

УДК 681.3

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФОНОННЫХ ПОТОКОВ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРНЫЕ СТРУКТУРЫ

Мальцев А.Г., Сычик В.А., Уласюк Н.Н.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Исследовано воздействие фоновых потоков на полупроводниковые приборные структуры. Отмечено, что эффекты, обусловленные воздействием излучаемых электроаппаратурой фононов на полупроводниковые приборные структуры преобразователей, практически не изменяют их электрофизические свойства.

Ключевые слова: полупроводниковые приборные структуры, фоновые потоки, преобразователь оптических излучений, фоновый-фононный взаимодействие, одноатомные полупроводники.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF PHONON FLOWS ON SEMICONDUCTOR DEVICE STRUCTURES

Malcev A., Sychyk V., Ulasiuk M.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The effect of phonon fluxes on semiconductor device structures has been studied. It is noted that the effects caused by the action of phonons emitted by electrical equipment on semiconductor device structures of converters practically do not change their electrophysical properties.

Key words: semiconductor device structures, phonon flows, optical radiation converter, phonon-phonon interaction, monatomic semiconductors.

*Адрес для переписки: Сычик В.А. пр. Рокоссовского, 49-18, Минск 220095, Республика Беларусь
e-mail: bntu@bntu.by*

Фоновые потоки являются носителями информации о тепловых излучениях нагретых изделий, об их температурных режимах [1–4].

Изделия электроаппаратуры, например холодильные аппараты, в процессе контроля их качества на стадии выпуска являются источниками излучения электромагнитных полей широкого диапазона частот. Интервал частот 10^{12} – 10^{13} Гц ($\lambda = 1$ – 10^2 мкм) относится к инфракрасному излучению, которое характеризуется энергией излучения W фононов, представляющих кванты энергии нормальных колебаний решетки и обладающих энергией $W_q = \hbar\omega$ и квазиимпульсам $P = \hbar K_v$, где ω – частота колебания фононов, $K_v = 2\pi/\lambda$ – волновое число, λ – длина волны тепловых колебаний.

Лучистый поток фононов от поверхности действующей электроаппаратуры плотностью $I_v = \frac{d\Phi}{dS} = \epsilon_T \sigma T^4$ [3], где Φ – фононный поток излучения; S – площадь излучения; ϵ_T – коэффициент теплового излучения; $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-12}$ Вт/(см²К⁴) – постоянная Больцмана; T – температура, воздействуя на пленочную либо многослойную полупроводниковые структуры, частично отражается (ρ), поглощается структурой (α) и проходит через нее (r), где ρ , α , r зависят от направления падающего и проходящего излучения, спектрального состава, температуры тела, его структуры и в случае полупрозрачных тел коэффициент поглощения составляет 0,4–0,8.

В результате поглощения объемом полупроводниковой структуры преобразователя оптических излучений (ПОИ) фононов происходит их взаимодействие со свободными носителями заряда и тепловыми колебаниями решетки полупроводника.

При фоновом-фононном взаимодействии, характерном взаимодействием двух фононов (излучения и решетки) с энергиями $\hbar\omega_1$ и $\hbar\omega_2$ могут образовываться фононы повышенной энергии $\hbar\omega_3 = \hbar\omega_1 + \hbar\omega_2$, однако предельная энергия энергоемких фононов не должна быть выше максимально возможной $\hbar\omega_m$ для указанной энергетической области инфракрасного спектра, которая, как указано в [4], на два–три порядка ниже энергии фотонов видимой области.

Установлено, что электрон-фононное взаимодействие сопровождается испусканием или поглощением в каждом акте взаимодействия только лишь одного фонона при выполнении условия, что квазиимпульс электрона изменяется на величину $\pm\hbar K_v$, где $K_v = \omega/v$ – волновое число фонона. Поэтому даже при поглощении свободными носителями полупроводника энергоемких фононов в процессе их взаимодействия, например валентными электронами, не происходит их межзонный переход, либо перемещение на свободные состояния энергетических уровней в запрещенной зоне кристалла, а только лишь возможны не прямые переходы в пределах одной зоны.

