

ОЦЕНКА ПОЛОСЫ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ВОЛН В ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЕ ДИЭЛЕКТРИК-ДИЭЛЕКТРИК

Ч.О. КАДЖАР, С.Р. КАСИМОВА

*Институт фотоэлектроники АН Азербайджана
370141, Баку, ул. Ф. Агаева, 555 квартал*

Исследуются зависимости полосы просветления двухслойной системы диэлектрик-диэлектрик от толщины слоя покрытия и диэлектрических свойств покрытия и поглощающей подложки.

При разработки покрытий для просветления различных диэлектрических подложек важным является оценка степени прохождения падающего излучения в пределах некоторого интервала изменения длины волны излучения [1,2]. При решении этой задачи учтем, что центр такой полосы реализуется в точке зависимости коэффициента отражения ρ волны от длины волны λ , где выполняются условия равенства нулю величины ρ и ее производной [3]

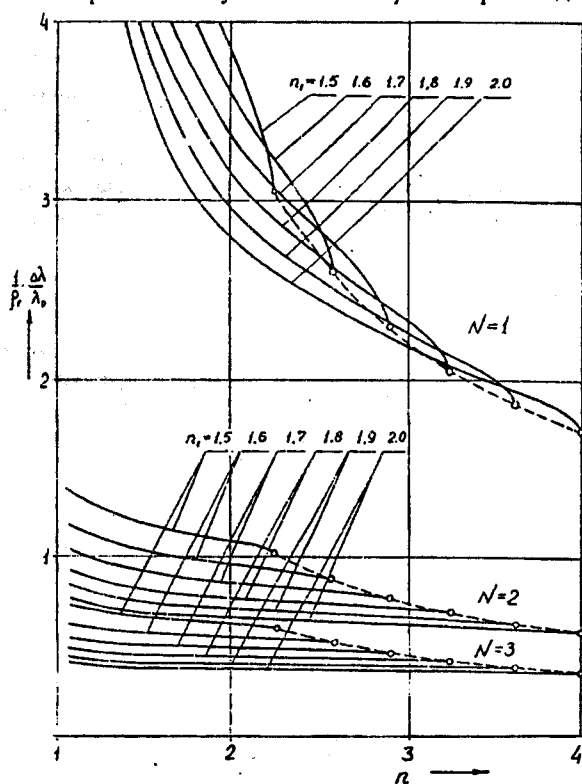


Рис. 1. Зависимости приведенных значений относительной полосы поглощения $\Delta\lambda/\lambda_0\rho_a$ от резонансных величин коэффициента преломления n_1 материала покрытия при толщинах покрытия, равными $(2N-1)/4$ длины волны λ_d в материале покрытия. Материал подложки не поглощает падающее излучение.

Можно показать, следуя [3], что при этих условиях интервал изменения длины волны $\Delta\lambda$, в пределах которого коэффициент отражения ρ волны не превышает некоторого заданного значения ρ_r , определится из выражения

$$\Delta\lambda = \frac{\rho_r}{\sqrt{(M')_0^2 + (N')_0^2}} ; \quad (1)$$

где M'_0, N'_0 - соответственно производные по регулируемому параметру вещественной и мнимой частей входного сопротивления Z_b отражающей слоистой системы приведенной к волновому сопротивлению Z_0 свободного пространства при $\lambda=\lambda_0$; λ_0 - значение длины волны, при которой выполняются условия безотражательного гашения волн в рассматриваемой системе.

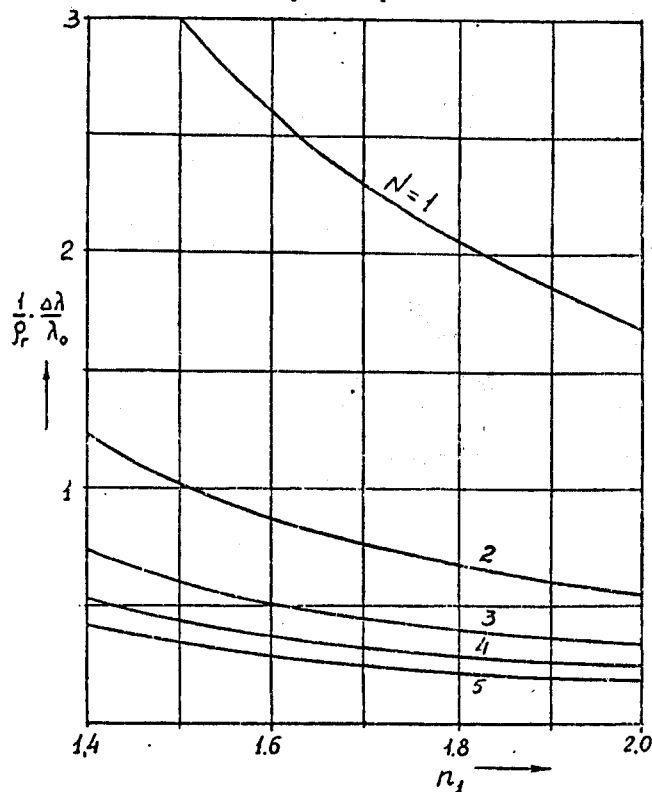


Рис. 2. Зависимости приведенных значений относительной полосы поглощения $\Delta\lambda/\lambda_0\rho_a$ от резонансных величин коэффициента преломления n материала поглощающей подложки при различных значениях коэффициента преломления n_1 и толщинах покрытия соответствующих первым трем нулевым минимумам коэффициента отражения ρ .

