

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Бондаренко А.С., Кондратьева В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Мадвейко С.И – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедры ЭТТ

Аннотация. Проведен анализ влияния СВЧ-энергии на ключевые характеристики полупроводниковых материалов. В частности, влияние частоты и мощности излучения на изменение сопротивления.

Ключевые слова. СВЧ-излучение, полупроводник.

Введение. Широкое применение СВЧ-излучения в микропроцессорной технике, в том числе для нагрева материалов, предполагает исследование изменения параметров и структуры материалов под воздействие СВЧ-волн. Полупроводники подвергаются подобного рода воздействию в связи большим количеством процессов, которым способствует нагрев образца кремния и др. СВЧ-излучение эффективно модифицирует свойства полупроводниковых структур, однако механизмы такого воздействия не изучены до конца.

Основная часть. При поглощении электромагнитной энергии в веществе возникают объемные источники энергии, обусловленные как токами проводимости, так и поляризационными процессами [1].

Известно, что СВЧ-облучение является эффективным методом модификации свойств полупроводниковых материалов и структур [2]. Механизмы такого воздействия до конца не изучены. Известно, что они являются структурно чувствительными, поэтому структурно совершенные полупроводниковые кристаллы интересны для исследования с данной точки зрения.

В работе [3] проводились исследования на установке, в которой источником СВЧ-поля служил генератор сигналов высокочастотный типа Г4-127, позволяющий плавно изменять частоту излучения от 11,95 ГГц до 16,5 ГГц с максимальной выходной мощностью 8 мВт. На конце волноводного тракта была размещена измерительная термисторная головка типа МБ-28А, представляющая собой оконечную нагрузку, которая обеспечивала измерение мощности СВЧ-излучения в волноводном тракте. В волноводе имелось малое отверстие, в которое параллельно узкой стенке вводился зонд с исследуемым кристаллом. Этот кристалл подсоединялся к измерительному прибору, обеспечивающему непрерывное измерение сопротивления кристалла и э.д.с., возникающей на контактах к кристаллу при воздействии на него СВЧ-поля [3].

На рисунке 1 [3] приведена зависимость изменения сопротивления ΔR кристалла твердого раствора *Si-Ge* от мощности СВЧ-излучения на различных фиксированных частотах. Между полученными зависимостями ΔR от частоты и величины э.д.с., возникшей на контактах кристалла при уровне мощности 5 мВт, от частоты существует четкая корреляция. Наиболее сильная зависимость изменения сопротивления от мощности наблюдается при тех частотах, на которых находятся пики. Наиболее выраженные пики изменения R/R_{\max} соответствуют частотам 15,5-16,5 ГГц [3]. Исследования кристаллов под более мощным излучением показали на низких уровнях мощности аналогичную зависимость, а на более высоких приводило к локальным разогревам кристаллов.

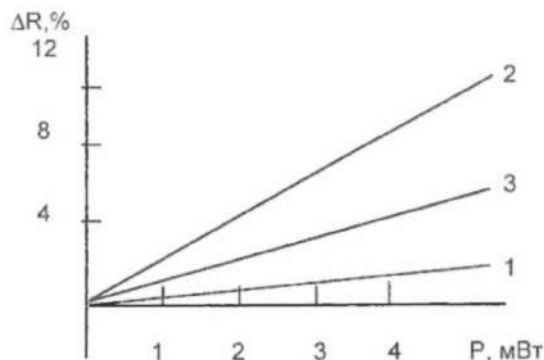


Рисунок 1 – Зависимость изменения сопротивления ΔR от мощности СВЧ-поля для кристалла твердого раствора Si-Ge при частоте излучения: 1 - 14,8 ГГц, 2 - 16,3 ГГц, 3 - 16,5 ГГц [3]

Для максимальной выходной мощности напряженность в кристалле достигает 400 В/м, что вполне достаточно для генерации горячих носителей. Определенный интерес с точки зрения чувствительности к СВЧ-мощности вызывают кристаллы кремния, обладающие не только высокими значениями температурного коэффициента сопротивления, но и высокими значениями коэффициентов термо-э.д.с. в диапазоне 20...200 °С.

Выводы. Анализ данных показывает, что полупроводники могут характеризоваться неравномерным нагревом в сильных СВЧ-полях, а также фактом наличия горячих носителей, которые могут генерироваться лишь в областях с высоким сопротивлением. СВЧ-нагрев полупроводниковых материалов является более качественным, чем тепловой или ИК-нагрев в силу большей равномерности распределения энергии.

Список использованных источников

1. Mishra, R.R. *Microwave-material interaction phenomena: Heating mechanisms, challenges and opportunities in material processing* / R.R. Mishra, A.K. Sharma // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. – 2016. – Vol. 81. – P. 78– 97.
2. Миленин В.В. *Н Взаимод. излучений с тв. телом: Тез.докл. 2-й междунар. конф.* - Мн., 1997-С.118.
3. Байцар Р.И. *Влияние СВЧ-облучения на структуру и свойства полупроводниковых кристаллов* / Р.И.Байцар, Г.Н.Бортник, С.С.Варшава, И.В.Курило.

UDC 621.3.049.77

ANALYSIS O THE INTERACTION OF MICROWAVE RADIATION WITH SEMICONDUCTOR MATERIALS

Bondarenko A.S., Kondratieva V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – PhD, associate professor, head of the department of ETT

Annotation. Analysis of the effect of microwave energy on the characteristics of semiconductor materials were analysed. In particular, influence of frequency and power of radiation on change of resistance.

Keywords: microwave radiation, semiconductor.