

ELECTRODELESS LAMPS BASED ON THE RESONANT IRREGULAR MICROWAVE STRUCTURES

Bondarenko I.N., Galich A.V.

Kharkov National University of Radioelectronics

14, Lenin Ave., Kharkov, 61166, Ukraine

Ph.: (057) 7021362, e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

Abstract — Investigations of irregular resonant structures at the highest of high-Q oscillation modes are conducted. The possibility of achieving the electric fields is sufficient for the formation of sulfur-containing light-emitting plasma in the environment with power microwave pumping not exceeding 10 watts is shown. The feature of these structures is the ability to adapt their configuration simultaneously by providing directional light emission.

БЕЗЭЛЕКТРОДНАЯ ЛАМПА НА ОСНОВЕ РЕЗОНАНСНОЙ НЕРЕГУЛЯРНОЙ СВЧ СТРУКТУРЫ

Бондаренко И. Н., Галич А. В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина

тел.: (057) 7021362, e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

Аннотация — Проведены исследования нерегулярных резонансных структур, возбуждаемых на высших высокодобротных типах колебаний. Показана возможность достижения величин напряженности электрических полей, достаточных для формирования светоизлучающей плазмы в серосодержащей среде, при мощности микроволновой накачки не более 10 Вт. Особенностью рассматриваемых структур является возможность одновременной адаптации их конфигурации под обеспечение направленного светового излучения.

I. Введение

В последние годы ведутся интенсивные исследования, связанные с разработкой и изучением процессов функционирования серных СВЧ-ламп [1, 2]. Серные СВЧ-лампы обладают рядом преимуществ по сравнению с другими источниками света: отсутствие электродов, высокая эффективность ~25%, высокий цветовой индекс ~(70...80)%, спектральные характеристики, близкие к солнечному свету [1]. Принцип их действия заключается в стимуляции СВЧ электромагнитным полем режима ионизации неона и ударном возбуждении молекулярной и атомарной серы ионами неона с последующим излучением фотонов. Минимальная напряженность поля, необходимого для возникновения объемного разряда в буферном газе, составляет величину ~(20...30) кВ/м [1]. Существенным недостатком СВЧ-ламп является необходимость в мощных источниках СВЧ излучения (от сотен ватт до киловатта и более) и, как следствие, их относительная недолговечность, обусловленная выработкой ресурса СВЧ источника.

Целью данной работы является исследование возможностей использования резонансных нерегулярных СВЧ структур, возбуждаемых на высших типах колебаний, для формирования ионизирующих СВЧ полей в безэлектродных серных лампах.

II. Основная часть

В работе [3] приведены результаты исследований высокодобротных типов колебаний в нерегулярных гибридных структурах. Показано, что добротности резонансов, возбуждаемых в таких структурах, могут достигать величин $10^3...10^4$. Особенностью рассматриваемых резонансных структур является то, что они обладают осевой симметрией, а их форма может одновременно соответствовать конструкциям светоотражающих и светонаправляющих зеркальных элементов источников светового излучения.

Конструкция резонатора приведена на рис. 1, а. Резонатор представляет собой коническую структуру, в узкой части которой расположен возбуждающий коаксиальный элемент. Амплитудно-частотная характеристика приведена на рис. 1, б.

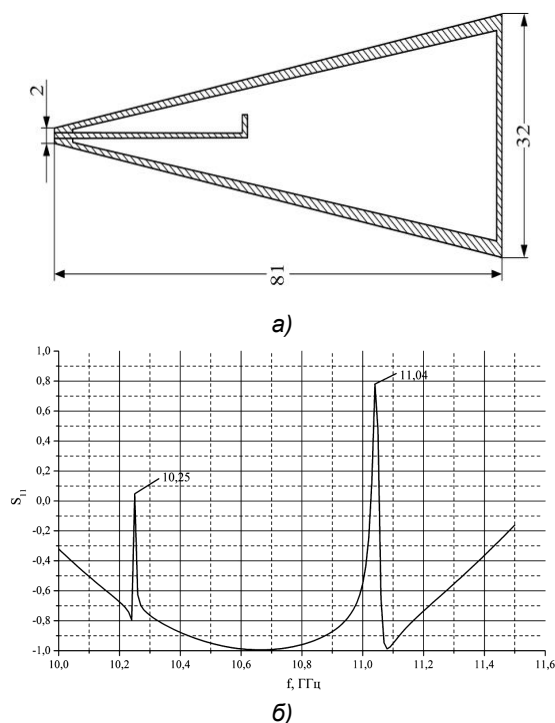


Рис. 1. Конструкция (а) и амплитудно-частотная характеристика (б) нерегулярной резонаторной структуры.

Fig. 1. Design (a) and frequency response (b) of an irregular cavity structure

Рассматриваемая структура имеет два ярко выраженных высокочастотных резонанса на частотах 10,25 и 11,04 ГГц. Последующий анализ показывает возможность достижения высоких значений напряженностей полей в областях формирования соответствующих резонансов. На рис. 2 и 3 приведены структуры полей в резонаторе при резонансах на частотах 10,25 и 11,04 ГГц, а также значения напряженностей электрического поля, достигаемые при различных величинах СВЧ мощности, вводимой в резонатор.

