

индекс 3621

Տրենագրական

ԵՐԵՎԱՆԻ ԲՐԵՍՏԵՐԻ ՖԻԶԻԿԵՍԻ ԻՆՏԻՏՄՏ
ԵՐԵՎԱՆՑԻ ԲՐԵՍՏԵՐԻ ԲՈՒՄՆԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՄՏ

ԲՈՒ-286(II)-78

Մ.Տ.ԱՐՄՅՈՒՅԱՆ, Յ.Ա.ԲԱԳՅՈՒՅԱՆ, Յ.Մ.ԼԱԶՄԵՆ
Դ.Դ.ՕԿՍՅԱՆ

ՄՍԼՈՒԵ ԲՐԵՍՏԵՐԻ Բ ՎՈԼՆՈՎՈԴԵ



При падении продольной электрической волны на границу раздела двух сред, заполняющих волновод, коэффициент отражения равен [1]

$$R_n = \frac{\gamma_n - \epsilon \Gamma_n}{\gamma_n + \epsilon \Gamma_n}, \quad (1)$$

где n - номер волны, $\epsilon, = \epsilon$ - диэлектрическая проницаемость заполнения в области $z > 0$, в области $z < 0$ принимаем $\epsilon_2 = 1$ и Γ_n - постоянные распространения в области $z > 0$ и $z < 0$ соответственно.

При

$$\gamma_n = \epsilon \Gamma_n \quad (2)$$

коэффициент отражения равен нулю.

Для выяснения физического смысла (2) воспользуемся известным представлением волноводной волны в виде суммы плоских волн, направления распространения которых образуют круговой конус с осью, совпадающей с осью волновода z [2]. Угол ψ раскрытия конуса связан с постоянными распространения, рассматриваемой моды волны, следующими соотношениями

$$\gamma_n = \frac{\omega}{c} \sqrt{\epsilon} \cos \psi_n \quad \text{в среде с } \epsilon_1 = \epsilon \quad (3)$$

$$\Gamma_n = \frac{\omega}{c} \cos \psi'_n \quad \text{в среде с } \epsilon_2 = 1.$$

при этом, если ψ_n является углом падения плоской волны на границу раздела при $z=0$, то ψ'_n будет углом преломления в область $z > 0$. С учетом (3) условие (2) можно записать в виде:

$$\frac{\cos \psi'_n}{\cos \psi_n} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon}}. \quad (4)$$

Углы ψ_n и ψ'_n связаны между собой законом Снеллиуса. Для совместности этих двух условий необходимо, чтобы сумма углов падения ψ_n и прохождения ψ'_n равнялась $\pi/2$. Таким образом условие (2) оказывается эквивалентным падению плоской волны на границу раздела под углом Брюстера.

Поскольку

$$\gamma_n = 2\pi/\lambda_{\text{вз}} \quad \text{и} \quad \Gamma_n = 2\pi/\lambda_{\text{в}}$$

условие (2) можно переписать в виде

$$\frac{\lambda_0}{\lambda_{\text{кр},n}} = \sqrt{\frac{\epsilon}{\epsilon+1}}, \quad (5)$$

где λ_0 - длина волны в свободном пространстве, для которой $R_n = 0$, $\lambda_{\text{кр},n}$ - критическая длина волны с номером n . При падении волны на стопку из N диэлектрических пластин толщиной d и разделенных воздушным промежутком a , коэффициент отражения равен [3]

$$R_{n,N} = \frac{1}{1 + 4 Q_{n,N}} \quad (6)$$

$$\text{где } Q_{n,N} = \left(\frac{\delta_n}{\epsilon \Gamma_n} - \frac{\epsilon \Gamma_n}{\Gamma_n} \right) \sin^2 \gamma_n d U_{N-1}^2(\xi_n)$$

$U_N(\xi_n)$ - полином Чебышева второго рода порядка N , а ξ_n - известное дисперсионное уравнение для бесконечного волновода со слоистым диэлектрическим заполнением [4].

$$\xi_n = \cos K_{z,n} L = \cos \gamma_n d \cos \Gamma_n a - \frac{1}{2} \left(\frac{\delta_n}{\epsilon \Gamma_n} + \frac{\epsilon \Gamma_n}{\gamma_n} \right) \sin \gamma_n d \sin \Gamma_n a \quad (7)$$

$L = d + a$ - период слоистой среды, $K_{z,n}$ - постоянная распространения волны в волноводе со слоистым заполнением.

Из (6) следует, что рассматриваемая стопка будет прозрачна если

$$\sin \gamma_n d = 0, \quad U_{N-1}(\xi_n) = 0, \quad \gamma_n = \epsilon \Gamma_n. \quad (8)$$

Первые два условия хорошо известны из теории фильтров, третье условие рассмотрено выше. Отметим также, что при выполнении (2)

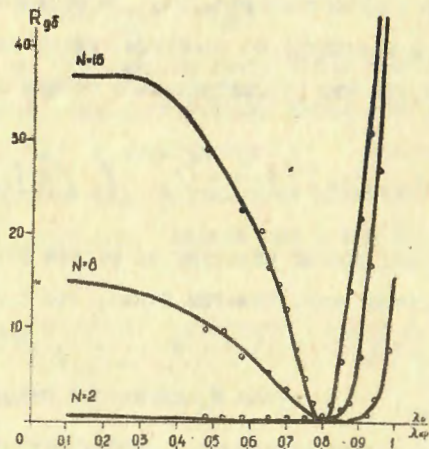
$$K_{z,n} L = \gamma_n d + \Gamma_n a. \quad (9)$$

На рис. I приведена зависимость коэффициентов затухания от $\lambda_0/\lambda_{\text{кр}}$ для $\epsilon = 2,05$ (фотопласт) $\gamma_n d = \Gamma_n a = \pi/2$ для различных значений N . Экспериментальные результаты хорошо согласуются с расчетом по (1) и (6).

В заключение следует отметить, что использование условия (2) позволяет конструировать фильтры с необходимым затуханием подбором γ_n .

Подпись к рисунку

Зависимость коэффициента затухания R от $\lambda_0/\lambda_{кр}$
при различных значениях числа пластин N ,
 $\xi = 2,05$.



ЛИТЕРАТУРА

1. К.А.Барсуков. Диссертация МГПИ им.Ленина , 1967.
2. Л.А.Вайнштейн. "Электромагнитные волны" Советское радио, 1957 .
3. Э.А.Беглоян, Э.Д.Газазян, Э.М.Лазиев. "Радиотехника и электроника" , 31, 164, 1976.
4. Я.Б.Файнберг, Н.А.Хижняк. ЖЭТФ, 32, 883, 1957.

Рукопись поступила 30-го января 1978 г.



Редактор Л.П.Мукаян

Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 135

ВФ- 03757

Тираж 299

Подписано к печати 29/III-78г. Формат издания 30 х 40

0,7 уч.изд.л. Ц. 5 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Маркаряна 2