

Fișa suspiciunii de plagiat		Indexat la 00307:05
Opera suspicionată (OS) Suspicious work		Opera autentică (OA) Authentic work
OS	LAZĂR, Iuliana Vascan. <i>Contribuții la studiul proprietăților electrice și optice ale straturilor subțiri de a-Si:H</i> . Teză de doctorat. Conducător științific: Prof.univ.dr.Ilie D.Bursuc. Iași: Universitatea A.I.Cuza. 1998.	
OA	LAZĂR, Gabriel. <i>Contribuții la studiul proprietăților optice și electrice ale straturilor subțiri de a-C:H</i> . Teză de doctorat. Conducător științific: Prof.univ.dr.Ilie D.Bursuc. Iași: Universitatea A.I.Cuza. 1998.	
Incidența minimă a informației preluate /Minimal incidence of taken over information		
p.38:14 – p.38:27	p.41:12 - p.41:26	
p.39:01 - p.39:29	p.42:01 - p.42:29	
p.40: Figura 2.1	p.43: Figura 2.1	
p.40:01 - p.40:10	p.43:01 - p.43:10	
p.44:13 – p.46:02	p.47:13 – p.48:13	
p.48: Figura 2.7	p.50: Figura 2.5	
p.53: Figura 2.11	p.63: Figura 2.12	
p.64: Figura 2.19 rotit 90°	p.57: Figura 2.7	
p.53: 07 – p.55:06	p.64: 01 - p.64:20	
p.58:08 – p.58:18	p.65:05 – p.65:15	
p.59:01 - p.62:19	p.65:01 – p.68:00l	
Fișa întocmită pentru includerea suspiciunii în Indexul Operelor Plagiate în România de la Sheet drawn up for including the suspicion in the Index of Plagiarized Works in Romania at www.plagiate.ro		
Notă: p.285:00 semnifică „pagina 285 până la capăt”.		Note: p.285:00 means „page 285 to the end”.

Argumentarea calificării

Nr. crt.	Descrierea situației care este încadrată drept plagiat	Se confirmă
1.	Preluarea identică a unor pasaje (piese de creație de tip text) dintr-o operă autentică publicată, fără precizarea întinderii și menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
2.	Preluarea a unor pasaje (piese de creație de tip text) dintr-o operă autentică publicată, care sunt rezumate ale unor opere anterioare operii autentice, fără precizarea întinderii și menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
3.	Preluarea identică a unor figuri (piese de creație de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
4.	Preluarea identică a unor poze (piese de creație de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
5.	Preluarea identică a unor tabele (piese de creație de tip structură de informație) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
6.	Republicarea unei opere anterioare publicate, prin includerea unui nou autor sau de noi autori fără contribuție explicită în lista de autori	
7.	Republicarea unei opere anterioare publicate, prin excluderea unui autor sau a unor autori din lista inițială de autori.	
8.	Preluarea identică de pasaje (piese de creație) dintr-o operă autentică publicată, fără precizarea întinderii și menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
9.	Preluarea identică de figuri sau reprezentări grafice (piese de creație de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
10.	Preluarea identică de tabele (piese de creație de tip structură de informație) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
11.	Preluarea identică a unor fragmente de demonstrație sau de deducere a unor relații matematice care nu se justifică în regăsirea unei relații matematice finale necesare aplicării efective dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
12.	Preluarea identică a textului (piese de creație de tip text) unei lucrări publicate anterior sau simultan, cu același titlu sau cu titlu similar, de un același autor / un același grup de autori în publicații sau edituri diferite.	
13.	Preluarea identică de pasaje (piese de creație de tip text) ale unui cuvânt înainte sau ale unei prefețe care se referă la două opere, diferite, publicate în două momente diferite de timp.	

Notă:

- a) Prin „proveniență” se înțelege informația din care se pot identifica cel puțin numele autorului / autorilor, titlul operei, anul apariției.
b) Plagiatul este definit prin textul legii¹.

