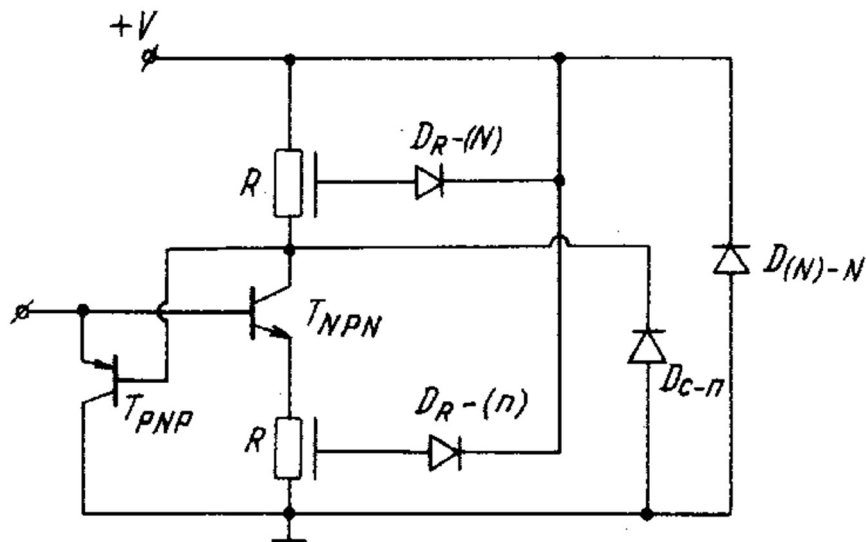


ПАРАЗИТНИ ВЛИЯНИЯ И ЕЛЕМЕНТИ В БИПОЛЯРНИТЕ ИНТЕГРАЛНИ СХЕМИ

Присъствието на паразитните елементи в интегралните се определя от конструкцията на схемите, главно от вида на изолацията и разположението на изводите от едната страна на подложката. Съвременната полупроводникова техника разполага с нови технологични схеми, които до голяма степен елиминират проблема за изолацията. Това не се отнася само за прехода колектор – подложка. Разликата в тока на утечка достига $6 \div 7$ порядъка в полза на изолацията със SiO_2 . Този проблем не може да бъде решен, тъй като е характерен за интегралните структури.

Основните паразитни елементи са:

- а) капацитетът на прехода СП;
- б) паразитният PNP транзистор към NPN транзистора;
- в) капацитетът на прехода в хоризонталните PNP транзистори;
- г) капацитетът на изолацията на "островчетата" на съпротивления;
- д) съпротивленията на $R_{\text{ВВ}}$ и $R_{\text{СС}}$.



Фиг. 1. Схема на свързване на интегрален NPN транзистор с две съпротивления с някои от "паразитните" елементи.

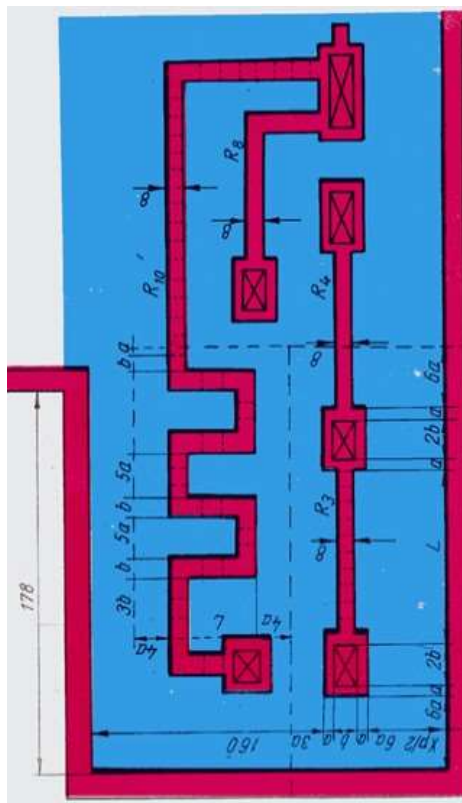
Паразитният PNP транзистор е запушен при активен режим на NPN транзистора. Неговото отпушване е възможно само в наситено състояние на главния транзистор. Паразитният PNP транзистор оказва съществено влияние само когато се създават електрически условия за отпушване на прехода В – С на NPN транзистора. Възможна е допълнителна технологична обработка за намаляване на β PNP чрез дифузия на злато, при което се намалява времето на живот на неосновните носители.

