

**Д. С. Сажин, В. В. Привезенцев** (Москва, МИРЭА, ФТИАН).  
**Компьютерное моделирование импеданса образцов в предпороговом режиме возбуждения рекомбинационных волн.**

В работе [1] теоретически показано, что в полупроводниках с сильно различающимися временами жизни электронов и дырок возможно возбуждение неустойчивости электронно-дырочной плазмы типа рекомбинационных волн (РВ). Солитонные решения в условиях развитой неустойчивости РВ были теоретически исследованы в работе [2]. В электрической цепи, состоящей из источника питания постоянного тока, нагрузочного сопротивления и образца, РВ проявляются как синусоидальные автоколебания тока звуковой частоты. В работе [3] РВ были теоретически исследованы для случая ограниченного образца и получены зависимости для импеданса образца в предпороговом режиме возбуждения РВ. Экспериментальное исследование импеданса образцов близи порога возбуждения медленных РВ в  $n\text{-Si(Zn)}$  было проведено в работе [4]. В работе, представленной данным сообщением, проведен численный компьютерный анализ импеданса образцов в предпороговом режиме возбуждения медленных РВ.

При расчетах были использованы параметры материала, соответствующие кремнию, легированному фосфором и компенсированному цинком [4]. Рассмотрены случаи длинного ( $d/L \gg 1$ ) и короткого образцов ( $d/L < 1$ ), где  $d$  — длина образца, а  $L$  — диффузионная длина неосновных носителей заряда (в нашем случае дырок). Для длинного образца рассмотрены случаи  $d/L = 5, 10, 20$  и  $50$ , а для короткого —  $d/L = 0, 5; 0, 2; 0, 1$  и  $0, 05$ .

При электрических полях, меньших порогового поля возбуждения РВ, несмотря на то, что неустойчивости электронно-дырочной плазмы нет, сам факт существования затухающих колебаний должен проявляться в частотной зависимости импеданса образца. Это происходит подобно тому, как существование затухающих колебаний в LC-контуре с потерями находит свое проявление в резонансном ходе частотной зависимости импеданса контура. В результате моделирования оказалось, что для длинного образца вблизи пороговой частоты колебаний для реальной части импеданса наблюдаются осцилляции около некоего среднего значения, а для мнимой его части соответствующие переходы в виде осцилляций от индуктивного характера импеданса к емкостному. Для длинного образца с ростом отношения  $d/L$  область существования таких осцилляций сужается, а их число и размах увеличиваются. Для реальной части короткого образца вблизи пороговой частоты наблюдается «провал», а для мнимой его части — переход от индуктивного характера импеданса к емкостному в виде кривой с двумя максимумами. Для короткого образца с уменьшением отношения  $d/L$  наблюдается сужение области существования таких особенностей, а их размах увеличивается. Сравнение полученных модельных зависимостей импеданса с экспериментальными данными [3] свидетельствует о том, что в опытном случае выполнялось отношение  $d/L \approx 1$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Константинов О. В., Перель В. И. Рекомбинационные волны в полупроводниках. — Физика твердого тела, 1964, т. 6, № 11, с. 3364.
2. Корнилов Б. В., Михайлов Г. Б., Привезенцев В. В. Солитонные решения в условиях развитой неустойчивости рекомбинационных волн. — Обзорение прикл. и промышл. матем., 2004, т. 11, в. 3, с. 558–560.
3. Константинов О. В., Перель В. И., Царенков Г. В. Условия существования медленных и быстрых рекомбинационных волн в полупроводниках. — Физика твердого тела, 1967, т. 9, № 6, с. 1761.
4. Богун П. В., Карпова И. В., Корнилов Б. В., Привезенцев В. В. Резонансные особенности импеданса образцов кремния с примесью цинка у порога возбуждения рекомбинационных волн. — Физика и техника полупроводников, т. 12, в. 5,

c. 1020–1978.