„...**plagiatul** – expunerea într-o operă scrisă sau o comunicare orală, inclusiv în format electronic, a unor texte, idei, demonstrații, date, ipoteze, teorii, rezultate ori metode științifice extrase din opere scrise, inclusiv în format electronic, ale altor autori, fără a menționa acest lucru și fără a face trimitere la operele originale...”.

Tehnic, plagiatul are la bază conceptul de **piesă de creație** care:

„...este un element de comunicare prezentat în formă scrisă, ca text, imagine sau combinat, care posedă un subiect, o organizare sau o construcție logică și de argumentare care presupune niște premise, un raționament și o concluzie. Piesa de creație presupune în mod necesar o formă de exprimare specifică unei persoane. Piesa de creație se poate asocia cu întreaga operă autentică sau cu o parte a acesteia...”

cu care se poate face identificarea operei plagiate sau suspectate de plagiat:

„...O operă de creație se găsește în poziția de operă plagiată sau operă suspectată de plagiat în raport cu o altă operă considerată autentică dacă:

- Cele două opere tratează același subiect sau subiecte înrudite.
- Opera autentică a fost făcută publică anterior operei suspectate.
- Cele două opere conțin piese de creație identificabile comune care posedă, fiecare în parte, un subiect și o formă de prezentare bine definită.
- Pentru piesele de creație comune, adică prezente în opera autentică și în opera suspectată, nu există o menționare explicită a provenienței. Menționarea provenienței se face printr-o citare care permite identificarea piesei de creație preluate din opera autentică.
- Simpla menționare a titlului unei opere autentice într-un capitol de bibliografie sau similar acestuia fără delimitarea întinderii prelucrării nu este de natură să evite punerea în discuție a suspiciunii de plagiat.
- Piese de creație preluate din opera autentică se utilizează la construcții realizate prin juxtapunere fără ca acestea să fie tratate de autorul operei suspectate prin poziția sa explicită.
- În opera suspectată se identifică un fir sau mai multe fire logice de argumentare și tratare care leagă aceleași premise cu aceleași concluzii ca în opera autentică...”

¹ Legea nr. 209/2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 505 din 4 iunie 2004

² ISOC, D. Ghid de acțiune împotriva plagiatului: bună-conduită, prevenire, combatere. Cluj-Napoca: Ecou Transilvan, 2012.

³ ISOC, D. Prevenitor de plagiat. Cluj-Napoca: Ecou Transilvan, 2014.

UNIVERSITATEA "AL.I.CUZA" IAȘI

FACULTATEA DE FIZICĂ

IULIANA LAZĂR

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL PROPRIETĂȚILOR
ELECTRICE ȘI OPTICE ALE STRATURILOR SUBȚIRI
DE a-Si:H**

TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător Științific

Prof.univ.dr. Ilie D. Bursuc

-1998-

Introducere

În ultimele două decenii, una din direcțiile principale de cercetare în domeniul semiconducătorilor a fost aceea de studiu a semiconducătorilor amorf. Dintre aceștia, siliciul amorf hidrogenat (a-Si:H) s-a bucurat de o atenție deosebită nu numai pentru marele său potențial în realizarea celulelor solare (este ușor de fabricat și este mult mai ieftin decât siliciul cristalin), dar și datorită multor alte aplicații în domeniul optoelectronicii: ecrane cu cristale lichide de suprafață mare, traducători fotoelectrici pentru scannere și aparate de multiplicat de tip xerox și nu în ultimul rând dispozitive de tip MOSFET (tranzistoare cu efect de câmp metal-oxid-semiconducător). Plecând de la acest tip de semiconducător au fost studiate de asemenea și alte tipuri de straturi cu proprietăți și utilizări similare: c-Si:H, a-SiC:H, a-SiGe:H și altele.

