

Metode Optice de Măsurare a Microfirului Diametrului Miezului și Grosimii Învelișului

Dorogan V., Munteanu E., Secieru V.
Laboratorul de Micro-Optoelectronică
Universitatea Tehnică a Moldovei
Chișinău, Republica Moldova

Zaporojan S.
Departamentul de Știință
Universitatea Tehnică a Moldovei
Chișinău, Republica Moldova

Larin V.
MFTI S.R.L.
Chișinău, Republica Moldova

Abstract – The technologies for production of microwire, with metallic core and glass coat, are progressing continuously. The microwire applications domains also extend quickly. Therefore it is required to be improved the control of production quality for microwire. This can be done by using optical methods for measuring the diameter of the entire microwire, as well as the thickness of the glass coat.

Cuvinte cheie – Obturator, ansamblu de colimare, coeficient de transparență, amplificator diferențial.

I. INTRODUCERE

La etapa actuală tehnologia de producere a microfirului a avansat substanțial în contextul progresului microelectronicii, automatizării și roboticii. În același timp se extind domeniile de aplicare a microfiredor, iar ca consecință, se observă o creștere a cererii față de microfiredor, a cerințelor față de parametrii electrici, magnetici ai microfirului. Se evidențiază nu doar necesitatea sporirii capacităților de producere, dar și a controlului calității în timpul producerii.

În articol se descrie o metodă optică nouă de măsurarea a parametrilor geometrici ai microfirului, și anume, a diametrului miezului și grosimea învelișului, parametri care, în dependență de domeniul de aplicare, determină caracteristicile microfirului. Această metodă poate fi ușor implementată în procesul de producere și poate servi pentru analiza primară a calității microfirului produs, pentru controlul procesului de producere a microfiredor.

II. METODE OPTICE DE MĂSURARE A MICROFIRELOR

Microfiredor sunt caracterizate după producerea lor: se măsoară parametrii magnetici, electrici, diametrul miezului și grosimea învelișului. Diametrul miezului se măsoară prin metode magnetice sau optice. Grosimea învelișului din sticlă, care este un parametru important, este măsurată doar cu ajutorul microscopului.

Pentru a controla mai bine parametrii microfirului în procesul de producere este necesar ca în timpul „tragerii” să fie cunoscuți diametrul miezului și grosimea învelișului. Este

dificil de găsit vre-o metodă sau soluție tehnică de măsurare interactivă care s-ar încadra în procesul de producere a microfirului.

O soluție convenabilă ar fi analiza desenului de difracție proiectat de microfir pe o matrice fotosensibilă la iluminarea transversală. Un neajuns al acestei metode este faptul că de rezoluția matricei fotosensibile depinde direct precizia cu care poate fi măsurat diametrul microfirului, iar mărirea rezoluției matricei aduce la majorarea considerabilă a prețului dispozitivului de măsurare. Însă cel mai mare neajuns al acestei metode este faptul că ea nu oferă soluții veridice pentru a măsura nu doar diametrul miezului, dar și grosimea învelișului din sticlă.

În acest context, oportun este găsirea unei metode sau soluții tehnice care ar face posibilă și măsurarea grosimii învelișului din sticlă în dinamică, adică în timpul „tragerii” microfirului.

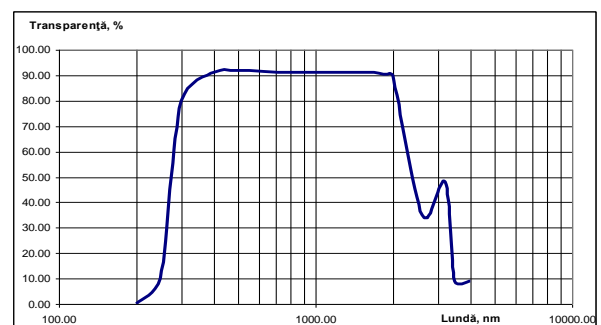


Fig. 1. Transparența sticlei în funcție de spectrul luminii

Se cunoaște că coeficientul de transparență al sticlei depinde de lungimea de undă a luminii. De exemplu pentru ultravioletul îndepărtat (diapazonul C), transparența sticlei este cu câteva ordine mai mică de cât pentru domeniul vizibil al luminii.

De aceea, la baza măsurării grosimii învelișului din sticlă al microfirului am folosit fenomenul de transparență optică a sticlei pentru lumină ultravioletă.

III. CRITERII ȘI CONDIȚII DE MĂSURARE

Microfirele produse au ca regulă un diametru total cuprins între 5 și 30 μm . Este evident că astfel de dimensiuni pot fi măsurate doar cu ajutorul unui microscop sau proiectând imaginea microfirului pe o matrice fotosensibilă de rezoluție mare. Pentru controlul interactiv al parametrilor geometrici ai microfiredelor este necesară utilizarea unui soft specializat care ar calcula diametrul microfirului și grosimea învelișului, utilizând imaginile majorate optic. Pentru majorarea optică a imaginii este necesar ca microfirul să fie bine localizat în timpul fotografierii – un lucru greu de realizat în timpul producerii.

