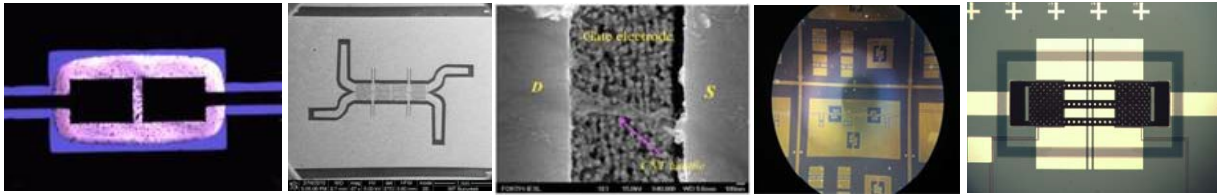


Laboratorul de Microstructuri, Dispozitive și Circuite de Microunde- L4



<http://www.imt.ro/organisation/research%20labs/L4/index.htm>

Misiune

Misiunea L4 este cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică a dispozitivelor și circuitelor microprelucrate de microunde și unde milimetrice. Noile tehnologii RF MEMS incluzând “circuitele pe membrane” reprezintă soluția pentru obținerea circuitelor și dispozitivelor ultraperformante pentru microunde și unde milimetrice, destinate sistemelor moderne de comunicație și senzorilor. Recent, laboratorul a demarat studiul și realizarea de dispozitive acustice folosind microprelucrarea și nano-procesarea semiconductorilor de bandă interzisă largă (GaN/Si, AlN/Si), precum și dispozitive experimentale bazate pe nanotuburi de carbon și grafenă. Laboratorul L4 este unul dintre promotorii domeniului RF-MEMS în Europa. A coordonat unul dintre primele proiecte ale EU în RF-MEMS: FP4 MEMSWAVE nominalizat la premiul Decartes în 2002 și proiectul FP 7 REGPOT call 2007-1 MIMOMEMS (2008 – 20011); a participat în Reteaua de excelență / FP6 “AMICOM” (2004 -2007) având rezultate originale în colaborare cu LAAS Toulouse, FORTH Heraklion, VTT Helsinki. Laboratorul a fost partener în proiectele europene IP/FP7 (NANOTEC, SMARTPOWER), STREP/FP7 (NANO RF). și ENIAC JU (SE2A, MERCURE, NANOCOM).

În prezent, laboratorul coordonează două proiecte ESA, un proiect H2020/ Marie Curie (SelectX).

Echipa are o expertiză multidisciplinară în fizică și ingineria microsistemelor și se compune din 15 cercetători dintre care 13 au doctorate în electronică și fizică. Laboratorul este **coordonat** de către **Dr. Alexandru Müller** (alexandru.muller@imt.ro).

Domenii de activitate

- ✓ Dezvoltarea de noi generații de circuite destinate comunicațiilor în unde milimetrice bazate pe microprelucrarea și nanoprocesarea semiconductorilor (Si, GaAs, GaN);
- ✓ Proiectarea și realizarea de elemente pasive de circuit microprelucrate, module de recepție integrate monolitice sau hibrid bazate pe microprelucrarea siliciului și GaAs;
- ✓ Dispozitive acustice (SAW și FBAR) pentru aplicații în gama de frecvență GHz, bazate pe microprelucrarea și nanoprocesarea semiconductorilor de bandă largă, GaN și AlN;
- ✓ Proiectarea și caracterizarea experimentală de antene și alte circuite pasive realizate în tehnologia ceramică sinterizate la temperaturi joase (LTCC – Low Temperature Cofired Ceramics), bazate pe ghiduri de undă integrate în substrat (SIW – Substrate integrated waveguide) pentru gama undelor milimetrice;
- ✓ Proiectarea și caracterizarea experimentală a circuitelor în tehnologie LTCC integrate hibrid cu dispozitive și circuite semiconductoare;
- ✓ Photodetectori UV bazati pe membrane de GaN/Si;
- ✓ Dezvoltarea tehnologiilor MEMS și NEMS;
- ✓ Dispozitive de microunde bazate pe CNT și grafenă;

