



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00415

(22) Data de depozit: 02.06.2009

(41) Data publicării cererii:
30.03.2011 BOPI nr. 3/2011

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR. EROU IANCU NICOLAE NR.32B,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• GĂLĂȚEANU LUCIAN, B-DUL LACUL TEI
NR. 126-228, BL. 17-18, SC.1, ET.6, AP.359,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• BAZU MARIUS, B-DUL TIMIȘOARA
NR.49, BL.CC6, SC.A, ET.9, AP.34,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• ILIAN VIRGIL EMIL, STR. D-NA GHICA
NR.5, BL.3, SC.A, ET.8, AP.36, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) **PROCEDEU DE SELECȚIE DE FIABILITATE A
STRUCTURILOR SEMICONDUCTOARE CU JONȚIUNI
P-N BAZAT PE ACCELERAREA OPTICĂ A
GENERĂRII-RECOMBINĂRII PE NIVELE ADÂNCI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu pentru selecția de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu joncțiuni p-n. Procedeu conform invenției constă în aceea că stresul de îmbătrânire accelerată, împreună cu iradierea cu fascicul laser de lungime de undă adecvată pentru excitarea tranzițiilor purtătorilor minoritari pe nivele adânci, se aplică secvențial, structură cu structură, prin montarea plachetei cu structuri semiconductoare procesate pe o masă de lucru a unui echipament de testare, astfel încât sondele de test ale acestui echipament sunt utilizate pentru polarizarea electrică a joncțiunii de interes, precum și pentru monitorizarea, pe un caracterograf, a caracteristicii inverse a joncțiunii respective, iar iradierea cu laser a zonei active a structurii este realizată prin intermediul unui obiectiv de focalizare a radiației laser, radiația laser în infraroșu fiind emisă de o diodă laser și transmisă printr-un cablu cu fibre optice împletite, care permit transmiterea prin același obiectiv și a unei radiații laser în vizibil - roșu, care servește la alinierea sistemului de către operator, pentru structurile nefiabile, stresul aplicat determinând o accelerare locală a meca-

nismului de defectare, prin formarea de "hot-spot", degradarea locală a structurilor apărând la durate de stres de ordinul minutului, modul de manifestare fiind o modificare a caracteristicii inverse a joncțiunii, de tipul celei ilustrate, structurile astfel degradate fiind marcate ca structuri nefiabile.

Revendicări: 1

Figuri: 2

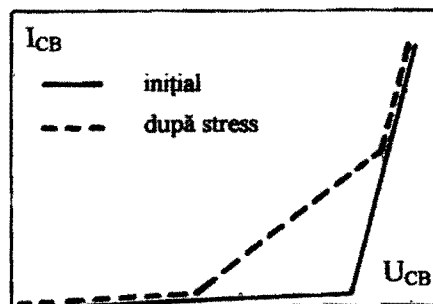


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



02-06-2009
02-06-2009

12

Procedeu de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n bazat pe accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci

Descrierea inventiei

Prezenta inventie se refera la un procedeu care realizeaza selectia de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n prin accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci.

Selectia de fiabilitate este o etapa a procesului de fabricatie a dispozitivelor semiconductoare. Ea se realizeaza prin imbatranirea accelerata a dispozitivelor din lotul de fabricatie, in urma careia sunt eliminate dispozitivele nefiabile care au timpi scurți de functionare pana la defectare. Procedeele clasice de imbatranire accelerata a dispozitivelor semiconductoare constau in aplicarea unui cumul si/sau a unei succesiuni de factori de stres, dintre care cei mai utilizati sunt temperatura ridicata si polarizarea electrica. Factorii de stres sunt aplicati asupra dispozitivelor incapsulate, dupa sortarea electrica a acestora si la nivele crescute fata de conditiile normale de utilizare a componentelor, ceea ce asigura accelerarea procesului de imbatranire. Aceste nivele sunt insa limitate deoarece nu pot fi depasite valorile de stres la care apar mecanisme de defectare noi, nespecifice functionarii la conditii normale. Rezulta durate ale incercarilor la care se obtine eliminarea populatiilor cu timpi scurți de viata de ordinul zilelor-saptamanilor, pana la 1-2 luni. In aceste conditii, incercarile de imbatranire accelerata clasice prezinta o serie de dezavantaje si anume: i) durate mari; ii) consumuri mari de energie (termica, electrica); iii) consumuri ridicate de materiale si de manopera (sunt eliminate componentele la finalul procesului de fabricatie).

