

ТОНКИЕ ПЛЕНКИ

(Thin films)

*Чем тоньше лед, тем больше хочется всем
убедиться, выдержит ли он.*

Генри Шоу



Тонкие пленки, с точки зрения физики, представляют собой покрытия, имеющие малую толщину и большое отношение площадей поверхности к объему. Тонкопленочные материалы проявляют свойства двумерных систем. Тонкие пленки, толщина которых порядка нескольких десятков нанометров (их также называют нанопленками), существенно отличаются по свойствам от массивных образцов. Одним из общеизвестных примеров таких пленок являются мономолекулярные пленки моющих средств (*поверхностно-активных веществ*), остающихся на поверхности помытой посуды, а также пленки, позволяющие наблюдать образование мыльных пузырей. Покрытие материала пленкой толщиной всего в одну молекулу или несколько атомных слоев дает возможность радикально изменить его поверхностные свойства – увеличить стабильность, поверхностное натяжение, улучшить механические, адсорбционные или адгезионные свойства.

Высокая адгезионная способность нанопленок к различным материалам часто используется для создания покрытий, химически защищающих материал, обеспечивающих хорошее скольжение, предотвращающих слипание мелких частиц в коллоидном растворе (стабилизации эмульсии или золя) и т.д. К защитным нанопленкам могут быть отнесены и оксидные пленки на поверхности металлов, предотвращающие их дальнейшее окисление, причем в ряде случаев такие пленки образуются самопроизвольно (оксидная пленка на поверхности алюминия), а в ряде случаев их образование требует специальной обработки изделия (пассивирование железа). Тонкие пленки формируют как на основе органических поверхностно-активных веществ (см. *Самособирающиеся монослои, Пленки Ленгмюра–Блоджетт*), так и нанося тонкие слои кристаллических неорганических материалов.

Нанесение тонкой пленки кристаллического вещества на монокристаллическую подложку, кристаллическая структура которой близка структуре наносимого вещества, позволяет наблюдать явление т. н. эпитаксии – ориентирования кристаллитов наносимой пленки в соответствии с ориентацией монокристалла подложки (рис. 1). При увеличении толщины пленки из-за накопления различных протяженных дефектов (прежде всего, дислокаций) эпитаксия пропадает, а в тонкой (нано) пленке она обуславливает ряд интересных и полезных особенностей. Так, взаимодействие протекающего через сверхпроводящую нанопленку тока с поверхностью раз-

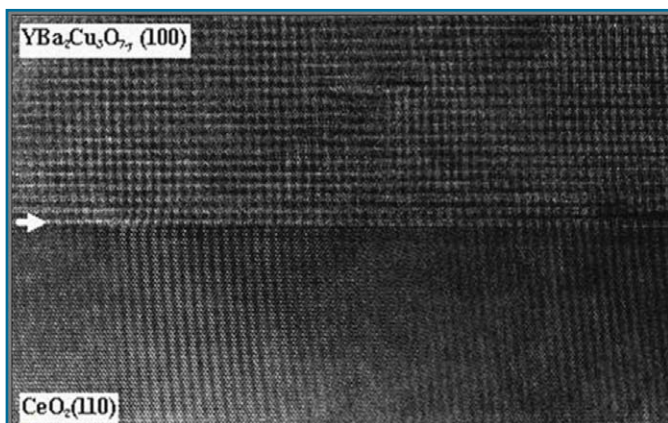


Рис. 1. Эпитаксиальная тонкая пленка сверхпроводника на монокристаллической подложке

дела пленка/ подложка (так называемый пиннинг магнитных вихрей) позволяет получать на тонких пленках критические токи, недостижимые ни на монокристаллах, ни на керамических образцах. Для ряда соединений в эпитаксиальных пленках могут реализовываться кристаллические структуры, не существующие в объемной форме.

Неорганические тонкие пленки и покрытия получают различными методами, которые можно разделить на две большие группы: химические – химическое осаждение из паровой фазы металлоорганических соединений (MOCVD – Metal

Organic Chemical Vapor Deposition, получение пленок *Ленгмюра–Блоджетт* и т.д.) и физические – методы термического напыления, импульсного лазерного напыления (PLD – Pulsed Laser Deposition), электронно-лучевого испарения (Electron Beam Evaporation), магнетронного напыления (Magnetron Sputtering), *молекулярно-лучевой эпитаксии* и др. Как правило, для осаждения пленок физическими методами необходим высокий вакуум.

Сегодня нанопленки находят исключительно широкое практическое применение в передовых технологиях производства материалов и покрытий, в первую очередь в электронике (*гетероструктуры, транзисторы, микроэлектромеханические системы и наноэлектромеханические системы*, устройства гигантского магнетосопротивления и многие другие), химических сенсорах (*наносенсоры*), оптических материалах, а также для повышения износостойкости, коррозионной стойкости, улучшения магнитных и электрических характеристик материалов, используемых в авиационной и космической технике, машиностроении и медицине.

Литература:

1. Хенней Н. Химия твердого тела. М.: Мир, 1971.
2. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. М.: Академия, 2006.