Echipamente

Analizor vectorial de rețele (VNA) pentru măsurarea parametrilor S pe placheta până la 110 GHz; VNA până la 43,5 GHz; Echipament de caracterizare „on wafer” Suss MicroTec; Analizor de spectru Anritsu până la 40 GHz și generator Agilent până la 50 GHz, ambele cu module dedicate pentru extensii până la 110 GHz; Osciloscop cu esanționare Tektronix cu modul TDR (15 ps timp de creștere / 1 mm rezoluție); Criostat Janis SHI-4H-1; Camera de presiune cu temperatura controlată Büchiglasuster, Sistem de caracterizare semiconductori 4200-SCS/Keithley; Profilometru optic Photomap 3D Fogale; Power-metru 0.1–40 GHz; Accesorii de măsură; Montaj experimental pentru responsivitate UV; pachete de programe de simulare electromagnetică și analiză de circuit (Mentor Graphics HyperLynx 3D EM SSD, CST Microwave Studio, NI AWR Design Environment – Microwave Office).

Servicii

- ✓ **Proiectarea și optimizarea componentelor și circuitelor de microunde și unde milimetrice utilizând modelarea 3D electromagnetică cuplată cu analiză liniară și non-liniară de circuit** (<https://erris.gov.ro/MINAFAB>, contact: Dr. Alina-Cristina Bunea, alina.bunea@imt.ro)
- ✓ **Măsurarea caracteristicii de radiație și a benzii de adaptare la intrare pentru antene de microunde și unde milimetrice (8 – 110 GHz)** (<https://erris.gov.ro/MINAFAB>, contact: Dr. Alina-Cristina Bunea, alina.bunea@imt.ro)
- ✓ **Caracterizare experimentală a sistemelor de emisie/recepție de microunde și unde milimetrice și evaluarea parametrilor principali până la 110 GHz** (<https://erris.gov.ro/MINAFAB>, contact: Dr. Alina-Cristina Bunea, alina.bunea@imt.ro)
- ✓ **Caracterizarea componentelor și circuitelor de microunde și unde milimetrice, cu extragerea parametrilor de dispozitiv/circuit pe baza rezultatelor măsurate (până la 110 GHz)** (<https://erris.gov.ro/MINAFAB>, contact: Dr. Alina-Cristina Bunea, alina.bunea@imt.ro)
- ✓ **Caracterizarea senzorilor și traductorilor de presiune** (http://www.imt.ro/TGE-PLAT/oferta_detaliata_IMT.php, contact: Dr. Sergiu Iordanescu, sergiu.iordanescu@imt.ro)
- ✓ **Caracterizarea în microunde a materialelor dielectrice și conductoare** (http://www.imt.ro/TGE-PLAT/oferta_detaliata_IMT.php, contact: Dr. Sergiu Iordanescu, sergiu.iordanescu@imt.ro)
- ✓ **Determinarea incertitudinii în funcționarea componentelor și circuitelor de înaltă frecvență** (http://www.imt.ro/TGE-PLAT/oferta_detaliata_IMT.php, contact: Dr. Mircea Dragoman, mircea.dragoman@imt.ro)
- ✓ **Proiectarea și optimizarea micro/nano-senzorilor cu unde acustice de suprafață sau volum – Modelare/Simulare pentru micro/nano-senzori cu unde acustice de suprafață** (http://www.imt.ro/TGE-PLAT/oferta_detaliata_IMT.php, contact: Dr. Alexandra Stefanescu, alexandra.stefanescu@imt.ro)

Echipamente folosite:



