

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/referat/83753>

Тип работы: Реферат

Предмет: Материаловедение

Введение.....	3
1. Сканирующая атомно - силовая микроскопия.....	5
1.1. Контактный режим в сканирующей атомно - силовой микроскопии.....	8
1.2. Бесконтактный режим в сканирующей атомно - силовой микроскопии.....	8
2. Сканирующая туннельная микроскопия.....	9
Заключение.....	13
Литература.....	15

Введение

Развитие методов микроскопии для исследования поверхности начался еще в XV в., когда изобрели увеличительное стекло. После создания в XVII в. оптического микроскопа удалось увидеть отдельные клетки, микробы и бактерии. Однако с уменьшением размеров образцов заставляют исследователей искать и использовать отличные от оптических методов исследования. Первой причиной является стремление достичь лучшего пространственного разрешения, которое невозможно при использовании оптических микроскопов, с их помощью никогда не удастся увидеть атомные структуры, поскольку длина волны видимого света (~ 600 нм) почти в 2000 раз больше, чем размер атома ($\sim 0,3$ нм). Второй причиной является желание исследовать физические характеристики, которые нечувствительны к электромагнитному излучению.

Последним появившимся методом микроскопии является зондовая микроскопия, которая имеет наилучшее разрешение и позволяет увидеть отдельные атомы, а ее применение в науке помогло получить уникальные результаты в различных областях физики, химии и биологии. Если первые такие микроскопы были лишь индикаторами для качественных исследований, то современный зондовый прибор уже интегрирует много методов исследования топологии и свойств поверхности образцов.

В течение почти 20 лет, с 1965 г. до середины 1980-х, получить изображение поверхности с разделением, лучше, чем разделение оптического микроскопа, можно было только с помощью сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) [1]. В то время были известны и альтернативные методы, в частности зеркальная электронная микроскопия, однако они еще не достигли высокой разрешения, а со времени изобретения сканирующего туннельного микроскопа происходили значительные изменения в области сканирующих методов. На сегодня существует много методов исследования поверхности образцов. Одним из которых является контактная атомно-силовая микроскопия (АСМ) [1]. Изобретенный еще в 1981 г. Гердом Бинингом, Келвином Куэйтотом и Кристофером Гербером [2] сканирующий атомно-силовой микроскоп (Нобелевская премия по физике за 1986 г.) в настоящее время широко используется в самых разных областях современной науки – физике, химии, биологии и др. АСМ успешно применяется и в материаловедении при исследовании морфологии и локальных физико-механических свойств материала на наноструктурном уровне (т.е. в масштабах, когда уже надо учитывать эффекты, связанные с особенностями молекулярного строения вещества, хотя сам материал еще можно считать сплошной средой). Сегодня уже хорошо известно, что физические свойства наночастиц и кластеров, определяемые их чрезвычайно высокой удельной поверхностью, могут очень существенно отличаться от макроскопических характеристик. Например, если объем кристалла золота уменьшается до 5 нм, то температура плавления снижается на несколько сотен градусов [3]. С помощью АСМ ученые могут сегодня определять наноструктурные локальные упругие модули [4, 5], параметры упрочнения [6], ползучести [7], остаточные напряжения [8]. Данные технологии позволяют непосредственно наблюдать и количественно оценивать такие нанопроцессы, как появление дислокаций, возникновение сдвиговой нестабильности, фазовые переходы и

многие другие явления, недоступные для ранее известных технологий [9].