Scopul inventiei consta in micșorarea costurilor de realizare a selectiei de fiabilitate a dispozitivelor semiconductoare atat prin reducerea duratei si a consumurilor pentru efectuarea incercarilor de imbatranire accelerata cat si prin reducerea consumurilor de materiale si manopera pe fluxul de fabricatie a dispozitivelor.

Problema pe care o rezolva inventia este aceea a realizarii unui procedeu de selectie de fiabilitate de durata mult mai scurta si cu consum de energie mult mai mic, fata de procedeele clasice si care este efectuat la nivelul structurilor semiconductoare, astfel incat in operatiile de montaj-incapsulare si sortare se introduc doar structurile de dispozitiv fiabile. Se obtin avantaje majore legate de scurtarea ciclului de fabricatie si de reducerea consumului de materiale, manopera si energie. Procedeu se bazeaza pe imbatranirea accelerata a structurilor semiconductoare prin accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci.

Unul din mecanismele de defectare importante in tehnologia bipolară de realizare a structurilor semiconductoare este determinat de cresterea locala a generarii - recombinarii purtatorilor minoritari la centri care introduc nivele energetice adanci in banda interzisa a materialului semiconductor. "Nivelele adanci" sunt stari locale de energie situate in regiunea de mijloc a benzii interzise a materialului semiconductor astfel incat ele nu au o contributie semnificativa la generarea purtatorilor in competitie cu doparea dar constituie surse de recombinare crescuta a purtatorilor minoritari. Nivelele adanci sunt introduse de impuritati (indeosebi metale de tranzitie), de defecte cristalografice (cu sau fara asocierea unor impuritati), de stari de interfata si de regiuni tensionate mecanic. Cresterea locala, la centri de nivele adanci, a curentului de recombinare determina, prin efect Joule, o crestere locala a temperaturii. Activarea termica crescuta a purtatorilor minoritari inseamna cresterea locala a probabilitatii de recombinare a acestora. In acest fel, curentii locali sunt multiplicati printr-un proces in avalansa. Se formeaza micro-zone de conductie crescuta si de temperatura ridicata numite in literatura de specialitate "hot spots". Gradul crescut de neuniformitate a



conductiei face ca local sa se depaseasca capacitatea de disipare termica a structurii semiconductoare ceea ce conduce la instalarea unui proces de ambalare termica locala. Se poate ajunge la topirea locala a materialului semiconductor, a metalizarilor si oxizilor.

Procedeul de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n, conform inventiei este caracterizat prin aceea ca

- se aplica secvential, structura cu structura, o tensiune de polarizare in invers a jonctiunii de interes, la un nivel cat mai apropiat de strapungerea in avalansa a acesteia;
- structura astfel polarizata este supusa unei iradierii cu fascicol laser avand lungimea de unda adecvata pentru obtinerea excitarii tranzitiilor purtatorilor minoritari pe nivele adanci ceea ce determina o accelerare locala, la centri de nivele adanci, a mecanismului de defectare prin formarea de "hot spot", factorii de accelerare fiind cu ordine de marime mai mari decat in cazul accelerarii termice (utilizata in incercarile de imbaturanire clasice) si degradarea locala a structurilor aparand la durate de stres de ordinul minutului, moduli de manifestare fiind o modificare a caracteristicii inverse a jonctiunii, de tipul celei ilustrate in Figura 1, in care o regiune de strapungere prematura, de conductie rezistiva, apare pe caracteristica inversa a jonctiunii, prin salt, dupa un interval de stres de ordinul minutului in conditiile in care daca stresul este intrerupt imediat, adica la maxim 1...2 sec dupa modificarea caracteristicii inverse, se constata ca modificarea caracteristicii inverse este ireversibila iar daca, dupa aparitia modificarii caracteristicii inverse a jonctiunii, nu se intrerupe aplicarea stresului, atunci apare o degradare catastrofala a jonctiunii, care devine scurtcircuit;
- structurile astfel degradate sunt identificate ca structuri nefiabile, sunt marcate ca defecte si eliminate din fluxul de fabricatie.

