

Многокомпонентная ступень

Особенностью многокомпонентной ступени (фильтр Шольца) является то, что она содержит только два поляризатора, между которыми помещён набор кристаллических пластин одинаковой толщины, вырезанных из одного материала. Такой фильтр может быть осуществлён в двух вариантах. В первом варианте главное сечение пластинок с нечётным номером составляет с главным направлением входного поляризатора угол α , отсчитанный, например, по часовой стрелке, а для пластин с чётным номером – тот же угол α , но отсчитанный против часовой стрелки. Главное направление выходного поляризатора составляет угол 90° с главным направлением входного поляризатора.

Во втором варианте главное сечение пластинок составляет с главным направлением входного поляризатора углы $\alpha, 3\alpha, 5\alpha, \dots, (2m-1)\alpha$, а главное направление выходного поляризатора параллельно главному направлению входного.

Оба варианта по своему действию эквивалентны друг другу. Выбор способа ориентации обусловлен конструктивными соображениями при изготовлении прибора.

Для обоих вариантов угол α не зависит от толщины пластинок, коэффициента двулучепреломления и длины волны, а определяется только числом пластин m :

$$\alpha = \frac{45^\circ}{m}.$$

Пропускание фильтра для обоих вариантов выражается формулой:

$$T = \frac{\tau}{2} \left(\frac{\sin m\chi}{\sin \chi} \sin 2\alpha \cos \frac{\delta}{2} \right)^2.$$

Параметр χ находится из выражения:

$$\cos \chi = \cos \frac{\delta}{2} \cos 2\alpha,$$

где δ - фазовая задержка одиночной пластины на длине волны λ :

$$\delta = \frac{2\pi\mu l}{\lambda}.$$

Здесь l – толщина пластины, μ - показатель двойного лучепреломления.

Максимумы пропускания находятся на длинах волн, для которых $2\delta = 2\pi N$ и $2\delta = (N+0,5)2\pi$ для второго и первого вариантов фильтра Шольца соответственно. Постоянная τ зависит от потерь в поляризаторах и пластинах.

Полуширина полосы пропускания фильтра Шольца на уровне нулевой интенсивности (расстояние между максимумом и ближайшим минимумом) определяется общей толщиной всех пластин:

$$\delta\lambda = 0,87 \frac{\lambda^2 B_\lambda}{\mu t l},$$

а расстояние между соседними полосами (дисперсия фильтра) $\Delta\lambda$ - толщиной отдельной пластинки:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2 B_\lambda}{\mu l},$$

где

$$B_\lambda = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \lambda} \right)^{-1}.$$

Пропускание во вторичном максимуме, ближайшем к главному, составляет 10 – 12% от пропускания в главном максимуме.

Использование одной многокомпонентной ИП – ступени Фольца в качестве узкополосного фильтра представляется весьма затруднительным, так как для получения требуемого значения отношения дисперсии фильтра к полуширине необходимо большое число пластин. При $\delta\lambda = 0,1$ нм и $\Delta\lambda = 10$ нм ступень должна содержать 87 пластинок из кристаллического кварца. Число пластин можно уменьшить, заменив одну ступень Шольца двумя.