

ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ (Laser Ablation)

«И листы, и бруски во многих местах были просверлены, иные разрезаны пополам, места разрезов и отверстий казались обожженными и оплавленными».

А.Н. Толстой.

«Гиперболоид инженера Гарина»



космонавтике, ракетостроении и авиации абляция – способ эффективного снижения перегрева конструкционных элементов фюзеляжа или двигателя набегающим потоком воздуха. Абляция в астрономии – уменьшение массы малых небесных тел (метеоритов, комет и т.д.) при прохождении плотных слоев атмосферы планет или сильном нагревании вблизи звезд. В медицине – это хирургическая операция удаления органа или какой-либо части тела.

В физику термин «абляция» вошел задолго до появления лазеров для обозначения удаления вещества в электрическом разряде, потоке горячего газа, плазмы и т.д. Лазерной абляцией называют удаление (испарение) вещества с поверхности твердого тела (иногда жидкости) при воздействии на него лазерного излучения. Глубина воздействия лазерного импульса и, следовательно, объем удаляемого вещества зависят от состава материала, его оптических свойств, а также энергии (мощности) лазерного импульса. При низкой мощности лазера вещество испаряется или сублимируется, а при высокой – происходит ионизация атомов вещества – образуется плазма. Современные технологии позволяют очень точно контролировать фокусировку, длительность (в диапазоне от нано- до фемтосекунд) и мощность воздействия лазерного луча. Это открывает широкие возможности для применения процесса лазерной абляции в промышленности и научных исследованиях.

Простейший пример – сверление микроскопических отверстий в любых, в том числе очень твердых материалах (алмаз, рубин, боразон, керамика, другие искусственные сверхтвердые материалы). Сфокусированный до толщины

Абляция (от лат. *ablatio* – отнятие) – физико-химический процесс удаления вещества с поверхности или из объема твердого тела. Следуя значению латинского корня, абляцией можно называть любую потерю. Так, в гляциологии (науке о ледниках, их эволюции и разнообразии) абляцией называют уменьшение массы ледника или снежного покрова в результате таяния, испарения или механического разрушения; в геоморфологии (науке о рельефе суши, дна океанов и морей) – совокупность процессов эрозии и плоскостного смыва, формирующих рельеф. В

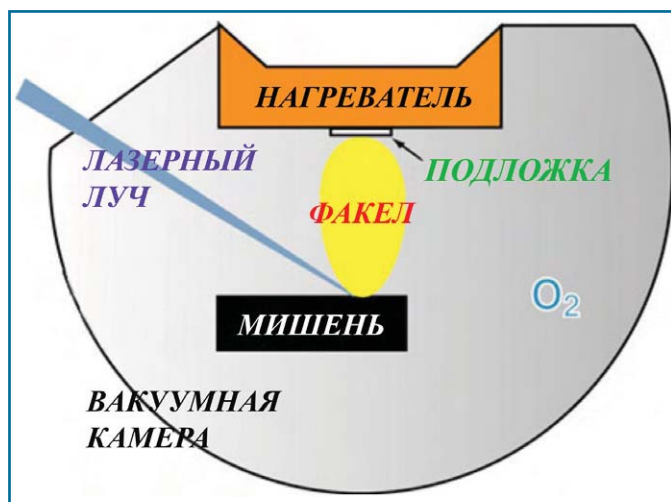


Рис. 1. Схема метода лазерной абляции для нанесения тонких пленок

меньше человеческого волоса пульсирующий лазерный луч удаляет вещество настолько быстро, что расположенные вблизи слои материала даже не успевают нагреться. Эта удивительная особенность используется в таких разных областях, как изготовление печатных плат для полупроводниковой промышленности, береговых решеток – наиболее широко применяемого элемента в оптоволоконных линиях связи, при сверлении сопел струйных принтеров, для изготовления подшипников в часах, обеспечивая им точность и долговечность. В последнее время лазерную абляцию научились использовать для получения отверстий нанометрового диаметра (от 40 нм), несмотря на то, что длина волны лазерного излучения, как правило, не меньше 200 нм. Для этого используют специальные оптические системы, позволяющие фокусировать лазерный луч.

С помощью лазерной абляции можно получить и придать нужную форму таким материалам, которые сложно или просто невозможно изготовить другими способами. Например, *углеродные нанотрубки* образуются при обработке лазерным лучом графита или смеси графита с металлическими катализаторами (Co, Nb, Pt, Ni или Cu). Причем в первом случае получают многослойные, а во втором – однослойные структуры.

Разновидностью этого приложения является использование абляции для получения *тонких пленок* из соединений, которые трудно испарить другими методами (рис. 1). Так изготавливают некоторые высокотемпературные сверхпроводники (например, тонкие пленки $YBa_2Cu_3O_7$), многослойные полупроводниковые структуры (*гетероструктуры*) и сверхрешетки. В физике этот метод называется импульсным лазерным напылением (pulsed laser deposition).

Лазерную абляцию широко используют и для получения *нанокластеров* путем быстрого испарения того или иного вещества, пересыщенные пары которого при быстром охлаждении затем кристаллизуются с образованием конечного продукта.

Приведенные примеры – лишь малая часть из уже работающих технологий, использующих процесс лазерной абляции. Создание новых высокоэффективных технологических процессов еще шире откроет двери в мир многогранных возможностей лазерной техники, и, может быть, кому-то из Вас, наши дорогие читатели, посчастливится сыграть свою роль в ее развитии.

Литература:

1. Krause C. Laser ablation: opening doors to new materials for industry. <http://www.ornl.gov/info/ornlreview/rev27-12/text/lasmmain.html>
2. Петров М. Лазерная обработка материалов в электронике // Компоненты и технологии. 2002. № 8. <http://www.spezial.ru/article/laser.html>.