Потенциалът на островчето със съпротивленията (фиг.2) е обикновено максимално положителен. Показаните диоди на представената на фиг. 1 схема са винаги обратно включени. За паразитния капацитет между съпротивлението и островчето се получава

$$C [\text{pF}] = 2 \cdot 10^{-4} b^2 [\mu\text{m}^2] R [\Omega] / \rho_{\square} [\Omega],$$

т.е. за $\rho_{\square} = 150 \Omega$ и $b = 10 \mu\text{m}$ $C = 0,14 \text{ pF/k}\Omega$,

а за $b = 7 \mu\text{m}$ $C = 0,07 \text{ pF/k}\Omega$.



Фиг. 2. Резистори в полупроводниково изпълнение

Капацитетът между "островчето" и подложката може да бъде доста голям поради голямата площ. Този диод е обратно поляризиран със сумата

$\pm V$ на приложеното напрежение, като стойността, на капацитета може да достигне $50 \div 100 \text{ pF/mm}^2$.

Съществено значение за работата на ИС имат паразитните капацитети, свързани с металните шини. При дебелина на слоя от SiO_2 $0,5 \mu\text{m}$ се получава до 80 pF/mm^2 . Нормално контактната площадка е с площ до $10\,000 \mu\text{m}^2$, при което между извод и подложка се получава капацитет $0,5 \text{ pF}$.

Изясняването на паразитните елементи на базата на структури от ОУ μA 740.

Необходимите конструктивни параметри, които са общи за всички транзистори от схемата, са:

а) подложка – P - Si, $\rho_N=10 \Omega\cdot\text{cm}$, $N_A=10^{14} \text{ cm}^{-3}$, дебелина $x_p=150 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$;

б) епитаксиален слой – N – Si, $\rho_C=0,5 \Omega\cdot\text{cm}$, $N_D=10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $x_{CP}=25 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$;

в) базова дифузия (емитерна за PNP транзистори) $\rho_B=(0,04 \div 0,2) \Omega\cdot\text{cm}$, $N_{OB}=10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $x_{BC}=2,1 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$;

г) емитерна дифузия – $\rho_E=10 \Omega$, $N_{OE}=10^{20} \text{ cm}^{-3}$, $x_{EB}=1,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$

Редът на изчисленията е следният:

- Изчисление на общия капацитет на емитерния преход:

$$C_{OE}|_{V_D} = \frac{\varepsilon}{W_{Oj}} = 0,75 \cdot 10^5 \text{ pF/cm}^2$$

$$C_E = A_E C_{OE} \left(\frac{V_D}{V_D - V_{BE}} \right)^{1/3},$$

например $C_{E/0,7V}=2,89 \text{ pF}$ при $A_E=22 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2$

- Изчисление на общия капацитет на колекторния преход:

$$C_C = A_C C_{OC/10V} \left(\frac{10}{V_{CB[V]}} \right)^{1/2} = 0,51 \left(\frac{10}{V_{CB}} \right)^{1/2}$$

за $A_C = 0,685 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$,

например $C_C|_{10V} = 0,51 \text{ pF}$.

- Изчисляние на изолационния капацитет:

$$C_{и} = C_{идъно} + C_{истрана}.$$

Изчислява се рязък преход нормализирано върху капацитета за $V_{Cп} = 10$

V. За $A_{идъно} = 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$, $A_{истрана} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$ и

$$\text{Следва, че } C_{идъно} = A_{идъно} \cdot 3,47 \cdot 10^3 \left(\frac{10}{V_{Cп}} \right)^{1/2} \text{ pF} \text{ и}$$

$$C_{истрана} = A_{истрана} \cdot 1,01 \cdot 10^4 \left(\frac{10}{V_{Cп}} \right)^{1/2} \text{ pF};$$

$$\text{или } C_{идъно} = 1,49 \left(\frac{10}{V_{Cп}} \right)^{1/2} \text{ и } C_{истрана} = 2,1 \left(\frac{10}{V_{Cп}} \right)^{1/2}.$$

$$\text{Тогава } C_{и} = 3,59 \left(\frac{10}{V_{Cп}} \right)^{1/2} \text{ pF} \text{ и за } V_{Cп} = 10V$$

$$C_{и}|_{10V} = 3,59 \text{ pF}.$$

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

1. Филипов, Ф.И., „Конструкция и технология на полупроводникови прибори“, С.Техника, 1988
2. Йорданов, Р.С., Филипов Ф.И., „Ръководство за лабораторни упражнения по Микроелектроника“, Издателство на ТУ-София, 2013