

Ю. В. Антоненко, А. В. Грибовский

Радиоастрономический институт НАН Украины

4, ул. Искусств, Харьков, 61002, Украина

E-mail: grib@rian.kharkov.ua

ВОЗБУЖДЕНИЕ РЕЗОНАТОРА ФАБРИ–ПЕРО ЧЕРЕЗ ЗАПРЕДЕЛЬНЫЕ КООКСИАЛЬНО-СЕКТОРНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Зеркалами резонатора Фабри–Перо в диапазоне СВЧ могут служить проводящие пластинки с множеством отверстий, обеспечивающих частичную прозрачность этих зеркал. В результате численного моделирования показано, что модуль коэффициента отражения плоской линейно поляризованной волны от резонатора с коаксиально-секторными отверстиями в зеркалах равен нулю на длине волны, значение которой больше критической длины волны коаксиально-секторных волноводов. При этом значение амплитуды электромагнитного поля в объеме резонатора увеличивается на порядок по сравнению с амплитудой возбуждающего поля. Установлено, что при замене одного из зеркал резонатора Фабри–Перо сплошной металлической плоскостью амплитуда плоской волны в резонаторе может возрастать почти на два порядка относительно амплитуды возбуждающего поля. Ил. 7. Библиогр.: 13 назв.

Ключевые слова: резонатор Фабри–Перо, коаксиально-секторный волновод, запределный волновод, коэффициент отражения, экран конечной толщины.

В настоящее время резонаторы Фабри–Перо являются одними из наиболее известных и распространенных приборов. Так, они широко используются в лазерах [1], в детекторах [2], в микрополосковых антеннах [3–4], а также в качестве сенсоров для измерения давления и температуры [5] и устройств для измерения затухания в газе [6]. Подобные резонаторы используются для измерения тонких диэлектрических пленок в миллиметровом и примыкающих к нему диапазонах [7]. Такое устройство, если его использовать, например, в качестве передающей антенны, преобразует электромагнитную энергию, подводимую к нему, в направленное излучение, причем преобразование происходит лишь на частотах, соответствующих собственным типам колебаний резонатора [8]. В работе [9] обосновывается возможность применения интерферометра Фабри–Перо для регистрации высокочастотных флуктуаций метрики пространства–времени при поиске гравитационных волн.

Электродинамические свойства резонатора Фабри–Перо, образованного двумя различными экранами с прямоугольными отверстиями разных поперечных сечений, исследованы в работе [10]. Показано, что в такой структуре при ее возбуждении плоской линейно поляризованной электромагнитной волной наблюдается резонанс полного прохождения на длине волны, являющейся запределной для отрезков прямоугольных волноводов, выполненных в обоих экранах. При этом наблюдается сильная локализация электромагнитного поля в объеме резонатора.

Для миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов представляет практический интерес исследование свойств резонатора Фабри–Перо с другой формой отверстий в зеркалах, например, коаксиально-секторной, при его возбуждении плоской линейно поляризованной вол-

ной. Преимущества двумерно-периодических экранов с коаксиально-секторными отверстиями, по сравнению с экранами с круглыми или прямоугольными отверстиями, заключаются в следующем. При одних и тех же размерах периодов структур экраны с коаксиальной формой отверстий могут работать в более широком диапазоне частот, без появления в свободном пространстве дифракционных лучей высших порядков. Это связано с тем, что при равных периодах экранов критическая длина волны коаксиально-секторных волноводов может превышать значения критических длин волн круглых и прямоугольных волноводов в 2–3 раза. Кроме того, коаксиально-секторные волноводы, выполненные в двумерно-периодическом экране, могут работать в двухмодовом режиме, при отсутствии в свободном пространстве дифракционных лучей высших порядков.

1. Постановка задачи и метод решения.

