fi încorporat în instalația tomografică. Detectorul, de tip matrice liniară, este bazat pe scintilatori individuali din CWO de mare eficiență de detecție de raze X (Detection Technology, Finlanda). *Driver*-ul de comandă și achiziție a fost dezvoltat în Labview, pe baza unor componente *ActiveX* furnizate de producător. S-a realizat totodată instalarea și testarea detectorului.

A fost implementat și testat un **algoritm dual-energy de analiză cantitativă a materialelor prin micro/nano tomografie** de raze X, algoritm care să permită identificarea

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

constituenților prin analiza valorilor densității (ρ) și a numărului atomic efectiv (Z_{eff}). Aceasta abordare este complet diferită de tomografia non-medicală clasică, ale căror rezultate calitative sunt orientate doar spre realizarea de imagini și măsurarea de cote, prin aceea că permite măsurarea și identificarea materialelor analizate, efectuând în acest fel o analiză cantitativă detaliată. Metoda propusă se bazează pe măsurarea cu precizie a atenuării radiației X printr-un obiect investigat la două energii (de varf) diferite ale radiației X. Astfel, cele două fascicule de radiații, având două spectre energetice diferite, străbat obiectul investigat, iar atenuarea acestora depinde de caracteristicile de material ale obiectului scanat, respectiv de ρ și Z_{eff} . Metoda a fost implementată prin realizarea unui montaj experimental în geometrie *fan-beam* cu detector de tip matrice liniară. S-au dezvoltat componente soft pentru reconstrucția tomografică 2D bazate pe algoritmul de retroproiecție filtrată (filtre Shepp-Logan modificate) ca și pentru implementarea algoritmului dual-energy. S-au realizat experimente de calibrare pentru compensarea efectelor nedorite, precum cel *beam-hardening* și pentru calibrarea sistemului în valori ale ρ și Z_{eff} bazate pe un număr de nouă materiale organice etalon. După calibrarea sistemului, **metoda dezvoltată a fost validată experimental** pe probe adecvate acestui tip de tomografie: minerale cu complexitate ridicată a structurii interne și a compoziției, probe de material supraconductor. O probă construită din foite de aur a fost utilizată pentru determinarea rezoluției spațiale a acestui tip de tomografie. Montajul tomografic experimental utilizat s-a dovedit capabil să realizeze tomograme dual-energy la magnificări ajungând până la 500 X și s-au reconstruit cu succes tomograme având dimensiunea pixelului de aproape 1 micron. Credem că, prin mărirea distanței sursă-detector cu aproximativ 20% și prin utilizarea unui tub de tip nanofocus va permite atingerea unor rezoluții submicronice în etapa următoare. Identificarea materialelor prin tomografie dual-energy s-a realizat cu erori mai bune de 6%, care este un rezultat relativ bun. Apreciem că prin introducerea unor noi funcții elementare care pot descrie mai bine fenomenele de interacție ale radiației cu substanța și utilizarea unor etaloane dedicate pentru fiecare clasă de materiale, se vor putea atinge erori maxime de 2-3%.

Rezultatele obținute în ceea ce privește dezvoltarea de instrumente pentru proiectarea și realizarea tomografului de transmisie de raze X, prin modelare numerică, au creat premisele necesare **elaborării procedurii de evaluare a performanțelor tomografului**. Aceasta se bazează pe o serie de parametri ce caracterizează performanțele unui sistem tomografic: zgomotul, contrastul, limita de rezoluție spațială, funcția de transfer a modulației, eficiența de detecție. Procedura conține metode de determinare a acestor parametri. Cu ajutorul simulatorului dezvoltat s-au realizat evaluări ale unora dintre acești parametri. Aceasta este utilă, în această fază de proiectare a tomografului, pentru alegerea unor soluții tehnice optime în construcția sa. S-a realizat de asemenea un studiu privind setarea geometriei de scanare. S-a elaborat o metodă de determinare a rezoluției și a dimensiunilor maxime a probei investigate funcție de caracteristicile de iradiere și de asemenea o evaluare Monte Carlo a factorului *buildup*. Este prezentat un exemplu concret de aplicare a acestei metodici, realizat cu ajutorul simulatorului.