Fig.1: Analizorul Vectorial de Retele VNA Anritsu 37397D

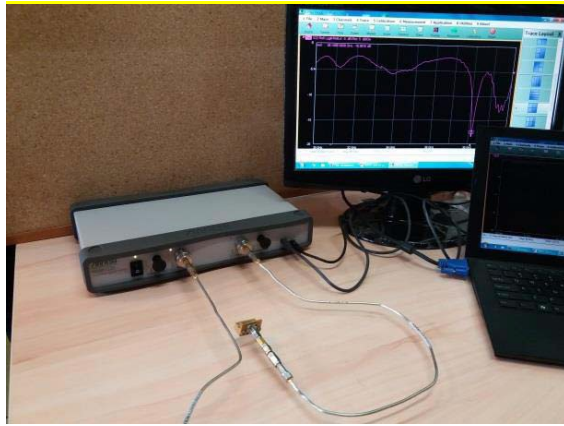


Fig.2: VNA Anritsu MS46122A-040



Fig. 3. PSG Analog Signal Generator Agilent E8257C 250 kHz – 50 GHz



Fig. 4. Anritsu MS2668C 9 kHz – 40 GHz

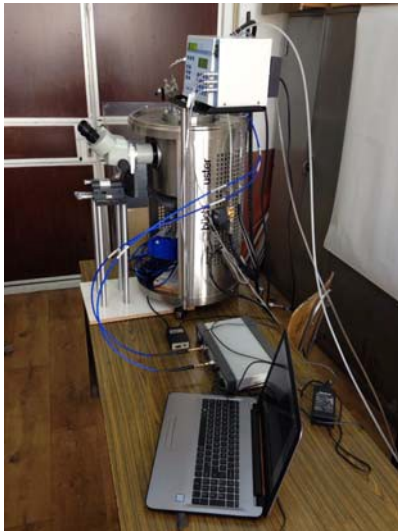


Fig. 5: Incinta sub presiune cu temperatura controlata



Fig. 6: Montura de masura cu sonde

Proiecte internationale in derulare

ESA - Contract No. 4000110819/CBi "0-level encapsulation of reliable MEMS switch structures for RF applications", IMT unic partener 2014 - 2017

ESA - Contract No. 4000115202/15/NL/CBi "Microwave filters based on GaN/Si SAW resonators, operating at frequencies above 5 GHz" IMT unic partener 2015 - 2017

SelectX – H2020 proiect Marie Curie nr.705957 "Integrated Crossbar of Microelectromechanical Selectors and Non-Volatile Memory Devices for Neuromorphic Computing", 2016 – 2018, IMT coordonator

