



MD 3897 G2 2009.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3897 (13) G2

(51) Int. Cl.: H01B 13/06 (2006.01)

G01R 1/28 (2006.01)

G01R 1/30 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2007 0269

(22) Data depozit: 2007.10.08

(45) Data publicării hotărârii de
acordare a brevetului:

2009.04.30, BOPI nr. 4/2009

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(72) Inventator: DIMITRACHI Nicolae, MD

(73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Procedeu de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare

(57) Rezumat:

1

Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la turnarea firelor conductoare sau semiconductoare în izolație.

Procedeu de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare, de exemplu, a unui microfir conductor în izolație de sticlă, constă în extinderea acestuia dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un camp electromagnetic de frecvență înaltă și bobinarea microfirului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfir turnat. Măsurarea secțiunii microfirului se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfir turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfir etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat. Această ramură este conectată la intrarea neinvertsoare a amplificatorului operațional. Circuitul în

2

serie format din bobina cu microfir etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfir turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfir etalon și $U_r = i(t)r_l$ pe porțiunea de microfir măsurat. Tensiunea U_0 se defăzează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se însumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formand tensiunea sumară măsurată $U_s = -U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r_l + Z_x]$, care atunci cand $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r_l$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfir etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

Revendicări: 1

Figuri: 3

MD 3897 G2 2009.04.30

Descriere:

Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la turnarea firelor conductoare sau semiconductoare în izolație.

Este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii unui fir conductor la frecvențe supraînalte cu utilizarea ghizilor de undă deschiși, bazat pe interacțiunea câmpului electromagnetic cu firul conductor plasat în deschiderea antenei unde se iradiază cu unde electromagnetice. Secțiunea firului conform acestui procedeu se determină prin măsurarea coeficientului de reflecție sau a coeficientului de undă staționară [1].

Dezavantajele acestui procedeu sunt sensibilitatea redusă, care pentru o funcționare normală necesită o putere majorată a generatorului de semnal de măsurare, iar obiectul măsurat nu poate fi ecranat. Aceasta cauzează erori de măsurare esențiale, deoarece semnalul măsurat este puternic influențat de câmpul electromagnetic al altor surse de câmp electromagnetic. Dezavantajele enumerate limitează mult aplicarea practică a procedurii cu utilizarea ghizilor de undă deschiși.

Mai este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii unui fir conductor la frecvențe ultraînalte, bazat pe interacțiunea câmpului electromagnetic cu firul conductor măsurat, unde ghidul de undă deschis este înlocuit cu ghid de undă închis. Ghidul de undă în acest caz reprezintă o linie coaxială de rezonator de volum, a cărui fir intern îl constituie firul conductor măsurat. Secțiunea firului conform acestui procedeu se determină prin măsurarea rezistenței de intrare a ghidului de undă cu care secțiunea firului se găsește într-o relație destul de complicată [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că firul măsurat se introduce în ghidul de undă prin două găuri perforate. Introducerea firului în ghid după această metodă este complicată din punct de vedere tehnologic, iar în caz de turnare a firului din topitură de metal în stare de suspensie este practic imposibilă. Dispozitivele de racordare a ghidului de undă sunt foarte complicate, mai mult ca atât, ele micșorează esențial sensibilitatea la semnalul de măsurare; procesul de măsurare este complicat și cere mult timp; impedanța caracteristică a ghidului de undă este foarte mică, ce influențează de asemenea negativ sensibilitatea.