Siliciul amorf hidrogenat diferă de siliciul cristalin prin aceea că are un număr mare de stări localizate în banda interzisă, ceea ce constituie un handicap în utilizarea în celule solare și în dispozitive optoelectronice. În prezent, îmbunătățirea calității straturilor de a-Si:H se bazează pe îndepărtarea defectelor prin hidrogenare, conținutul de hidrogen din structură fiind mai mare de 1%, ceea ce are repercusiuni asupra stabilității stratului și asupra proprietăților electrice și optice. Cu toate acestea, structurile pe bază de a-Si:H sunt folosite cu mare succes. În ultimii ani de exemplu, randamentul de conversie al celulelor solare cu straturi subțiri de tip *p-i-n* pe bază de a-Si:H a crescut de la 2.4% până în jur de 12%. Acest progres s-a datorat atât creșterii calității straturilor, cât și a îmbunătățirii structurilor folosite.

Una din problemele ultimilor ani în domeniul biroticiei este aceea a stocării documentelor, a accesului rapid la informație, lucru realizabil cu ajutorul calculatorului. Pentru aceasta a fost necesară realizarea de scannere capabile să transfere imaginea unui document A4 fără să o micșoreze, fiind necesare deci structuri fotoconductive cu o lungime de cel puțin 21 cm și cu un preț scăzut. Cea mai promițătoare cale de a realiza un asemenea dispozitiv este folosirea unui strat de a-Si:H între doi electrozi care să formeze contacte de tip Schottky. Proprietăți și utilizări similare au și straturile de a-SiC:H.

Capitolul II. Metode experimentale de obținere și investigare a straturilor subțiri de a-Si:H

2.1. Obținerea straturilor de siliciu amorf prin pulverizare

Metoda depunerii straturilor subțiri prin pulverizare este cunoscută de foarte multă vreme, primele rezultate privind depunerea metalelor prin pulverizare în plasmă fiind publicate în 1852 de către Grove [111]. În timp, metoda a cunoscut o dezvoltare continuă, atât în ceea ce privește fundamentarea teoretică a fenomenelor implicate, cât și în direcția îmbunătățirii ei din punct de vedere tehnologic.

Metoda prezintă o serie de avantaje care permit utilizarea ei cu succes în prezent în multe aplicații de laborator sau industriale. O proprietate importantă a metodei este faptul că randamentul de pulverizare și corespunzător rata de depunere, nu diferă foarte mult între metale, aliaje sau chiar izolatori. Faptul că metoda este compatibilă cu depunerea unei game foarte largi de materiale o face atractivă pentru depunerea straturilor multiple. Controlul grosimii stratului este relativ mai simplu decât la alte metode. Datorită gradului mare de reproductibilitate a depunerilor, determinând rata de depunere, grosimea stratului se poate calcula măsurând numai timpul de depunere. Se pot pulveriza/depune straturi foarte complexe, ca oțel inoxidabil, permalloy sau chiar sticlă Pyrex, fără modificarea compoziției acestora și fără a fi necesare temperaturi înalte. Pulverizarea poate fi făcută din ținte cu suprafața mare și cu forme variate, rezolvând în acest mod problemele legate de uniformitatea stratului și de depunere pe suprafețe curbe, în interiorul corpurilor cilindrice, etc.

Prin pulverizare se pot depune chiar și grupări de atomi, aceasta prin poziționarea țintei deasupra substratului, lucru care nu era posibil la evaporare.

Pulverizarea se face de pe ținte de suprafață mare, astfel încât, chiar dacă acestea nu sunt foarte grose, pot fi utilizate pentru mai multe depuneri. Curățirea suprafeței este mult simplificată deoarece înaintea depunerii propriu zise se poate face o pulverizare de curățire a substratului.

