

В.Н. Серова

ПОЛИМЕРНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО



НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ и ТЕХНОЛОГИИ

Санкт-Петербург, 2011

УДК 621.357.82:678.744.33

ББК 22.251

С32

С32 Серова В.Н. **Полимерные оптические материалы.** — СПб.: Научные основы и технологии, 2011. — 384 стр., ил.

ISBN 978-5-91703-023-4

В книге приведены основные сведения об оптических свойствах полимеров, сравнительные характеристики органических стекол и других полимерных материалов, способы их модификации, особенности синтеза и переработки. Отражено развитие исследований в традиционных областях применения прозрачных полимеров, а также рассмотрены современные тенденции по разработке на их основе функциональных материалов, в том числе, содержащих наноразмерные наполнители, обладающие нелинейно-оптическими и другими свойствами.

Издание предназначено для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области синтеза, исследования свойств, модификации и переработки оптически прозрачных полимеров, а также инженерно-технических работников отраслей, связанных с их применением.

Рецензенты:

докт. техн. наук Э.Р. Галимов (Казанский государственный технический университет);

докт. физ.-мат. наук И.М. Несмелова (Федеральное государственное унитарное предприятие НПО «Государственный институт прикладной оптики»).

УДК 621.357.82:678.744.33

ББК 22.251

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-91703-023-4

© Серова В.Н., 2011

© Изд-во «Научные основы и технологии», 2011

Содержание

Предисловие	6
Введение	10
Принятые сокращения и условные обозначения	11
Глава 1. Оптические материалы: общие сведения	13
1.1. Отличительные свойства и классификация оптических материалов	13
1.2. Традиционные оптические (неорганические) материалы	14
1.3. Органические полимеры в качестве оптических сред	16
1.3.1. Преимущества и недостатки	16
1.3.2. Особенности надмолекулярной организации аморфных полимеров	18
Глава 2. Оптические свойства полимеров	21
2.1. Природа прозрачности	21
2.1.1. Светопропускание и прозрачность	21
2.1.2. Поглощение света	22
2.1.3. Рассеяние света	29
2.2. Преломление света	33
2.3. Оптическая неоднородность. Оптические искажения	53
2.4. Оптическая анизотропия. Оптико-механические свойства	55
Глава 3. Характеристики, модификация и возможности использования различных (со)полимеров в качестве оптических сред	61
3.1. Основные оптические (со)полимеры: сравнительные характеристики	61
3.2. (Со)полимеры (мет)акрилатов: развитие исследований	62
3.2.1. ПММА: комплекс свойств	62
3.2.2. Листовой ПММА (органическое стекло)	65
3.2.3. Разработка литьевых и экструзионных материалов	68
3.2.4. Модифицирование свойств ПММА	71
3.2.5. Сополимеры ММА	80
3.2.6. Регулирование процесса радикальной (со)полимеризации ММА	88
3.2.6.1. Контролируемый синтез макромолекул: большие эффекты малых добавок	88
3.2.6.2. Металлоорганические соединения как регуляторы процесса радикальной (со)полимеризации	93
3.2.7. Металлосодержащие сополи(мет)акрилаты и иономеры	99
3.2.8. Фторсодержащие (со)поли(мет)акрилаты	106
3.2.9. Другие гомо- и сополи(мет)акрилаты	111
3.3. (Со)полимеры стирола	114
3.4. Поликарбонаты	120
3.5. Полиамиды	122
3.6. Полиимиды	123
3.7. Полисульфоны	128
3.8. Эпоксиполимеры	129

3.9.	Полиолефины	139
3.10.	Фторопласты	144
3.11.	Поливинилхлорид	148
3.12.	Поливинил-N-карбазол	149
3.13.	Поливинилацетат. Поливиниловый спирт. Поливинилацетали	150
3.14.	Полиалкилентерефталаты	153
3.15.	Аллиловые (со)полимеры	154
3.16.	Производные целлюлозы	156
Глава 4. Особенности синтеза и переработки оптических полимерных материалов. 159		
4.1.	Оптические дефекты, возникающие при синтезе и переработке полимерных материалов	159
4.2.	Условия синтеза, необходимые для достижения оптической чистоты и однородности полимера.	161
4.3.	Влияние способов и параметров переработки на качество оптических изделий	167
Глава 5. Наиболее распространенные области применения оптических полимеров 171		
5.1.	Линзовая оптика	171
5.1.1.	Возможности и преимущества полимерной оптики	171
5.1.2.	Защита поверхности полимерных оптических деталей.	174
5.1.3.	Офтальмологическая оптика	177
5.1.3.1.	Очковые линзы.	177
5.1.3.2.	Контактные линзы.	181
5.1.3.3.	Интраокулярные линзы.	183
5.1.4.	Микрооптика	185
5.2.	Запись оптической информации	188
5.3.	Светотехника	190
5.4.	Волоконная оптика.	197
5.5.	Градиентная оптика	207
5.6.	Оптические клеи, компаунды, покрытия, связующие	218
5.7.	Оптические фильтры	224
Глава 6. Разработка новых функциональных материалов на основе прозрачных полимеров. 233		
6.1.	Фотохромные материалы и фоторегистрирующие среды.	233
6.2.	Фоточувствительные материалы и композиции для фото(стерео)литографии	243
6.3.	Полимерные фотопроводники	246
6.4.	Материалы с фото- и электролюминесцентными свойствами	248
6.5.	Нанокompозиты и другие материалы нанотехнологий	259
6.5.1.	Объекты и приемы нанотехнологий.	259
6.5.2.	Основные пути получения металлополимерных нанокompозитов	261
6.5.3.	Фуллеренсодержащие полимеры и композиты	269
6.5.4.	Полимеры с фрагментами нанометрового размера	271
6.5.5.	Нанопленочные материалы и планарные наноструктуры	273

6.6. Материалы нелинейной оптики	275
6.6.1. Нелинейно оптически активные нанокomпозиты	277
6.6.2. Полимеры и композиты с квадратичной нелинейностью	279
6.6.3. Материалы с кубичной гиперполяризуемостью	286
6.6.4. Лазерно-активные среды на красителях в полимерной матрице	288
6.6.4.1. Новый класс твердотельных лазерно-активных сред	288
6.6.4.2. Сополимеризация окрашенных метакрилатов и стабильность лазерных красителей в сополимеризующихся системах	292
6.6.4.3. Характеристики поглощения, флуоресценции и генерации лазерных красителей в полимерных матрицах	296
6.6.4.4. Повышение фотостабильности и другие возможности разработки полимерных лазерно-активных сред	299
Заключение	311
Литература	317