Mai este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii unui fir conductor conform metodei de interacțiune a câmpului electromagnetic de frecvență supraînaltă cu firul măsurat, în care firul măsurat se introduce în ghid printr-o tăietură executată în corpul ghidului. Acest fapt simplifică mult introducerea firului în el [3].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că însăși prezența izolației pe fir în acest caz ca și în cazurile precedente, influențează negativ precizia măsurării. Secțiunea firului se determină de asemenea și prin măsurarea rezistenței de intrare în ghid prin relația:

$$R_{in} = 2 \cdot \frac{h_g^2}{a \cdot b} \rho \cdot \sin^2 \frac{2\pi}{\lambda_b} \cdot d$$

unde a, b sunt dimensiunile liniare ale secțiunii de ghid; ρ - rezistența caracteristică; λ_b - lungimea de undă a semnalului măsurat în ghid; d - distanța dintre microfîr și pistonul de racordare a ghidului de undă; h_g - înălțimea efectivă radiatoare a porțiunii de microfîr în ghid. După cum afirmă autorii lucrării, mărimea h_g la condiții egale depinde de diametrul microfîrului d și, ca urmare, rezistența de intrare a ghidului de undă variază în funcție de diametrul microfîrului. Însă în lucrare nu se arată această funcție. Mai mult ca atât, nici nu se analizează eroarea măsurării. Totodată, utilizarea semnalelor de frecvență supraînaltă ca semnal măsurător în condiții reale de turnare a microfîrului conductor în izolație din topitura de metal în stare de suspensie este practic imposibilă. Menționăm că prin măsurarea rezistenței liniare a microfîrului pe unitate de lungime se poate aprecia și secțiunea S a microfîrului conform relației $S = \rho l/R$, unde R - rezistența microfîrului cu lungimea l, ρ - rezistența specifică a materialului microfîrului. Pentru a măsura cu o precizie mai înaltă rezistența liniară a microfîrului și, corespunzător, a secțiunii lui, bobina cu microfîr trebuie exclusă din circuitul de măsurare.

Soluția cea mai apropiată este procedeul de măsurare a rezistenței liniare a microfîrului, în care bobina cu microfîr trasă întră în componența dipolului în serie măsurat, compus din porțiunea microfîrului măsurat și bobina cu microfîr, considerând bobina cu microfîr ca un element pur capacitiv, rezistența capacitivă a căruia la frecvența semnalului de măsurare este considerată nulă. Prin aceasta autorii invenției admit că rezistența dipolului măsurat este constituită doar din rezistența măsurată a porțiunii microfîrului. În realitate impedanța bobinei cu microfîr este o mărime complexă, diferită de zero la orice valori de rezistență r și capacitate C pe o unitate de lungime a microfîrului, precum și a frecvenței ω semnalului de măsurare, deoarece impedanța electrică echivalentă a bobinei este:

$$Z = \operatorname{Re} \sqrt{\frac{r}{2\omega C}} + \operatorname{Im} \sqrt{\frac{r}{2\omega C}} \neq 0 \quad [4].$$

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că neglijarea impedanței Z ce intră în componența dipolului măsurat în serie cu porțiunea microfîrului, secțiunea căruia se măsoară la frecvența de semnal de măsurare și valoarea capacității C practic posibilă, aduce la erori de măsurare a rezistenței r și, corespunzător, a secțiunii S microfîrului de zeci de procente.

Problema invenției solicitate constă în excluderea impedenței electrice echivalente a bobinei aflate în componența dipolului măsurat, ceea ce permite măsurarea numai a porțiunii impuse de microfir și permite, prin urmare, măsurarea indirectă a secțiunii microfirlui prin măsurarea rezistenței reale a unei porțiuni a acestuia.

- 5 Procedeul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în extinderea unui microfir conductor în izolație dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un câmp electromagnetic de frecvență înaltă, bobinarea microfirlui turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfir turnat, și măsurarea secțiunii microfirlui. Noutatea invenției constă în aceea că măsurarea secțiunii microfirlui se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfir turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfir etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat, această ramură fiind conectată la intrarea neînversoare a amplificatorului operațional, circuitul în serie format din bobina cu microfir etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfir turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfir etalon și $U_r = i(t)r_l$ pe porțiunea de microfir măsurat; tensiunea U_0 se defazează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se însumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formând tensiunea sumară măsurată $U_\Sigma = -U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r_l + Z_x]$, care atunci când $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r_l$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfir etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, schema bloc a instalației de măsurare a rezistenței pe o porțiune a microfirlui;
 - fig. 2, schema simbolică (a) și electrică echivalentă (b) a circuitului de formare a semnalelor (tensiunilor) pe componentele circuitului măsurător;
 - fig. 3, schema simbolică, care reprezintă raportul dintre fazele semnalelor ce cad pe componentele electrice ale circuitului de măsurare, ce acționează la intrările amplificatorului operațional și a celor aduse la ieșirea lui.