Plasma poate fi manipulată cu ajutorul câmpurilor magnetice, astfel încât să se obțină o cât mai bună uniformitate a stratului. Totodată, electronii pot fi ținuti în acest fel departe de substrat, prevenind încălzirea excesivă a acestuia. Prezența plasmei oferă posibilitatea unică de obținere a straturilor cu proprietățile dorite. Negativarea substratului în timpul depunerii poate fi folosită la îndepărtarea straturilor de oxid și duce la creșterea aderenței la depunerea straturilor metalice, pe substraturi de asemenea metalice. Drept sursă a descărcării se poate utiliza atât tensiunea continuă cât și cea de radiofrecvență, obținându-se astfel regimuri de lucru diferite.

Cu cât presiunea de lucru este mai scăzută, cu atât energia cu care atomii ajung la substrat este mai mare, ceea ce poate fi foarte util în creșterea aderenței stratului și în respectarea structurii cristaline de bază. Pulverizarea este un proces inter-atomic și ca urmare straturile obținute sunt foarte dense, fără porozități, migrarea excesivă a atomilor pe suprafață este împiedicată prin menținerea unei temperaturi scăzute, stratul obținut este foarte neted și urmărește fidel forma substratului.

Dacă pulverizarea are loc în atmosferă de oxigen, hidrogen, azot sau hidrocarburi se obțin compuși ai materialului pulverizat cu gazul respectiv, cum ar fi: oxizi, compuși amorfii hidrogenați sau carbonați, carburi, nitruți.

Toate aceste avantaje au stat la baza alegerii metodei de pulverizare în sistem magnetron drept metodă de obținere a straturilor subțiri de siliciu amorf hidrogenat. Un alt motiv pentru care am ales această metodă de depunere este acela că în literatura de specialitate metoda este folosită într-o mai mică măsură la obținerea straturilor de a-Si:H, astfel încât prin această lucrare să îmi aduc contribuția la studiul temei propuse.

2.1.1. Instalația de depunere a straturilor subțiri de a-Si:H

Pentru depunerea straturilor subțiri de a-Si:H prin metoda magnetron, în cadrul Universității Bacău a fost proiectată și realizată instalația reprezentată schematic în Fig.2.1 [112-114]. Ea permite realizarea depunerilor prin pulverizare în sistem planar magnetron, magnetron circular sau triodă, în curent continuu sau în radiofrecvență. De asemenea, instalația permite și depunerea straturilor prin descompunere în plasmă a silanului diluat în argon.

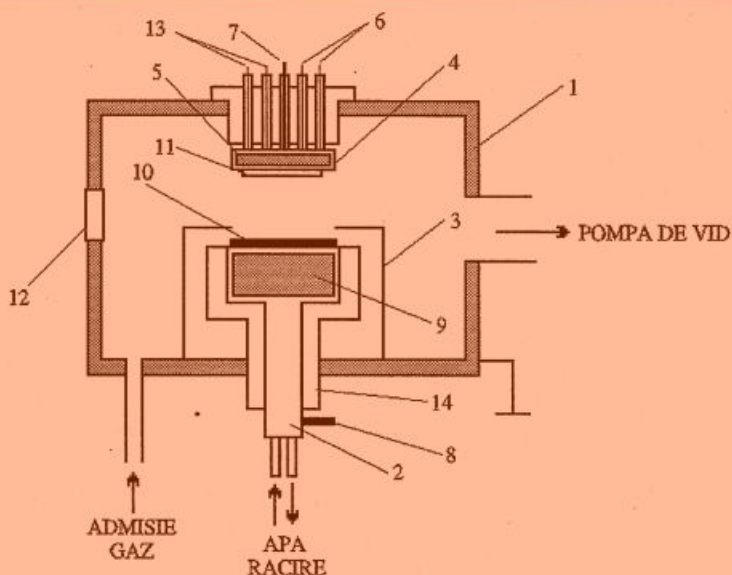


Fig.2.1 Schema instalației de depunere. 1 - incintă; 2 - catod; 3 - anod circular; 4 - anod planar; 5 - sistem de încălzire a substratului; 6 - borne termocuplu; 7 - electrod de alimentare anod; 8 - electrod de alimentare catod; 9 - magneți permanenți; 10 - țintă; 11 - substrat; 12 - fereastră de observație; 13 - borne de alimentare încălzitor; 14 - izolator catod