Proiecte nationale in derulare

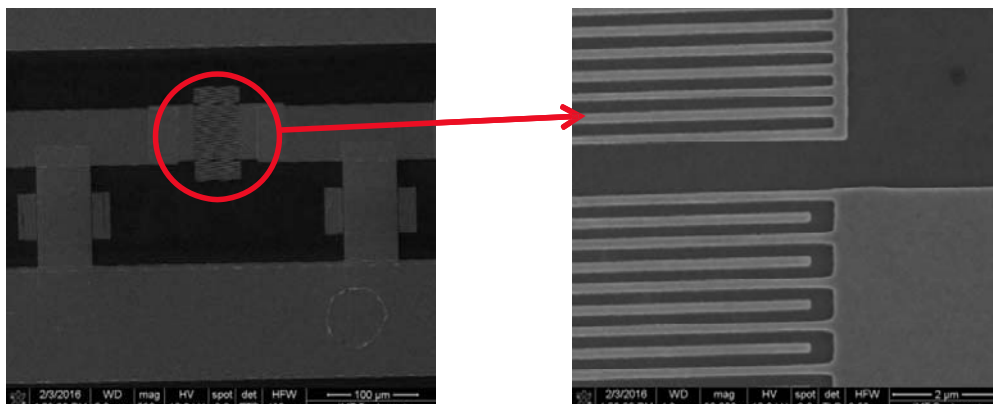
- ✓ PN-III-P4-IDPCE-2016-0803 „Investigation of superior propagation modes in GHz operating GaN based SAW devices targeting high performance sensors and advanced communication system applications / Investigarea modurilor superioare de propagare in dispozitive SAW pe GaN operand in gama GHz-lor pentru aplicatii in domeniul senzorilor si sistemelor de comunicatii avansate”- SupraGaN (2017-2018)
- ✓ PN-III-P2-2.1-PED-2016-0976, “Filtre trece bandă de înaltă performanță realizate cu rezonatoare hibride cu unde acustice și elemente cu constante concentrate, fabricate pe GaN, pentru aplicații spațiale” (HALE4SPACE) (2017-2018)
- ✓ PN-III-P2-2.1-PED-2016-0957, “Filtre trece-bandă cu ghid integrat în substrat și acord continuu” (2017-2018)
- ✓ PN-III-P2-2.1-PED-2016-0025, “Compozite din grafena pentru imbunatatirea proprietatilor electrice si termice ale automobilelor “(2017-2018)
- ✓ PARTENERIATE – ctr 15/2014 „Senzor de temperatura bazat pe structuri de tip SAW pe AlN/Si cu frecventa de rezonanta in domeniul gigahertzilor” IMT- coordonator (2014-2017)
- ✓ PARTENERIATE – ctr 9/2012 „Noi material nanostructurate semiconductoare pe baza de nanoparticule de Ge in diferiti oxizi pentru aplicatii in fotodetectotri VIS-NIR si dispozitive de memmorii volatile” Coord INCD FM, IMT partener, (2012-2017)
- ✓ PARTENERIATE – ctr 5/2012 „Instrumente si metodologii avansate pentru modelarea multifizica si simularea micro comutatoarelor de radio frecventa” Coord UPB, IMT partener, (2012-2017)
- ✓ PARTENERIATE – ctr 9/2012 „Noi material nanostructurate semiconductoare pe baza de nanoparticule de Ge in diferiti oxizi pentru aplicatii in fotodetectoeri VIS-NIR si dispozitive de memmorii volatile” Coord INCD FM, IMT partener, (2012-2017)
- ✓ PARTENERIATE – ctr 5/2012 „Instrumente si metodologii avansate pentru modelarea multifizica si simularea micro comutatoarelor de radio frecventa” Coord UPB, IMT partener, (2012-2017)
- ✓ TE-ctr 330/2015 „Utilizarea structurilor de tip ghid integrat in substrat pentru masurarea permitivitatii materialelor dielectrice in domeniul microundelor (SIWCell)” Dir. Proiect Dr Alexandra Stefanescu (2015 – 2017)
- ✓ TE-ctr 331/2015 „Sistem de incapsulare pe placheta pentru structuri MEMS” Dir. Proiect Dr Dan Vasilache (2015 – 2017)

6. Rezultate obținute

Filtre de tip “Pi” si “T” pe baza de rezonatori SAW realizati pe GaN/Si operand la frecvente de peste 5 GHz

ESA - Ctr. 40000115202/15/NL/CBi “ Filtre de microunde pe baza de rezonatori SAW realizati pe GaN/Si operand la frecvente de peste 5 GHz” Director proiect: Dr. Alexandru Muller

Tehnici nanolitografice avansate au fost utilizate pentru a procesa dispozitive SAW avand digiti/interdigiti cu dimensiunile de 130, 150 and 200 nm, corespunzand frecventelor de functionare intre 5 si 8 GHz. Au fost propuse topologii de filtre in „Pi” si „T”. Simularile au aratat pierderi de insertie mai bune de -20 dB. Aceste rezultate sunt rezultate ce depasesc starea artei pentru filtre SAW operand la aceste frecvente.

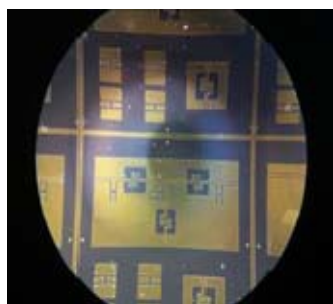


Detalii ale structurii test

Filtre cu varactoare din nanotuburi de carbon

NANO RF - FP7-ICT-2011-8, STREP Nr 318352 – “Carbon based smart systems for wireless applications”,
Coordinator Thales TRT, Franta, 13 parteneri, 2012-2016, IMT partener

