

## Lucrare de la laborator nr.7

Formarea contactelor ohmice la p-n joncțiuni cu ajutorul tratamentului termic rapid

**Scopul lucrării:** de a forma contacte ohmice la p-n joncțiuni în Si:

- 1) Contacte din pelicule de Al, depuse prin metoda vaporizării termice în vid
- 2) Contacte din paste, depuse prin metoda serigrafiei

Date teoretice:

Tehnologiile clasice de confecționare a circuitelor integrate (CI) includ un șir de operații de prelucrare termică a plachetelor de Si:

1. Oxidarea termică a Si în intervale de temperaturi 1000-1200 °C pentru:
  - a. Formarea stratului îngropat –  $n^+$ .
  - b. Izolarea elementelor CI cu ajutorul p-n joncțiunii, polarizare invers
  - c. Formarea bazei tranzistorului
  - d. Formarea emitorului
2. Creșterea epitaxială a peliculei în Si.
3. Formarea contactelor ohmice la p-n joncțiunile CI

La fabricarea circuitelor VLSI (Very Large Scale Integration) cu dimensiuni nanometrice o mare însemnătate are micșorarea temperaturii și timpului tratării termice a plachetelor de Si. Această

tendință este necesară pentru micșorarea proceselor difuzionice, care au loc datorită temperaturii înalte și timpului îndelungat de procesare a plachetelor. Soluționarea acestei probleme permite micșorarea redistribuirii impurităților introduse în placheta cu ajutorul implantării ionice adâncimii pătrunderii Al-ului din contact în placheta și practic exclude impurificarea materialului semiconductor cu impurități necontrolate.

Una din probabilele căi de rezolvare a acestei probleme este tratarea termică rapidă cu ajutorul impulsurilor de lumină de la sursă de radiații incoerente cu durata impulsului de la câteva secunde până la minute. Această tehnologie poate fi utilizată la purificarea suprafeței plachetelor, înlăturarea fotorezistului, confecționarea peliculelor epitaxiale submicronice, recoacerea straturilor dopate cu dimensiuni.

Cu implantarea ionică în Si mono și policristalin, formarea contactelor ohmice, planarizarea suprafeței plachetei, formarea diferitor oxizi.

Parametrii de bază a procesului TTR sunt:

- Timpul tratării ( $t$ , s)
- Timpul de încălzire până la temperatura maximală ( $t_1$ , s)
- Viteza de încălzire până la temperatura maximală ( $dT/dT$ , °C/s)
- Timpul de expunere la temperatura maximală ( $\tau$ , s)
- Temperatura maximală ( $T_{max}$ , °C)
- Viteza de răcire ( $dT/dT$ , °C/s)
- Densitatea puterii radiației incidente ( $W$ ,  $W/cm^2$ )

La procesele TTR modul de încălzire poate fi realizat prin două metode.

Prima metodă se caracterizează prin constantă a puterii radiației incidente pe parcursul întregului timp de tratare termică și este simplu de realizat.

Pe fig.1 sunt prezentate curbele schimbării temperaturii plachetei la diferite densități a puterii radiației incidente.

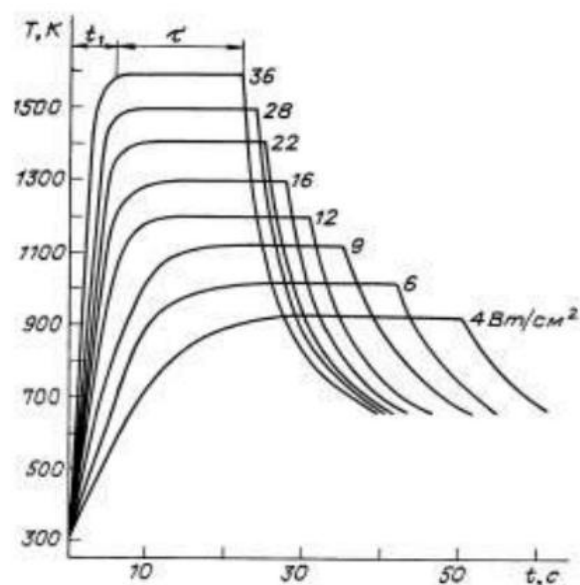


Fig 1. Dependența temperaturii plachetei de timpul de încălzire pentru diferite valori a densității puterii radiației incidente.