Incinta 1 este realizată din oțel inox antimagnetic și este prevăzută cu trei ferestre. Două dintre ele, diametral opuse, sunt utilizate drept ferestre de intrare și respectiv ieșire pentru o rază laser utilizată la determinarea grosimii și proprietăților straturilor în timpul creșterii, prin interferometrie optică [115,116]. Cea de-a treia fereastră, realizată din cuarț este utilizată pentru studiul spectroscopic al plasmei care se formează în incintă. La interior, incinta este prevăzută cu un catod de tip magnetron (2) și doi anodi, unul circular (3) și unul planar (4), acesta din urmă servind și drept suport pentru substraturi. Prin polarizarea corespunzătoare a electrozilor se pot obține diferite

regimuri de lucru. Astfel, la alimentarea în radiofrecvență, semnalul se aplică pe catod, anodul (3) fiind legat la masă, în timp ce substratul poate fi polarizat în curent continuu față de masă, cu tensiuni atât pozitive cât și negative. Această polarizare suplimentară are rolul de a măări sau micșora energia speciilor incidente pe substrat, modificând astfel intensitatea bombardamentului la care este supus stratul în timpul creșterii, acest lucru

La structurile de tip metal-izolator-metal, la tensiuni de polarizare mici (câmpuri slabe) conducția este practic de tip ohmic, relația de dependență între curent și tensiune fiind una liniară. La câmpuri aplicate mai intense apar alte mecanisme de conducție. În straturi subțiri ale materialelor cu bandă interzisă mare care nu au donori și au o grosime suficientă pentru a inhiba mecanismul de tunelare, mecanismul de conducție electrică este dat de curentul limitat de sarcina spațială. În acest regim de conducție, dependența dintre curent și tensiune este de forma [127]:

$$j = aV^2 \quad (2.10)$$

unde a este o constantă care depinde de grosimea stratului subțire, de mobilitatea purtătorilor, de densitatea de stări din banda de conducție și de temperatură.

Această dependență este valabilă și ea până la o tensiune U_m , dincolo de care dependența curent tensiune este similară cu cea dată de ecuația Richardson-Schottky [127]:

$$J = \frac{4\pi m_e e k^2 T^2}{h^3} \left[\exp\left(-\frac{\Phi_0}{kT}\right) \right] \exp\left[\frac{1}{kT} \left(\frac{e^3 V}{4\pi \epsilon_r \epsilon_0 d}\right)^{1/2}\right] \quad (2.11)$$

unde Φ_0 reprezintă înălțimea barierei Schottky la interfața metal-izolator.

Pentru structurile de tip metal-izolator-semiconductor, la tensiuni de polarizare directă mici, dependența curent tensiune este de tip diodă:

$$I = I_0 [\exp(AV) - 1] \quad (2.12)$$

unde A este un coeficient care depinde de temperatură și de mecanismul de conducție. Pentru tensiuni de polarizare mai mari, legătura dintre curent și tensiune este tipică pentru curenții limitați de sarcina spațială și este dată de o relație de tipul:

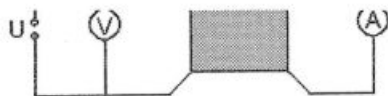


Fig. 2.16. Schema circuitului de măsurare a conductivității

mari, curenții mășurați sunt foarte mici și de aceea există și posibilitatea apariției zgomotelor în circuitele de măsură.