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

In vederea extinderii functionalitatii microscopiei electronice de transmisie la tomografie 3D cu rezolutia spatiala in domeniul zecilor de nanometri, s-au realizat conditiile tehnice necesare pentru obtinerea unui set operational de imagini tomografice. Microscopul Jeol 200CX a fost echipat cu camera CCD **realizandu-se astfel un sistem digital achizitie imagini integrat**. Achizitia imaginilor se face pe 16 Biti, ceea ce asigura un bun contrast si este totodata compatibila cu pachetul soft EM3D care realizeaza procesarea imaginilor si reconstructia. S-a realizat de asemenea un **dispozitiv electronic pentru controlul si comanda goniometrului** in vederea achizitionarii imaginilor din seria tomografica. Problema automatizarii rotatiei a fost rezolvata analogic. Goniomerul este motorizat si are reglaj de viteza din constructia microscopului. Acest reglaj a fost testat si este reproductibil in limita erorilor de masura unghiulara pe care le avem la dispozitie (0.5%). Pentru obtinerea unui avans unghiular reglabil si reproductibil, s-a ales solutia comenzii temporale cu releu programabil a inaintarii goniometrului. In acest scop s-a achizitionat un dispozitiv electronic programabil, care sa poata comanda pornirea si oprirea goniometrului. S-au realizat multiple teste pentru gasirea unei solutii optime de timp/precizie si reproductibilitate. Astfel, pentru o comanda de avans de 2 secunde si goniometrul pe viteza 4, se obtine un avans reproductibil de 1 grad la fiecare comanda de pornire a goniometrului. Testele de **validare a sistemului** au fost realizate pe obiecte nanostructurate pe baza de oxid de siliciu. Aceste obiecte au dimensiuni maxime de ordinul unui micron si detalii structurale, care ajung in zona nanometrilor. Structura este complet amorfa ceea ce corespunde cu cerintele tomografice, care nu permit reflexii speculative (care apar in cazul unor obiecte cristaline). S-au introdus nanoparticule de paladiu cu dimensiunea medie de 50 nm. Aceste particule servesc ca *markeri* in alinierea imaginilor din seria tomografica.

In vederea demonstrarii aplicabilitatii metodelor si instrumentelor imagistice dezvoltate in studiu unor materiale avansate, ne-am focalizat atentia asupra caracterizarii unor probe de benzi supraconductoare. In primul rand am **identificat necesitatile de caracterizare** a acestor materiale. In ultimii ani au fost dezvoltate metode pentru depunerea de filme de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ (YBCO) biaxial texturate pe benzi metalice în vederea fabricarii cablurilor supraconductoare de temperatura inalta. Se poate astfel atinge dezideratul de a produce cabluri sau benzi lungi, care din punct de vedere cristalin sa fie apropiate de un monocristal. Pe langa microstructura, proprietatile supraconductoare de transport sunt puternic influentate si de defectele macroscopice din structura benzii supraconductoare. In principal, au fost identificate doua tipuri de defecte care limiteaza densitatea de curent critic in filmul supraconductor: fisurile microscopice si incluziunile normale. Acest fapt evidentiaza necesitatea dezvoltarii unei metode nedistructive de determinare a defectelor submicronice din benzile supraconductoare. Este de mentionat ca, pana in prezent, singura metoda de determinare a defectelor din benzile supraconductoare consta in masurarea curentului critic. Acest tip de determinare prezinta dezavantajul ca nu permite localizarea defectului si nu furnizeaza informatii despre forma si dimensiunea defectului. Din aceasta cauza dezvoltarea unei metode nedistructive de control nedistructiv pe baza tomografiei de raze X la nivel

