

**«Фотонные сенсоры.  
Фотонные кристаллы»**

Фотонные кристаллы, благодаря периодическому изменению коэффициента преломления, позволяют получить разрешенные и запрещенные зоны для энергий фотонов, аналогично полупроводниковым материалам, в которых наблюдаются разрешенные и запрещенные зоны для энергий носителей заряда. Практически, это значит что если на фотонный кристалл падает фотон, обладающий энергией (длиной волны, частотой), которая соответствует запрещенной зоне данного фотонного кристалла, то он не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно. И наоборот, это значит что если на фотонный кристалл падает фотон, обладающий энергией (длиной волны, частотой), которая соответствует разрешенной зоне данного фотонного кристалла, то он может распространяться в фотонном кристалле. Другими словами, фотонный кристалл выполняет функцию оптического фильтра, и именно его свойствами обусловлены яркие и красочные цвета опала в браслете, который показан на следующем рисунке. В природе фотонные кристаллы также встречаются на крыльях африканских бабочек-парусников (*Princeps nireus*)

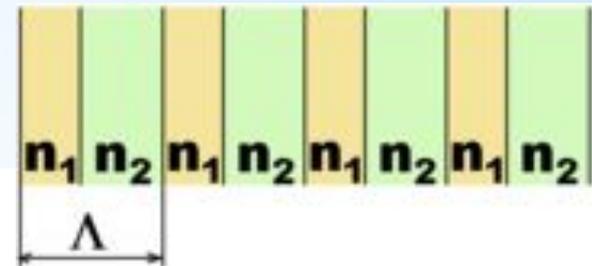


**\* Фотонные кристаллы по характеру изменения коэффициента преломления можно разделить три основных класса:**

- \* 1. одномерные, в которых коэффициент преломления периодически изменяется в одном пространственном направлении
- \* 2. двумерные, в которых коэффициент преломления периодически изменяется в двух пространственных направлениях
- \* 3. трехмерные, в которых коэффициент преломления периодически изменяется в трех пространственных направлениях.

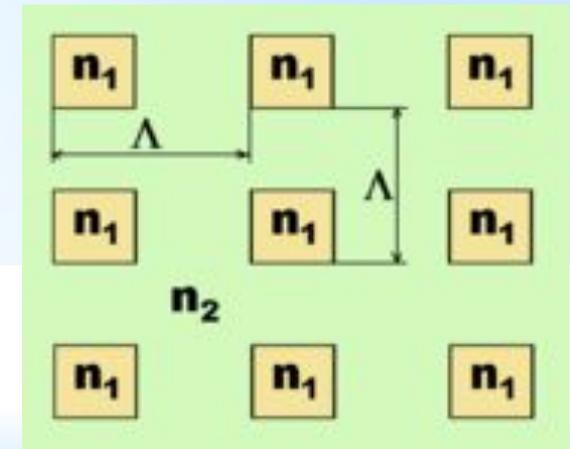
# \* Одномерные фотонные кристаллы

\* На этом рисунке символом  $\Lambda$  обозначен период изменения коэффициента преломления,  $n_1$  и  $n_2$  - показатели преломления двух материалов (но в общем случае может присутствовать любое число материалов). Такие фотонные кристаллы состоят из параллельных друг другу слоев различных материалов с разными коэффициентами преломления и могут проявлять свои свойства в одном пространственном направлении, перпендикулярном слоям.



# \* Двухмерные фотонные кристаллы

- \* На этом рисунке фотонный кристалл создан прямоугольными областями с коэффициентом преломления  $n_1$ , которые находятся в среде с коэффициентом преломления  $n_2$ . При этом, области с коэффициентом преломления  $n_1$  упорядочены в двумерной кубической решетке. Такие фотонные кристаллы могут проявлять свои свойства в двух пространственных направлениях, и форма областей с коэффициентом преломления  $n_1$  не ограничивается прямоугольниками, как на рисунке, а может быть любой (окружности, эллипсы, произвольная и т.д.). Кристаллическая решётка, в которой упорядочены эти области, также может быть другой, а не только кубической, как на приведённом рисунке.



# \*Трехмерные фотонные кристаллы

\*Такие фотонные кристаллы могут проявлять свои свойства в трех пространственных направлениях, и можно их представить как массив объемных областей (сфер, кубов и т. д.), упорядоченных в трехмерной кристаллической решётке.