2.3.3.4. Circuitul de măsură

Schema circuitului de măsură a conductivității prin metoda van der Pauw este reprezentată în Fig.2.16. Pentru alimentarea circuitului a fost folosită o sursă cvadruplă de tensiune continuă stabilizată TESLA BM 208 a cărei tensiune poate fi variată liniar în domeniul 0 - 500 V, la un curent maxim de 240 mA. Pentru măsurarea tensiunii s-a folosit un multimetru numeric Alda M890G, iar curentul a fost măsurat cu două tipuri de aparate de măsură: un multimetru TESLA BM 518 A, capabil să măsoare curenți între 1 nA și 100 mA, la o clasă de precizie de 1.5, respectiv un amplificator de curent de tip Leybold, având scala minimă de măsură de 10^{-11} A, la o precizie de 3 %. Pentru a elimina zgomotele, pentru toate conexiunile au fost folosite conductoare ecranate, iar bornele de masă ale fiecărui aparat electric și a instalației de vid au fost legate la pământ.

$$I = KV^m \quad (2.13)$$

unde m este o constantă mai mare decât 2 [128].

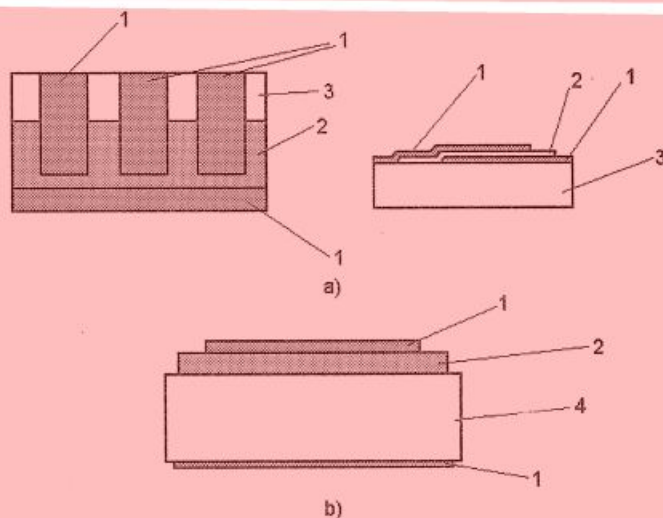


Fig.2.17. Celule de măsură ale caracteristicii I-V și a capacității. a) structură MIM; b) structură MIS. 1 - electrod de contact; 2 - strat de a-C:H; 3 - suport de sticlă; 4 - plachetă de siliciu

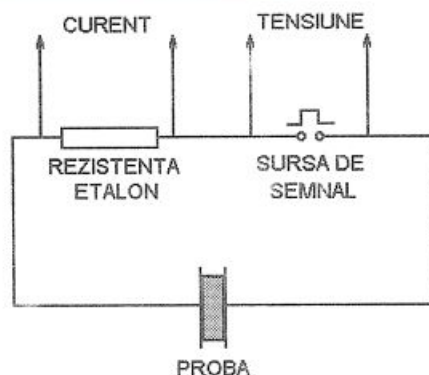


Fig.2.18. Schema de măsură a proprietăților electrice în regim dinamic

Pentru trasarea caracteristicii I-V s-au folosit celule de măsură de tipul celor reprezentate în Fig.2.17, contactele fiind realizate din aluminiu, prin evaporare. Siliciul folosit drept substrat are o rezistivitate de 8-12 $\Omega \cdot \text{cm}$, fiind atât de tip n cât și

de tip p.

Pentru măsurarea tensiunii s-a folosit un multimetru numeric Alda M890G, iar curentul a fost măsurat, în funcție de valoare, cu două tipuri de aparate de măsură: un multimetru TESLA BM 518 A, capabil să măsoare curenți între 1 nA și 100 mA, la o clasă de precizie de 1.5, respectiv un amplificator de curent de tip Leybold, având scala minimă de măsură de 10^{-11} A, la o precizie de 3 %. Pentru a elimina zgomotele, pentru toate conexiunile au fost folosite conductoare ecranate.