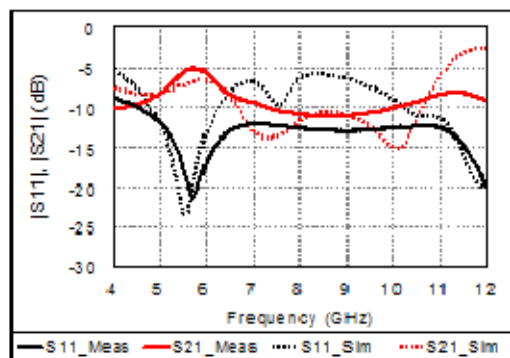
S-au realizat experimental si s-au caracterizat filtre in banda X cu varactoare din nanotuburi de carbon



Imagine a plachetei cu filtrul realizat



Detaliu filtru



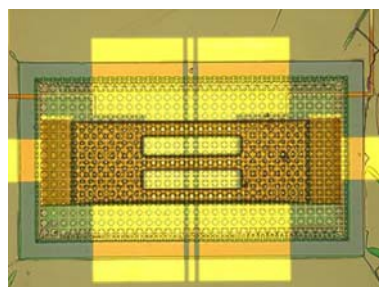
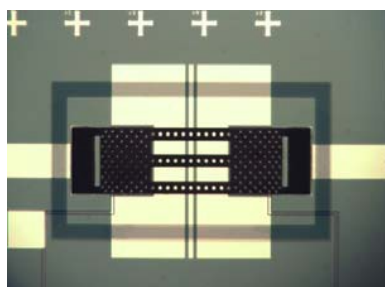
Masuratori parametrii S si comparatie cu simularile efectuate

Realizarea de comutatoare MEMS pentru benzile de frecventa K si W (20-100GHz)

ESA Ctr 4000110819/CBi: “0-level encapsulation of reliable MEMS switch structures for RF applications”, Dir.
Proiect Dr. Dan Vasilache

Structurile de comutatoare MEMS au fost proiectate pentru benzile de frecventa K si W, fiind proiectate structuri care sa aiba pierderi de insertie mai mici de -0.5dB si o izolare mai buna de -45dB pe tot intervalul considerat. Simularea structurilor incapsulate a pus in evidenta o scadere a parametrilor, pierderile de insertie fiind totusi mai mici de -1.5dB, in timp ce izolarea obtinuta este mai buna de -40dB.

Structurile realizate pana in prezent sunt prezentate in figura de mai jos, atat incapsulate cat si neincapsulate.

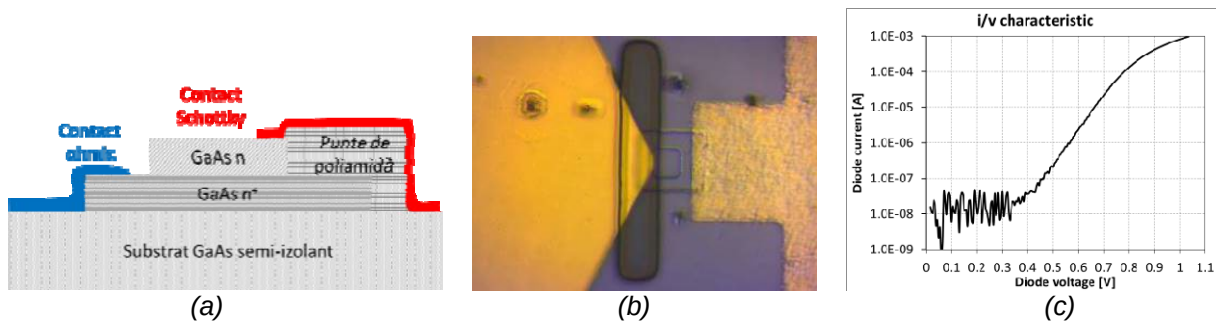


Fotografii optice ale unor structuri de comutatoare inainte si dupa incapsulare.

Proiectare si caracterizare de diode Schottky pentru front-end de imagistica

IDEI PN-II-ID-PCE-2011-3-0830, „Front-end de imagistică cu unde milimetrice pentru aplicații în securitate și medicale”, Dir. Proiect Prof.Dan Neculoiu (2011-2016)

Au fost proiectate structuri de test de diode Schottky pe substrat GaAs pornind de la modelul de circuit echivalent de semnal mic și apelând apoi la modelarea cu ecuații cu derivate parțiale. Au fost fabricate și caracterizate structuri de test.