Procedeul de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n bazat pe accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci poate fi utilizat la exploatarea industriala a acestuia.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, in legatura cu Figura 2, care reprezinta:

- Figura 2, Procedeul de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n bazat pe accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci. *Exemplu de realizare a inventiei.*

Realizarea procedului de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n, bazat pe accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci, conform inventiei, consta in montarea plachetei cu structuri semiconductoare procesate (Figura 2, reperul e) pe masa de lucru a unui echipament de testare pe placheta, astfel incat sondele de test ale acestui echipament (Figura 2, reperul c) sunt utilizate pentru polarizarea electrica, in invers, a jonctiunii de interes precum si pentru monitorizarea, pe un caracterograf, a caracteristicii inverse a jonctiunii respective, iradierea cu laser a zonei active a structurii fiind realizata prin intermediul unui obiectiv de focalizare a radiatiei laser (Figura 2, reperul a), fixat cu ajutorul unui dispozitiv de prindere (Figura 2, reperul b), radiatia laser in IR fiind emisa de o dioda laser si transmisa printrun cablu cu fibre optice (Figura 2, reperul f), un procedeu de impletire a fibrelor optice permitand transmisia prin acelasi obiectiv si a unei radiatii laser in vizibil – rosu (Figura 2, reperul g) care serveste la alinierea sistemului de catre operator, dispozitivul de marcare a echipamentului de testare pe placheta (Figura 2, reperul d) fiind utilizat pentru marcarea structurilor nefiabile, in situatia in care se constata, pe caracterograf, degradarea, sub actiunea stresului electric si optic, a caracteristicii inverse a jonctiunii.

Procedeul, conform inventiei, prezinta avantajul unor performante superioare pentru realizarea selectiei de fiabilitate si anume durata mult mai scurta, de ordinul minutului/dispozitiv, consum redus de energie (fata de accelerarea termica) si presupune o economie de materiale si manopera rezultata din faptul ca structurile nefiabile sunt eliminate pe fluxul de fabricatie, inaintea proceselor de montaj-asamblare si



Revendicari

1. Procedeu de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n, bazat pe accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci, caracterizat, conform inventiei, prin aceea ca

- stresul de imbatranire accelerata, care consta din polarizarea electrica in invers a jonctiunii p-n, la un nivel cat mai apropiat de strapungerea in avalansa a acesteia, impreuna cu iradierea cu fascicol laser de lungime de unda adecvata pentru excitarea tranzitiilor purtatorilor minoritari pe nivele adanci, se aplica secvential, structura cu structura, prin montarea plachetei cu structuri semiconductoare procesate pe masa de lucru a echipamentului de testare pe placheta (Figura 2, reperul e), astfel incat sondele de test ale acestui echipament (Figura 2, reperul c) sunt utilizate pentru polarizarea electrica a jonctiunii de interes precum si pentru monitorizarea, pe un caracterograf, a caracteristicii inverse a jonctiunii respective iar iradierea cu laser a zonei active a structurii este realizata prin intermediul unui obiectiv de focalizare a radiatiei laser (Figura 2, reperul a), fixat cu ajutorul unui dispozitiv de prindere (Figura 2, reperul b), radiatia laser in IR fiind emisa de o dioda laser si transmisa printrun cablu cu fibre optice (Figura 2, reperul f), un procedeu de impletire a fibrelor optice permitand transmisia prin acelasi obiectiv si a unei radiatii laser in vizibil – rosu (Figura 2, reperul g) care serveste la alinierea sistemului de catre operator;
- pentru structurile nefiabile, stresul aplicat determina o accelerare locala, la centri de nivele adanci, a mecanismului de defectare prin formarea de "hot spot", degradarea locala a structurilor aparand la durate de stres de ordinul minutului, modul de manifestare fiind o modificare a caracteristicii inverse a jonctiunii, de tipul celei ilustrate in Figura 1, in care o regiune de strapungere prematura, de conductie rezistiva, apare pe caracteristica inversa a jonctiunii, prin salt, in conditiile in care daca stresul este intrerupt imediat, adica la maxim 1...2 sec dupa modificarea caracteristicii inverse, se constata ca modificarea caracteristicii inverse este ireversibila iar daca, dupa aparitia modificarii caracteristicii inverse a jonctiunii, nu se intrerupe aplicarea stresului, atunci apare o degradare catastrofala a jonctiunii, care devine scurtcircuit;
- structuriile asifeli degradate sunt marcate ca structuri nefiabile prin utilizarea dispozitivului de marcare a echipamentului de testare pe placheta (Figura 2, reperul d), dupa care aceste structuri sunt eliminate din fluxul de fabricatie.



Desene explicative

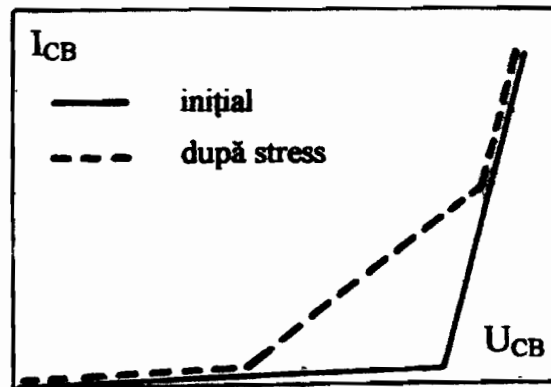


Figura 1.