2.5. Determinarea densității de sarcină de suprafață din măsurători în regim dinamic

Un alt punct important în studiul materialului obținut este reprezentat de modul în care acesta se comportă în regim dinamic. Pentru studiul proprietăților în regim dinamic ale siliciului amorf am folosit structurile de tip metal-siliciu amorf-metal prezentate în Fig.2.17. Structurile capacitive formate alimentate la o tensiune constantă se încarcă cu sarcină. La o scădere bruscă la zero a tensiunii de polarizare, prin măsurarea curentului poate fi calculată sarcina totală acumulată, iar apoi densitatea de stări de suprafață.

Dat fiind faptul că intervalele de măsură erau foarte mici (sub o milisecundă) și era necesară sincronizarea între sistemul de înregistrare și generatorul de semnal, pentru realizarea măsurătorilor s-a folosit un sistem automat de achiziție a datelor. Schema de măsură este reprezentată în Fig.2.18.

Generatorul de impulsuri utilizat permite folosirea unor impulsuri la care să se poată varia frecvența, amplitudinea (maxim 12 V), durata pulsului (între 0.5 și 100 ms) și duratele pantelor crescătoare și descrescătoare (maxim 2 ms). Variația în timp a mărimii de interes în această experiment, curentul, a fost măsurată cu ajutorul unei interfețe de calculator specializate pentru achiziția datelor de tip Cassy - Leybold, prin măsurarea tensiunii la bornele unei rezistențe etalon. Comanda procesului de măsurare a fost realizată de asemeni prin intermediul interfeței. După înregistrarea datelor în calculator, prelucrarea acestora a fost făcută prin intermediul programelor specializate ale interfeței [129].

2.6. Măsurători capacitive la structurile pe bază de siliciu amorf

Măsurătorile de capacitate au fost utilizate pentru determinarea permitivității relative a straturilor și pentru determinarea densității de purtători în straturile de siliciu amorf.

Pentru determinarea constantei dielectrice, a fost măsurată capacitatea structurilor de tip MIM din Fig.2.17, iar pentru calculul densității de purtători au fost determinate dependențele capacitate-tensiune pentru structurile de tip MIS.

Pentru o structură bazată pe o heterostructură de tipul a-Si:H/Si, capacitanța (capacitatea pe unitatea de suprafață) este dată de următoarea relație [128]:

$$C = \sqrt{\frac{qN_D N_A \epsilon_a \epsilon_c \epsilon_0}{2(\epsilon_a N_D + \epsilon_c N_A)}} \frac{1}{(V_D - V)} \quad (2.14)$$

unde ϵ_a este permitivitatea relativă a materialului amorf, ϵ_c este permitivitatea relativă a materialului cristalin, N_A este concentrația de purtători în siliciul cristalin, N_D este concentrația de purtători în siliciul amorf, iar V_D reprezintă tensiunea medie de difuzie. Prin trasarea dependenței $1/C^2=f(U)$ se obține o dreaptă care intersectează axa tensiunii în V_D și din a cărei pantă se calculează concentrația de purtători din materialul studiat.

Măsurarea constantei dielectrice și a tangentei unghiului de pierderi s-a făcut cu ajutorul unei punți de măsură RLC, de tipul Tesla BM439, care permite determinarea capacității în domeniul 100pF-100μF, pentru o frecvență de 1kHz sau la frecvența unui semnal extern aplicat și la diverse valori ale tensiunii de polarizare.

2.7. Măsurători optice ale straturilor subțiri de a-Si:H

Pentru majoritatea materialelor depuse sub formă de straturi subțiri investigarea proprietăților optice reprezintă un punct important în caracterizarea lor din punct de vedere fizic. Pentru materialele amorfe în special, măsurătorile optice pot constitui importante instrumente de lucru în ceea ce privește determinarea structurii, compoziției și proprietăților compusului obținut. Pentru caracterizarea straturilor subțiri de a-Si:H, au fost studiate spectrele de transmisie în infraroșu și