

01 Jan 1999

Microwave Oscillator with the Shielded Dielectric Resonator

Sergey Kharkovsky
Missouri University of Science and Technology

A. E. Kogut

V. K. Komeenkov

V. I. Lutsenko

Follow this and additional works at: https://scholarsmine.mst.edu/ele_comeng_facwork



Part of the [Electrical and Computer Engineering Commons](#)

Recommended Citation

S. Kharkovsky et al., "Microwave Oscillator with the Shielded Dielectric Resonator," *Proceedings of the 9th International Crimean Microwave Conference, 1999. Microwave & Telecommunication Technology. 1999 [In Russian with English abstracts]*, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Jan 1999. The definitive version is available at <https://doi.org/10.1109/CRMICO.1999.815155>

This Article - Conference proceedings is brought to you for free and open access by Scholars' Mine. It has been accepted for inclusion in Electrical and Computer Engineering Faculty Research & Creative Works by an authorized administrator of Scholars' Mine. This work is protected by U. S. Copyright Law. Unauthorized use including reproduction for redistribution requires the permission of the copyright holder. For more information, please contact scholarsmine@mst.edu.

ГЕНЕРАТОР МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН НА ОСНОВЕ ЭКРАНИРОВАННОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА.

Когут А.Е., Корнеев В.К., Луценко В.И., Харьковский С.Н.

Институт радиофизики и электроники НАН Украины, ул.Ак. Проскуры 12, Харьков 310085, Украина
тел.: 0572-448593, e-mail: maksim@ire.kharkov.ua

Аннотация - Представлены результаты экспериментального исследования генератора Ганна с частично экранированным полудисковым квазиоптическим диэлектрическим резонатором (КДР), открытым со стороны одного плоского бокового основания. В таком резонаторе проведено исследование характеристик генерации колебаний полупроводниковым диодом при различных положениях активного элемента генератора вдоль радиальной координаты полудискового КДР. Проведено сравнение характеристик генератора с исследуемым резонатором с характеристиками генератора на основе открытого КДР.

1. Введение

В течение последних лет значительно расширилась область применения миллиметровых волн в самых различных сферах современной науки и техники, что говорит об определенных успехах в развитии устройств и приборов, адекватных данному диапазону длин волн. Особый класс среди них составляют активные устройства (генераторы, усилители, гетеродины и т.д.). Расширение области их применения: спутниковый прием, телекоммуникационные сети, медицина, автомобильный транспорт накладывает новые требования к устройствам данной категории. Основными из них являются высокая стабильность частоты и сравнительно высокие уровни мощности. Определенные перспективы в этом направлении открывают квазиоптические диэлектрические резонаторы (КДР), используемые в качестве колебательных систем генераторов [1-3]. Однако при создании твердотельных генераторов с открытыми КДР возникает проблема их паразитной связи с другими КВЧ устройствами и элементами в связи с излучением высокочастотного электромагнитного поля в свободное пространство. Решить ее может полное или частичное экранирование КДР. Отметим, что ранее исследование генераторов с экранированными КДР не проводилось. Интерес к генераторам с резонаторами, содержащими элементы диэлектрических тел вращения, обусловлен еще и тем, что в них существует широкий спектр вынужденных колебаний [4-6]. Наряду с высокочастотными колебаниями шепчущей галереи (ШГ) при определенных радиальных координатах источника излучения в КДР могут возбуждаться сравнительно низкочастотные лучевые колебания [6]. Выбор того или иного типа колебаний в качестве рабочей моды генератора может привести к существенному изменению характеристик генерации. В связи с вышесказанным целью намеченных исследований в данной работе является создание генератора с экранированным КДР, исследование его характеристик при разных положениях активного элемента генератора и проведение сравнительного анализа их с характеристиками генератора на основе открытого КДР. При этом анализ целесообразно проводить с учетом электродинамических свойств возбуждаемых колебаний. Отметим, что исследование характеристик генерации колебаний диодом в открытом полудисковом КДР проводилось ранее и описано в работах [1, 6].

II. Экспериментальные результаты

На рис.1 схематически показан экспериментальный макет генератора Ганна с частично экранированным полудисковым КДР, открытым со стороны одного плоского бокового основания.