Рассмотрим структуру, состоящую из двух бесконечных параллельных идеально проводящих двумерно-периодических экранов толщиной h_1 и h_2 с коаксиально-секторными отверстиями. Расстояние между экранами равно L и выбрано из условия $L > \lambda/2$, где λ – длина волны в свободном пространстве. На рис. 1 изображена исследуемая структура, которая представляет собой резонатор Фабри–Перо, образованный двумя параллельными экранами конечной толщины с коаксиально-секторными отверстиями, центры базовых ячеек которых расположены в узлах прямоугольной сетки. Отверстия в экранах мы рассматриваем как отрезки коаксиально-секторных волноводов, имеющих одинаковые поперечные сечения. Периоды в экранах также имеют одинаковые размеры. Их значения выбираются из условия распространения в свободном пространстве только одной пространственной гармоники.

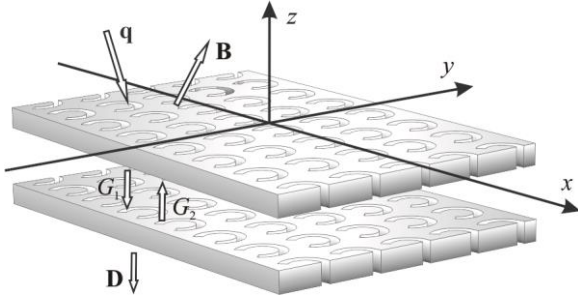


Рис. 1. Резонатор Фабри-Перо с коаксиально-секторными отверстиями в зеркалах

Пусть на рассматриваемую структуру из полупространства $z > 0$ нормально падает плоская линейно поляризованная электромагнитная волна единичной амплитуды. Поперечную компоненту электрического поля падающей волны, нормированную на площадь базовых ячеек зеркал, представим в виде

$$\vec{E}_t^i = -\frac{1}{\sqrt{S}} \exp(-ikz) \times \vec{e}_y,$$

где $k = 2\pi/\lambda$, $S = d_1 \times d_2$, d_1 и d_2 – периоды экранов; \vec{e}_y – единичный орт.

Направление поляризации падающей волны выбрано из условия наиболее эффективного возбуждения основной волны в коаксиально-секторных волноводных каналах зеркал.

Для численного исследования электродинамических характеристик данной структуры воспользуемся методом обобщенных матриц рассеяния [11] и результатами работы [12].

Рассмотрим сечение базовой ячейки резонатора плоскостью $y = 0$ (рис. 2), где \mathbf{q} – вектор амплитуд падающего поля; \mathbf{B} – вектор амплитуд пространственных гармоник отраженного поля; $A_{1,2}, C_{1,2}$ – амплитуды волноводных волн, рас-

пространяющихся или затухающих в положительном и отрицательном направлениях оси Oz , в коаксиально-секторных волноводах верхнего и нижнего зеркал, соответственно; G_1, G_2 – амплитуды пространственных гармоник, распространяющихся в объеме резонатора; \mathbf{D} – вектор амплитуд пространственных гармоник прошедшего поля.

С учетом обозначений на рис. 2 запишем систему операторных уравнений относительно неизвестных амплитуд пространственных гармоник и волноводных волн:

$$\begin{cases} B = R_1^+ q + T_1^- C_1, \\ A_1 = T_1^+ q + R_1^- C_1, \\ C_1 = e_1 R_1^- e_1 A_1 + e_1 T_1^+ G_2, \\ G_1 = T_1^- e_1 A_1 + R_1^+ G_2, \\ G_2 = e_L R_2^+ e_L G_1 + e_L T_2^- C_2, \\ A_2 = T_2^+ e_L G_1 + R_2^- C_2, \\ C_2 = e_2 R_2^- e_2 A_2, \\ D = T_2^- e_2 A_2, \end{cases}$$

где $R_{1,2}^+, T_{1,2}^+$ – операторы отражения и прохождения плоских электромагнитных волн первой и второй решетки из полубесконечных коаксиально-секторных волноводов; $R_{1,2}^-, T_{1,2}^-$ – операторы отражения и прохождения волноводных волн первой и второй решетки из полубесконечных волноводов; $e_{1,2}$ – операторы, учитывающие фазовый набег волноводных волн в коаксиально-секторных волноводах верхнего и нижнего зеркала на длинах $h_{1,2}$; e_L – оператор, учитывающий фазовый набег пространственных гармоник между зеркалами резонатора на длине L .