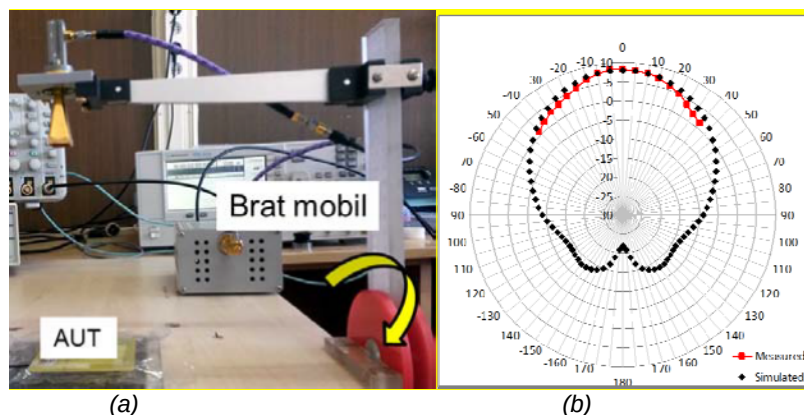


(a) Secțiune prin structura de dioda Schottky; (b) Fotografie optică a unei structuri de dioda integrată cu padurile de contactare pentru măsuratori în curent continuu; (c) Caracteristica i/v măsurată

Proiectare si caracterizare de antene de unde milimetrice pentru front-end de imagistica

IDEI PN-II-ID-PCE-2011-3-0830, „Front-end de imagistică cu unde milimetrice pentru aplicații în securitate și medicale”, Dir. Proiect Prof.Dan Neculoiu (2011-2016)

Au fost proiectate și fabricate antene de unde milimetrice suspendate pe membrane dielectrice subțiri obținute prin microprelucrarea siliciului și antene bazate pe tehnologia ghidului de unda integrat în substrat (SIW), fabricate utilizând de ceramici multistrat sinterizate la temperaturi joase (LTCC). A fost implementat un sistem de măsurare a caracteristicilor de radiație 2D.

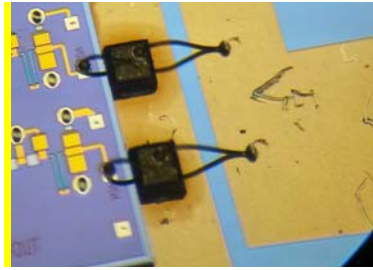


(a) sistem de măsurare a caracteristicilor de radiație 2D; (b) exemplu de caracteristică 2D măsurată și simulată electromagnetic

Dezvoltarea tehnologiilor de integrare hibridă a circuitelor de unde milimetrice

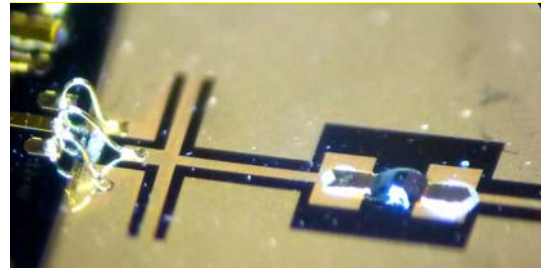
IDEI PN-II-ID-PCE-2011-3-0830, „Front-end de imagistică cu unde milimetrice pentru aplicații în securitate și medicale”, Dir. Proiect Prof.Dan Neculoiu (2011-2016)

Au fost investigate și dezvoltate tehnici de integrare hibridă a componentelor active pe GaAs (diode, amplificatoare de zgomot redus) cu structuri pasive de unde milimetrice. Au fost optimizate două tehnologii: integrarea hibridă cu ajutorul firelor de aur de 17 și 25 microni diametru și integrarea hibridă cu pastă conductoare de argint. Aceste tehnici au fost implementate pentru realizarea unui front end de imagistică cu unde milimetrice cu antenă on chip. Caracterizările experimentale au validat calitatea acestor tehnici de interconectare.



