

О ВОЗМОЖНОМ ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ В ЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЛБВ И ПРИБОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ МЕТАМАТЕРИАЛЫ

Н. В. Чижмотря

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
Россия, 410012 Саратов, ул. Астраханская, д. 83, корп. 8
E-mail: n.v.chizhmotrya@gmail.com
Поступила в редакцию 1.07.2017

В работе представлен краткий обзор теории устройств, использующих диэлектрик в качестве электродинамической системы. Основной акцент сделан на рассмотрении диэлектрического мазера Черенкова и усилителя на поглощении. Обращение к рассмотрению данных устройств связано прежде всего с перспективой их применения в коротковолновой части диапазона. Описан принцип действия диэлектрического мазера Черенкова на примере двумерной модели с планарной геометрией, анализ которой был проведен с помощью теории малого сигнала и ограничен рассмотрением ТМ мод. Получение дисперсионного уравнения для планарного диэлектрического мазера Черенкова заключалось в шивании полей на границах раздела сред. Указаны основные преимущества данного устройства, в частности, достаточно большое усиление и возможность перестройки в широком диапазоне частот. Описаны основные недостатки и возможности их устранения с помощью включения метаматериала в геометрию диэлектрического мазера Черенкова. Представлено краткое описание изитрона, который по сути являлся первым устройством, использующим метаматериал. Отдельное внимание уделено анализу усилителя на поглощении, в котором достаточно большое усиление и широкая полоса пропускания прибора сочетаются с возможным избавлением от технологических трудностей его изготовления за счет использования метаматериалов. Рассмотрена одномерная модель усилителя на поглощении с комплексной резистивной средой и резонаторными входным и выходным устройствами. Получено дисперсионное уравнение для данного случая и выражение для расчета коэффициента усиления прибора. Построены зависимости параметра изменения плазменной частоты и усиления от характеристик среды.

Ключевые слова: Диэлектрик, диэлектрический мазер Черенкова, метаматериал, изитрон, усилитель на поглощении.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-4-59-70

Образец цитирования: Чижмотря Н.В. О возможном теоретическом подходе в линейной теории диэлектрической ЛБВ и приборов, содержащих метаматериалы // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2017. Т. 25, No 4. С. 59–70. DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-4-59-70

ABOUT POSSIBLE THEORETICAL APPROACH IN THE LINEAR THEORY OF DIELECTRIC TWT AND DEVICES CONTAINING METAMATERIALS

N. V. Chizhmotrya

National Research Saratov State University
83, Astrakhanskaya str., 410012 Saratov, Russia
E-mail: n.v.chizhmotrya@gmail.ru
Received 1.07.2017

In this paper we present overview of devices using a dielectric as a slow-wave structure. There are increased focus on consideration of dielectric Cherenkov maser (DCM) and resistive-wall amplifier (RWA). This type of devices may be advance in THz range. The principle of the DCM operation is described by two-dimensional planar model with the indication of main advantages of this device. In particular, there are sufficiently large gain and possibility of great tunability range (by varying the beam voltage). And furthermore, main problems and the possibility of their solving with the use of metamaterials are provided in the article. A dispersion relation for planar DCM is obtained by using small signal theory, which was limited to TM modes. Brief description of easitron is presented, which was the first device using metamaterial. Resistive-wall amplifier is a high-power design with a large bandwidth. One of the main shortcomings of RWA is difficulties of manufacturing. The analysis of this device using the one-dimensional model with resonating input and output elements, in this regard was also highlighted. A dispersion equation and gain factor expression for this case are obtained. Dependence between phase factor (gain factor) and characteristics of the medium are constructed.

Keywords: Dielectric, dielectric Cherenkov maser, metamaterial, easitron, resistive-wall amplifier.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-4-59-70

Paper reference: Chizhmotrya N.V. About possible theoretical approach in the linear theory of dielectric TWT and devices containing metamaterials. Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics. 2017. Vol. 25. Issue 4. P. 59–70. DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-4-59-70