Однако для слабелегированных широкозонных полупроводников с квазиуровнями Ферми $\varphi_p \leq 0,1$ эВ, а также узкозонных полупроводников с $E_g \leq 0,2$ эВ, например InSb, в определенных условиях возможно появление избыточных носителей заряда в объеме полупроводниковой структуры при воздействии ИК-излучений ближнего диапазона с $\lambda \leq 10$ мкм.

В структурах ПОИ на нейтральных одноатомных полупроводниках с ковалентной связью, где имеют место акустические колебания решетки, поглощение полупроводниковой структурой излучаемых электроаппаратурой фононов приводит к генерации экситонов - локализации в одном узле решетки электрона и дырки с энергией $W_s = \hbar^2 K^2 / 2M$, где $M = m_n + m_p$; K - волновое число электрона; m_n , m_p - эффективная масса электрона, дырки.

В ионных полупроводниковых структурах ПОИ, где действуют оптические колебания решетки, кроме появления экситонов возможна генерация поляронов - квазиэлектронов, движущихся в окружении поляризованной среды.

Однако, указанные эффекты, обусловленные воздействием излучаемых электроаппаратурой фононов на приборные структуры ПОИ, практи-

чески не изменяют их электропроводность, коэффициент инжекции, переноса заряда в гомо- и гетеропереходах, не улучшают передаточную функцию приборной структуры. Поэтому такие фоновые излучения, как показали результаты анализа, недостаточно эффективны для использования их как источники информации при контроле критерияльных параметров качества электроизделий, например холодильной аппаратуры в процессе ее производства.

Литература

1. Vendier, O. Высокоэффективные тонкопленочные МДМ-фотоприемники на основе GaAs / O. Vendier, N. Yoverst, R. Leaviss // Electron lett. - 1996. - Vol. 32, № 4. - P. 394-395.
2. Fujiwar, M. Разработка фотопроводника Ge - Ga на дальнюю ИК-область, имеющую продольную конфигурацию / M. Fujiwar // Appl. Phys. Lett. - 2000. - Vol. 77, № 19. - P. 3099-3101.
3. Гурта, Ф. Инфракрасные датчики температуры / Ф. Гурта, Д. Микула // Каучук и резина. - 2005. - № 4. - С. 29-33.
4. Детекторы дальнего ИК-диапазона на основе многослойных p^+ - i гомоперехода в GaAs / A. G. Perera [at, al.] // J. Appl. Phys. - 1997. - Vol. 81, № 7. - P. 3316-3319.

УДК 519.687

СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА

Уласюк Н.Н., Сычик В.А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Представлена конструкция программно-аппаратного комплекса, включающая аппаратный блок, видеомонитор, манипулятор графической информации и проводятся базовые конструктивные требования, обеспечивающие эффективную работу аппаратно-программного комплекса в условиях его интенсивной эксплуатации.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, конструкция комплекса, аппаратный блок, видеомонитор, манипулятор графической информации.

SYNTHESIS OF THE STRUCTURE OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX

Ulasiuk M., Sychyk V.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The design of the hardware-software complex is presented, including a hardware unit, a video monitor, a manipulator of graphic information, and the basic design requirements are carried out to ensure the efficient operation of the hardware-software complex in conditions of its intensive operation.

Key words: software and hardware complex, complex design, hardware unit, video monitor, graphic information manipulator.

*Адрес для переписки: Сычик В.А., пр. Рокоссовского, 49-18, Минск 220095, Республика Беларусь
e-mail: bntu@bntu.by*

Конструкция программно-аппаратного комплекса (ПАК) выбирается исходя из того, что при проведении испытаний вредоносных программ конкретный набор технических средств должен

обеспечить условия воспроизведения всех необходимых внешних воздействий на программные средства в процессе проведения испытаний. При этом несанкционированный доступ к данным и