(a)

(a) detaliu integrare hibridă MMIC GaAs cu condensatoare chip pe structură de siliciu; (b) detaliu integrare hibridă diodă GaAs

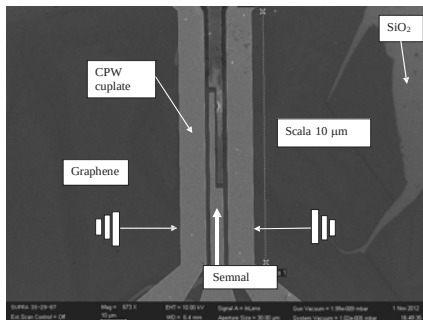


(b)

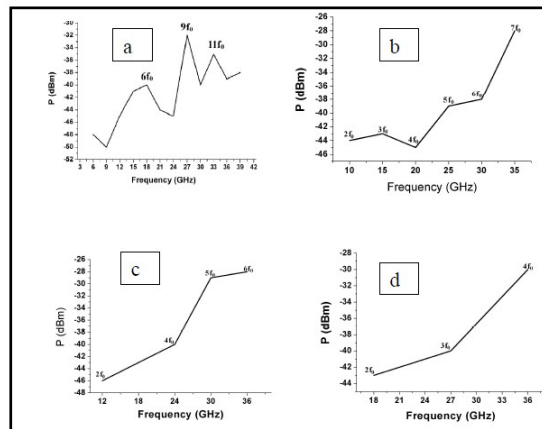
Multiplicator de frecvență în unde milimetrice

IDEI PNII-ID-PCE-2011-3-0071 „Dispozitive nanoelectronice bazate pe grafena pentru aplicații în domeniul frecvențelor înalte” Dir. Proiect Dr. Mircea Dragoman, (2011-2016)

A fost realizat un multiplicator de frecvență pe grafena, în unde milimetrice. Acesta constă în două linii cuplate pe grafena conectate la o linie CPW din Au și a fost procesat prin litografie e-beam și depuneri metalice



Imagine SEM a multiplicatorului

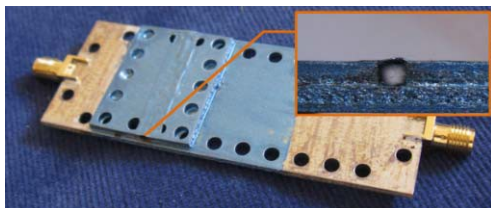


Răspunsul multiplicatorului în frecvență la: (a) 3 GHz, (b) 5 GHz (c) 6 GHz (d) 9 GHz Puterea la intrare 0 dB și tensiune 4 V în toate cazurile (a)-(d)

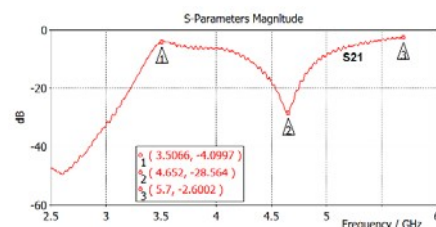
Rezultate experimentale pentru celula de măsură de tip SIW

Tinere echipe de cercetare – ctr nr. 330/2015 - Utilizarea structurilor de tip ghid integrat în substrat pentru măsurarea permitivității materialelor dielectrice în domeniul microundelor, director proiect dr. Alexandra Stefanescu

Insertia eșantionului care trebuie măsurat se face printr-un canal cu dimensiuni maxime de cca. 1.6 mm x 1.6 mm (conform detaliului din figură). Răspunsul în frecvență al celulei de măsură cu cavitatea neperturbată (fără inserție de material dielectric) arată o atenuare la rezonanță de aproximativ 28.56 dB, frecvența de rezonanță fiind 4.65 GHz.



Celula de măsură realizată experimental, cu detaliu de inserție a eșantionului.



Caracteristica de transfer măsurată pentru celula de măsură (fără material dielectric).