

07

Резонансное поглощение инфракрасного излучения системой металл–тонкий слой диэлектрика–диафрагма с отверстием

© Д.А. Усанов, С.С. Горбатов

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
E-mail: usanovda@info.sgu.ru

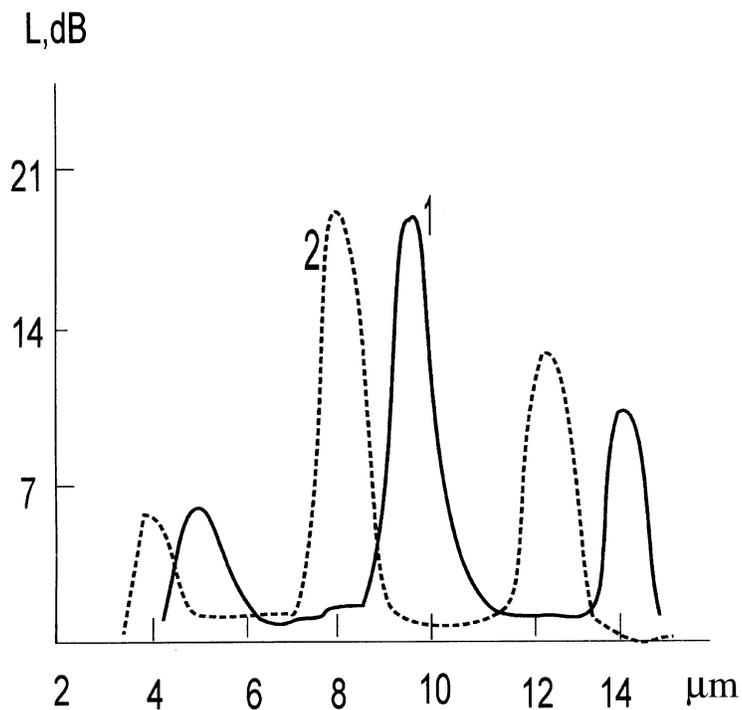
Поступило в Редакцию 14 июня 2001 г.

Установлено, что в системе металл–тонкий слой диэлектрика–диафрагма с отверстием наблюдается резонансное поглощение инфракрасного излучения, связанное с эффектом взаимодействия с отражающей металлической поверхностью искаженного на отверстии ближнего поля падающей волны. Данное явление может быть использовано, например, для создания перестраиваемых фильтров инфракрасного излучения.

В работе [1] описано существование резонансов в системе диафрагма–короткозамыкатель при расстояниях между ними порядка сотых долей длины волны в волноводе. Их существование объяснялось выполнением условий резонанса при таких расстояниях до короткозамыкателя для возбуждающихся на отверстии высших типов волн, т. е. эти резонансы связывались со взаимодействием с отражателем ”ближнего” поля, характеризующего искажение на отверстии в диафрагме фронта падающей на нее волны. Ясно, что при расположении короткозамыкателя вблизи от диафрагмы эффект такого взаимодействия может быть значительным. Это и было экспериментально подтверждено в диапазоне СВЧ результатами работы [1].

Представляет интерес выяснение возможности реализации условий для проявления такого типа резонансов в других частотных диапазонах, в частности в инфракрасном диапазоне. Результаты таких исследований и приведены в настоящей работе.

При исследованиях такой возможности нами использовалась система из двух слоев алюминиевой фольги толщиной $\approx 0.5 \mu\text{m}$, в одном из которых пробивалось отверстие прямоугольной формы с размерами $\approx 1 \times 5000 \mu\text{m}$. Слои алюминиевой фольги разделялись между со-



бой слоем диэлектрика, функцию которого выполняли расположенные на обращенных друг к другу поверхностях алюминия естественным образом образующиеся пленки окисла алюминия, суммарная толщина которых составляла $\sim 200 \text{ \AA}$ [2], что для коротковолновой области инфракрасного диапазона составляет $\approx 1/100$ длины волны.

Измерения поглощения направленного на такую структуру излучения проводились на спектрофотометре инфракрасного излучения ИКС-22. Результаты измерений, приведенные на рисунке, свидетельствуют о том, что в диапазоне длин волн излучения от 2 до $15 \mu\text{m}$ наблюдаются резонансные особенности в спектре поглощения. Максимальное поглощение наблюдалось для излучения с длиной волны $\approx 8 \mu\text{m}$ (кривая 1). Наблюдались также пики поглощения при длинах волн 4.5 и $12 \mu\text{m}$.

Специфической особенностью резонансов, описанных в [1], является сдвиг их характерных частот при увеличении расстояния до короткозамыкателя в сторону меньших длин волн.

С целью подтверждения предположения об аналогии наблюдающихся резонансов (см. рисунок) резонансам, описанным в [1], измерения были проведены для образцов алюминиевой фольги, предварительно окисленной в парах воды в течение 2 min для увеличения толщины слоя диэлектрика. Как и ожидалось, был обнаружен сдвиг кривой поглощения примерно на $2 \mu\text{m}$ вследствие увеличения слоя в сторону меньших длин волн (кривая 2).

Таким образом, установлено, что в системах металл-тонкий слой диэлектрика–диафрагма с отверстием при соответствующем выборе размеров отверстия и толщины диэлектрического слоя может наблюдаться резонансное поглощение инфракрасного излучения, связанное с эффектом взаимодействия с короткозамыкателем искаженного на отверстии ближнего поля падающей волны.

Данное явление может быть использовано, например, для создания перестраиваемых фильтров инфракрасного излучения.

Список литературы

- [1] Усанов Д.А., Горбатов С.С., Вениг С.Б., Орлов В.Е. // Письма в ЖТФ. 2000. Т. 26. В. 18. С. 47–49.
- [2] Богда Г.И., Некрасов М.М. Пленочная электроника и полупроводниковые интегральные схемы. Киев: Вища школа, 1979. 208 с.