

## Lucrarea nr 2 –Materiale feroelectrice

### 1.Scopul lucrării:

Scopul acestei lucrări este determinarea dependenței de frecvență și temperatură a permitivității complexe relative și studiul efectului piezoelectric pentru materiale ceramice feroelectrice.

### 2.Conspectul lucrării:

Materialele cu polarizare spontană sunt materiale care se caracterizează prin existența unui moment electric nenul al unității de volum în absența unui câmp electric exterior. Celula elementară a unui asemenea material prezintă moment dipolar spontan printr-unul din următoarele mecanisme:

- polarizarea de deplasare a electronilor atomici;
- polarizarea de deplasare a ionilor celulei elementare.

Vectorul polarizație spontană se caracterizează prin simetria limită de tip  $\infty m$  care conține următoarele elemente de simetrie:

- o axă de rotație de ordinul  $\infty$  care conține dreapta suport a vectorului
- o infinitate de plane de oglindire care conțin această dreaptă.

Pentru ca într-un material să existe polarizație spontană este necesar ca simetria structurală a materialului să constituie, conform principiului lui Neumann, un subgrup al clasei de simetrie limită  $\infty m$ ; din cele 32 de clase de simetrie cristalină existente în natură, numai 10 îndeplinesc această condiție și anume: 1, 2, 3, 4, 6, m, mm, 3m, 4mm, 6mm.

Starea feroelectrică reprezintă o stare de ordine a materiei, rezultată spontan din tendința către stabilitate care corespunde unui minim al energiei libere totale a materialului. Din acest motiv temperatura influențează starea de polarizație spontană prin efectul perturbator. În consecință există o temperatură limită, numită temperatură Curie  $T_C$ , la care agitația termică distruge starea de ordine dielectrică, materialul pierzând polarizarea sa spontană. Prefixul fero nu are legătură cu materialul fier, dar reprezintă o analogie cu fenomenul de feromagnetism care se va studia la materiale magnetice. În anumite materiale, dipolii electrici nu sunt distribuiți aleator, ci interacționează unul cu altul, astfel că se pot alinia, unul după altul, chiar în absența unui câmp electric aplicat. Va rezulta, prin urmare, o polarizare spontană și o constantă dielectrică er mare. Asemenea proprietăți sunt foarte utile la realizarea condensatoarelor dar, la fel ca în cazul feromagnetismului, nu sunt multe materiale care au aceste proprietăți. Structura materialelor feroelectrice poate fi monocristalină sau policristalină. Indiferent de structura cristalină se constată că în aceste materiale ordinea dielectrică spontană se caracterizează prin formarea de domenii dielectrice în interiorul cărora momentele electrice ale celulelor elementare sunt orientate în aceeași direcție și sens, dar diferite domenii pot avea orientări diferite.

Materialele feroelectrice care prezintă polarizație remanentă nenulă se caracterizează prin efect piezoelectric direct și invers, care constă în interacțiunea dintre mărimile electrice (intensitatea câmpului electric și inducția electrică) și mărimile mecanice (tensiunea mecanică și deformația mecanică relativă). Rezonatoarele piezoelectrice (rezonatoare cu cuarț și rezonatoare ceramice) fac parte din categoria dispozitivelor piezoelectrice funcționale alături de filtrele piezoelectrice, liniile de întârziere piezoelectrice și transformatoarele piezoelectrice. Din punct de vedere al domeniului frecvențelor de lucru, rezonatoarele piezoelectrice se încadrează în dispozitivele piezoelectrice neliniare, dispozitive care funcționează în apropierea rezonanței elastice unde amplitudinea unei staționare de natură elastică are amplitudine mare; amplitudine care scade puternic în afara rezonanței.

Metoda de determinare a proprietăților materialelor piezoelectrice este o metodă dinamică de rezonanță. Ea se bazează pe faptul că prin aplicarea unui câmp electric sinusoidal de frecvență  $f$  punctele materiale ale unei probe piezoelectrice vor oscila elastic forțat cu aceeași frecvență  $f$ . Amplitudinea oscilațiilor elastice este maximă dacă nu există forțe elastice externe care să le atenueze. Unda elastică determinată de oscilațiile elastice se propagă fie pe o

direcție paralelă cu direcția de oscilație, în acest caz unda elastică numindu-se undă longitudinală, fie pe o direcție perpendiculară, corespunzător obținându-se o undă elastică transversală.

Funcționarea rezonatatoarelor piezoelectrice se bazează pe efectul piezoelectric și fenomenul de rezonanță elastică, caracteristic materialelor cu structură cristalină. Materialele cu structură cristalină sunt materiale solide, anizotrope, monocristaline ( cuarțul, sarea Seignette) sau materiale ceramice policristaline (titanatul de bariu, titanatul de plumb) și care sunt denumite materiale piezoelectrice. Rezonatoarele piezoelectrice prezintă avantajul unei mari stabilități a frecvenței de oscilație datorită excelentei combinații între proprietățile piezoelectrice și cele mecanice, termice și chimice ale materialelor monocristaline sau policristaline cu proprietăți piezoelectrice. Oscilațiile (vibrațiile) mecanice care apar în materialele piezoelectrice se manifestă în interiorul cristalului sub forma undelor elastice (mecanice) de volum sau la suprafața cristalului sub forma undelor elastice de suprafață.

### Tabelul 2-1

F[MHz]	0.3	0.5	1	4	7	10	20	30	40
$C_0^S$	89.6	86.6	76.2	76	76.7	77.6	82.6	92.7	113.3
[pF]									
$G_0$ [μS]	60.5	62.5	43.6	58.3	86.3	126.6	217	510	1250
$\epsilon'$	379.4	366.7	322.66	321.81	324.77	328.59	349.76	392.53	479.75
$\epsilon''$	135.9	84.2	29.39	9.81	8.31	8.01	7.31	11.46	21.07
$\text{tg}\delta\epsilon$	0.385	0.229	0.091	0.03	0.025	0.024	0.02	0.029	0.043

[illegible][illegible][illegible]

4.Grafice:

