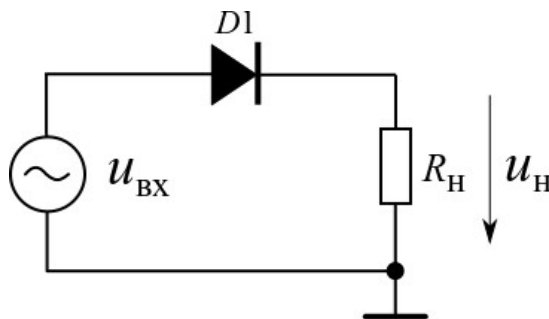


Расчётное задание по дисциплине «ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

В соответствии с вариантом задания (таблица 1) для полупроводникового диода на основе pn -перехода рассчитайте следующие величины и постройте графики. На всех температурных и концентрационных зависимостях отметьте рассчитанные величины в виде точек.

Часть I. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода

- 1 При температурах -40 , $+27$ и $+85$ °С (в линейном и полулогарифмическом масштабах, ограничиваясь максимальной плотностью прямого тока $j_{\max} = 100$ А/см² и обратным напряжением -4 В):
 - 1.а рассчитайте ширину запрещённой зоны E_g , собственную концентрацию носителей заряда n_i , контактную разность потенциалов ϕ_k ;
 - 1.б рассчитайте подвижность μ основных и неосновных носителей заряда (постройте графики зависимости подвижности в диапазоне температур от 100 до 400 К), коэффициент диффузии D и диффузионную длину L неосновных носителей заряда в сильно- и слаболегированной областях;
 - 1.в рассчитайте сопротивление базовой области r_b ;
 - 1.г рассчитайте ток насыщения диода I_s , генерационно-рекомбинационный ток диода I_{RG}^0 ;
 - 1.д постройте вольт-амперную характеристику (ВАХ) **идеального** pn -перехода при трёх температурах (прямая ветвь в линейном масштабе на одном графике; на другом – прямая ветвь в полулогарифмическом масштабе; на третьем постройте обратную ветвь в полулогарифмическом масштабе);
 - 1.е постройте ВАХ **реального диода** как указано в п. (1.д);
 - 1.ж постройте при комнатной температуре на одном графике прямые ветви ВАХ идеального pn -перехода и реального диода в линейном масштабе; на другом – в полулогарифмическом масштабе; на третьем – построить обратные ветви ВАХ (масштаб выбрать исходя из целесообразности и наглядности).
- 2 Для электрической схемы с **реальным диодом**, представленной справа, постройте на миллиметровой бумаге осциллограммы напряжений на входе и на нагрузочном сопротивлении при синусоидальном сигнале $u_{\text{вх}}(t) = U_m \sin(\omega t)$, частота сигнала $f = 50$ Гц, амплитуда $U_m = 2\phi_k$ (может быть скорректирована преподавателем). Сопротивление нагрузки $R_H = 1$ Ом.



Часть II. Свойства полупроводникового диода

- 1 Постройте распределение концентрации неосновных носителей заряда в базе при комнатной температуре при напряжениях смещения равных 0 В, $0,3\phi_k$ и $-0,5U_{\text{проб}}$ на одном графике в полулогарифмическом масштабе.
- 2 Постройте графики зависимости контактной разности потенциалов:
 - 2.а от температуры в диапазоне от -40 до $+85$ °С,
 - 2.б от степени легирования базы при комнатной температуре в диапазоне концентрации примеси от $1 \cdot 10^{14}$ до $1 \cdot 10^{17}$ см⁻³.
- 3 Постройте график зависимости обратного тока реального диода (в полулогарифмическом масштабе):
 - 3.а от температуры в диапазоне от -40 до $+85$ °С,
 - 3.б от степени легирования базы при комнатной температуре и напряжении смещения $-0,5U_{\text{проб}}$ в диапазоне концентрации примеси от $1 \cdot 10^{14}$ до $1 \cdot 10^{17}$ см⁻³.

Расчётное задание по дисциплине «ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

- Постройте график зависимости барьерной ёмкости диода при комнатной температуре от напряжения смещения в диапазоне от $-0,5 U_{проб}$ до ϕ_k , а также зависимости $C_{бар}^{-2}(U)$ на втором графике.
- Постройте график зависимости диффузионной ёмкости при комнатной температуре от прямого тока до максимальной плотности тока j_{max} .
- Рассчитайте статическое и динамическое сопротивления **реального диода** в прямом смещении при $j = j_{max}$, а также при обратном смещении при напряжении равном $-0,5 U_{проб}$ при комнатной температуре.

Таблица 1 – Исходные данные

№*	Материал	Структура	Толщина базы, мкм	Площадь рп-перехода, мм ²	Легирование сильнолегированной области **, см ⁻³	Легирование базы, см ⁻³	Время жизни дырок, мкс	Время жизни электронов, мкс
1	Si	n^+p	100	5№	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{16}$	10	0,005
2	Ge	n^+p	50	5№	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	10	0,01
3	GaAs	n^+p	150	3№	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,05	0,005
4	Si	n^+p	50	2№	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,25	0,1
5	Ge	p^+n	150	2№	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,5	0,005
6	GaAs	p^+n	100	№	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	1	0,05
7	Si	p^+n	50	№	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,25	0,05
8	Ge	n^+p	100	№	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,5	0,1
9	GaAs	n^+p	200	№	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{16}$	1	0,1
10	Si	n^+p	150	№	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	10	0,1
11	Ge	n^+p	100	№/2	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	1	0,005
12	GaAs	n^+p	150	№/2	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	1	0,01
13	Si	p^+n	50	№/2	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	10	0,005
14	Ge	p^+n	150	№/2	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	10	0,01
15	GaAs	p^+n	50	№/2	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,05	0,005
16	Si	n^+p	100	№/2	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,25	0,1
17	Ge	n^+p	200	№/2	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,5	0,005
18	GaAs	n^+p	150	№/2	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	1	0,05
19	Si	n^+p	100	№/2	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,5	0,005
20	Ge	n^+p	50	№/2	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,05	0,005
21	GaAs	n^+p	150	№/3	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{16}$	0,25	0,1
22	Si	p^+n	50	№/4	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,5	0,005
23	Ge	p^+n	150	№/4	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	1	0,05
24	Ge	p^+n	100	№/6	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,25	0,05
25	GaAs	n^+p	50	№/5	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,5	0,1
26	Si	n^+p	100	№/4	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	1	0,1
27	Ge	n^+p	200	№/4.5	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	10	0,005
28	GaAs	p^+n	150	№/7	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{16}$	10	0,01
29	Si	p^+n	100	№/5	$G \cdot 10^{17}$	$G \cdot 10^{15}$	0,05	0,005
30	Ge	n^+p	50	№/3	$G \cdot 10^{16}$	$G \cdot 10^{15}$	0,25	0,1

*№ – номер индивидуального варианта (см. *Оценки БАРС > Твердотельная электроника > Индивидуальный вариант работы*)

**G – номер группы (для ЭЛ-15 он равен 1,5)

Сроки сдачи:

Часть I – 6 неделя

Часть II – 10 неделя