Al doilea mod de încălzire este mai complicat pentru realizare, însă are mai multe priorități tehnologice. În această metodă se reglează viteza de încălzire c ajutorul calculatorului.

Sunt diferite tipuri de instalații TTR, reprezentate pe figura 2 și 3.



Fig 2. Instalație TTR cu dispunerea orizontală a filamentelor la lămpile cu halogen.

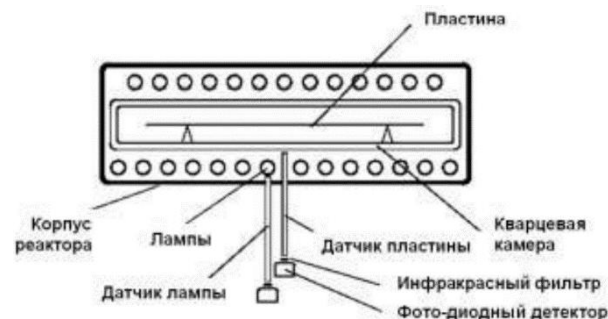


Fig 3. Instalație TTR cu dispunerea verticală a filamentelor cu lămpile cu halogen.

Pentru analiza teoretică a proceselor care au loc în placheta la incidența radiației s-a propus următorul model prezentat pe fig. 4.

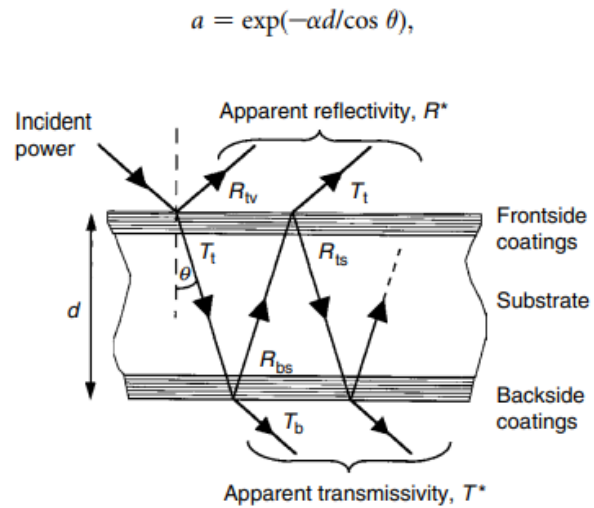


Fig.4 Modelul general de răspândire a razelor incidente pe suprafața plachetelor cu grosimea  $d$ , acoperite cu un strat (spre exemplu  $\text{SiO}_2$ ) pe ambele suprafețe.

1 - Carcasa cilindrică; 2 – lampă cu halogen; 3 – reactor din cuarț; 4 – placheta procesată

Instalația reprezintă o carcasă cilindrică confecționată din inox cu partea interioară poleită de tip oglindă, care în timpul procesării plachetelor se răcește cu apă curgătoare. Pe partea interioară a carcasei sunt fixate 6 lămpi cu halogen, care au o putere de 5kW fiecare. Reactorul din cuarț poate fi evacuat sau împlut cu gaz inert. În interiorul reactorului se așează placheta de Si, în care este formată p-n joncțiunea cu pelicula depusă în formă de contact. Foto instalației este prezentată pe fig.5.

