

Методика определения эффективной диэлектрической проницаемости полупроводящих материалов

Чатаров Тимофей Михайлович

Студент (магистр)

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Институт физики и химии,
Саранск, Россия

E-mail: rober7orob@yandex.ru

Конденсаторный метод (метод параллельных пластин) используется для определения комплексной диэлектрической проницаемости в материалах с достаточно большим диапазоном электрической проводимости в широком диапазоне частот, вплоть до 1 - 2 ГГц. Действительная часть комплексной диэлектрической проницаемости ε' в данном случае будет определяться отношением емкости плоского конденсатора C_x , между электродами (пластинами) которого помещен исследуемый материал к значению емкости такого же конденсатора C_0 , когда в пространстве между электродами – вакуум(воздух).

$$\varepsilon' = \frac{C_x}{C_0} = \frac{C_x h}{\varepsilon_0 S}$$

где h - толщина исследуемого образца. $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$ - электрическая постоянная, S - площадь электродов. Определение эффективной диэлектрической проницаемости полупроводящих материалов является трудной задачей. Определение значения емкости осложняется наличием сквозной проводимости. Для исключения влияния данного фактора предлагается использование изолирующих тонких пленок, которые помещаются между электродами и исследуемым материалом. Такую систему из образца и изолирующих пленок можно представить в виде двух последовательно соединенных конденсаторов: первый образован самим образцом, второй двумя изолирующими пленками. Однако на величину емкости также оказывают влияние воздушные прослойки, которые могут вносить значительную погрешность в измерения в случае тонких образцов или образцов имеющих высокую диэлектрическую проницаемость. Для исключения влияния воздушных прослоек можно использовать серебряную пасту. Емкость системы состоящей из образца и изолирующих пленок можно представить, как емкость двух последовательно соединенных конденсаторов:

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_i}$$

значит:

$$C_x = C_e \left(1 + \frac{C_e}{C_i - C_e} \right)$$

где C_e - емкость образца с изолирующими пленками, C_x — емкость образца (без пленок), C_i — емкость конденсатора, между обкладками которого находятся лишь две изолирующие пленки. С помощью предложенной методики были исследованы образцы электропроводящих полимерных композитов с матрицей из этиленвинилацетата с различным содержанием технического углерода. Получены зависимости эффективной диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь от частоты и концентрации. Проведено сопоставление результатов по измерению эффективной диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь, полученных при измерениях с изолирующими пленками и без пленок.