

А. П. САФРОНОВ, В. В. ШЕПЕЛЕВИЧ
МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ФОРМИРОВАНИЕ РЕШЁТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ ПРИ ЗАПИСИ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ

Динамика процессов распространения электронов в кристалле может быть описана уравнениями Кухтарева [1].

Рабочая модель фоторефрактивного кристалла предполагает, что атомы акцепторной примеси, захватив электроны, ещё до освещения кристалла интерференционной картиной оказываются заряженными. Поэтому при рассмотрении процессов в фоторефрактивных кристаллах всегда предполагают, что *все* атомы акцепторов активированы, то есть к каждому из них присоединён электрон. По этой причине все акцепторы характеризуются знаком минус. Поэтому они не участвуют в захвате электронов, поскольку электроны и акцепторы имеют одинаковые заряды и отталкиваются друг от друга.

Основную роль в развитии процессов в фоторефрактивных кристаллах играют электроны, «выбитые» из атомов доноров световыми квантами – фотонами. Влиять на количество свободных электронов в кристалле могут в основном только положительно заряженные «ловушки», то есть атомы доноров, из которых «вырваны» электроны.

Пересчёт распределения положительно заряженных ионизированных доноров (ловушек) и отрицательно заряженных электронов позволяет найти распределение областей в фоторефрактивном кристалле, где сосредоточены положительные и отрицательные заряды.

Движущиеся по кристаллу электроны не могут быть захвачены не активированными акцепторами, так как по используемой модели ко всем акцепторам (атомам акцепторной примеси) в кристалле присоединены электроны.

В случае освещения кристалла интерференционной картиной образуется большое количество дополнительных электронов за счёт ионизации атомов донорной примеси фотонами в светлых областях кристалла, которые за счёт диффузионных процессов перемещаются по кристаллу. Эти электроны сталкиваются с положительно заряженными «ловушками», присоединяются к ним и превращают их в нейтральные атомы доноров, то есть в результате релаксации положительные заряды «ловушек» в тёмных областях исчезают.

При этом в тёмных областях возникают отрицательные заряды, которые до освещения кристалла были компенсированы ионизированными донорами (ловушками). Иногда говорят, что отрицательные заряды акцепторов, ранее компенсированные положительными зарядами ионизированных доноров («ловушек»), проявляются после «уничтожения» электронами положительных зарядов «ловушек».

В итоге в кристалле возникает переменное в пространстве распределение плотности заряда, причём в светлых областях образуется положительный заряд, а в тёмных – отрицательный [2].

На основании описанной выше процедуры нами была разработана компьютерная программа с использованием мультимедийной платформы Flash, позволяющая наглядно демонстрировать особенности физических процессов по распределению зарядов в фоторефрактивном кристалле.

Подобная демонстрация может быть полезна студентам ВУЗа при изучении физики фоторефрактивного эффекта, особенно тем из них, чей профиль связан с компьютерным моделированием физических процессов и явлений.

На рисунке 1 показано воздействие фотонов с нейтральными атомами доноров.

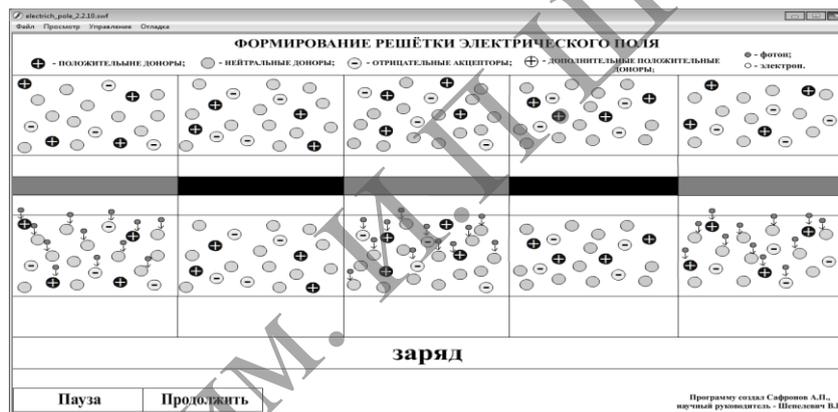


Рисунок 1. – Воздействие фотонов на нейтральные атомы доноров

На рисунке 2 показано образование электронов и их перемещение по кристаллу.

