

Rezumat pentru raport anual Program Nucleu (maxim 2 pagini format A4, Times New Roman 12, la un rand)

Titlu Faza: Fenomene de capacitate negativa in structuri feroelectrice

Termen: 10/11/2019

Obiective: Studiul fenomenului de capacitate negativa in feroelectrici si heterostructuri care includ straturi feroelectrice

Rezultate estimate initial: se vor creste straturi subtiri feroelectrice in geometrie capacitor, precum si heterostructuri care includ cel putin un strat feroelectric; se vor realiza masuratori specifice de histerezis si capacitate. Se va incerca punerea in evidenta fenomenul de capacitate negativa ca efect tranzitoriu legat de reversarea polarizarii.

Rezultate obtinute (scurta descriere a celor mai importante rezultate, cu 1-2 imagini/grafice de impact care sustin rezultatele):

Capacitate negativa a fost raportata sin in multistraturi dielectric-feroelectric, observand ca capacitatea totala a structurii este mai mare decat valoarea ce ar rezulta aplicand formula pentru legare in serie a unor capacitori. In orice caz, in toate studiile anterioare fenomenul de capacitate negativa a fost raportat in situatii in care polarizarea feroelectrica este aproape de zero sau trece prin zero, asa cum este cazul la tranzitia de faza sau in timpul reversarii directiei de polarizare.

$$\varepsilon_f = \varepsilon_b + \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\partial P_s}{\partial E}$$

Ecuatia de mai sus sugereaza urmatoarele:

- Daca polarizarea spontana in feroelectric este saturata si nu mai variaza cu campul electric aplicat, atunci ε_f se reduce la ε_b .
- ε_f poate fi negativa daca derivata polarizarii spontane in raport cu campul electric aplicat este negativa (spre exemplu, polarizarea continua sa creasca atunci cand campul electric aplicat incepe sa scada).
- Dependenta de camp electric a constantei dielectrice se obtine derivand ciclul de histerezis al polarizarii (, cu alte cuvinte, caracteristica C-V ar trebui sa fie derivata curbei D-E sau P-E, in cazul in care termenul $\varepsilon_0 E$ in ecuatia (1) este neglijabil).

Predictiile teoretice de mai sus au fost verificate pe niste capacitori feroelectrici bazati pe straturi de PZT epitaxiale. Acestea au fost crescute prin PLD pe electrozi de SRO epitaxiali, cu grosime de 20 nm, crescuti la randul lor pe suporti monocristalini de STO. Grosimea stratului de PZT a fost estimata la circa 200 nm din imagini TEM, iar electrozii superiori au fost tot din SRO cu o arie de 0.01 mm².

Verificarea a constat in inregistrarea curbelor de histerezis si la tensiuni sunb tensiunea corectiva si la tensiuni ceva mai mari decat acestea. Practic, amplitudinea pulsurilor triangulare de tensiune a fost crescuta treptata, de la o curba de histerezis la alta, pana s-a obtinut ceea ce se poate numi „deschiderea curbei de histetrezis”. Curbele de polarizare si curent inregistrate in acest fel sunt prezentate in Figura 1.

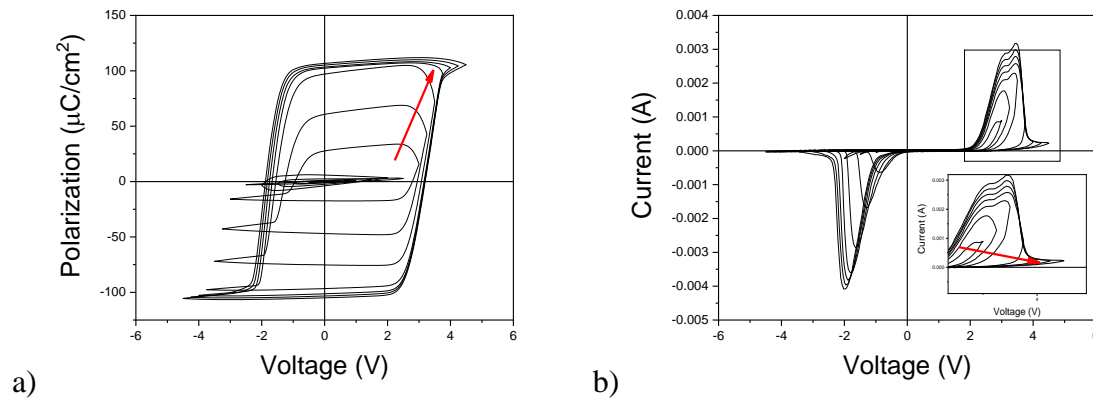


Fig. 1 a) deschiderea curebie de histerzis a polarizarii obtinuta prin cresterea pas cu pas a amplitudinii pulsurilor triangulare de tensiune aplicate pe proba (sageata rosi marcheaza sensul de crestere); b) histerzisul in curent (in inset se arata marita zona marcata cu triunghi in graficul principal, iar sageata rosie indica sensul de crestere a amplitudinii pulsurilor trngulare de tensiune).

Rezultatele rezultate din acest studiu sugereaza ca, in straturi subtiri feroelectrice de calitate epitaxiala foarte ridicata, reversarea polarizarii este brusca, fara trecere prin stari intermediare caracterizate de existenta domeniilor feroelectrice cu orientari aleatoare, asa cum se postula pana in prezent. Aceasta descoperire este in concordanta cu harta energiei libere in faza feroelectrica, care are doat doua minime posibile, corespunzatoare celor doua orientari ale polarizarii. Se deduce ca nu sunt posibile alte stari ale polarizarii, decat cele doua corespunzatoare miniminelor energetice.

Concluzii si perspective:

A fost pus in evidenta efectula de capacitate negativa in condensatori feroelectrici, prezent ca efect tranzitoriu in timpul reversarii polarizarii. Capacitatea negativa are un maxim pronuntat atunci cand polarizarea trece prin zero, iar valoarea acestui maxim depinde de tensiune. Transformand dependenta de tensiune in dependenta de timp se poate estima timpul real de reversare a polarizarii. Studiul va fi continuat cu alte experimente care sa elucideze originea efectului de capacitate negativa.