

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет физики

Отчёт

«Фотонные кристаллы»

Блуменау М. И.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Москва
2021

Содержание

Введение	2
Теоретическая справка	2
Оборудование и методы	3

Введение

Целью данной работы являлось исследование необычных свойств фотонных кристаллов, а именно с периодическим изменением показателя преломления на масштабах сравнимых с длиной волны. В оптическом спектре фотонных кристаллов существуют узкие области длин волн, для которых распространение света подавляется. Такие необычные оптические свойства используются для создания разнообразных оптических элементов на основе фотонных кристаллов (оптических фильтров, отражателей). В данной работе свойства фотонных кристаллов изучались на примере пористых (содержащих воздушные каналы) пленок анодного оксида алюминия. Структура образцов, полученных с помощью электрохимического окисления (анодирования) алюминия, может быть представлена как система несвязанных цилиндрических каналов, расположенных перпендикулярно поверхности образца. На рисунке 1 изображена примерная структура вышеупомянутых цилиндрических каналов.

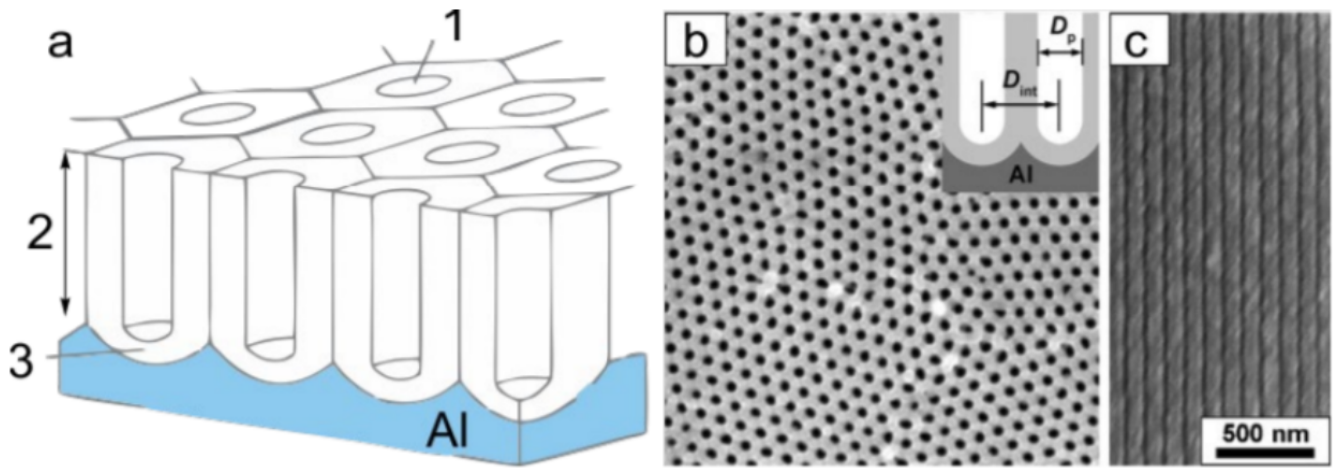


Рис. 1. (а) Схематическая структура пористой пленки оксида алюминия: 1 - пора, 2 - пористый слой, 3 - барьерный слой. Изображение пленки, полученное с помощью электронного микроскопа: (b) вид сверху, (c) поперечное.

Теоретическая справка

Рассмотрим параллельный монохроматический пучок с постоянной интенсивностью и длиной волны λ , падающий на фотонный кристалл. Пучки, отраженные от разных слоёв, интерферируют между собой. В результате интерференционная картина в отражённом свете имеет максимумы при определённых углах падения θ (минимумы пропускания наблюдаются при тех же углах), которые, согласно закону Брэгга-Снелла, определяются условием:

$$2D\sqrt{n^2 - (\sin \theta)^2} = m\lambda, \quad (1)$$

где D период структуры фотонного кристалла, n - средний показатель преломления фотонного кристалла, $m = 1, 2, \dots$ - порядок интерференции, λ - длина волны света.

