

НОВЫЙ ВАРИАНТ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО СВЕТОФИЛЬТРА

За последние годы успешно разрабатываются и всё более входят в обиход физического эксперимента разнообразные неабсорбционные светофильтры, т. е. оптические устройства, осуществляющие выделение сравнительно узких спектральных областей и основанные не на поглощении света, а на других оптических явлениях (интерференция, полное внутреннее отражение, вращение плоскости поляризации, рассеяние и т. д.). Эти устройства, в отличие от абсорбционных светофильтров, обладают тем преимуществом, что выделение узкой спектральной области происходит со значительно меньшими потерями света внутри полосы пропускания. Кроме того, само положение полосы пропускания может, в известных пределах, перемещаться по спектру, что позволяет значительно лучше приспособливать фильтр к конкретным экспериментальным требованиям. С другой стороны, в отличие от монохроматоров, сечение фильтруемого светового пучка и его угловая апертура могут быть весьма велики, что сближает их с абсорбционными светофильтрами и делает пригодными как для исследований слабых излучений, так и для получения оптических изображений в монохроматическом свете.

Помимо этого неабсорбционные светофильтры могут быть созданы для таких областей спектра (например, инфракрасной), где подбор абсорбционных светофильтров оказывается невозможным. По степени монохроматизации света светофильтры такого типа занимают промежуточное положение между монохроматорами и абсорбционными светофильтрами.

Среди довольно многочисленных конструкций, предложенных в настоящее время, особо простыми и удобными в употреблении оказались так называемые интерференционные светофильтры, представляющие собой видоизменение интерферометра Фабри-Перо, а именно: два полупрозрачных отражающих слоя, разделённых тонкой (порядка длины волны) прослойкой прозрачного диэлектрика.

При надлежащем подборе параметров такая система, в результате интерференции световых волн, отражённых от переднего и заднего полупрозрачных слоёв, оказывается прозрачной только для узкого интервала длин волн. Положение и ширина полосы пропускания зависят от толщины прослойки, прозрачности отражающих слоёв, а также от угла падения светового луча. Если бы полупрозрачные слои не обладали поглощением, то прозрачность такого светофильтра в максимуме пропускания могла бы достигать 100%. Однако в действительности поглощение серебра (или платины), применяемого для изготовления этих слоёв, снижает прозрачность до 20—40% и тем сильнее, чем уже полоса пропускания. Особо значительным этот эффект становится в инфракрасной области спектра, что существенно ограничивает возможности применения светофильтров.

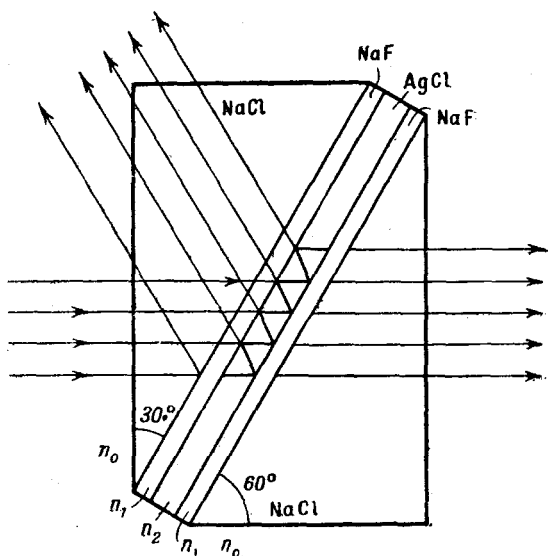
Авторы реферируемой работы *) осуществили оригинальный вариант интерференционного светофильтра, свободный от последнего недостатка. Для создания полупрозрачных отражающих слоёв вместо покрытия тонкими металлическими плёнками было использовано явление полного внутреннего отражения. Как известно, при полном внутреннем отражении на границе со средой, обладающей меньшим показателем преломления, световая волна проникает в последнюю, причём интен-

*) B. H. Billings and M. A. Pittman, JOSA 39, 978 (1949).

сивность этой волны убывает с расстоянием от границы по экспоненциальному закону. Если среда с малым показателем преломления образует тонкую прослойку между двумя средами с большим показателем преломления, то свет, упавший на границу двух сред под углом полного внутреннего отражения, частично проникает через эту прослойку и в тем большей степени, чем меньше её толщина. Таким образом, прослойка вещества с малым показателем преломления, в случае падения на неё света под углом полного внутреннего отражения, будет играть роль непоглощающего полупрозрачного отражающего слоя, причём степень прозрачности его целиком определяется толщиной прослойки.

Тогда интерференционный светофильтр приобретает вид, показанный на рисунке.

На основание 30-градусной прямоугольной призмы, изготовленной из каменной соли, нанесен тонкий слой фтористого натрия, облада-



ющего значительно меньшим показателем преломления ($n_1 < n_0$), затем слой вещества с большим показателем преломления ($n_2 > n_1$), близким к показателю преломления каменной соли (в качестве такого вещества было выбрано хлористое серебро), и, наконец, второй слой фтористого натрия, закрываемый второй призмой из каменной соли. Положение полосы пропускания, как нетрудно видеть, зависит от толщины среднего слоя (хлористого серебра), а ширина полосы пропускания — от прозрачности, т. е. от толщины обрамляющих слоёв (фтористого натрия). Выбор названных веществ определялся требованиями прозрачности для инфракрасного излучения, на которое был рассчитан фильтр, а также возможности получения однородных прозрачных слоёв путём перегонки в вакууме.

Следует отметить, что вследствие наблюдаемого при полном внутреннем отражении различия фазовых сдвигов волн, поляризованных параллельно и перпендикулярно плоскости падения, положения полос пропускания, соответствующих обоим поляризациям, оказываются

различными и зависящими от угла падения света. В результате полоса пропускания фильтра расщепляется, причём каждая её половина соответствует вполне определённой поляризации и может быть потушена соответственно ориентированным анализатором.

Фильтр, построенный авторами, имел размеры $30 \times 30 \times 50$ мм. Слои фтористого натрия имели толщину $5,5 \mu$ каждый. Толщина среднего слоя (AgCl) составляла $3,8 \mu$. Соответственно полосы пропускания располагались в области $4,0 - 5,5 \mu$, в зависимости от ориентировки призмы. Ширина полос составляла около $0,1 \mu$ (при растворе светового пучка порядка 3°), а расстояние между полосами, соответствующими различным поляризациям, — около $0,5 \mu$.

В заключение следует отметить, что ширина полосы пропускания существенно зависит от степени однородности и параллельности слоёв.

В. Юрьев