Deci metoda de măsurare trebuie:

- ✓ să presupună faptul că microfirul nu se află într-o poziție bine fixată;
- ✓ să poată măsura diametrul miezului microfirului și grosimea învelișului din sticlă;
- ✓ să ofere în regim interactiv valorile măsurate ale diametrului.

Însăși dispozitivul de măsurare, și anume sistemul optic de măsurare trebuie să satisfacă anumite condiții pentru a fi integrat în instalația de producere a microfirului:

- ✓ fiabilitate înaltă;
- ✓ acces pentru deservire și ajustare;
- ✓ comoditate în exploatare;

IV. ANSAMBLURI DE COLIMARE

Reieșind din condițiile tehnice, obiectivele propuse și metodele de realizare am proiectat un *Ansamblu de Colimare*, care se încadrează perfect în metoda elaborată.

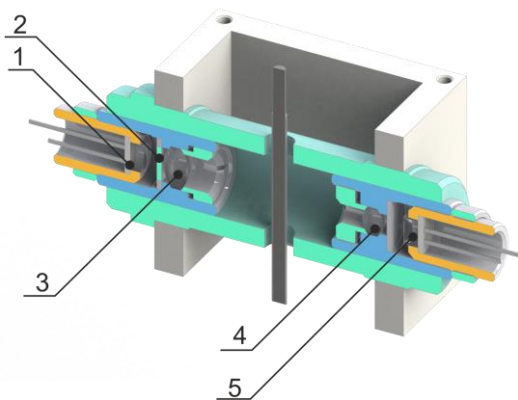


Fig. 2. Ansamblul de colimare

Ansamblu de colimare este reprezentat în figura 2 și include următoarele elemente cheie:

Emițător de lumină (2.1)

Emițătorul de lumină radiază în domeniul vizibil sau ultraviolet. În calitate de emițători sunt utilizați LED-uri și laseri. Dacă emițătorii de lumină vizibilă sunt accesibili (pe piață la preț rezonabil), chiar și laseri, atunci emițătorii ultravioletă sunt mai scumpi, iar laserii în genere lipsesc pe piață. Un neajuns al diodelor super-luminiscente ultraviolete este eficiența cuantică, atât interioară cât și exterioară, foarte mică în comparație cu diodele luminiscente în roșu.

Lentilă colimatoare(2.3) și focalizatoare (2.4)

Pentru a măsura învelișul din sticlă precis este necesar ca fluxul de lumină emis să fie colimat, iar după atenuare de microfir să fie, după necesitate, focalizat pe foto-senzor.

Foto-senzor(2.5)

În dependență de lungimea de undă a fluxului emis poate fi selectat foto-senzorul.

Obturator optic(2.3)

Acest element poate avea formă dreptunghiulară sau ovală, astfel încât poziția unghiulară a axei sale față de axa miezului microfirului determină rata absorbției fluxului optic de către microfir.

Ansamblul de colimare reprezintă un element de caracterizare calitativă a microfirului, dar împreună cu alte ansambluri de colimare și un sistem electronic de comandă și captare a datelor face posibilă și caracterizarea cantitativă a microfirului, adică măsurarea diametrului miezului metalic și a învelișului din sticlă.

Ansamblurile de colimare funcționează în modul următor: Fluxul de lumină emis de către emițătorul de lumină (2.1) este colimat de lentilă (2.3) pentru a obține un flux de lumină paralel. Pentru a avea o precizie mai mare a măsurărilor este necesar ca intensitatea fluxului optic incident pe microfir, emis de către emițătorul ansamblului de colimare, să fie de o valoare cât mai mare. Pentru aceasta este necesar ca focarul lentilei să fie la o distanță cât mai mică de lentilă, astfel încât obturatorul optic să fie plasat între ele.

Plasarea obturatorului optic între emițător și colimator este necesară pentru a ridica fiabilitatea sistemului optic la particule de praf. Fiind astfel asamblat colimatorul, este necesară curățirea doar a lentilelor (după caz). În același timp deteriorarea involuntară a obturatorului în timpul curățirii este evitată.

După cum am menționat, obturatorul poate fi de formă ovală sau dreptunghiulară, cu o lățime mai mare de cât diametrul microfirului măsurat. Construcția sistemului optic (din ansambluri de colimare) trebuie să permită atenuare maximă a fluxului de lumină emis de către emițătoarele optice, în cazul în care coincide axa obturatorului cu axa microfirului. În același timp, dacă pentru ansamblul de colimare adiacent axa obturatorului este perpendiculară față de axa microfirului, atenuarea fluxului optic trebuie să fie diferită de zero, dar comparabilă cu atenuarea în cazul coincidenței axelor.

