

Ростокина Е.А., Ростокин И.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: arostokina@yandex.ru*

Исследование вариантов построения излучателей антенных систем на основе кристаллов с электромагнитными запрещенными зонами

Планарные полосковые антенны нашли широкое распространение к антенной технике благодаря своей относительной простоте, малым габаритам и стоимости, однако они имеют относительно узкую ширину полосы рабочих частот, недостаточное усиление и малую эффективность излучения, и другие параметры, сильно зависящие от характеристик диэлектрических материалов подложек [1].

В последние годы появилась разновидность планарных полосковых антенн - планарные полосковые антенны на основании из метаматериалов (ЕВС структур) и планарные полосковые антенны с ЕВГ экранами или их комбинации.

ЕВГ - кристаллы являются пространственно неоднородными средами с периодически чередующимися в пространстве областями диэлектрической (или магнитной проницаемости) ϵ , т. е. характеризуемые периодической функцией $\epsilon(x, y, z)$, с периодом, допускающим брэгговскую дифракцию электромагнитного излучения [2].

Такое распределение ϵ напоминает потенциальный рельеф для электрона в кристалле. Здесь так же существуют запрещенные зоны (Band Gap) - определенные области частот, в которых запрещено свободное распространение электромагнитных волн. Практически, это означает, что если на ЕВГ - кристалл падает волна с частотой f или с длиной волны λ , которая соответствует запрещенной зоне данного кристалла, то она не может распространяться в нем и отражается обратно. И наоборот, если на ЕВГ - кристалл падает волна с частотой, которая соответствует разрешенной зоне данного кристалла, то она может распространяться в нем практически без потерь [3].

Таким образом, ЕВГ - кристалл служит своего рода радиочастотным фильтром, отражающим (или пропускающим) определенный спектр длин волн.

Вследствие периодичности ЕВГ - кристалла собственные электромагнитные состояния в нем являются блоковскими волнами, для описания которых применяются кристаллографические понятия - квазиимпульс, закон дисперсии, зоны Бриллюэна и т. д.

Такая аналогия прослеживается и на формальном уровне при сравнении основных уравнений квантовой механики и уравнений Максвелла.

ЕВГ - кристаллы позволяют проводить манипуляции с электромагнитными волнами радиочастотного диапазона, причем характеристические размеры ЕВГ - кристаллов обычно близки к величине длины волны λ . Поэтому к ним не применимы методы лучевой теории, а используется волновая теория и решение уравнений Максвелла.

Литература

1. Rostokin I.N., Fedoseeva E.V. Rostokina E.A. Kariaev V.V. Morozov O.G., et al. Design features of microwave photonic radars. // Proc. SPIE 11516, Optical Technologies for Telecommunications 2019, 115160L (22 May 2020); doi: 10.1117/12.2566327 Proc. of SPIE Vol. 11516 115160L-1-6.
2. Урик Винсент Дж. - мл., Мак Кинни Джейсон Д., Вилльямс Кейт Дж. Основы микроволновой фотоники. М.: Техносфера, 2016. – 376 с., ISBN978-5-94836-445-2.
3. Metamaterials: Physics and Engineering Explorations / Edited by N. Engheta and R. W. Ziolkowski. – Wiley - IEEE Press, 2006.