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

submicronic este esentiala pentru evolutia tehnologiei de fabricatie si utilizare a benzilor supraconductoare de temperatura inalta din generatia a doua. Pentru acest scop s-au **realizat probe de calibrare a tomografului** constand in mostre de banda supraconductoare pe baza de YBCO pe un substrat metalic biaxial texturat de Ni-5at.%W (N-W), utilizand o structura standard de straturi tampon compusa din CeO₂ si YSZ (ZrO₂-8at.%Y₂O₃). Banda de 100 µm biaxial texturata de Ni-W a fost obtinuta printr-un proces de laminare la rece cu un grad inalt de deformare (>95%) urmat de un tratament de recristalizare. Filmele de CeO₂, YSZ si YBCO au fost depuse prin ablare laser utilizand un laser cu excimeri de XeCl. Pentru a realiza in-situ structura multistrat YBCO/CeO₂/YSZ/ CeO₂/Ni-W, instalatia de ablare laser existenta a fost dotata cu un sistem de schimbare a tintelor de ablare, care permite utilizarea a 5 tinte de ablare diverse. Pentru a realiza o definitie ridicata a interfetelor, filmele au fost depuse cu rate mici de depunere de ordinul zecimilor de Angstrom. Grosimea filmului a fost determinata prin microscopie electronica. In prealabil microscopul electronic a fost calibrat cu ajutorul unui film de YSZ a carui grosime a fost masurata direct cu un profilometru cu o rezolutie verticala de 10-10m. Pentru a mari precizia de masurare, filmul a fost in prealabil litografiat si corodat intr-un fascicol reactiv de ioni de radiofrecventa. S-a demonstrat ca interfetele sunt excelent definite, iar filmele din structura au o grosime uniforma. Din aceasta cauza se poate concluziona ca esantioanele elaborate pot fi utilizate ca etaloane pentru testarea performantelor tomografiei de raze X la nivel submicronic.

Stadiul realizării obiectivului planificat/forma de finalizare (a activității în cadrul fazei):

A fost indeplinit obiectivul elaborarii unui simulator complex bazat pe modelare numerica care sa permita optimizarea configuratiilor de scanare si a reconstructiei tomografice. Simulatorul inglobeaza diferite metode de reconstructie ale caror performante au fost evaluate in raport cu configuratiile de scanare. In baza informatiilor obtinute din experimentele simulate s-a putut trece la elaborarea unui pachet soft dedicat reconstructiei 3D in geometrie cone-beam pentru tomografia de transmisie de raze X. S-a realizat de asemenea evaluarea diferitelor configuratii de scanner CT. Simulatorul reprezinta totodata si un instrument util pentru training-ul operatorilor.

A fost de asemenea realizata implementarea de metode pentru analiza multimaterial/multienergie pe configuratii tomografice nano si microfocus. In premiera s-au obtinut tomograme dual-energy pentru probe la care dimensiunea pixelului a ajuns pana aproape de 1 micron, realizare ce constituie o premiera nationala dar si un rezultat remarcabil pe plan mondial. Metoda include si componente dedicate eliminarii sau diminuarii artefactelor nedorite, cum ar fi de exemplu efectul de *beam-hardening*.

S-au definit parametrii esentiali in caracterizarea performantelor tomografului de transmisie de raze X si s-au stabilit metodele de determinare a acestora. Pe aceasta baza a fost elaborata procedura de evaluare a performantelor tomografului. Pentru identificarea unor solutii tehnice optime de constructie a tomografului s-a realizat si o evaluare a unora dintre parametri (in faza actuala de proiectare), utilizand simulatorul complex pe care l-am

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

dezvoltat. S-a elaborat de asemenea o metodica de setare optimala a geometriei de scanare functie de parametrii de iradiere.

In vederea atingerii unuia din obiectivele generale ale proiectului, de extindere a functionalitatii microscopiei electronice de transmisie (TEM) la tomografie 3D cu rezolutia spatiala in domeniul zecilor de nanometri, INCDFM a realizat lucrari privind realizarea unui sistem de achizitie digitala integrat, prin echiparea microscopului Jeol 200CX cu o camera CCD. S-a realizat de asemenea un dispozitiv electronic pentru controlul si comanda goniometrului in vederea achizitionarii imaginilor din seria tomografica. S-au realizat teste de validare a sistemului pe obiecte nanostructurate pe baza de oxid de siliciu, cu dimensiuni maxime de ordinul unui micron si detalii structurale, care ajung in zona nanometrilor.

