

REZULTATE ESTIMATE

Etapa 2:

- Simularea comportarii la presiune si temperatura a dispozitivelor SAW suspendate pe membrana si pe membrana metalizate
- Procesare dispozitivele SAW suspendate pe membrane
- Teste incapsulare structuri SAW suspendate pe membrana
- Caracterizarea si analiza sensibilitatii structurilor SAW in presiune
- Diseminare rezultate

REZULTATE OBTINUTE

Simularea comportarii la presiune si temperatura a dispozitivelor SAW suspendate pe membrana

Variatia frecventei de rezonanta in functie de presiune (in domeniul 1 – 7 Bari), la diferite temperaturi (in intervalul 25 – 150 °C) a fost determinata din simulari cuplate (FEM+COM) pentru ambele moduri de propagare (Rayleigh si Lamb). **Acest tip de simulare este introdus pentru prima data pentru structuri SAW suspendate pe membrane.** Variatia frecventei de rezonanta cu presiunea la diferite temperaturi (Fig. 1), respectiv cu temperatura la diferite presiuni (Fig. 2) se aproximeaza liniar si confirma posibilitatea ca acest tip de structura sa fie un senzor dual, permitand determinarea ambilor parametri (temperatura si presiune) in acelasi timp.

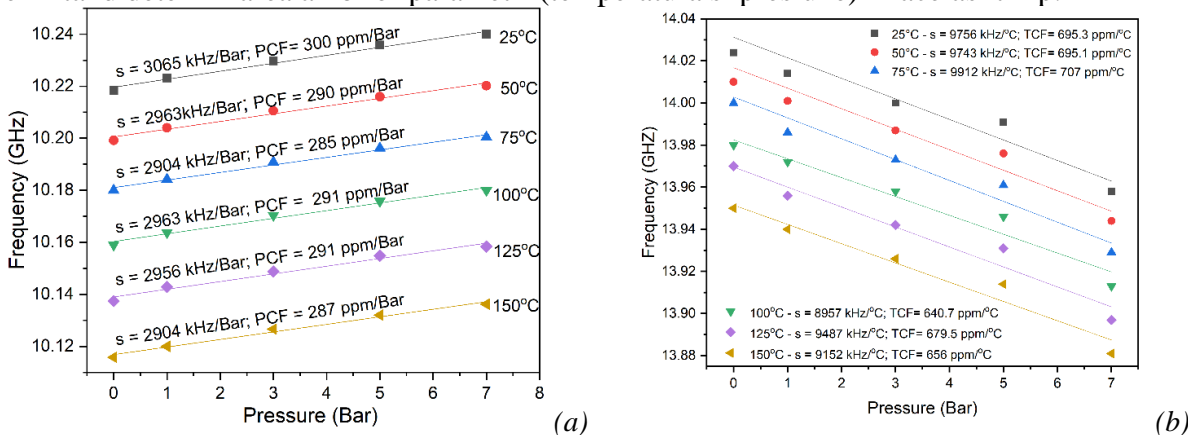


Fig. 1 Variatia frecventei de rezonanta a structurii SAW pe membrana de GaN extrasa din simularea cuplata FEM+COM in functie de presiune la diferite temperaturi pentru modul Rayleigh (a) si pentru modul Lamb (b)