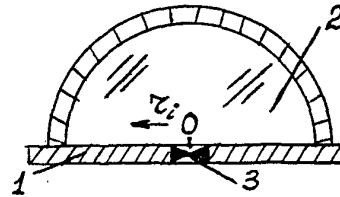


Рис.1 Объект исследования

На плоском металлическом зеркале 1 располагается полудисковая диэлектрическая экранированная резонансная структура 2. В прямоугольном отверстии в зеркале находится диод Ганна, который вместе с элементами крепления, согласования и подвода питания составляет диодный модуль 3. Вывод энергии осуществляется непосредственно из области расположения диода в волноводный тракт. В эксперименте имеется возможность плавно изменять положение активного элемента генератора (диодного модуля) вдоль радиуса основания полудиска (его радиальную координату r_i). В эксперименте исследуется генератор с диэлектрической структурой радиусом $R=39$ мм. Измерения проводятся в диапазоне частот 38-42ГГц.

В эксперименте измеряются основные характеристики генерации: мощность, частота и крутизна электронной перестройки частоты, при различных координатах r_i диодного модуля. Измерения проводятся только в тех областях изменения величины r_i , для которых изменение частоты генерации осуществляется плавно. Эти области выбираются в соответствии с электродинамическими представлениями о возбуждении в КДР различных типов колебаний, которые упоминались в данной работе ранее.

На рис.2 показаны зависимости характеристик генерации колебаний диодом в рассматриваемом КДР с от радиальной координаты r_i диодного модуля, а именно, мощности P (рис.2а), частоты f и электронной перестройки частоты $\partial f / \partial U_i$ (рис.2б), которые на рис. показаны сплошной линией и пунктиром соответственно. Стрелками обозначены резкие изменения частоты выходного сигнала при выходе активного элемента генератора за намеченные границы областей изменения его радиальной координаты. Видно, что наибольшая мощность и лучшая стабильность частоты генерации по отношению к паразитному изменению напряжения питания диода, о которой можно судить по крутизне электронной перестройки частоты, достигаются при размещении диодного модуля на зеркале резонатора вблизи

границы раздела диэлектрик-металл, т.е. при возбуждении в КДР высокочастотных колебаний ШГ.

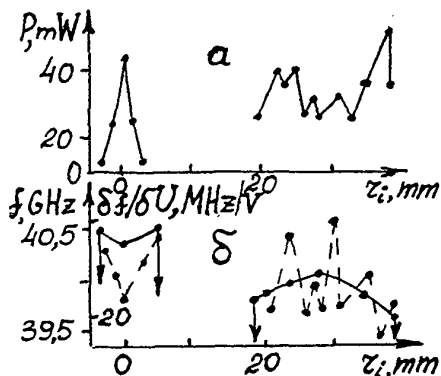


Рис.2 Характеристики генерации.

При уменьшении радиальной координаты активного элемента генератора в пределах области, характерной плавным изменением частоты генерации (от 20 до 39мм), мощность и частота выходного сигнала существенно не изменяются. Здесь следует отметить значительную протяженность этой области по радиальной координате. Она включает в себя предполагаемые радиальные координаты максимумов интенсивности полей лучевых колебаний, которым в геометрооптическом представлении соответствуют правильные четырех- и шестиугольники, а также колебаний ШГ. На графике зависимости $\delta f / \delta r_i(r_i)$ наблюдается ряд максимумов (минимумов), что, по-видимому, объясняется возбуждением в КДР различных типов колебаний, даются экстремумы (максимум и минимум соответственно).

При размещении диодного модуля генератора в центре основания полудиска на кривых мощности и электронной перестройки частоты наблюдаются характерные экстремумы, которые свидетельствуют о возбуждении в резонаторе определенного типа колебания (в данном случае колебания типа "прыгающий мячик"). Видно, что даже малое изменение положения диодного модуля в данном случае приводит к резкому изменению частоты выходного сигнала и, соответственно, переходу к другому рабочему типу колебания.