Unul din obiectivele generale ale proiectului consta in dezvoltarea de aplicatii ale metodelor si instrumentelor dezvoltate la caracterizarea unor materiale si dispozitive avansate. De aceea ne-am propus aplicarea metodelor si instrumentelor imagistice pe care le dezvoltam intr-un domeniu de varf anume cel al dezvoltarii de benzi supraconductoare. In baza experientei in dezvoltarea si producerea de astfel de materiale am putut identifica necesitatile de caracterizare a benzilor supraconductoare si am identificat necesitatea existentei de tehnici nedistructive prin tomografie de raze X. Am realizat si caracterizat benzi supraconductoare care se vor constitui in etaloane pentru tomograful de raze X.

ELEMENTE DE NOUATATE

-

Brevet

8

Lucrare Științifică

6

Comunicare Științifică

__(se descriu elementele de noutate, nominalizându-se după caz, titlul de brevet, lucrare sau comunicare științifică)

- I. Tiseanu, T. Craciunescu, *Assessment of the Aplicability of X-Ray Tomography for Irradiated Samples*
– trimisa spre publicare in revista *Fusion Engineering and Design*.

Lucrarea realizeaza o evaluare a influentei radioactivitatii probelor investigate prin tomografie de transmisie de raze X asupra calitatii imaginilor radiografice si de asemenea asupra artefactelor induse in reconstructia tomografica 3D. Este de asemenea investigat modul de diminuare a efectelor induse de radioactivitatea probei examinate si este elaborata o metodologie de masura si reconstructie. Metodologia poate fi aplicata pentru o serie de domenii in care tomografia de raze X a unor probe γ active are un potential apreciabil, cum ar fi materialele nucleare in cazul carora caracterizarea porozitatii si a micro-fisurilor este esentiala in intelegerea comportarii lor.

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

Lucrarea reprezinta o premiera in domeniu.

- Gh.V. Aldica, P. Nita, I. Tiseanu, T. Craciunescu, P. Badica, *High Density MgB₂ Superconductor: Structure and Morphology through Microtomography and SEM Investigations*
 - Prezentata la The 5th International Conference, "New Research Trends In Material Science", ARM-5, Sibiu, Romania, 5 – 7 September, 2007
 - In curs de publicare in *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*

Lucrarea este dedicata studiului materialelor supraconductoare bazate pe MgB₂, care, datorita valorii de 39 K a temperaturii critice, prezinta un mare potential pentru aplicatii. Un capitol distinct este dedicat analizei prin micro-tomografie de raze X. Analizele tomografice au pus in evidenta densificari, structuri interne, porozitati, importante in analiza si optimizarea modului de obtinere a materialului supraconductor. Analizele tomografice reprezinta totodata o validare a pachetului soft de reconstrucie tomografica in geometrie *cone-beam* dezvoltat in aceasta lucrare.

- T. Kai, N. Okada, M. Baba, T. Takahashi, M. Misawa, I. Tiseanu, N. Ichikawa, *Structure of effective catalyst layers around bubbles in a fluidized catalyst bed*
 - Publicata in *Chemical Engineering Journal* 130(2007)119-124.

Lucrarea prezinta studii privind analiza transportului fazei gazoase in faza lichida prin tomografie de transmisie de raze X. Faza gazoasa se prezinta sub forma de structuri de bule al caror aranjament spatial variaza odata cu curgerea lichidului transportor. In plus este prezentata reconstructia 3D a straturilor de catalizatori ce se dispun in jurul bulelor de gaz.

