



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Технологические процессы микроэлектроники»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Технологические процессы микроэлектроники»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Технологические процессы микроэлектроники» / Коллектив авторов –
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 11 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий курсовой работы по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Технологические процессы микроэлектроники».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

Содержание

1 Исходные данные	5
2 Расчёт параметров диффузии при формировании рабочих областей транзистора	6
2.1 Формирование p – кармана.....	6
2.2 Формирование p ⁺ - областей (области стока и истока p-канального транзистора)	7
2.3 Формирование n ⁺ - областей (области стока и истока n-канального транзистора)	8
Список использованных источников.....	9
Приложения	10

1 Исходные данные

Исходные данные согласно варианту задания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№	Параметр	Значение
1	Толщина области р-кармана (p-well), мкм	2,4
2	Толщина областей стока и истока р-канального (pplus) и n-канального (nplus) транзистора, мкм	1,9
3	Толщина изолирующего окисла (SiO ₂), мкм	0,55
4	Толщина подзатворного диэлектрика (SiO ₂), мкм	0,09
5	Ширина поликремниевого затвора (gate), мкм	6
6	Толщина металлизации, мкм	0,8
7	Концентрация примеси в подложке, см ⁻³	2·10 ¹⁵
8	Концентрация примеси р-кармана, см ⁻³	4·10 ¹⁶
9	Концентрация примеси истока и стока р-канального транзистора, см ⁻³	3·10 ²⁰
10	Концентрация примеси истока и стока n-канального транзистора, см ⁻³	8·10 ²⁰

Примеси: р-области: бор, n-области: фосфор.

2 Расчёт параметров диффузии при формировании рабочих областей транзистора

2.1 Формирование р – кармана

Поскольку р-карман имеет невысокую поверхностную концентрацию и значительную глубину, то для его формирования используется двухстадийный процесс термической диффузии.

Исходные данные:

Толщина области р-кармана: $x_n = 2,4$ мкм;

Концентрация примеси р-кармана: $N_0 = 4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$;

Концентрация примеси в подложке: $N_{исх} = N_{подл} = 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

Расчёт параметров загонки:

Вычислим произведение коэффициента диффузии на время разгонки:

$$D_p \cdot t_p = \frac{x_n^2}{4 \cdot \ln\left(\frac{N_0}{N_{исх}}\right)} = \frac{(2,4 \cdot 10^{-6})^2}{4 \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 10^{16}}{2 \cdot 10^{15}}\right)} = 4,81 \cdot 10^{-13} (\text{м}^2) = 4,81 \cdot 10^{-9} (\text{см}^2).$$

Необходимо задать значение поверхностной концентрации примеси N_{O_3} из условия $N_0 < N_{O_3} < N_{пред}$. Поскольку в данном случае примесью является бор, то $N_{пред} = 3 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$. Значит $4 \cdot 10^{16} < N_{O_3} < 3 \cdot 10^{20}$. Выберем $N_{O_3} = 3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

Задавшись температурой разгонки $t_p^\circ = (1000 \dots 1200)^\circ\text{C} = 1100^\circ\text{C}$, по графику $D = f(t^\circ, N_{O_3}, N_{исх})$ [1], найдём $D_p = 10^{-13} \text{ см}^2/\text{с}$.

Вычислим время разгонки:

$$t_p = \frac{D_p \cdot t_p}{D_p} = \frac{4,81 \cdot 10^{-9}}{10^{-13}} = 48100 \text{ с} = 801,67 \text{ мин.}$$

Вычислим необходимую дозу легирования:

$$Q = N_0 \cdot \sqrt{\pi \cdot D_p \cdot t_p} = 4 \cdot 10^{16} \cdot \sqrt{\pi \cdot 4,81 \cdot 10^{-9}} = 4,92 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}.$$

Расчёт параметров загонки

Вычислим произведение коэффициента диффузии на время загонки:

$$D_3 \cdot t_3 = \left(\frac{Q \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot N_{O_3}}\right)^2 = \left(\frac{4,92 \cdot 10^{12} \cdot \sqrt{\pi}}{2 \cdot 3 \cdot 10^{18}}\right)^2 = 2,11 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2.$$

Задавшись температурой загонки $t_3^\circ = (800 \dots 1000)^\circ\text{C} = 950^\circ\text{C}$, по графику $D = f(t^\circ, N_{O_3}, N_{исх})$ [1], определим $D_3 = 2 \cdot 10^{-15} \text{ см}^2/\text{с}$.

Вычислим время загонки:

$$t_3 = \frac{D_3 \cdot t_3}{D_3} = \frac{2.11 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 10^{-15}} = 1055c = 17.58 \text{ мин.}$$

2.2 Формирование p^+ - областей (области стока и истока p -канального транзистора)

Поскольку p^+ - области имеют высокую поверхностную концентрацию и малую глубину, то для их формирования применим одностадийный процесс термической диффузии.

Исходные данные:

Толщина областей стока и истока p -канального транзистора: $x_p = 1.9 \text{ мкм}$;

Концентрация примеси истока и стока p -канального транзистора: $N_0 = 3 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$;

Концентрация примеси в подложке: $N_{исх} = N_{подл} = 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

Расчёт параметров загонки

Вычислим значение функции ошибок:

$$erfc(V) = erfc\left(\frac{x_p}{2\sqrt{D_3 t_3}}\right) = \frac{N_{исх}}{N_0} = \frac{2 \cdot 10^{15}}{3 \cdot 10^{20}} = 6.67 \cdot 10^{-6}.$$

Из таблицы значений функции $erfc(V)$ [1], определим $V = 3,2$.

Вычислим произведение коэффициента диффузии на время диффузии:

$$D \cdot t = \left(\frac{x_p}{2 \cdot V}\right)^2 = \left(\frac{1.9 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 3,2}\right)^2 = 8.81 \cdot 10^{-10} \text{ см}^2.$$

Задавшись температурой легирования $t^\circ = (1000 \dots 1200)^\circ\text{C} = 1200^\circ\text{C}$, по графику $D = f(t^\circ, N_{оз}, N_{исх})$ [1], определяем $D = 2 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2/\text{с}$.

Вычислим время диффузии:

$$t = \frac{D \cdot t}{D} = \frac{8.81 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 10^{-12}} = 440.5c = 7,34 \text{ мин.}$$

2.3 Формирование n^+ - областей (области стока и истока n -канального транзистора)

Поскольку n^+ - области имеют высокую поверхностную концентрацию и малую глубину, то для их формирования применим одностадийный процесс термической диффузии.

Исходные данные:

Толщина областей стока и истока n -канального транзистора: $x_n = 1.9 \text{ мкм}$;

Концентрация примеси истока и стока n -канального транзистора: $N_0 = 8 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$;

Так как области стока и истока n -канального транзистора формируются в p -кармане, то исходной концентрацией примеси является концентрация, полученная после диффузии p -кармана. Её можно рассчитать по формуле:

$$N_{ucx} = \frac{Q}{\sqrt{\pi \cdot D_p \cdot t_p}} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x_n}{2 \cdot \sqrt{D_p \cdot t_p}}\right)^2\right) =$$

$$= \frac{4.92 \cdot 10^{12}}{\sqrt{\pi \cdot 4.81 \cdot 10^{-9}}} \cdot \exp\left(-\left(\frac{1.9 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot \sqrt{4.81 \cdot 10^{-9}}}\right)^2\right) = 6.13 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}.$$

Расчёт параметров загонки

Вычислим значение функции ошибок:

$$erfc(V) = erfc\left(\frac{x_p}{2\sqrt{D_3 t_3}}\right) = \frac{N_{ucx}}{N_0} = \frac{6.13 \cdot 10^{15}}{8 \cdot 10^{20}} = 7.66 \cdot 10^{-6}.$$

Из таблицы значений функции $erfc(V)$ [1], определим $V = 3,2$.

Вычислим произведение коэффициента диффузии на время диффузии:

$$D \cdot t = \left(\frac{x_n}{2 \cdot V}\right)^2 = \left(\frac{1.9 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 3,2}\right)^2 = 8.81 \cdot 10^{-10} \text{ см}^2.$$

Задавшись температурой легирования $t^\circ = (1000 \dots 1200)^\circ\text{C} = 1200^\circ\text{C}$, по графику $D = f(t^\circ, N_{O_3}, N_{исх})$ [1], определяем $D = 2 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2/\text{с}$.

Вычислим время диффузии:

$$t = \frac{D \cdot t}{D} = \frac{8.81 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 10^{-12}} = 440.5 \text{ с} = 7,34 \text{ мин.}$$

Список использованных источников

- 1 Парфенов О.Д. Расчёт и конструирование интегральных транзисторов. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1997.
- 2 Парфенов О.Д. Конструирование полупроводниковых интегральных схем. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1984.
- 3 Крючков А.А. Домашнее задание по курсу «Технологические процессы в микроэлектронике» // РПЗ к домашнему заданию по курсу ТПМ – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004 г. (рукопись)

Приложение 1. Структура р-канального и п-канального КМДП транзисторов