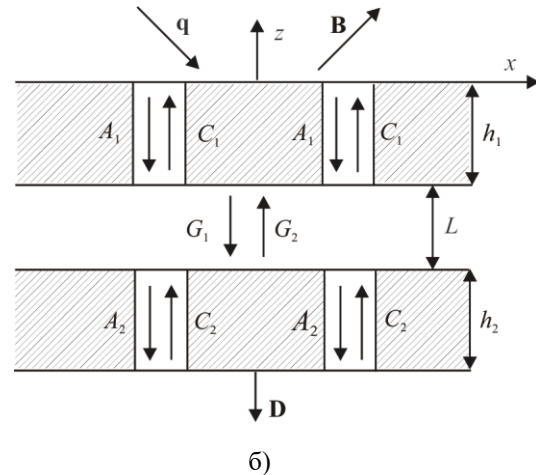
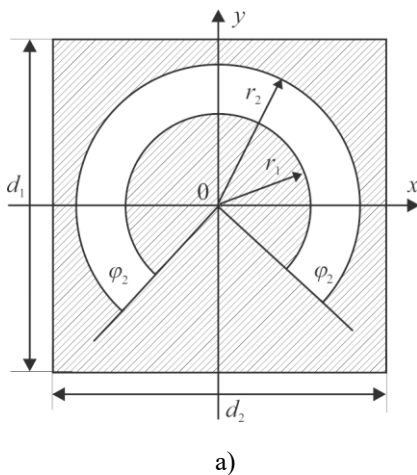


Рис. 2. Горизонтальная проекция (а) и поперечное сечение (б) базовой ячейки резонатора

Решение системы имеет вид:

$$G_1 = Q_3^{-1} T_1^- e_1 Q_1^{-1} T_1^+ q,$$

$$A_2 = Q_2^{-1} T_2^+ e_L G_1,$$

$$C_2 = e_2 R_2^- e_2 A_2,$$

$$D = T_2^- e_2 A_2,$$

$$G_2 = e_L R_2^+ e_L G_1 + e_L T_2^- e_2 R_2^- e_2 A_2,$$

$$A_1 = Q_1^{-1} (T_1^+ q + R_1^- e_1 T_1^+ G_2),$$

$$C_1 = e_1 R_1^- e_1 A_1 + e_1 T_1^+ G_2,$$

$$B = R_1^+ q + T_1^- C_1,$$

где $Q_1 = (I - R_1^- e_1 R_1^- e_1)$, $Q_2 = (I - R_2^- e_2 R_2^- e_2)$,
 $Q_3 = (I - Q_4 R_2^+ e_L - Q_4 U - R_1^+ e_L R_2^+ e_L - R_1^+ e_L U)$,
 $Q_4 = T_1^- e_1 Q_1^{-1} R_1^- e_1 T_1^+ e_L$, $U = T_2^- e_2 R_2^- e_2 Q_2^{-1} T_2^+ e_L$, а I – единичный оператор. Операторы отражения и прохождения представляют собой бесконечные обобщенные матрицы рассеяния, элементами которых являются амплитуды распространяющихся и нераспространяющихся пространственных гармоник и амплитуды волноводных волн. Алгоритм расчета обобщенных матриц рассеяния решетки из полубесконечных коаксиально-секторных волноводов описан в работе [13].