- Augieri, G. Celentano, L. Ciontea, V. Galluzzi, U. Gambardella, J. Halbritter, T. Petrisor, A. Rufoloni, A. Vannozzi, *Angular properties of pure and Ca-substituted YBa₂Cu₃O_{7-δ} superconducting thin films grown on SrTiO₃ and CeO₂ buffered Al₂O₃ substrates*
 - publicata in *Physica C: Superconductivity and its Applications* Volume 460-462 II, Issue SPEC. ISS., 1 September 2007, Pages 829-830

Lucrarea se analizeaza, functie de temperatura si de marimea si directia campului magnetic aplicat, proprietatile de transport ale unnor materile supraconductoare: filme subtiri 10 at.% Ca-substituit YBCO crescute pe substrat de monocristale (1 0 0)-SrTiO₃ si respectiv filme subtiri 10 at.% Ca-substituit YBCO crescute pe substrat de Al₂O₃cu buffer de CeO₂. Sunt analizate efectele acestor factori in aparitia de defecte de microstructura.

- N. Pompeo, E. Silva, R. Marcon, V. Galluzzi, G. Celentano, A. Augieri, T. **Petrisor**, *Microwave properties of YBa₂Cu₃O_{7-δ} films with BaZrO₃ nano-inclusions*,
 - Publicata in *Physica C: Superconductivity and its Applications* Volume 460-462 I, Issue SPEC. ISS., 1 September 2007, Pages 412-413

Lucrarea prezinta rezultate privind masuratori de impedanta de suprafata in banda de microunde in filme YBa₂Cu₃O_{7-δ} (YBCO) depuse cu ajutorul unui laser pulsant cu scopul explicit de a introduce nanoinclusiuni de BaZrO₃ (BZO). Sunt evaluate fectele induse de nanointruziuni.

- Vannozzi, A. Augieri, G. Celentano, L. Ciontea, F. Fabbri, V. Galluzzi, U. Gambardella, A. Mancini, T. Petrisor, A. Rufoloni, *Cube textured substrates for YBCO coated conductors: Influence of initial grain size and strain conditions during tape rolling*

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

- Publicata in IEEE Transactions on Applied Superconductivity , 17-2(2007) 3436-3439

Pentru realizarea de supraconductorii de tip YBCO, prin tehnica RABiTS, caracterizati de valori inalte ale curentului critic este legata de proprietatile texturii cubice realizate in substrat. Pentru realizarea acestui substrat Ni-W este o solutie cu bune rezultate. Titusi proprietatile texturii pot varia semnificativ functie de caracterisiteile bulk-ului initial si deasemenea functie de regimul de deformare. Lucrarea prezinta rezultate privind efectul caracterisiticilor deformarii asupra rerystalizarii texturii. Sunt prezentate analize EBDS si de raze X.

- V. Galluzzi, A. Augieri, L. Ciontea, G. Celentano, F. Fabbri, U. Gambardella, A. Mancini, T. Petrisor, N. Pompeo, A. Rufoloni, E. Silva, A. Vannozzi, *YBa₂Cu₃O_{7-δ} films with BaZrO₃ inclusions for strong-pinning in superconducting films on single crystal substrate*
- Publicata in IEEE Transactions on Applied Superconductivity 17-2(2007)3628-3631.

Lucrarea prezinta rezultate privind studiul efectului insertiilor BaZrO₃ (BZO) in stoichiometria filmelor YBCO asupra proprietatilor de transport. Analiza structurala si morfologica a filmelor s-a realizat prin difractometrie de raze X si microscopie electronica.

- G. Augieri, G. Celentano, U. Gambardella, J. Halbritter, T. Petrisor, *Analysis of angular dependence of pinning mechanisms on Ca-substituted YBa₂Cu₃O_{7-δ} epitaxial thin films*
- Publicata in Superconductor Science and Technology 20-4(2007) 381-385

Lucrarea prezinta rezultate privind determinarea densitatii de curent critice ca functie de temperatura si campul magnetic pentru filme 10at.% Ca-substituted YBa₂Cu₃O_{7-δ} (YCBCO) depuse cu laser pulsant pe substrat (001)-SrTiO₃ (STO) si Al₂O₃ (CAO) cu *buffer* CeO₂. Este prezentat un studiu comparativ al celor doua tipuri de filme.