Modificarea caracteristicii inverse
a jonctiunii C-B, la un tranzistor bipolar,
sub actiunea stresului de iradiere laser

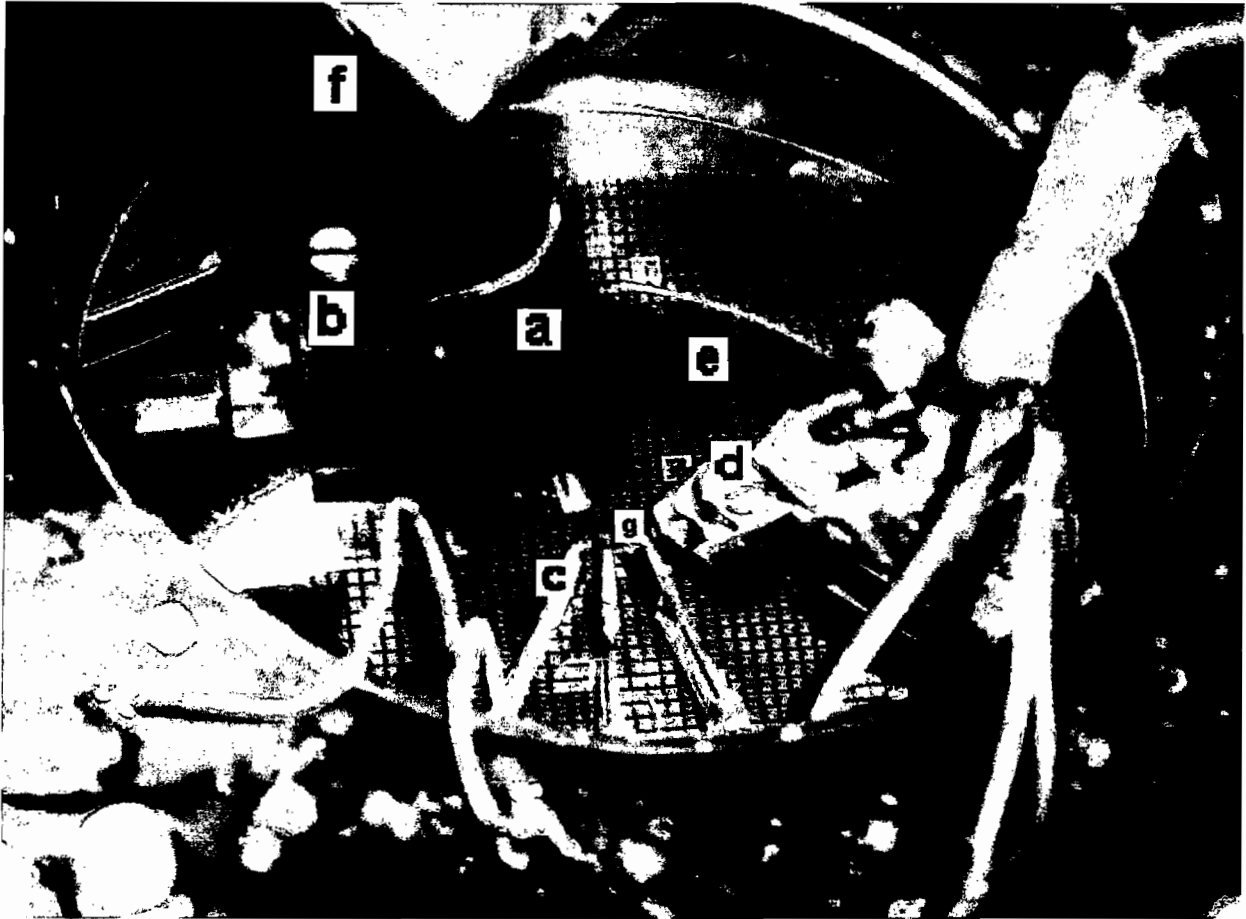


Figura 2

Procedeu de selectie de fiabilitate a structurilor semiconductoare cu jonctiuni p-n bazat pe accelerarea optica a generarii-recombinarii pe nivele adanci. *Exemplu de realizare a inventiei.*

- a - obiectiv de focalizare a radiatiei laser;
- b - dispozitiv de prindere;
- c - sonde de test si de polarizare electrica;
- d - dispozitiv de marcare;
- e - placheta cu structuri procesate;
- f - cablu de transmisie cu fibre optice;
- g - spot radiatie laser de aliniere.