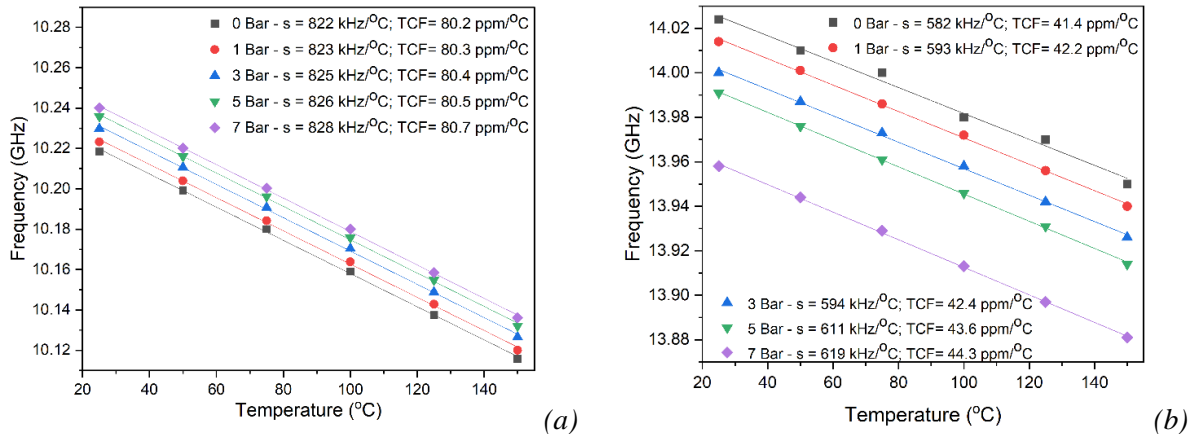


Fig. 2 Variatia frecventei de rezonanta extrasa din simularea cuplata FEM+COM in functie de temperatura la diferite presiuni pentru modul Rayleigh (a) si pentru modul Lamb (b)

Realizarea structurilor de senzori SAW suspendate pe membrane

S-au realizat primele structuri SAW cu IDT-uri avand latimea digit/interdigit de 100 nm si 120 nm pe membrane subtiri de GaN. Trei tipuri de membrane au fost corodate: (i) GaN cu grosimea de 1.3 μm , (ii) GaN/Si cu grosimea de 1.3 μm / 10 μm si (iii) GaN/Si/Mo 3 μm / 10 μm / 30 nm. Fluxul tehnologic consta in 4 etape principale: (1) realizarea liniei CPW – padurile RF; (2) realizarea zonei active a traductorului interdigitat (IDT) prin nanolitografie, latimea dintilor si distanta dintre ei fiind de 100 nm pentru un tip de structuri, si 120 nm pentru cel de al doilea tip; (3) aducerea metalizarii liniei CPW la grosimea necesara masuratorilor in RF si pentru a asigura un contact bun cu zona IDT-urilor; (4) realizarea membranelor (500 x 500 μm) sub zona IDT-urilor prin corodarea uscata (de tip reactive Ion Etching – RIE) a substratului de siliciu.

Fotografiile SEM cu structura SAW avand $w_{\text{IDT}} = 100$ nm pe membrana de GaN/Si sunt prezentate in Figura 3.

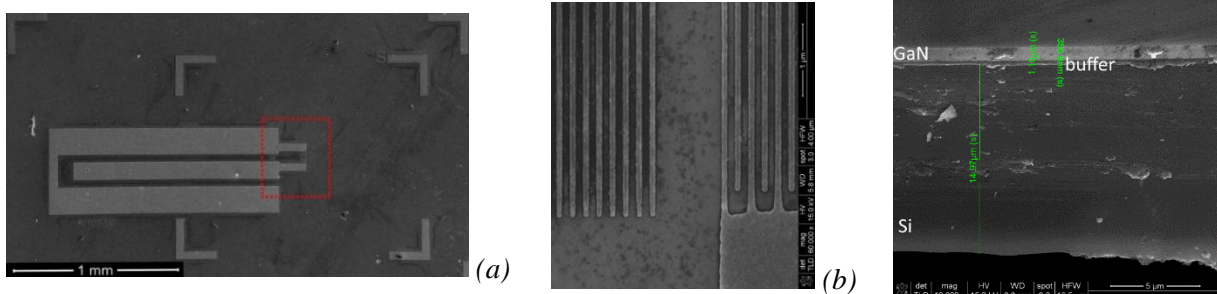


Fig. 3 Fotografii SEM cu structuri SAW; (a) cip cu structura SAW de 100 nm, zona care defineste membrana propriu-zisa este marcata; (b) detaliu cu zona IDT-ului si a reflectoarelor; (c) detaliu cu compozitia membranei de GaN/Si

Incapsularea structurilor de senzori

Incapsularea avuta in vedere aici a fost de nivel 0, care sa asigure structurilor o protectie minima fata de mediul ambient si sa permita in acelasi timp masuratorile de temperatura si presiune. Capsulele sunt realizate prin corodarea uscata a plachetelor de siliciu. Fotografiiile SEM prezentate

in Fig. 4 arata imbinarea celor doua componente utilizand fotorezist AZ 4500 (Fig. 4a) si adeziv epoxy (Fig. 4b).

