

И. А. БОРИСОВИЧ
В. Г. БЕРЕЩАГИН
М. А. БАДИДОВ



И ФРАКРАСНЫЕ
ФИЛЬТРЫ ■

ББ259

МИНСК-1971

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АН БССР

Н. А. БОРИСЕВИЧ

В. Г. ВЕРЕЩАГИН

М. А. ВАЛИДОВ

И НФРАКРАСНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Издательство «Наука и техника»

Минск 1971

Б82

535

УДК 535.8

Инфракрасные фильтры. Борисевич Н. А., Верещагин В. Г., Валитов М. А. Изд-во «Наука и техника», 1971, стр. 228.

Монография посвящена одному из важных разделов современной оптики — инфракрасным фильтрам. В ней систематизирован обширный литературный материал и результаты собственных исследований авторов по инфракрасным фильтрам, которые в последние годы находят все более широкое применение в науке и практике.

Монография рассчитана на широкий круг научных сотрудников и инженеров, имеющих дело с инфракрасным излучением, студентов физических и оптико-технических факультетов вузов.

Таблиц 19. Рис. 109. Библиография — в конце глав.

БВ 259

2-3-4
91-71

БИБЛИОТЕКА
Академии наук БССР

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инфракрасное излучение все шире используется в научных исследованиях и практике. Этой области науки и техники и ее отдельным разделам посвящен ряд монографий. Особенно быстро число их растет последние два десятилетия. Однако упрощенные методы монохроматизации инфракрасного излучения с использованием фильтров до сих пор систематически не рассматривались. Между тем за последние 10—15 лет в разработке и применении инфракрасных фильтров достигнуты значительные успехи. Инфракрасные фильтры используются в квантовой электронике, в астрофизических исследованиях, в пирометрии, военном деле, а также в химии, биологии и медицине. Без фильтров не удастся построить ни одного сложного инфракрасного монохроматора или спектрометра. На основе фильтров разрабатываются экспрессные методы спектрального молекулярного анализа.

В настоящей монографии предпринята первая попытка систематического рассмотрения принципов работы различных типов инфракрасных фильтров, их спектральных характеристик и некоторых конструктивных особенностей.

Первая глава монографии является вводной. В ней кратко описаны спектральные характеристики источников и приемников инфракрасного излучения, только с учетом которых можно правильно определить требования, предъявляемые к фильтрам, используемым в той или иной области инфракрасного спектра. Во втором параграфе этой главы содержатся общие сведения об оптических постоянных материалов, необходимые для понимания взаимодействия инфракрасного излучения с веществом. В первой главе также дана классификация фильтров,

базирующаяся на физических процессах, лежащих в основе взаимодействия фильтра с излучением.

Исходя из этого принципа, инфракрасные фильтры разделены на отражающие, поглощающие, интерференционные и рассеивающие. Такое разделение, конечно, не является строгим, однако оно облегчило систематизацию имеющегося большого литературного материала.

Ни один из указанных типов инфракрасных фильтров не является универсальным. Это объясняется как большим диапазоном длин волн инфракрасного излучения, так и широким кругом задач, которые приходится решать с помощью инфракрасных фильтров. Имеет смысл говорить о преимущественном использовании отдельных типов фильтров в определенных областях инфракрасного спектра. Так, в качестве полосовых фильтров в интервале длин волн 0,75—15 мкм эффективными являются многослойные диэлектрические интерференционные фильтры, от 4 до 60 мкм успешно используются полосовые дисперсионные фильтры. Для далекой инфракрасной области спектра пригодны полосовые интерференционные фильтры, изготовленные на основе металлических сеток. Что касается отрезающих с коротковолновой границей фильтров, то в зависимости от характера задачи в ближней и средней областях инфракрасного спектра применяются поглощающие фильтры из полупроводниковых материалов, интерференционные диэлектрические системы или матированные зеркала. В средней и длинноволновой областях эффективны абсорбционные фильтры на основе полиэтилена, сеточные фильтры и эшелеты. Отрезающие фильтры с длинноволновой границей чаще всего изготавливаются из поглощающих материалов.