На рисунке 3 показано окончательное распределение зарядов в фоторефрактивном кристалле.

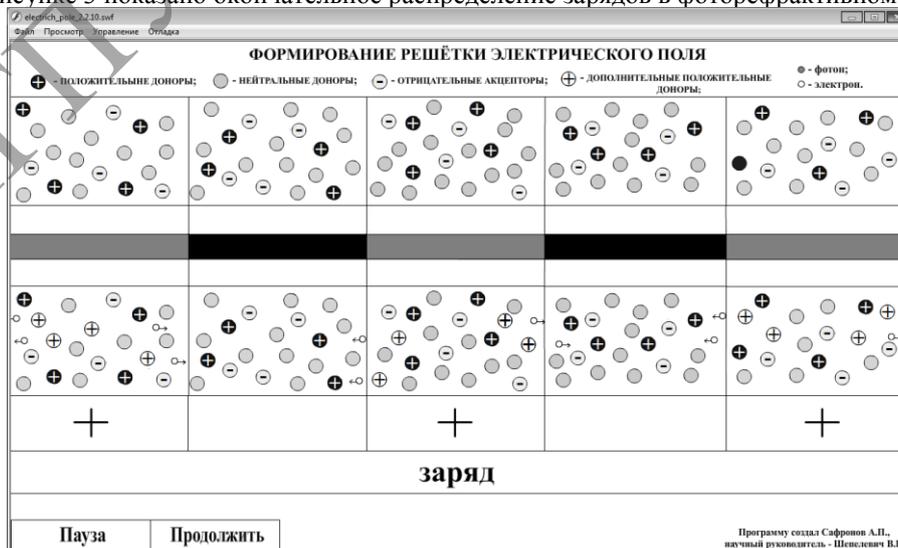


Рисунок 2. – Образование и движение электронов

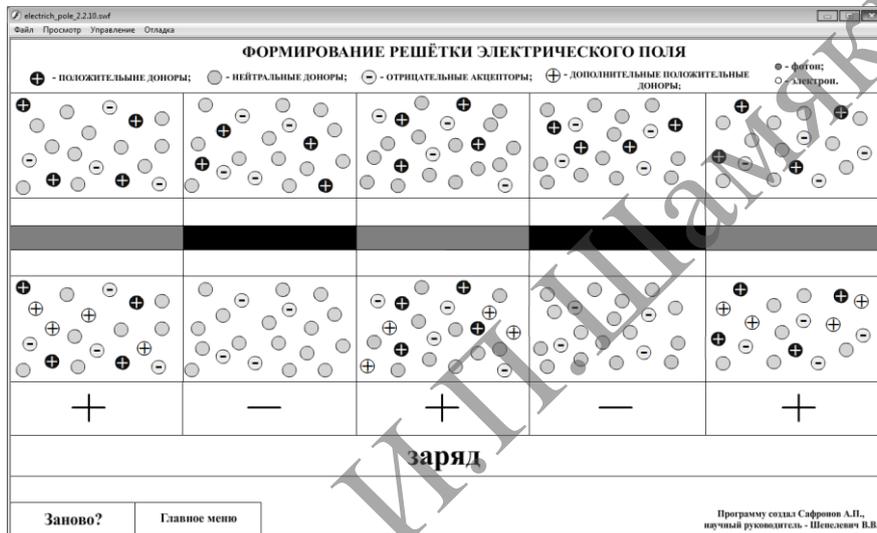


Рисунок 3. – Распределение зарядов в фоторефрактивном кристалле

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Holographic storage in electrooptic crystals. I. Steady state / N. V. Kukhtarev [et al.] // Ferroelectrics. – 1979. – Vol. 22. – P. 961–964.
2. Шепелевич, В. В. Голография в фоторефрактивных оптически активных кристаллах / В. В. Шепелевич. – М. : Издательский центр БГУ, 2012. – С. 90–94.