1. Сканирующая атомно - силовая микроскопия

Герд Биннинг, Келвин Куэйт и Кристофер Гербер были первым, кто догадался, что при взаимодействии с поверхностью образца макроскопическая гибкая консоль (кантилевер) с острой иглой под действием атомных сил может быть изогнута на достаточно большую величину, чтобы быть измеренной с помощью обычных средств. В первом варианте для измерения изгиба кантилевера использовался STM (см. рис. 1) [2]. В основе работы АСМ лежит силовое взаимодействие между исследуемой поверхностью и консольной балкой (кантилевером) с острым кремниевым щупом на свободном конце. Как правило, этот щуп (зонд) имеет форму конуса со скругленной вершиной. Длина балки составляет около 100–200 мкм, высота конуса 1–3 мкм. Радиус вершины зонда (который и определяет разрешающую способность прибора) у современных кантилеверов варьируется от 1 до 50 нанометров. Сила, действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу консоли. Регистрируя величину изгиба, можно контролировать силу взаимодействия щупа с исследуемым объектом. В современных микроскопах для этого используются оптические методы (рис. 1). Оптическая система АСМ юстируется таким образом, чтобы излучение полупроводникового лазера фокусировалась на консоли зондового датчика, а отраженный луч попадал на регистрирующий фотодиод. Достаточно полное популярное описание принципов работы АСМ можно найти, например, в [10, 11].

Рис.1 – Принципиальная схема работы атомно-силового микроскопа. 1 – лазер, 2 – приемный фотодиод, 3 – кантилевер, 4 – щуп, 5 – основание.

В дальнейшем для регистрации изгиба кантилевера было использовано много методов, но в настоящее время наиболее удобным и широко используемым является метод, предложенный Амером и Мейером [3]. В соответствии с предложенным методом атомно-силовой микроскоп включает иглу, установленную на микромеханический кантилевер. В процессе сканирования исследуемой поверхности межатомные силы взаимодействия кончика иглы и поверхности образца вызывают смещение иглы и, соответственно, изгиб кантилевера.

Луч лазера направляется на кантилевер и отражается от него для измерения изгиба кантилевера. Отраженный лазерный луч детектируется позиционно-чувствительным (двухсекционным) фотоприемником. Выходной сигнал с двухсекционного фотоприемника подается на компьютер для выработки данных, отражающих рельеф поверхности образца с атомарным разрешением. Используемые в настоящее время позиционно-чувствительные фотодетекторы являются четырехсекционными и позволяют измерять не только продольные, но также и торсионные изгибы кантилевера.

Кантилевер может изгибаться не только под действием непосредственно контактных сил, но также и под действием сил, действующих на расстоянии – относительно короткодействующих Ван дер Ваальсовых и более дальнедействующих электрических и магнитных сил. В процессе

1. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. – М.: Изд-во "Техносфера". 2005. – 448 с.
2. Binnig G., Quate C.F., Gerber C. Atomic force microscope // *Surface studies by scanning tunneling microscopy* // *Phys. Rev. Lett.* – 1986. – Vol. 56. – № 9. – P. 930–933.
3. Чвалун С.Н. Полимерные нанокомпозиты // *Природа*. – 2000. – № 7. – С. 22–30.
4. Bhushan B. *Handbook of micro-mano-tribology*. – Springer, 1999. – 433p.
5. Relating elastic modulus to indentation response using atomic force microscopy / M.R. Vanlandingham, S.H. McKnight, G.R. Palmese, R.F. Eduljee, J.W. Gillepie, Jr.R.L. McCulough // *J. of Materials Science Letters*. – 1997. – Vol. 16. – P. 117–119.
6. Computational modeling of the forward and reverse problems in instrumented indentation / M. Dao, N. Chollacoop, K.J. Van Vliet, T.A. Venkatesh, S. Suresh // *Acta Mater.* – 2001. – Vol. 49. – B. 19. – P. 3899–3918.
7. Fischer-Cripps A.C. Nanoindentation and indentation measurements // *Mater. Sci. Eng.* – 2004. – Vol. 44. – P. 91–102.
8. Carlsson S., Larsson P.-L. On the determination of residual stress and strain fields by sharp indentation testing. Part I: theoretical and numerical analysis // *Acta Materialia*. – 2001. – Vol. 49. – № 12. – P. 2179–2191.
9. Fischer-Cripps A.C. *Nanoindentation*. Springer, 2002. – 217 p.
10. US Pat. 4724318.

11. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – Н. Новгород: изд-во Института физики микроструктур РАН, 2004. – 115 с.

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/referat/83753>