2. Результаты численного моделирования. Исследования электродинамических свойств резонатора Фабри-Перо проводились при нормальном падении на резонатор плоской линейно поляризованной TE -волны единичной амплитуды. Вектор электрического поля в падающей волне параллелен оси Oy . Центры базовых ячеек верхнего и нижнего зеркал резонатора расположены в узлах прямоугольной сетки с периодом $d_1 = d_2 = d$. Геометрические параметры, одинаковые для каждого из зеркал резонатора, имеют следующие значения: $h_1 = h_2 = h$, $r_1/d = 0,28$, $r_2/d = 0,44$, $\varphi_1 = -0,25\pi$, $\varphi_2 = 1,25\pi$, $\varphi_0 = \varphi_2 - \varphi_1 = 1,5\pi$, $h/d = 3,33$, $d/\lambda_{cut} = 0,296$, $h/\lambda_{cut} = 0,988$, $L/\lambda_{cut} = 1,001$, где λ_{cut} – критическая длина основной TE_{11} -волны коаксиально-секторного волновода.

На рис. 3 представлен график зависимости модуля коэффициента отражения от длины падающей на резонатор плоской волны. Точкой на горизонтальной оси отмечено значение критической длины волны коаксиально-секторного волновода.

Из графика видно, что резонатор Фабри-Перо с коаксиально-секторными отверстиями в зеркалах является абсолютно прозрачным для электромагнитного поля линейной поляризации на длине волны, превышающей значение крити-

ческой длины волны волноводных каналов. Значение резонансной длины волны равно $\lambda_r/\lambda_{cut} = 1,073$. При отсутствии распространяющихся волноводных волн в отверстиях зеркал резонатор полностью пропускает электромагнитную волну, падающую на поверхность его зеркала. При этом модуль коэффициента отражения плоской волны равен нулю. Следующие два резонанса полного прохождения электромагнитной волны через резонатор связаны с толщиной зеркал и наблюдаются при условии $h = n\Lambda/2$, где $n = 1, 2, \dots$, Λ – длина волны в коаксиально-секторном волноводе. Кроме того, в случае резонанса на длине волны λ_r происходит сильная локализация электромагнитного поля внутри резонатора. Его амплитуда увеличивается более чем на порядок. На рис. 4 представлены графики зависимости модулей амплитуд пространственных гармоник в объеме резонатора от длины волны. Добротность резонатора на частоте резонанса полного прохождения электромагнитной волны равна $Q = 1400$ и определяется потерями на излучение через коаксиально-секторные отверстия в зеркалах резонатора.

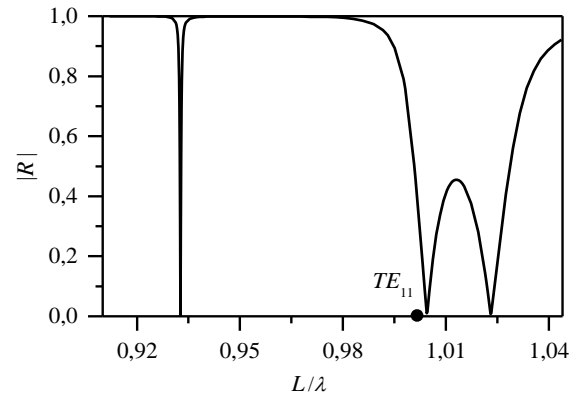


Рис. 3. График зависимости модуля коэффициента отражения плоской волны от ее длины

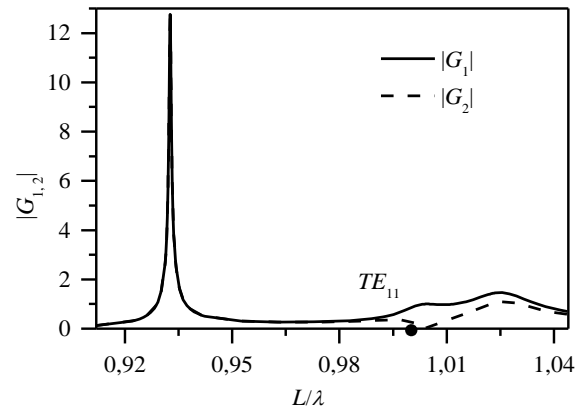


Рис. 4. Графики зависимости модулей амплитуд от длины волны

Таким образом, возбуждение резонатора Фабри–Перо происходит через запердельные коаксиально-секторные отверстия в зеркалах. Электромагнитное поле нераспространяющихся волноводных волн, возбужденных плоской волной в отрезках коаксиально-секторных волноводов, частично проникает в объем резонатора через отверстия в зеркалах и возбуждает его. Эффективное возбуждение происходит тогда, когда длина волны превышает значение расстояния между зеркалами резонатора.