Exemplu de realizare a invenției.

- În fig. 3 este reprezentată schema în care se arată în formă simbolică raportul dintre valorile și fazele tensiunilor U_0 , U_r și U_x , formate de curentul $i(t)$ în circuitul din fig. 2, b și aplicate la intrarea amplificatorului operațional, precum și raportul dintre valorile și fazele acestor tensiuni la ieșirea amplificatorului, care este conectat ca un repetor de tensiune. Din fig. 2, b se vede că, conform legăturilor electrice ale circuitului în serie compus din Z_0 , r_l și Z_x cu amplificatorul operațional utilizat, la intrarea diferențială a amplificatorului acționează tensiunea U_0 , iar la intrarea lui neînversoare acționează suma tensiunilor $U_r + U_x$. Deoarece amplificatorul este conectat ca repetor de tensiune, tensiunea U_0 la ieșirea lui este repetată după valoare și defazată la π , iar tensiunile $U_r + U_x$ la ieșire sunt repetate atât după valoare, cât și după fază (fig. 3). Datorită acestui fapt, la valoarea $Z_x = Z_0$ și, corespunzător, $Z_x i(t) = Z_0 i(t)$, tensiunea la ieșirea amplificatorului devine egală $U_{ieș.Ao} = r_l i(t)Z$ care la $i(t) = \text{const}$, $l = \text{const}$ este proporțională cu r și invers proporțională cu S_x , unde S_x este secțiunea microfirlui turnat.

- Instalația pentru realizarea procedurii este prezentată prin schema bloc (fig. 1). Instalația este formată dintr-o bobină cu microfir etalon 1, un tub de sticlă 2, o preformă de metal 3, introdusă în tubul de sticlă, un generator de putere de frecvență înaltă 4, dotat cu un inductor 5, care topește capătul preformei introdus în câmpul electromagnetic al lui, formând o topitură de metal 6, o carcasă metalică 7, pe care se bobinează microfirlul 8 tras din topitură, un mecanism 9 ce rotește carcasa 7 de preluare a microfirlui 8, un amplificator operațional 10 cu două intrări: una inversoare (-) și alta neînversoare (+), cuprins cu o rețea de reacție negativă compusă din două rezistoare egale 11 și 12, un instrument de măsurare 13, unit cu ieșirea amplificatorului și o sursă de curent 14, unde capătul liber al microfirlui etalon din ultimul strat al bobinei 1 este unit cu capătul liber al rezistenței 11 și ieșirea caldă a sursei de curent 14, iar carcasa acestei bobine este unită electric cu intrarea neînversoare a amplificatorului 10 și preforma 3, ultima, prin intermediul topiturii de metal 6 și a porțiunii de microfir măsurat 15, ce se găsește între topitură și carcasă 7, este unită cu bobina cu microfir turnat 16 de pe carcasă 7, rotită de mecanismul 9. Carcasa 7 și borna rece a sursei de curent 14 sunt unite la masă. La ieșirea amplificatorului 10 este unit instrumentul măsurător 13, gradat în unități de secțiune.

Instalația pentru măsurarea indirectă a secțiunii de microfir în procesul de turnare a lui funcționează în modul următor.