- I. Tiseanu, T. Craciunescu, *X-ray Microtomography Experience at National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bucharest, Romania*
- Prezentata la *Fachtagung Prozessnahe Röntgenanalytik (PRORA 2007), Berlin, Germany, 15-16 November 2007*

Lucrarea prezinta experienta grupului nostru de cercetare in tomografia de raze X, o sectiune speciala fiind dedicata rezultatelor recente si perspectivelor privind tomografia la scara nano/micro.

- M. Simon, I. Tiseanu, C. Sauerwein, S.-M. Yoo, I.-S. Cho, *Development of multi sensor and multi source computed tomography Systems*
- Prezentata la *DIR 2007 - International Symposium on Digital industrial Radiology and Computed Tomography, June 25-27, 2007, Lyon, France*

Lucrarea prezinta metode experimentale de extindere a aplicabilitatii tomografiei de transmisie de raze X. Este evaluata utilizarea combinata a unei surse microfocuse si a unei surse cu valori mari ale tensiunii de anod si de inalta putere pentru implementarea micro- si macro-tomografiei intr-un singur sistem. Se demonstreaza de asemenea ca utilizarea combinata a unui detector *flat panel* si a unui detector liniar permite obtinerea de analize volumetrice de inalta calitate.

MEdC - AC	PROGRAM (acronim): CEx	Nr. înregistrare...../Data:
	Modulul 1	Nr. contract: 2-CEx06-11-23/25.07.06
	Conducător Proiect dr Ion TISEANU	Pagina:

- M. Simon, I. Tiseanu, C. Sauerwein: *Characterization of Automotive Parts by a Novel Multi-Scan Tomography System*
 - Prezentata la *4th International Conference Emerging Technologies in Non-Destructive Testing, April 2-4, 2007, Stuttgart, Germany.*

Lucrarea prezinta un nou concept de scanare volumetrica de mare eficacitate si de imagistica cu surse multiple de raze X pentru analiza tomografica complexa, de la scara la macro pana la rezolutie spatiala micronica.

- L Ciontea, G Celentano, A Augieri , T Ristoiu , R Suciuc, M S Gabor, A Rufoloni, A Vannozzi, V Galluzzi, T Petrisor, *Chemically Processed BaZrO₃ Nanopowders as Artificial Pinning Centres*
 - Prezentata la 8th European Conference on Applied Superconductivity, EUCAS'07 Bruxelles 16-20 September 2007.

Lucrarea prezinta un rezultat privind utilizarea nanopudrelor **BaZrO₃** ca centrul de *pinning* artificiali

- L Ciontea, A Angrisani, G Celentano, T Petrisor jr., A Rufoloni, A Vannozzi, A Augieri, V Galuzzi, A Mancini, T Petrisor, *Metal Propionate Synthesis of Epitaxial YBa₂Cu₃O_{7-x} Films*
 - Prezentata la 8th European Conference on Applied Superconductivity, EUCAS'07 Bruxelles 16-20 September 2007

Lucrarea prezinta metode si tehnici de sinteza a filmelor epitaxiale YBa₂Cu₃O₇.

METODE DE VALORIFICARE ȘI EFICIENȚĂ ECONOMICĂ A APLICĂRII REZULTATELOR

(se descrie domeniul, beneficiarul și/sau activitatea specifică vizată, efectele economice obținute de agentul economic beneficiar al rezultatelor)

Nu este cazul în stadiul actual.

PERSPECTIVE

(se pun în evidență posibilitățile de extindere a aplicării rezultatelor la mai mulți beneficiari și/sau în alte domenii)

Nu este cazul în stadiul actual

I. Înregistrări

(se nominalizează documentele care se anexează pentru susținerea RCD:, documentații de execuție, buletine de măsurare/testare/analiză, planuri de afaceri, diagnoze, evaluări, prognoze etc.)

2 lucrari stiintifice si 6 *abstract* –uri ale unor lucrari stiintifice
