

4. Брэгговское зеркало (13 баллов)

Брэгговское зеркало (или распределенный диэлектрический отражатель) представляет собой набор ультратонких (от десятков до сотен нанометров) слоев из прозрачных материалов с периодически меняющимся показателем преломления n . Оптические толщины слоев подбираются таким образом, чтобы при падении света на такую структуру возникающая интерференция для отраженных от границ раздела сред лучей приводила бы к их взаимному усилению. В результате в определенном диапазоне длин волн такая многослойная структура начинает очень эффективно (с коэффициентом $\sim 100\%$) отражать свет, несмотря на то, что каждый ее слой в отдельности прозрачен. Принцип такого распределенного отражателя широко используется, например, в одномерных фотонных кристаллах, интерференционных светофильтрах и т.п.

В простейшем случае Брэгговское зеркало состоит из последовательности двух чередующихся слоев с различными показателями преломления n_1 и n_2 (пусть для определенности $n_1 < n_2$). Известно, что при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на такую многослойную структуру для достижения эффективного отражения необходимо выполнение следующего условия интерференционного максимума для отраженных лучей:

$$2\Lambda = m\lambda,$$

которое называется условием Брэгга (Λ – период структуры, m – целое число). При этом чаще всего оптические толщины каждого из слоев выбирают равными четверти длины волны падающего света (в условии Брэгга $m=1$).

1. Почему оптические толщины слоев простейшего Брэгговского зеркала выбирают равными именно $\lambda/4$, и что изменится, если эти толщины выбрать в виде любой другой комбинации, дающей в сумме $\lambda/2$? Ответ обосновать. (5 баллов)

2. Как качественно изменится коэффициент отражения, если оптические толщины слоев взять равными $\lambda/2$ (в условии Брэгга $m=2$)? Ответ обосновать. (8 баллов)

Максимальная оценка – 13 баллов