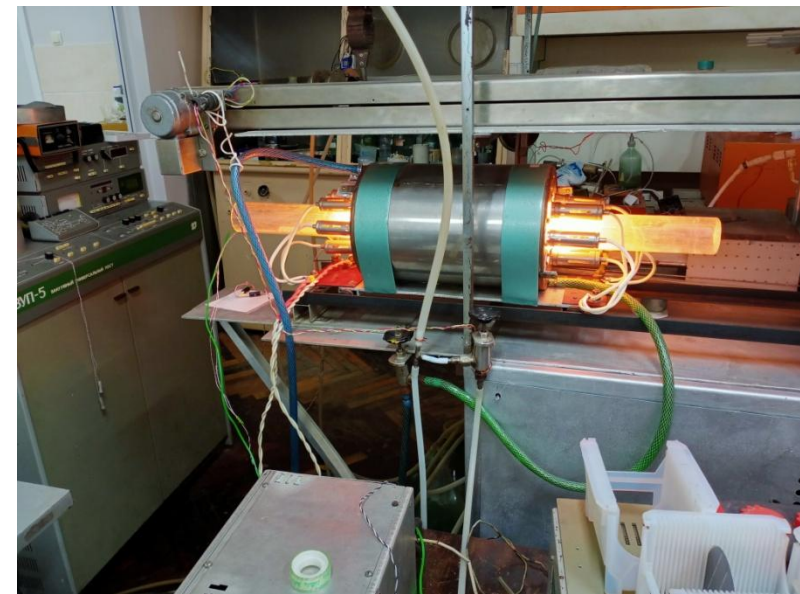


Fig 5. Foto instalației pentru TTR în lucru.

Ordinea îndeplinirii lucrării:

1. Faceți cunoștință cu construcția instalației pentru tratament termic rapid.
2. Primiți de la profesor(inginer) probele:
  - a. p-n joncțiuni(elemente solare) cu contacte claside din Al depus prin vaporizarea termică în vid
  - b. p-n joncțiuni (elemente solare) cu contacte din paste conductoare, depuse prin metoda serigrafiei.
3. Purificați probele cu un tampon de vată, înmuiat în etanol
4. Cu ajutorul caracteriografului desenați caracteristica VA(volt-amperică) a p-n joncțiunii
5. Așezați proba într-un creuzet din ceramică
6. Introduceți proba în reactor împreună cu termocuplul
7. Programați temperatura și timpul pentru efectuarea TTR.
8. Apasați butonul de pornire a instalației
9. Așteptați până când reactorul se răcește până la  $T=100^{\circ}\text{C}$ .
10. Scoateți proba din reactor.
11. Desenați caracteristica VA cu ajutorul caracteriografului.
12. Determinați tensiunea mersului în gol și curentul de scurt-circuit a elementului solar la iluminarea constantă.( $1000\text{W}/\text{cm}^2$ )
13. Introduceți în tabelă datele experimentale

Tabel 1. Schimbarea caracteristici VA după TTR

Contact \ Proba	VA Caracteristicile inițiale	Caracteristicile VA(1 TTR)	Caracteristicile VA(2TTR)
Nr. 1			
Nr. 2			

Tabel 2. Schimbarea parametrilor elementului solar (p-n joncțiunii) după TTR2

Contact \ Proba	inițial		1 TTR		2 TTR	
	U m.g. (V)	I s.c. (mA)	U m.g. (V)	I s.c. (mA)	U m.g. (V)	I s.c. (mA)
Nr. 1						
Nr. 2						

### Referatul trebuie să conțină:

1. Scopul lucrării;
2. Scurte noțiuni teoretice
3. Construcția instalației
4. Fișa tehnologică a operațiilor îndeplinite
5. Datele măsurilor caracteristicii VA și parametrilor ES introduse în tab 1 și 2 respectiv
6. Concluzii

## Întrebări de control

1. Care sunt prioritățile tratamentului termic rapid față de tratamentul termic clasic?
2. Numiți parametrii de bază a procesului TTR?
3. Care sunt metodele de încălzire la TTR?
4. Ce tip de surse de încălzire se utilizează la TTR?
5. Care sunt construcțiile principale a instalației TTR?

## Bibliografie

1. HandBook of Semiconductor Manufacturing (Technology by Robert Doering and Yoshio Nishi, 2008 pag 10-1 ÷ 10-52)
2. Introduction to Semiconducor Manufacturing Technology 2012 pag.167-177
3. Т.И. Данилина, В. А. Когофей и др. Технология кремниевой микроэлектроники Учебник пособие Томск 2011 , p.129-147
4. В. А. Пилипенко Быстрые термообработки в технологии СВЧ , Минск 2004 , pag. 339-395