- Preforma 3 se introduce în tubul de sticlă 2 și se fixează în așa mod ca capătul ei de jos împreună cu capătul de jos al tubului de sticlă 2 să se găsească în câmpul electromagnetic maximal al inductorului 5. Se alimentează generatorul 4 ce asigură putere necesară pentru topirea capătului preformei, introdus în inductorul 5, formând topitura de metal 6. După ce se alimentează sursa de curent 14, amplificatorul 10 și mecanismul 9, cu o tijă de sticlă se atinge de partea de jos a topiturii de metal și se trage în jos. În consecință, se formează un capilar de sticlă topită umplut cu metal topit, care și este microfirlul turnat. Capătul microfirlui se anină de carcasa 7 rotită de mecanismul 9, formând bobina cu microfir turnat 16. Prin alegerea regimului corespunzător al generatorului 4 se asigură secțiunea microfirlui tras, care este egală cu secțiunea microfirlui etalon de pe bobină 1. Datorită unirii electrice a bobinei 1 cu rezistența electrică echivalentă Z_0 (fig. 2) și a bobinei 16 cu rezistența electrică echivalentă Z_x , prin intermediul preformei, topiturii de metal și a

porțiunii de microfir măsurat 15 cu rezistența echivalentă r_l (cu rezistența preformei și a topiturii se neglijează) se formează un circuit în serie prin care trece curentul $i(t)$ condiționat de sursa 14. Curentul $i(t)$ trecând prin aceste elemente formează pe ele căderi de tensiune, respectiv: pe impedanța Z_0 formează tensiunea $U_0 = Z_0 i(t)$, pe rezistența r_l - tensiunea $U_r = r_l i(t)$ și pe impedanța Z_x - tensiunea $U_x = Z_x i(t)$, toate fiind aplicate la intrarea amplificatorului 10. Tensiunile U_0 , U_r și U_x se însumează și după convertizarea lor de amplificatorul operațional 10 (fig. 3), la ieșirea lui, tensiunile U_x și U_0 , atunci când $Z_x = Z_0$, se compensează reciproc. Datorită acestui fapt, tensiunea rezultantă la ieșirea amplificatorului devine egală $U_{ieș} = U_r = r_l i(t)$ și invers proporțională cu secțiunea S_x a microfirului turnat $U_{ieș} \sim S_x^{-1} = S_0^{-1}$. Tensiunea $U_{ieș}$ se înregistrează cu instrumentul măsurător 13 (fig. 1).

(57) Revendicări:

Procedeu de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare, de exemplu, a unui microfir conductor în izolație de sticlă, care constă în extinderea acestuia dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un camp electromagnetic de frecvență înaltă, bobinarea microfirului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfir turnat, și măsurarea secțiunii microfirului, **caracterizat prin aceea că** măsurarea secțiunii microfirului se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfir turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfir etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat, această ramură fiind conectată la intrarea neînversoare a amplificatorului operațional, circuitul în serie format din bobina cu microfir etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfir turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfir etalon și $U_r = i(t)r_l$ pe porțiunea de microfir măsurat; tensiunea U_0 se defazează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se însumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formând tensiunea sumară măsurată $U_{ieș} = -U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r_l + Z_x]$, care atunci când $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r_l$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfir etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

(56) Referințe bibliografice:

1. Космин П. Л., Филлипов Н. Н. Бесконтактные измерения диаметров жил проводов, микропроводов и коаксиальных кабелей. Измерительная техника, 1967, № 9
2. Космин П. Л., Филлипов Н. Н. К вопросу о неконтактном измерении поперечного сечения жилы микропровода в стеклянной изоляции на СВЧ. Сборник микропровод и приборы сопротивления. Кишинев, Картя молдовеняскэ, вып. 5, 1967
3. Андреев В. А., Космин П. Л., Тудоровский. Измерение параметров микропровода на СВЧ. Сборник Микропровод и приборы сопротивления. Кишинев, Картя молдовеняскэ, вып. 8, 1971
4. SU 365738 A 1973.01.08

Director Departament:

JOVMIR Tudor

Examinator:

SĂU Tatiana

Redactor:

UNGUREANU Mihail

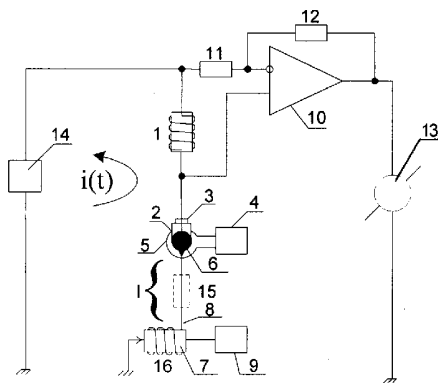


Fig. 1

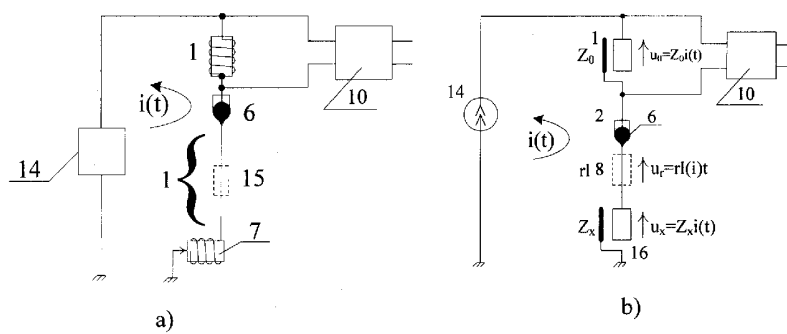


Fig. 2

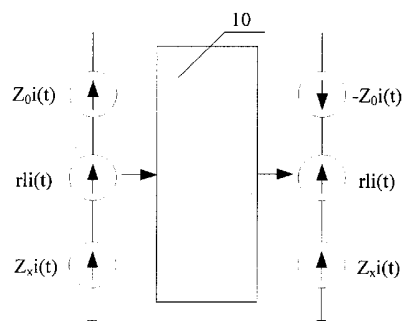


Fig. 3

RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: a 2007 0269	(85) Data fazei naționale PCT:
(22) Data depozit: 2007.10.08	(86) Cerere internațională PCT:
(51) : Int. Cl.: H01B 13/06 (2006.01) G01R 1/28 (2006.01) G01R 1/30 (2006.01) Alți indici de clasificare: (54) Titlul : Procedeu de măsurare a secțiunii de fir conductor în izolație (71) Solicitantul : UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD Termeni caracteristici : a) limba română: turnarea conductorului, masurarea	
I. Minimul de documente consultate (sistemul clasificării și indici de clasificare Int. Cl.)	
Int. Cl. Int. Cl.: H01B 13/06 (2006.01) G01R 1/28 (2006.01) G01R 1/30 (2006.01)	
II. Literatura tehnico-științifică consultată adăugător la minim de documentație (autori, titluri, editura, țara și data publicării)	
III. Baze de date electronice consultate (denumirea BD și termen de documentare)	
MD Perioada: 1993-2007.10 brevete, cereri BI, cereri MU, certificate MU. EA Perioada: 1996-2007.10 brevete, cereri BI. SU Perioada: 1972-1993 (pe suport hartie); brevete, certificate	
IV. Documente considerate ca relevante	
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate și indicarea pasajelor pertinente
A	SU 365738 A 1973.01.08
A	MD 2249 G2 2003.08.31
A	MD 2645 G2 2004.12.31
A	MD 3216 G2 2006.12.31
☐ Documentele următoare sunt indicate în rubrica IV ☐ Informația referitoare la brevete paralele se anexează	
* categoriile speciale ale documentelor consultate:	P - document publicat înainte de data depozit, dar după data priorității invocate
A - document care definește stadiul anterior general	T - document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria pe care se bazează invenția
E - document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta data	X - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat de unul singur
L - document care poate pune în discuție data priorității invocate sau poate contribui la determinarea datei publicării altor divulgări sau pentru un motiv expres (se va indica motivul)	Y - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură, aceasta combinație fiind evidentă pentru o persoană de specialitate
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere sau orice altă divulgare	& - document care face parte din aceeași familie de documente
Data finalizării documentării	2009.02.20
Examinatorul	Sau Tatiana