Иногда с помощью фильтров одного типа не удастся решить поставленную задачу. В этих случаях прибегают к целенаправленному улучшению важных для этой задачи параметров спектральной характеристики фильтра путем комбинирования фильтров разных типов (гл. 6).

Главы 1—3, 5, 6, п. 7 главы 4 написаны Н. А. Борисевичем и В. Г. Верещагиным, глава 4 — М. А. Валидовым.

Авторы благодарны А. М. Гончаренко, И. Ф. Гуринович, Г. А. Залесской, А. П. Иванову и А. В. Мезену, прочитавшим рукопись или отдельные ее главы и сделавшим ценные замечания.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Инфракрасное излучение и его фильтрация	
1. Спектральные свойства источников и приемников излучения	5
2. Оптические постоянные вещества	17
3. Классификация фильтров	26
Глава 2. Отражающие фильтры	
1. Метод остаточных лучей	36
2. Диэлектрические зеркала	47
3. Фильтры полного внутреннего отражения	49
4. Отражение от дифракционных решеток и сеток	56
5. Матированные зеркала	64
Глава 3. Поглощающие фильтры	
1. Законы поглощения излучения	69
2. Твердые фильтры	71
3. Жидкостные и газовые фильтры	93
Глава 4. Интерференционные фильтры	
1. Отражение и пропускание излучения системой тонких пленок	101
2. Материалы, применяемые для изготовления интерференционных фильтров	112
3. Спектральные характеристики многослойных интерференционных систем	121
4. Влияние симметричности систем на их пропускание	138
5. Влияние на пропускание фильтров отклонений в толщинах слоев и поглощения	144
6. Зависимость спектральных характеристик фильтров от угла падения излучения и от температуры	149
7. Сеточные интерференционные фильтры	154

Литература

1. Seeley I. S., Smith S. D. Appl. Opt., **5**, 81, 1966.
2. Борисевич Н. А., Валидов М. А., Верещагин В. Г., Копылов А. В., Несмелов Е. А. ЖПС, **15**, 1103, 1971.
3. Гисин М. А., Валидов М. А., Мустаев Р. М., Майорова Т. Н. ЖПС, **14**, 166, 1971.
4. Yamada Y., Mitsuishi A., Yoshinaga H. JOSA, **52**, 17, 1962.
5. Mitsuishi A., Otsuka Y., Fujita S., Yoshinaga H. Japan J. Appl. Phys., **2**, 574, 1963.
6. Борисевич Н. А., Верещагин В. Г., Чумаков П. Н. ЖПС, **15**, 752, 1971.
7. Turner A. F., Chang L., Martin T. P. Appl. Opt., **4**, 927, 1965.
8. Никитин В. А. ОМП, № 5, 4, 1969.
9. Борисевич Н. А., Верещагин В. Г., Мацкевич Л. В. ЖПС, **9**, 412, 1968.
10. Möller K. D., McKnight R. V. JOSA, **53**, 760, 1963; JOSA, **55**, 1075, 1965.
11. Мезенов А. В., Шакунов Ю. М. Изв. ЛЭТИ им. В. И. Ульянова (Ленина), вып. 72, 94, 1968; Изв. ЛЭТИ, вып. 87, 137, 1969.
12. Чернявская Н. А., Рудявская И. Г., Станевич А. Е., Окатов М. А., Фомина Т. Н. ЖПС, **15**, 1105, 1971.
13. Varma S. P., Möller K. D. Appl. Opt., **8**, 2151, 1969.
14. Rubens H., Wood R. W. Berl. Ber. **1122**, 1910.
15. Теренин А. Н. Тр. ГОИ, **4**, вып. 32, 1925.
16. Топорец А. С. Монохроматоры. ГИТТЛ, М., 1955.
17. Уилкинсон Г. Р., Мартин Д. Х. Сб.: Техника спектроскопии в дальней инфракрасной, субмиллиметровой и миллиметровой областях спектра. «Мир», М., 1970.