Este necesar de menționat că deoarece la măsurarea învelișului din sticlă al microfirului se folosesc emițătoare de lumină ultravioletă în diapazonul *B* și *C*, este necesar ca

lentilele să fie transparente pentru acest spectru. Pentru ansamblurile de colimare cu emițătoarele de lumină vizibilă lentilele de colimare și focalizare pot fi din sticlă obișnuită.

Conform figurii 2, după atenuarea de către microfir, fluxul optic este focalizat pe suprafața unui foto-senzor. În cazul în care senzorul de lumină are o suprafață comparabilă cu suprafața spotului de lumină, lentila de focalizare poate fi exclusă din ansamblul de colimare. Deoarece senzorul de lumină cu suprafață mare poate fi în unele cazuri inaccesibil sau foarte scump, cea mai optimă soluție este utilizarea unui senzor cu suprafață mică și cu lentilă de focalizare.

Senzorul de lumină poate fi o diodă din *Si*. Pentru ansamblurile de colimare cu lumină ultravioletă este necesar ca senzorii să fie în baza *GaAs* sau cel puțin din *Si* cu filtru pentru lumina vizibilă.

V. PRELUCRAREA SEMNALELOR FOTO-SENZORILOR

În figura 3 este reprezentată schema bloc a dispozitivului electronic de prelucrare a semnalelor. El include următoarele circuite:

Preamplificator(3.1, 3.2)

Preamplificator în baza amplificatoarelor de precizie. Preamplificatorul dispune de un filtru de curent și amplifică fotocurentul generat în fotodiode

Amplificator diferențial(3.3)

Amplificatorul diferențial este construit în baza unui amplificator instrumentațional și amplifică diferența de semnal a fotocurentului de ieșire a două ansambluri de colimare cu același spectru de emisie și cu axele obturatorului perpendiculare. O funcție suplimentară pe care o îndeplinește acest amplificator, este atenuarea zgomotului optic, astfel punând în evidență doar atenuarea de către microfir a fluxului optic din interiorul ansamblurilor de colimare.

Bloc de transformare a semnalului(3.4)

Acest bloc transformă semnalele analogice de la ieșirea amplificatoarelor în valori digitale. Funcțiile suplimentare care poate să le îndeplinească sunt: modificarea coeficientului de amplificare a amplificatorului diferențial și ajustarea tensiunii de referință.

Bloc de calcul și informare(3.5)

În dependență de spectrul emițătoarelor, ansamblurilor de colimare și valorile semnalelor la ieșirea lor, *blocul de calcul și informare* calculează diametrul miezului microfirului și estimează grosimea învelișului din sticlă. Acest bloc dispune de memorie internă în care sunt caracterizate mai multe tipuri

de microfir. Suprapunând valorile măsurate cu caracteristicile prestabilite, se ridică precizia de măsurare pentru mai multe

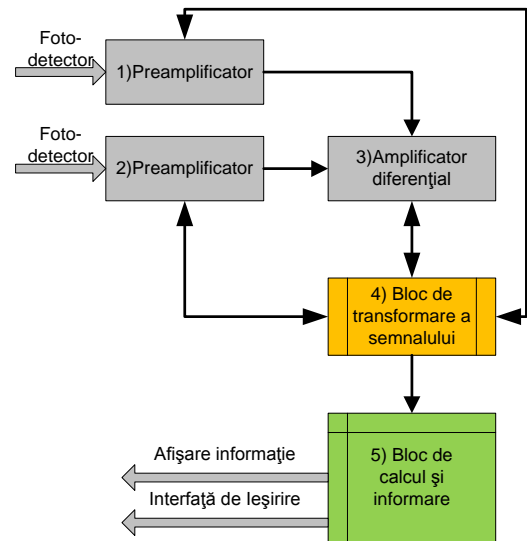


Fig. 3. Schema bloc a dispozitivului de măsurare

tipuri de microfir.

Rezultatul măsurărilor poate fi vizualizat la ecran. Pentru controlul interactiv al calității în timpul „tragerii” microfirului sau pentru dirijarea cu dimensiunile geometrice, dispozitivul poate fi dotat cu ieșiri analogice sau cu o interfață digitală, de tip RS485 de exemplu.

VI. CONCLUZII

Metoda optică de măsurare a diametrului miezului microfirului și grosimii învelișului descrisă în acest articol, poate fi ușor integrată în procesul de producere a microfirului, cu scopul controlului interactiv al calității, și poate fi utilizată la dirijarea cu parametri de lucru ai instalației de „tragere” a microfirului. Un neajuns major în vederea implementării acestei metode este complexitatea construcției ansamblurilor de colimare și ajustarea acestora.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- [1] Darlene R. Stille, “Manipulating Light: reflection, refraction and absorption”, Compass Point Books, 2006.
- [2] Jerald G. Graeme, „Photodiode Amplifiers: OP AMP Solutions”, McGraw Hill Professional, 1996.
- [3] H. Zappe, “Laser Diode Microsystems”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004.