

Выводы

Методом растровой электронной микроскопии проведены исследования структурного состояния металлокерамических оксидных покрытий, полученных на стали 12Х18Н9Т термическим модифицированием в воздушной среде. Установлено влияние технологических режимов термообработки стальных медицинских имплантатов для остеосинтеза на изменение морфологических параметров покрытий, их размерные структурные характеристики. В ходе проведенных электронно-микроскопических исследований определено, что при термическом модифицировании поверхности стальных подложек в воздушной среде формируются поликристаллические металлооксидные пленки с ультрамелкодисперсной структурой и разной геометрией оксидных частиц. Проанализированы размерные эффекты в полученных пленках и дана характеристика взаимосвязи структуросоставляющих элементов оксидных систем с режимами оксидирования. Выявлено, что полученный термический оксидный слой состоит из плотноупакованных ультрадисперсных зерен, формирующих высокооднородные по структуре агломераты, пространственное расположение которых в покрытии создает его высокую открытую пористость. В исследуемых условиях при температурах оксидирования 350 и 400 °С и продолжительности процесса 1,5 часа формирование как объемной, так и поверхностной структуры покрытий характеризовалось образованием большого количества центров кристаллизации и ростом на этих центрах оксидных частиц с разным размерным эффектом. Покрытия приобретали преимущественно мелкодисперсную структуру, отличительной особенностью которой являлась повышенная пористость и микрогетерогенность.

На основе экспериментальных исследований характеристик поверхностно-гетерогенных оксидных покрытий, создаваемых на подложках из медицинской нержавеющей стали 12Х18Н9Т газотермическим оксидированием, установлено, что получаемые тонкопленочные покрытия обладают способностью срастания с костной тканью. Обоснована целесообразность применения разработанных металлокерамических покрытий в условиях вживления стальных ортопедических имплантатов в различные костные сегменты (фрагменты) опорно-двигательного аппарата.

Литература

1. Rodionov I.V. Application of the Air-Thermal Oxidation Technology for Producing Biocompatible Oxide Coatings on Periosteal Osteofixation Devices from Stainless Steel // *Inorganic Materials: Applied Research*, 2013. Vol. 4, №2, pp. 119-126.
2. Родионов И.В., Фомин А.А. Новые достижения в инженерии поверхности ортопедических имплантационных конструкций // *Наноинженерия*. №10 (28), 2013. С. 36-41.
3. Родионов И.В. Металлооксидные имплантационные системы в современной медицинской технике // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. Т.10, №1, 2013. С. 98-104.

Оptyka

Максименко Д. А., Одаренко Е. Н.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина*

ДИСПЕРСИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ С ДВУХСЛОЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Фотонные кристаллы представляют собой структуры, характеризующиеся периодическим изменением диэлектрической проницаемости в пространстве. В основе их применения лежат уникальные физические свойства периодических структур, которые характеризуются полосовыми спектральными характеристиками. В данный момент идёт интенсивное теоретическое и экспериментальное изучение свойств фотонных кристаллов, разработка методов их исследования, а также различных устройств, содержащих фотонно-кристаллические структуры [1].

Одним из основных направлений исследований является создание фотонных кристаллов с управляемыми спектральными характеристиками [2]. Использование управляемых материалов значительно усложняет структуру фотонных кристаллов. Соответственно усложняется и электродинамический анализ. В связи с этим актуальным является исследование закономерностей влияния структуры и материальных параметров многокомпонентных фотонных кристаллов на их дисперсионные свойства.

В данной работе рассматривается одна из простейших конфигураций двумерного фотонного кристалла, который формируется диэлектрическими цилиндрами, расположенными в узлах квадратной сетки. Такая структура характеризуется запрещенными частотными зонами для ТМ-поляризации (вектор электрической напряженности направлен вдоль оси цилиндров).