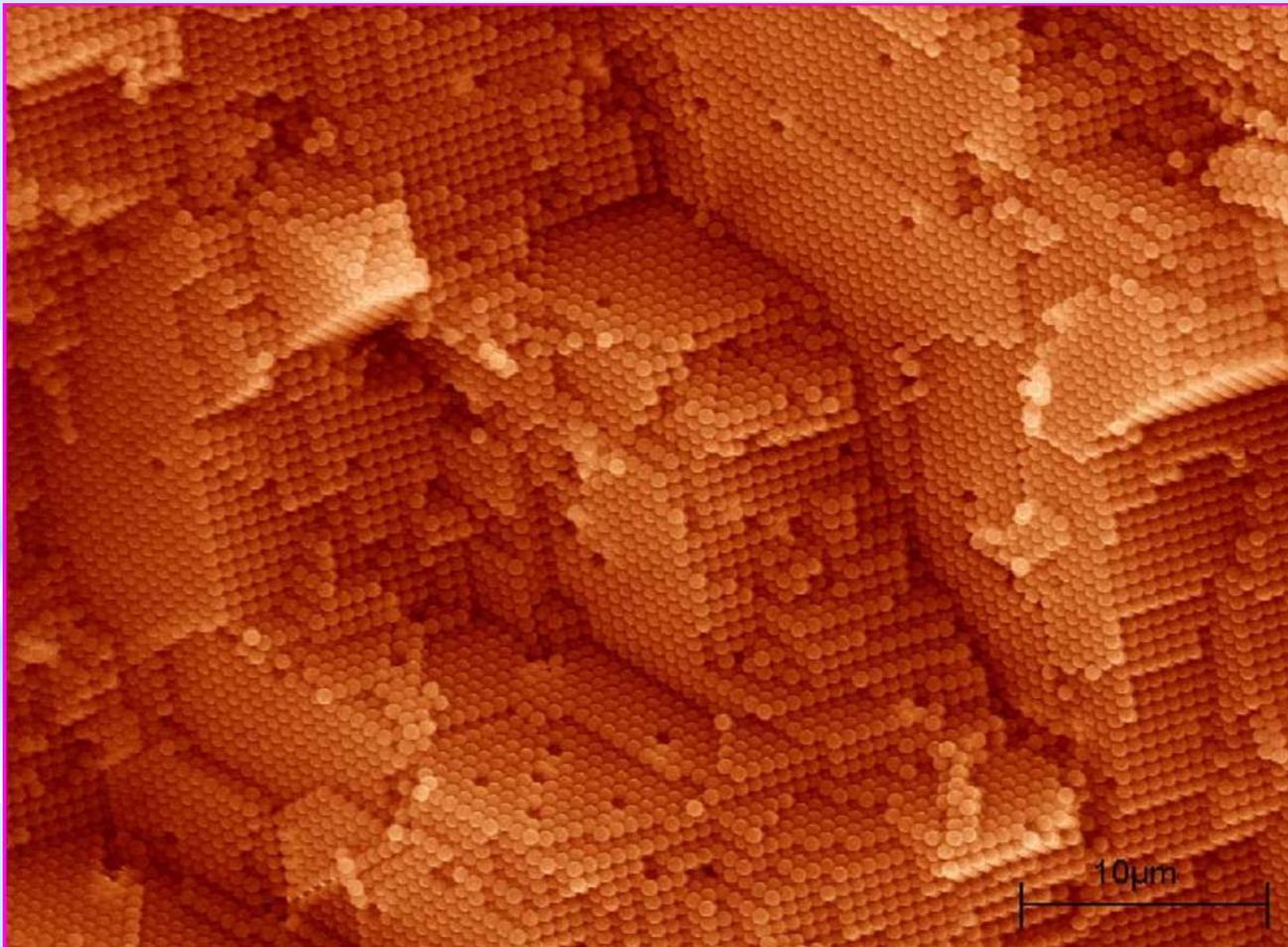
\* Как и электрические среды в зависимости от широты запрещённых и разрешённых зон, фотонные кристаллы можно разделить на проводники — способные проводить свет на большие расстояния с малыми потерями, диэлектрики — практически идеальные зеркала, полупроводники — вещества способные, например, выборочно отражать фотоны определённой длины волны и сверхпроводники, в которых благодаря коллективным явлениям фотоны способны распространяться практически на неограниченные расстояния.

\* Также различают резонансные и нерезонансные фотонные кристаллы. Резонансные фотонные кристаллы отличаются от нерезонансных тем, что в них используются материалы, у которых диэлектрическая проницаемость (или коэффициент преломления) как функция частоты имеет полюс на некоторой резонансной частоте.

# \* **Применение фотонных кристаллов:**

- \* Благодаря упорядоченному характеру явления удержания фотонов в фотонном кристалле, на основе этих сред возможно построение оптических запоминающих устройств и логических устройств;
- \* Лазеры с фотонными кристаллами позволят получить малосигнальную лазерную генерацию, так называемые низкопороговые и беспороговые лазеры;
- \* Волноводы основанные на фотонных кристаллах могут быть очень компактны и обладать малыми потерями;
- \* С помощью фотонных кристаллов можно будет создавать среды с отрицательным коэффициентом преломления, что даст возможность фокусировать свет в точку размерами меньше длины волны («суперлинзы»);
- \* Фотонные кристаллы обладают существенными дисперсионными свойствами (их свойства зависят от длины волны проходящего через них излучения), это даст возможность создать суперпризмы;
- \* Новый класс дисплеев частично или полностью заменит существующее. Новые дисплеи будут использовать фотонные кристаллы для получения любого цвета излучения из одного пикселя;
- \* Фотонные сверхпроводники способны работать с большими частотами и отлично совмещаются с фотонными изоляторами и полупроводниками.

- \* **Внутренняя поверхность фотонного кристалла на основе сферических наночастиц полистрирола (цифровая сканирующая электронная микроскопия)**



# \*Sources:

\* <http://nano.ece.uiuc.edu/research/sensors.html>

\* <http://www.photonics.com/content/spectra/2006/June/tech/82880.aspx>

\* [http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/2003/3\\_20/perst.htm](http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/2003/3_20/perst.htm)

\* [http://ru.wikipedia.org/wiki/Фотонный\\_кристалл](http://ru.wikipedia.org/wiki/Фотонный_кристалл)