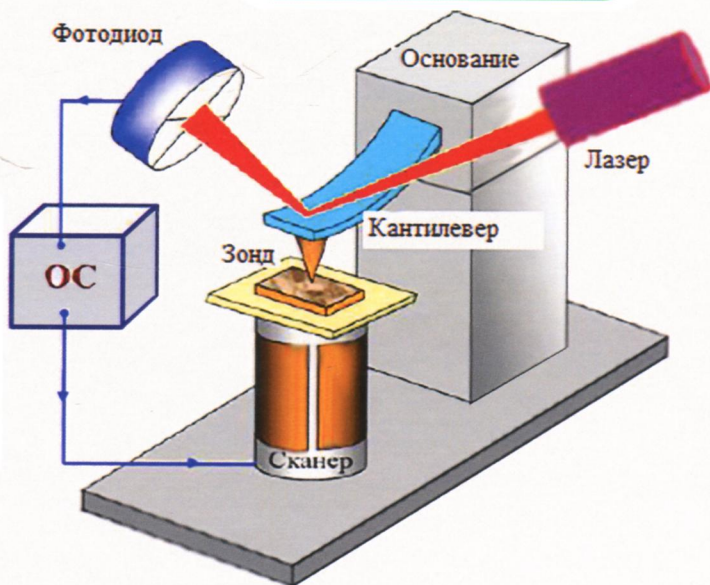


СКАНИРУЮЩИЕ ЗОНДОВЫЕ МИКРОСКОПЫ

В. Д. КАЗАКОВ



В. Д. Казаков

**СКАНИРУЮЩИЕ ЗОНДОВЫЕ
МИКРОСКОПЫ**

Справочник

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2024

20

УДК 537.533.35

ББК 22.33

К14

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор (кафедра «Транспортно-технологические машины и комплексы», Чувашский государственный аграрный университет) *Казаков Ю. Ф.*;

канд. техн. наук, доцент *Медведев В. Г.*

Казаков, В. Д.

К14 Сканирующие зондовые микроскопы : справочник / В. Д. Казаков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 108 с. : ил.

ISBN 978-5-9729-1731-0

Кратко изложены основы сканирующей зондовой микроскопии. Рассмотрены принципы работы основных типов зондовых микроскопов (сканирующего туннельного микроскопа, атомно-силового микроскопа, электросилового микроскопа, магнитно-силового микроскопа, ближнепольного оптического микроскопа), наиболее широко используемых в научных исследованиях.

Для студентов факультета радиоэлектроники и автоматики. Может быть полезно специалистам, разрабатывающим наноразмерные устройства.

УДК 537.533.35

ББК 22.33

ISBN 978-5-9729-1731-0 © Казаков В. Д., 2024

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ)	5
1.1. Принципы действия, требования к ним и особенности работы	5
1.2. Сканирующие компоненты зондовых микроскопов	11
1.3. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ)	23
1.4. Сканирующий электронный микроскоп	28
1.4.1. Устройство и принцип действия РЭМ	28
1.4.2. Формирование электронного зонда	30
1.4.3. Детекторы вторичных сигналов	32
1.4.4. Регистрация рентгеновского излучения	33
1.5. Атомно-силовая микроскопия (АСМ)	38
1.5.1. Технология изготовления зондовых датчиков АСМ ..	43
1.5.2. Система управления АСМ	46
1.6. Магнитосиловая зондовая микроскопия (МСМ)	50
1.7. Электросиловая микроскопия (ЭСМ)	51
1.8. Достоинства и недостатки сканирующих зондовых и электронных микроскопов	53
1.9. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ)	56
1.9.1. Структурная схема и принцип действия СТМ	56
1.9.2. Зонды для туннельных микроскопов	66
1.9.3. Система управления СТМ	69
1.10. Сканирующий ближнепольный оптический микроскоп	71
Глава 2. Сканирующие зондовые микроскопы в будущем	80
2.1. Перспективы развития и применения сканирующих зондовых микроскопов	80
2.2. Сканирующие зондовые микроскопы	81
2.2.1. Сканирующий туннельный микроскоп	81
2.2.2. Атомно-силовой микроскоп	84

2.2.3. Магнитно-силовой микроскоп	87
2.2.4. Магнитно-резонансный силовой микроскоп	87
2.2.5. Зонды МРСМ	91
2.3. Недостатки современных СЗМ	97
Заключение	100
Рекомендуемая литература	102