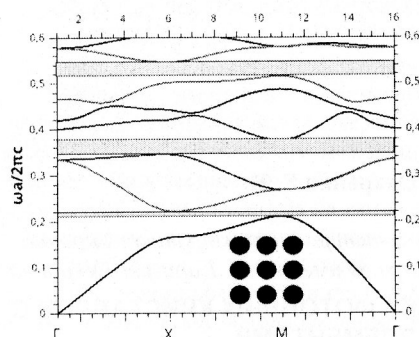


Рис. 1. Дисперсионная диаграмма.

На рис. 1 представлена дисперсионная диаграмма и схема такой структуры для параметров: $\epsilon = 12$; $r/a = 0.4$. Здесь ϵ – диэлектрическая проницаемость цилиндров; r – радиус цилиндров; a – период структуры.

По оси абсцисс отложены значения безразмерного волнового числа в пределах неприводимой зоны Бриллюэна. На эту ось нанесены обозначения точек высокой

симметрии структуры, которые ограничивают эту зону. По оси ординат отложена безразмерная частота. Численные расчеты проводились в программе MIT Photonic Bands [3].

Горизонтальными полосами отмечены фотонные запрещенные зоны, в пределах которых невозможно распространение волны. Ширина этих зон обычно измеряется в процентах и в данном случае составляет 5.6%, 8.6% и 6% (по мере увеличения частоты).

Рассмотрим далее более сложную структуру с двухслойными цилиндрами. На рис. 2 представлены дисперсионные диаграммы и схемы фотонных кристаллов для случая, когда внутри диэлектрического цилиндра располагается вакуумный цилиндр с меньшим радиусом (r_1). Диаграмма на рис. 2а соответствует значению $r_1 = 0.15$, на рис. 2б – $r_1 = 0.3$.

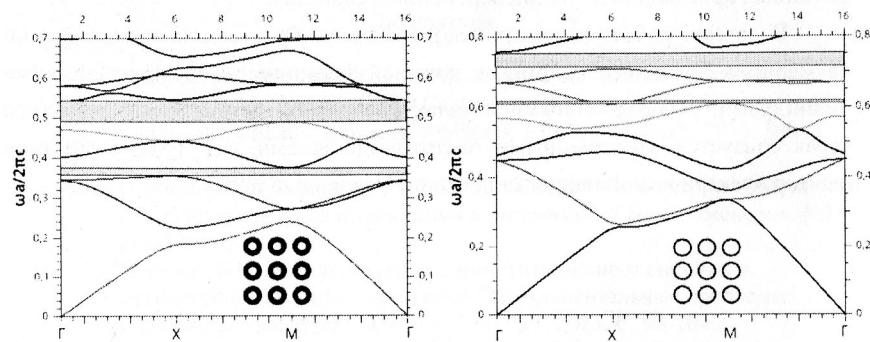


Рис. 2. Дисперсионные диаграммы для различных элементов

Очевидно, что дисперсионная диаграмма фотонного кристалла с двухслойными цилиндрами существенно отличается от диаграммы обычной структуры (рис. 1). В рассматриваемом диапазоне частот изменяется количество, ширина и местоположение фотонных запрещенных зон.

На рис. 3 представлены результаты расчета дисперсионной диаграммы для случая, когда внутренний цилиндр элементов с радиусом $r_1 = 0.2$ имеет диэлектрическую проницаемость $\epsilon = 6$.

Здесь так же видны существенные отличия в ширине и расположении фотонных запрещенных зон по сравнению с диаграммами на рис. 1 и рис. 2.

Таким образом, применение многокомпонентных элементов периодических структур позволяет управлять их дисперсионными свойствами. В частности, шириной и расположением фотонных запрещенных зон.

Литература:

1. Lourtioz J.M., Henri Benisty H., et al. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
2. Baba T., Adachi J., Ishikura N. Dispersion-controlled slow light in photonic crystal waveguides// Proc. Jpn. Acad. – 2009, No. 10. – P. 443-452.
3. Johnson S. G., Joannopoulos J. D. Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis // Optics Express. – 2001, No. 3. – P. 173-190.