На рис. 5 представлен график зависимости амплитуды поля в резонаторе от расстояния между зеркалами на резонансной длине волны λ_r , подтверждающий эффект возбуждения резонатора через запердельные коаксиально-секторные отверстия. Видно, что расстояние между резонансами равно половине длины волны в свободном пространстве.

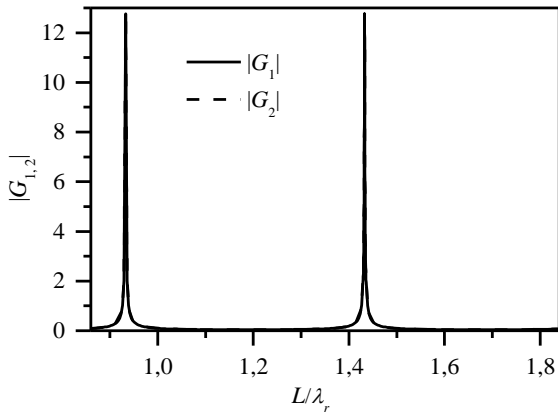


Рис. 5. График зависимости модулей амплитуд пространственных гармоник, распространяющихся в резонаторе на резонансной частоте, от расстояния между зеркалами

Исследование частотно-селективных свойств отдельного зеркала резонатора показало отсутствие резонансов полного прохождения электромагнитного поля через коаксиально-секторные отверстия на длине волны, значение которой выше значения критической длины волны для этого типа волноводов. На рис. 6 показана частотная зависимость модуля коэффициента отражения плоской волны при нормальном падении на отдельное зеркало резонатора. Видно, что первый резонанс полного прохождения электромагнитной волны наступает на длине волны, значение которой несколько меньше значения критической длины волны коаксиально-секторного волновода, т. е. в этом случае в волноводах присутствуют распространяющиеся волноводные волны.

Степень локализации электромагнитного поля в объеме резонатора может быть значительно увеличена, если одно из зеркал (например,

нижнее) заменить сплошной металлической плоскостью. На рис. 7 представлены зависимости модулей амплитуд плоских волн, распространяющихся на резонансной частоте в объеме резонатора из двух экранов с коаксиально-секторными отверстиями (сплошная кривая), и в объеме резонатора, одно из зеркал которого представляет собой сплошную металлическую плоскость (пунктирная кривая).

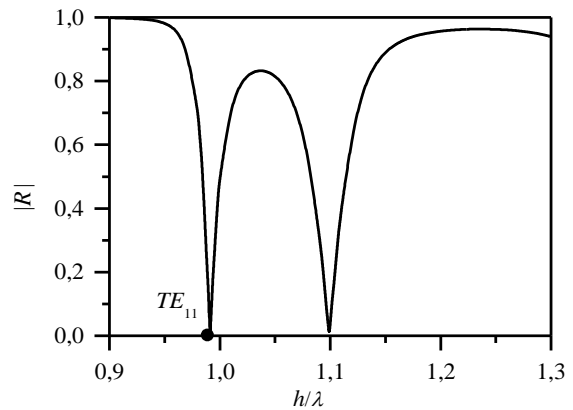


Рис. 6. График зависимости модуля коэффициента отражения плоской волны от зеркала резонатора от длины волны

