НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ СТРУКТУР ИМИТИРУЮЩИХ АНИЗОТРОПНЫЕ КРИСТАЛЛЫ

М.А. Вилькоцкий, Ю.Б. Стункус, Али Саад Фархат

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

220013, г.Минск, ул.П Бровки, 6

В природе существует почти бесконечное многообразие анизотропных структур, однако диапазон их свойств весьма ограничен. Описание свойств таких структур часто производят в виде некоторого тензора, однозначно описывающего все электродинамические свойства, каждый член которого является функцией частоты.

$$\overline{P}_i = \Sigma a_{jj} \overline{E}_j \qquad (1)$$

Известно, что искусственным способом могут быть созданы материалы, по своим электродинамическим свойствам существенно отличающиеся от имеющихся в естественной природе. По причине технологических ограничений ранее такие структуры использовались практически только в микроволновом диапазоне [1]. В последнее время диапазон их использования значительно расширился, вплоть до оптического, что связано с успехами оптомеханики и нанотехнологий.

В качестве примера рассмотрена общая картина рассеяния электромагнитной волны на кристаллоподобной периодической структуре, обладающей гранецентрированной симметрией.

В общем случае искусственный кристалл с гексагональной решеткой может быть образован проводящими плоскостями $z = 0$ с бипериодическим массивом (решеткой) отверстий или бипериодическим массивом проводящих элементов, расположенных в этой плоскости.

Следует иметь в виду, что каждой дифракционной структуре может быть противопоставлен антипод в виде такой же структуры образованной заменой металла на диэлектрик. Заметим, что зачастую для описания электродинамических свойств структуры и ее антипода может быть использовано только одно решение в силу так называемого принципа двойственности [2].

Описание дисперсионных характеристик и, следственно, анизотропии существенно усложняется при возрастании характерных размеров толщин магнитодиэлектрических слоев, периодов решетки вдоль осей и т.д. относительно волнового числа. Пространственно-частотная картина рассеяния упрощается при следующих условиях:

$$\frac{D_1(d_i)}{l} \mathbf{p} \frac{1}{\sin\Theta_1 - \cos j_1}; \qquad \frac{D_2(d_i)}{l} \mathbf{p} \frac{1}{\sin\Theta_1 - \cos j_1}; \qquad (2)$$

В этом случае снимается вопрос о возникновении многолучевости в дальней зоне, это может привести к большим погрешностям при учете нераспространяющихся типов волн [6], но упрощает тензор (1). Можно показать, что при выполнении данных соотношений зависимости тензора поляризуемости от параметров кристаллической структуры становятся квазистационарными.

На основании проведенных авторами исследований, а также анализа работ [3-6] была подтверждена возможность создания структур с широким диапазоном вектора поляризуемости, позволяющая обосновать принципы создания пространственно частотных фильтров для систем защиты информации, радиомаскировки, мультиплексирования и демультиплексирования каналов передачи.

Литература

1. Вилькоцкий М.А., Дешко В.А., Каплун В.А., Кравченко И.Т. // Вопросы радиоэлектроники, сер.ОТ, вып.1, 1977.
2. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны. "Изд Сов.радио", 1957.
3. Pendry J.B., Holden A.J., Stewart W.J., Youngs I. //Phys.Rev.B.2006.V.73.№1./
4. Vardaxoglou John C. Frequency Selective Surfaces, Analysis and Desing. London: Research Studies Press, 1997.
5. Костенко К.Н., Осовицкий А.Н., Яковлев М.Я.//Фотон-Экспресс.2004.№1. С.20.№3.С.22.
6. Виноградов А.П., Дорофеенко А.В. Радиотехника и электроника.2005.Т.50, № 10.С.1246.