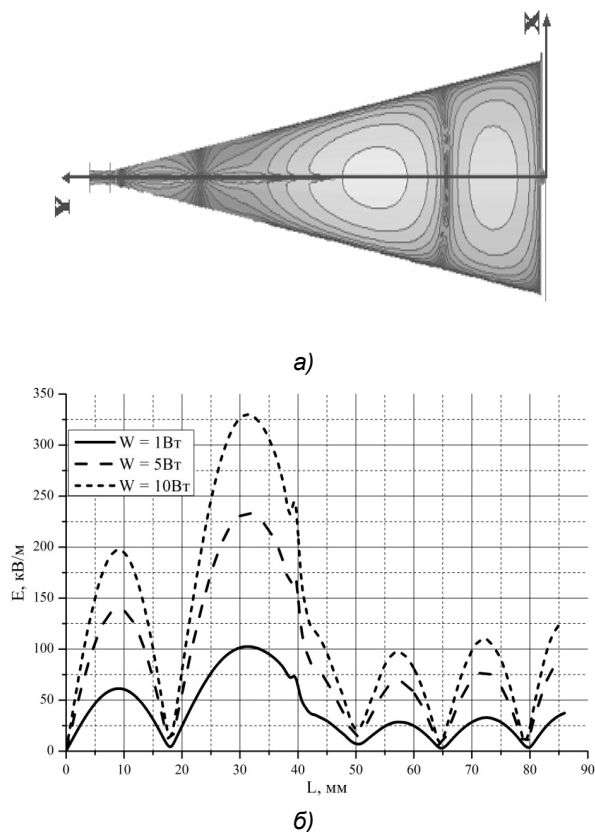


Рис. 2. Структура поля в резонаторе на частоте 10,25 ГГц (а) и значения напряженностей электрического поля на оси X по длине L (б).

Fig. 2. The structure of the field in the cavity at 10.25 GHz (a) and values of the electric field on the X-axis along the length L (b).

Видно, что уже при мощностях накачки порядка нескольких ватт достигаются значения напряженностей электрических полей, достаточные для возникновения разряда в серосодержащей среде.

Уровни СВЧ мощности в единицы или даже в десятки ватт достигаются с помощью полупроводниковых генераторов, что открывает возможности снижения энергопотребления, повышения надежности и долговечности серных СВЧ-ламп, а также создания малогабаритных источников света такого типа.

Анализ структуры полей, наблюдаемых в нерегулярных резонаторных структурах при резонансах, показывает, что в области размещения коаксиально-проводника структура поля подобна структурам стоячих волн в коаксиальных линиях. Соответственно эта часть резонатора может быть трансформирована в подводящую коаксиальную линию с небольшой степенью нерегулярности для согласования с высокочастотным резонаторным объемом.

Геометрия области высокочастотного резонанса предлагаемых резонансных структур может быть адаптирована под требования формирования необходимого направленного светового излучения.

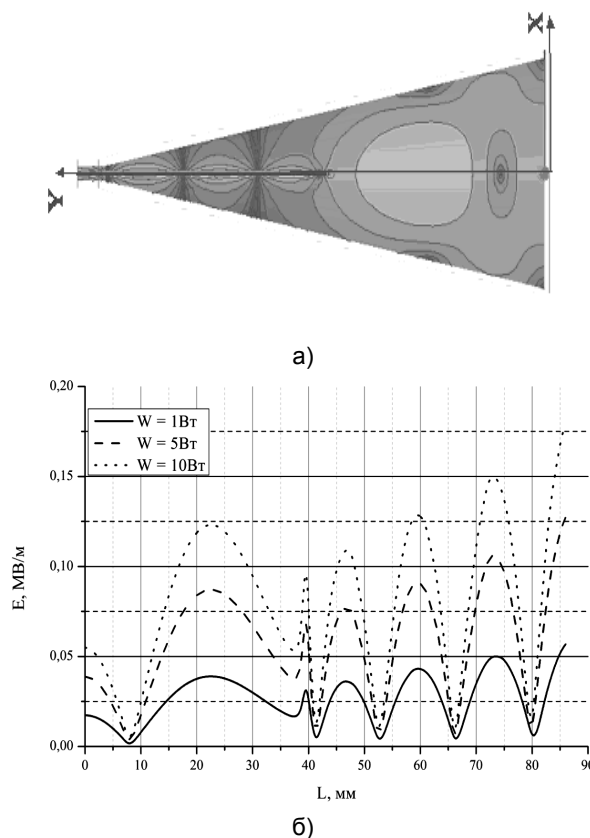


Рис. 3. Структура поля в резонаторе на частоте 11,04 ГГц (а) и значения напряженностей электрического поля на оси X по длине L (б).

Fig. 3. The structure of the field in the cavity at 11.04 GHz (a) and the value of the electric field on the X-axis along the length L (b).

III. Заключение

На основе анализа процессов возбуждения нерегулярных резонансных структур на высших типах колебаний выявлена возможность достижения внутрирезонаторных напряженностей электрических полей, достаточных для возникновения разряда в серосодержащей плазме при уровнях мощности СВЧ сигнала накачки менее 10 Вт.

Использование нерегулярных резонансных структур позволяет в единой конструкции совместить свойства, обеспечивающие высокочастотный СВЧ резонанс и формирование направленного светового излучения, а также существенно снизить требования к СВЧ источнику.

IV. References

- [1] Didenko A.N. *SVCh-energetika: Teoriya i praktika* [UHF- energy: The theory and practice]. Moscow, Nauka, 2003. 446 p.
- [2] Machehin Yu.P., Churyumov G. I., Odarenko Ye.N., Frolova T.I., Starchevski Yu.L., Ekezi A.I. Bezelektrodnaya sernaya lampa s SVCh-nakachkoi [Sulfuric electrodeless lamp with microwave pumping]. *Svitlotekhnika ta Elektroenergetika*. 2008, No 3. pp. 9-14.
- [3] Bondarenko I.N., Galich A.V., Troitski S.I. Vusokodobrotnue tipu kolebaniy v neregulyarnuh gibridnuh strykturah [High-Q modes in irregular hybrid structures]. *Radiophysika i elektronika*, 2013, vol. 4 (18), No 1, pp. 91-94.