Сравнение характеристик показывает, что мощность выходного сигнала генератора с экранированным КДР на 20% выше, а значение электронной перестройки частоты почти в два раза больше, чем в подобном генераторе на основе открытого резонатора. Увеличение мощности генерации колебаний диодом в экранированном резонаторе по сравнению с открытым, по-видимому, объясняется повышением эффективности возбуждения колебаний в нем в связи с закрытым характером КДР. К преимуществам генератора с экранированным КДР следует отнести широкие области изменения радиальной координаты активного элемента генератора при плавном изменении частоты выходного сигнала, что объясняется возможностью возбуждения в резонаторе более широкого спектра колебаний: от колебаний ШГ до лучевых колебаний типа "прыгающий мячик". В открытом КДР диодным модулем возбуждаются только колебания ШГ и лучевые колебания "с траекторией лучей в виде правильного шестиугольника".

III. Заключение

Полученные в данной работе результаты в дальнейшем могут быть использованы при создании твердотельных активных устройств, обладающих улучшенными характеристиками и новыми функциональными возможностями.

IV. Список литературы

- [1] Kharkovsky S., Kirichenko A., Kogut A. Solid-state oscillators with whispering-gallery-mode dielectric resonators // Microwave and optical technology letters. -1996. -12, №4. -P.210-213.
- [2] Kharkovsky S.N., Kogut A.E. Millimeter wave solid-state oscillators with a quasioptical metal dielectric resonance system // In. Millimeter and Submillimeter waves and application. Mohammed N.Afsar, Editor, Proc. SPIE 2211, -1994. -P. 65-72.
- [3] Харьковский С.Н., Когут А.Е., Кутузов В.В., Громов П.В. Твердотельные генераторы КВЧ с квазиоптическими металлдиэлектрическими резонаторами // 7 Международ. Крымская конф.: Тр. конф., -1997. - 2, - С. 361-362.
- [4] Харьковский С.Н., Когут А.Е., Кутузов В.В. Возбуждение лучевых колебаний в квазиоптических диэлектрических резонаторах с модами шепчущей галереи // Письма в Журн. техн. физики. -1997. -23, №15. -С. 25-29.
- [5] Харьковский С.Н., Харьковская А.А., Когут А.Е., Кутузов В.В. Возбуждение квазиоптических диэлектрических резонаторов через щель связи в зеркале // 7 Международ. Крымская конф.: Тр. конф., -1997. - 1, - С. 135-137.
- [6] Когут А.Е., Кутузов В.В., Харьковский С.Н., Харьковская А.А. Возбуждение колебаний типа шепчущей галереи в квазиоптических металл-диэлектрических резонаторах через щель связи в

Microwave oscillator with the shielded dielectric resonator

A.E.Kogut, V.K.Komeenkov, V.I.Lutsenko, S.N.Kharkovsky

Institute of Radiophysics and Electronics NAS of Ukraine 12 Ak. Proskura str., Kharkov-310085, Ukraine

e-mail:maksim@ire.kharkov.ua

Abstract-The Gunn oscillator with partially shielded hemidisk quasioptical resonator is investigated experimentally at this paper. The investigations of the generation characteristics of oscillations by the semiconductor diode in this resonator are carried out for the different radial co-ordinates of the oscillator active element. The advantages of the investigated oscillator at comparison with the oscillator with open dielectric resonator are shown.

1. Introduction

The increasing power and improvement of the frequency stability of generation by the solid-state oscillators are the main problems of the millimeter wave physics and techniques. The shielded quasioptical dielectric resonators using as oscillating system of the diod modul find the certain perspectives at this direction [1].

II. The exeperimental results

The main characteristics of the oscillations generation (dependences of the frequency and power from the supply voltage of the diodes) for the diferent radial coordinates of diode module are investigated. The experimental results show that the highest power and the best frequency stability are carried out when the active element of oscillator is placed near the border of dielectric structure because the high Q-factor whispering gallery modes are excited in resonator. The wide ranges of radial coordinate variation of diode module with smooth changes of generation characteristics are existed at investigated oscillator. The diode module placing in them correspond to the excitation of whispering gallery and ray modes at resonator.

IV. Conclusion

The obtained results can be useful at the construction of new active devices with improved characteristics.