Заранее линеаризуем данную формулу (возведя обе части в квадрат и перенеся необходимые слагаемые):

$$\sin^2 \varphi = \frac{4D^2 n^2}{h^2} - \frac{4D^2}{h^2} \sin^2 \theta, \quad (2)$$

где видно, что зависимость линейна относительно квадратов синусов. Также заранее запишем формулу, связывающую угол дифракции при прохождении дифракционной решётки φ и длину волны λ :

$$h \sin \varphi = m\lambda \quad (3)$$

Оборудование и методы

Список использованного оборудования: линза, фотонный кристалл, дифракционная решётка, красный лазер с длиной волны 660нм, фотодиод, мультиметр, батарейка типа "Крона" напряжением 9В. На рисунке 2 ниже изображена установка первой части работы.

Для обработки результатов использовался язык программирования Python и совокупность пакетов Anaconda.

Ссылка на исходный код: <https://github.com/burunduk387/HSE-FF/tree/main/LabOptics/PhCr>

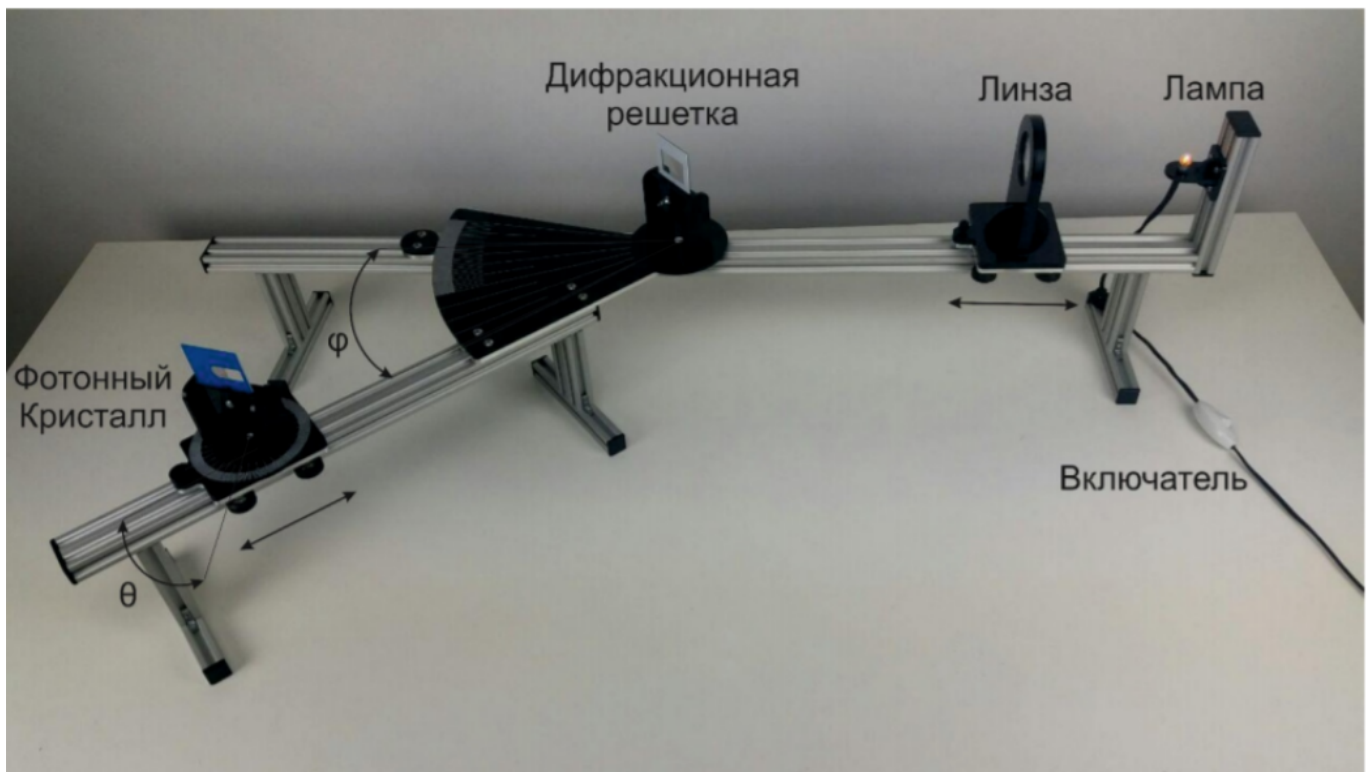


Рис. 2. Используемое оборудование в первой части эксперимента.