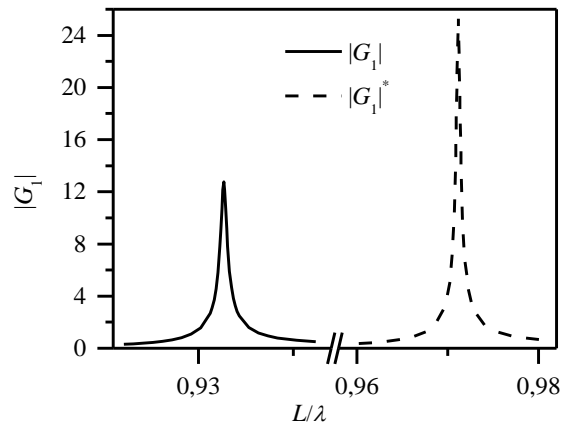


Рис. 7. Графики зависимости модулей амплитуд пространственных гармоник, распространяющихся в резонаторе на резонансной частоте, от расстояния между зеркалами

Результаты численного моделирования показали, что в случае замены одного из зеркал сплошной металлической плоскостью амплитуда электромагнитной волны в резонаторе на резонансной частоте увеличивается в 25 раз по сравнению с амплитудой падающего поля. При этом расстояние между зеркалами увеличивается, а модуль коэффициента отражения плоской волны во всем диапазоне изменения частоты остается равным единице.

Выводы. С помощью метода обобщенных матриц рассеяния совместно с операторным методом решения задач дифракции исследованы

частотно-селективные свойства резонатора Фабри–Перо, образованного плоскими экранами конечной толщины с коаксиально-секторными отверстиями. Выявлен и объяснен резонанс полного прохождения плоской линейно поляризованной электромагнитной волны через заперделные коаксиально-секторные отверстия в зеркалах резонатора. Установлено, что в этом случае происходит очень сильная локализация электромагнитного поля в объеме резонатора. Амплитуда электромагнитной волны в резонаторе на резонансной частоте может достигать очень больших значений, ее величина при определенных условиях может превышать амплитуду возбуждающего поля более чем в 25 раз. Данные уникальные свойства резонатора Фабри–Перо с коаксиально-секторными отверстиями в зеркалах могут найти применение в различных областях современного приборостроения.

Библиографический список

1. Tronciu V. Z., Wünsche H. J., Wolfrum M., Radziunas M. Semiconductor Laser under Resonant Feedback from a Fabry-Perot Resonator: Stability of Continuous-Wave Operation. *Phys. Rev. E*. 2006. Vol. 73, N 4. P. 046205(7).
2. Neumann N., Ebermann M., Kurth S., Hiller K. Tunable Infrared Detector with Integrated Micromachined Fabry-Perot Filter. *J. Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS*. 2008. Vol. 7, N 2. P. 021004(9).
3. Ge Zhi-Chen, Zhang Wen-Xun, Liu Zhen-Guo, Gu Ying-Ying. Broadband and High-Gain Printed Antennas Constructed from Fabry-Perot Resonator Structure Using EBG or FSS Cover. *Microwave and Optical Technology Lett.* 2006. Vol. 48, N 7. P. 1272–1274.
4. Sauleau R., Coquet P., Matsui T., and Daniel J.-P. A New Concept of Focusing Antennas Using Plane-Parallel Fabry-Perot Cavities with Nonuniform Mirrors. *IEEE Trans. Antennas and Propagation*. 2003. Vol. 51, N 11. P. 3171–3175.
5. Aref S. H., Latifi H., Zibaii M. I., Afshari M. Fiber Optic Fabry-Perot Pressure Sensor With Low Sensitivity to Temperature Changes for Downhole Application. *Optics Communications*. 2007. Vol. 269, N 2. P. 322–330.
6. Zvanovec S., Piksa P., Cerny P., Mazanek M., Pechac P. Gas Attenuation Measurement by Utilization of Fabry-Perot Resonator. *The Second European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)*: proc. (Edinburgh, 11–16 November 2007). EICC, Edinburgh, UK, 2007.
7. Власов С. Н., Паршин В. В., Серов Е. А. Методы исследования тонких диэлектрических пленок в миллиметровом диапазоне. *Журнал технической физики*. 2010. Т. 80, № 12. С. 73–79.
8. Guérin N., Enoch S., Tayeb G., Sabouroux P., Vincent P., and Legay H. A Metallic Fabry-Perot Directive Antenna. *IEEE Trans. Antennas and Propagation*. 2006. Vol. 54, N 1. P. 220–224.
9. Морозов А. Н. Применение интерферометра Фабри–Перо для регистрации высокочастотных флуктуаций метрики пространства–времени. *Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Естественные науки*. 2012. № 5. С. 29–38.
10. Грибовский А. В., Кузьмичев И. К. Резонатор Фабри–Перо, образованный двумя экранами с прямоугольными отверстиями. *Радиофизика и радиоастрономия*. 2016. Т. 21, № 1. С. 58–64.
11. Lytvynenko L. M. and Prosvirnin S. L. Wave Diffraction by Periodic Multilayer Structure. Cambridge Scientific Publ., 2012. 158 p.
12. Антоненко Ю. В., Грибовский А. В. Поляризационные и частотно-селективные характеристики двойного экрана конечной толщины с коаксиально-секторными отверстиями. *Радиофизика и радиоастрономия*. 2012. Т. 17, № 3. С. 276–281.
13. Грибовский А. В., Мангушина Ю. В. Характеристики излучения активной ФАР из коаксиально-секторных волноводов. *Физика волновых процессов и радиотехнические системы*. 2010. Т. 13, № 2. С. 24–29.