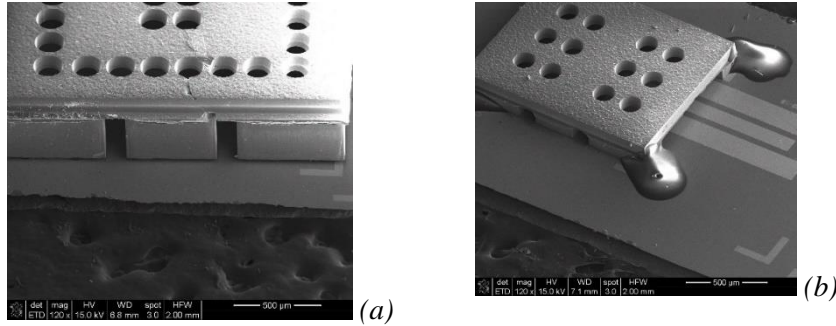


Fig. 4: Fotografii SEM ale unor structuri incapsulate cu: fotorezist AZ 4500 (a), adeziv de tip epoxy (b)

Caracterizare la presiune

- Structurile SAW au fost taiate in cipuri si apoi lipite pe un suport metalic astfel incat cavitatile care se creaza sub membrana sa fie inchise ermetic (Fig. 5a) si sa ofere posibilitatea de deflexie a zonei active a rezonatorului SAW cand este aplicata o presiune exterioara. Coeficientul de reflexie S_{11} a fost masurat initial la temperatura camerei si presiune ambianta cu un analizor vectorial de retea 37397D (Vector Network Analyzer - Anritsu) si o pereche de sonde pentru masurari direct pe placheta, model PM5 produs de Suss Microtec. Au fost identificate doua frecvente de rezonanta (notate cu f_1 si f_2) (Fig. 5b). **Dispozitivele au frecvente de rezonanta > 10 GHz.** Variatia frecventei de rezonanta in functie de presiunea aplicata a fost determinata cu ajutorul unei incinte cu presiune controlata. Simularile sunt validate prin determinarea coeficientul de presiune in frecventa din masuratori. Valoarea PCF la temperatura camerei (216 ppm/Bar) pentru modul Rayleigh este foarte apropiata de valoarea determinata din simulari (PCF = 300 ppm/Bar).

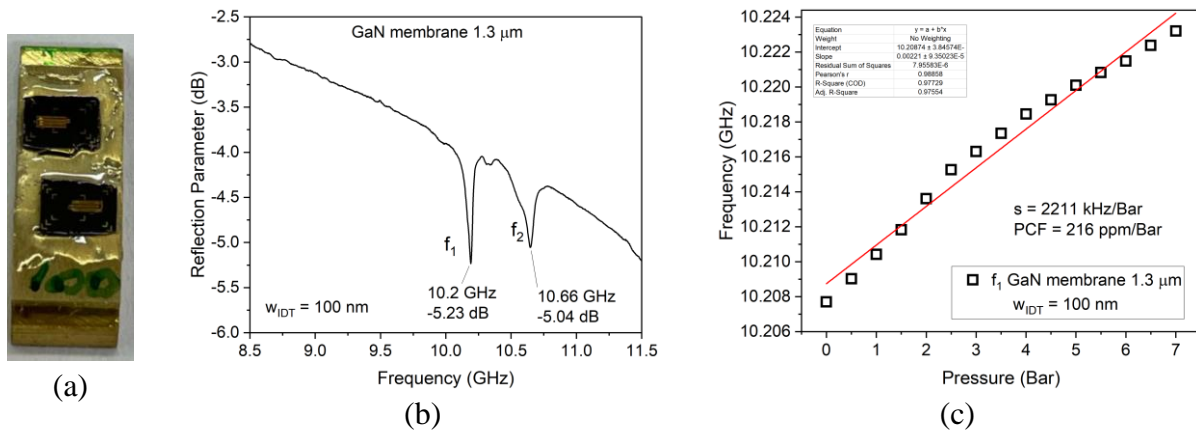


Fig.5 Structuri SAW ($w_{IDT} = 100 \text{ nm}$) pe membrana de GaN $1.3 \mu\text{m}$ montate pe un suport metalic (a); Coeficientul de reflexie (b); Variatia frecventei de rezonanta cu presiunea pentru f_1 (c)

Diseminare

O lucrare stiintifica in care este folosita metoda de simulare cuplata FEM+COM pentru structuri SAW folosite ca senzori de temperatura este in proces de evaluare la revista IEEE Access:

George Boldeiu, George E. Ponchak, Alexandra Nicoloiu, Claudia Nastase, Ioana Zdru, Adrian Dinescu, Alexandru Müller, *Investigation of Temperature Sensing Capabilities of GaN/SiC and GaN/Sapphire Surface Acoustic Wave Devices*, in review la IEEE Access.