Входное сопротивление двухслойной системы, состоящей из бесконечного по толщине слоя диэлектрической подложки и нанесенного на нее слоя непоглощающего покрытия равно

$$Z_b = Z_1 \frac{Z + iz_1 \operatorname{tg} kl}{Z_1 + iz \operatorname{tg} kl} \quad (2)$$

где Z, Z_1 - волновые сопротивления соответственно материалов подложки и покрытия; $k=2\pi/\lambda_1$; λ_1 и l - соответственно волновое число, длина волны и толщина слоя покрытия [4].

Введем обозначения $a=ctg 2\pi l/\lambda_1$. Учтем, что $Z_1=Z_0/n_1$ и $Z=Z_0/n(1-iy)$. Тогда из выражения (2) следует, что

$$M = \frac{n(1+\alpha^2)}{\alpha^2 n^2(1+y^2) - 2\alpha y n n_1 + n_1^2};$$

$$N = \frac{\alpha[n^2(1+y^2) - n_1^2] - y n n_1(1-\alpha^2)}{n_1[\alpha^2 n^2(1+y^2) - 2y\alpha n n_1 + n_1^2]}; \quad (3)$$

В центре полосы, где выполняются условия безотражательного гашения волны $\rho=0$ и $\rho'=0$, $M_0=1$ и $N_0=0$ [3]. Из этих соотношений вытекают следующие уравнения, связывающие между собой толщину l_0 слоя покрытия, длину волны λ_{10} в веществе покрытия и диэлектрические параметры покрытия и подложки, соответствующие условиям безотражательного гашения волн в рассматриваемой системе

$$y = \frac{1}{n} \sqrt{(n_1^2 - n)(n - 1)} \quad (4)$$

$$\frac{l_0}{\lambda_{10}} = \frac{1}{4\pi} \operatorname{arctg} \frac{2y n n_1}{n_1^2 - n^2(1+y^2)} \quad (5)$$

Используя выражения для M и N в уравнении (1), получим с учетом условий (4) и (5) безотражательного гашения волн следующее соотношение для относительной полосы гашения волн в двухслойной системе диэлектрик-диэлектрик

$$\frac{1}{\rho_r} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{2\lambda_{10} n_1}{\pi l_0 (n_1^2 - 1)} \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что при выбранном уровне ρ_r отсчета полосы гашения вблизи $\lambda=\lambda_0$ ее величина

зависит от свойств просветляющего покрытия и отношения l_0/λ_{10} , связанного в свою очередь уравнением (5) с диэлектрическими свойствам поглощающей подложки и покрытия. Если в качестве подложки используется непоглощающий диэлектрик, то в этом случае $y=0$ и отношение l_0/λ_{10} становится равным $(2N-1)/4$, где N номер минимума функции $\rho(l)$, при котором ρ достигает нулевого значения. Для этого случая уравнение (6) упрощается и приводится к виду

$$\frac{1}{\rho_r} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{8n_1}{\pi(n_1^2 - 1)(2N - 1)} \quad (7)$$

На рис.1 представлены вычисленные по уравнению (7) зависимости приведенных величин относительной полосы гашения $\Delta\lambda/\rho\lambda_0$ от избирательных значений n_1 покрытия при различных номерах N так называемых нулевых минимумов функции $\rho(l)$. Полоса гашения уменьшается с ростом n_1 и N независимо от диэлектрических свойств подложки.

При наличии поглощения в материале подложки условия безотражательного гашения излучения при $N=1$ создаются при значениях $l_0/\lambda_{10} < 1/4$ и полоса гашения возрастает по сравнению с непоглощающей системой.

На рис.2 представлены вычисленные по уравнениям (4) - (6) зависимости приведенных значений относительной полосы гашения $\Delta\lambda/\rho_r\lambda_0$ от резонансных значений n материала подложки. Они свидетельствуют о том, что при заданном уровне ρ_r относительная полоса гашения при $\lambda=\lambda_0$ понижается с повышением n и N . Изменение величины n_1 при заданном значении n приводит к относительно небольшому увеличению полосы. Следует отметить, что из-за периодичности функции $\rho(l)$ условия безотражательного гашения волн могут выполняться при толщинах слоя покрытия отстоящих друг от друга на расстояниях $\lambda/2$. Поэтому при формировании просветляющих покрытий повышение резонансной толщины слоя покрытия будет приводить в соответствие с уравнением (6) к существенному снижению полосы гашения волн в системе.

[1] Л.М. Бреховских. Волны в слоистых средах. М.1957.
 [2] Ф. Ван де Виле. Сб. Полупроводниковые формирователи сигналов изображения. М. Мир.1979, с.28.
 [3] Э.Р. Касимов, М.А. Садыхов, Р.М. Касимов, Ч.О. Каджар. Инженерно-физический журнал. 1999, т.72, №4, с.736-738

[4] А.Ф. Харвей. Техника сверхвысоких частот. М., Сов.радио, 1965, ч.1.

Ç.O. Qacar, C.R. Qasımova

**DİELEKTRİK-DİELEKTRİK İKİLAYLI SİSTEMİNDƏ SEÇİCİ UDUCU DALĞA
ZOLAĞININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

Örtük layının qalınlığından, örtüyün və uducu özülün dielektrik xassələrindən dielektrik-dielektrik ikilaylı işıqlandırıcı zolağın asılılığı tədqiq edilmişdir.

Ch.O.Qajar, S.R.Kasimova

**THE ESTIMATE OF SELECTIVE ABSORPTION BAND OF WAVES IN TWO-LAYER
SYSTEM DIELECTRIC-DIELECTRIC.**

The dependences of translucenceband of two-layer system dielectric- dielectric on thickness of cover layer and dielectric properties of cover and absorbing substrate are investigated.

Дата поступления: 01.05.2000

Редактор: Дж. Ш. Абдинов