REFERENCES

1. TRONCIU, V. Z., WÜNSCHE, H. J., WOLFRUM, M. and RADZIUNAS, M., 2006. Semiconductor Laser under Resonant Feedback from a Fabry-Perot Resonator: Stability of Continuous-Wave Operation. *Physical Review E*. vol. 73, no. 4, pp. 046205(7). DOI: 10.1103/PhysRevE.73.046205
2. NEUMANN, N., EBERMANN, M., KURTH, S. and HILLER, K., 2008. Tunable Infrared Detector with Integrated Micromachined Fabry-Perot Filter. *J. Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS*. vol. 7, no. 2, pp. 021004(9). DOI: 10.1117/1.2909206
3. ZHI-CHEN GE, WEN-XUN ZHANG, ZHEN-GUO LIU and YING-YING GU, 2006. Broadband and High-Gain Printed Antennas Constructed from Fabry-Perot Resonator Structure Using EBG or FSS Cover. *Microwave and Optical Technology Lett.* vol. 48, no. 7, pp. 1272–1274. DOI: 10.1002/mop.21674
4. RONAN SAULEAU, PHILIPPE COQUET, TOSHIKI MATSUI and JEAN-PIERRE DANIEL, 2003. A New Concept of Focusing Antennas Using Plane-Parallel Fabry-Perot Cavities with Nonuniform Mirrors. *IEEE Trans. Antennas and Propagation*. vol. 51, no. 11, pp. 3171–3175. DOI: 10.1109/TAP.2003.818795
5. AREF, S. H., LATIFI, H., ZIBAI, M. I. and AFSHARI, M., 2007. Fiber Optic Fabry-Perot Pressure Sensor with Low Sensitivity to Temperature Changes for Downhole Application. *Optics Communications*. vol. 269, no. 2, pp. 322–330. DOI: 10.1016/j.optcom.2006.08.009
6. ZVANOVEC, S., PIKSA, P., CERNY, P., MAZANEK, M. and PECHAC, P., 2007. Gas Attenuation Measurement by Utilization of Fabry-Perot Resonator. In: *The Second European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP*. EICC, Edinburgh, UK, 11–16 November. DOI: 10.1049/ic.2007.1557
7. VLASOV, S. N., PARSHIN, V. V. and SEROV, E. A., 2010. Methods of Research of Thin Dielectric Films in the Millimeter Range. *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. vol. 80, no. 12, pp. 73–79 (in Russian).
8. NICOLAS GUÉRIN, STEFAN ENOCH, GÉRARD TAYEB, PIERRE SABOUROUX, PATRICK VINCENT and HERVÉ LEGAY, 2006. A Metallic Fabry-Perot Directive Antenna. *IEEE Trans. Antennas and Propagation*. vol. 54, no. 1, pp. 220–224. DOI: 10.1109/TAP.2005.861578
9. MOROZOV A. N., 2012. Fabry-Perot Interferometer for Recording High-Frequency Fluctuations of Space-Time Metric. *Vestnik MGTU im. N. E. Bauman. Ser. Estestvennye nauki*. no. 5, pp. 29–38 (in Russian).
10. GRIBOVSKY, A. V. and KUZ'MICHEV, I. K., 2016. Fabry-Perot Resonator Formed by Two Screens with Rectangular Holes. *Radiofizika i radioastronomiya*. vol. 21, no. 1, pp. 58–64 (in Russian).
11. LYTUVYENKO, L. M. and PROSVIRNIN, S. L., 2012. *Wave Diffraction by Periodic Multilayer Structure*. Cambridge Scientific Publ.
12. ANTONENKO, J. V. and GRIBOVSKY, A. V., 2012. Polarization and Frequency-Selective Properties of a Double Screen of Finite Thickness with Coaxial-Sector Aperture. *Radiofizika i radioastronomiya*. vol. 17, no. 3, pp. 276–281 (in Russian).

13. GRIBOVSKY, A. V. and MANGUSHINA, J. V., 2010. Characteristics of Radiation Active Phased Array of Coaxial-Sector Waveguides. *Fizika volnovykh protsessov i radio-tekhnicheskie sistemy*. vol. 13, no. 2, pp. 24–29 (in Russian).

Рукопись поступила 07.02.2017.

J. V. Antonenko, A. V. Gribovsky

EXCITATION OF THE FABRY-PEROT RESONATOR THROUGH EVANESCENT COAXIAL-SECTOR HOLES

Mirrors of the Fabry-Perot resonator in the microwave band can be represented by conducting plates with a great number of holes, which ensure partial mirror transmission. It is shown through numerical modeling that the magnitude of the reflection factor of a plane linearly polarized wave from a resonator with coaxial-sector holes in the mirrors is equal to zero for a wavelength which is greater than the cutoff one of the coaxial-sector waveguides. In this case the electromagnetic field amplitude in the resonant cavity shows an increase by an order of magnitude as compared with the exciting field amplitude. It has been found that replacement of one of the mirrors in the Fabry-Perot resonator by a continuous screen can result in increasing the plane wave amplitude in the resonator by almost two orders of magnitude with respect to that of the exciting field.

Key words: Fabry-Perot resonator, coaxial-sector waveguide, evanescent waveguide, reflection coefficient, screen of finite thickness.

Ю. В. Антоненко, О. В. Грибовський

ЗБУДЖЕННЯ РЕЗОНАТОРА ФАБРИ–ПЕРО ЧЕРЕЗ ПОЗАМЕЖНІ КООКСІАЛЬНО-СЕКТОРНІ ОТВОРИ

Дзеркалами резонатора Фабрі–Перо в діапазоні СВЧ можуть служити провідні пластинки з множиною отворів, що забезпечують часткову прозорість цих дзеркал. У результаті чисельного моделювання показано, що модуль коефіцієнта відбиття плоскої лінійно поляризованої хвилі від резонатора з коаксіально-секторними отворами в дзеркалах дорівнює нулю на довжині хвилі, значення якої більше критичної довжини хвилі коаксіально-секторних хвилеводів. При цьому величина амплітуди електромагнітного поля в об'ємі резонатора збільшується на порядок порівняно з амплітудою поля, що збуджує резонатор. Встановлено, що при заміні одного з дзеркал резонатора Фабрі–Перо суцільною металевією площиною амплітуда плоскої хвилі в резонаторі може зростати майже на два порядки щодо амплітуди збуджуючого поля.

Ключові слова: резонатор Фабрі–Перо, коаксіально-секторний хвилевід, позамежний хвилевід, коефіцієнт відбиття, екран скінченної товщини.