

РЕЦЕНЗИЯ

на монографию “Технология и техника прецизионного лазерного модифицирования твердотельных структур” / А.П. Достанко, Н.К. Толочко, С.Е. Карпович, Ю.С. Межинский, А.М. Русецкий, В.И. Семашко, А.А. Хмыль, Н.Н. Федосенко. Под общ. ред. А.П. Достанко и Н.К. Толочко. – Минск: Технопринт, 2002. – 375 с.

Одним из приоритетных направлений современного научно-технического прогресса является развитие лазерной техники. С каждым годом расширяется диапазон технологических процессов, осуществляемых с помощью лазеров, совершенствуются традиционные и появляются принципиально новые лазерные технологии. Как следствие, назрела необходимость освещения в литературе последних достижений в области лазерных технологий, прежде всего, процессов обработки материалов, где лазеры получили наибольшее применение, что объясняется способностью лазерного излучения оказывать существенное влияние на формирование и модифицирование твердотельных структур. В связи с этим данная монография, посвященная рассмотрению ряда перспективных направлений лазерной технологии обработки материалов, является весьма актуальной и своевременной.

В монографии дан анализ физических принципов взаимодействия лазерного излучения с веществом, изложены результаты экспериментальных и теоретических исследований процессов лазерной обработки. Освещено современное состояние работ в области создания новых лазерных технологий. Наряду с обзором последних мировых достижений значительное внимание уделено результатам оригинальных исследований и разработок, выполненных авторами.

Монография состоит из семи глав и включает 469 ссылок на литературные источники, представленные в конце каждой главы.

В первой главе рассмотрены технологии формирования покрытий: лазерное напыление и сравнительно новое технологическое направление – лазерная гальванотехника. Значительное внимание уделено физическим и физико-химическим основам таких процессов как взаимодействие лазерного излучения с материалом мишени, разлет лазерной эрозивной плазмы (в случае лазерного напыления), формирование температурных полей, кинетика электрохимического осаждения, спектральные характеристики электролитов (в случае лазерной гальванотехники). Освещены технологические аспекты лазерного нанесения покрытий из тугоплавких окислов, а также металлических покрытий. Предложены принципы построения технологических установок для лазерной гальванотехники.

Вторая глава посвящена применению лазеров в порошковых технологиях, в частности, процессам лазерной поверхностной обработки и лазерной сварки порошковых материалов, особенностью которых является наличие фазовых переходов типа плавление-кристаллизация, приводящих к существенному изменению структуры материалов. Здесь широко представлены результаты экспериментальных исследований в области лазерного модифицирования морфологии и структуры поверхности различных видов порошковых материалов и покрытий. Рассмотрены особенности формирования фрагментарной пористой структуры при лазерной обработке керамических покрытий и лазерного модифицирования поверхностной структуры порошковых металлов в условиях воздействия внешней газовой среды. Продемонстрированы преимущества лазерной сварки порошковых металлов как между собой, так и с компактными материалами.

В третьей главе изложены основы лазерной технологии разделения хрупких неметаллических материалов, в частности, стекол путем формирования поверхностной трещины методом лазерного термораскалывания и ее последующего развития в сквозную трещину методом импульсной магнитодеформационной ломки. Представлена теория процессов лазерного термораскалывания, в том числе такие вопросы, как динамика термических напряжений в хрупком материале и временные параметры процессов трещинообразования в условиях поверхностного поглощения излучения, а также особенности лазерного термораскалывания при объемном поглощении излучения. Рассмотрены закономерности перевода поверхностной трещины в сквозную в хрупкой пластине.

В четвертой главе представлен обзор лазерных технологий быстрого прототипирования, которые являются принципиально новым типом технологий формообразования, позволяющих создавать изделия сложных пространственных форм непосредственно по их компьютерным моделям. Это – селективная лазерная фотополимеризация (стереолитография), пакетирование лазерных выкроек из листовых материалов (ЛОМ-технология), селективное лазерное спекание и селективная лазерная

наплавка. Рассмотрены свойства исходных материалов, особенности процессов и оборудования. Предложены новые технологические подходы, включая фотополимеризацию под действием пространственно модулированных источников излучения, пакетирование лазерных выкроек на основе металлов, селективное лазерное спекание металлических порошков, формирование градиентной структуры в процессе пакетирования лазерных выкроек и селективного лазерного спекания. Особое внимание уделено физическим механизмам селективного лазерного спекания.

Пятая глава посвящена лазерным микротехнологиям. Рассмотрено применение лазеров в производстве компонентов микроэлектроники (разделение полупроводниковых пластин на кристаллы и бездефектное изготовление оригиналов топологии больших и сверхбольших интегральных схем), микрооптики (формирование оптических микроэлементов) и микромеханики (формирование механических микроэлементов), а также вопросы создания трехмерных изображений в материале под действием лазерного луча.

Представленный комплект оборудования для бездефектного изготовления оригиналов топологии БИС и СБИС уникален, не имеет аналогов в странах СНГ и бывшего СЭВ, находится на уровне лучших образцов ведущих мировых производителей. Он включает в себя многоканальный лазерный генератор изображений растрового типа, установку автоматического контроля оригиналов топологии, автоматическую лазерную установку «ремонта» оригиналов топологии.

Для лазерного формирования трехмерных объектов в объемах стекла и других прозрачных диэлектриков предложена лазерная установка, в которой сфокусированный координатной системой луч лазера производит точечное нарушение структуры. Множество таких нарушений (дефектов) определяют оболочку или объем трехмерного объекта.

В шестой главе изложены принципы построения гибких производственных систем для лазерных прецизионных технологий. Представлена новая концепция построения систем перемещений для гибкого автоматизированного оборудования, основанная на многоцелевом использовании двухкоординатных позиционеров на магнитовоздушной опоре с микропроцессорным управлением и жестким программным согласованием их движений в единой системе координат в соответствии с выполняемой технологической операцией.

Для сложных координатных систем с несколькими степенями свободы предложен принцип совмещения движений, то есть конструктивного объединения подвижных частей нескольких координат в одном исполнительном модуле. При этом все механические связи заменяются электромагнитными, которые контролируются средствами электронного управления, осуществляемого с ПЭВМ.

Элементной базой такого многокоординатного электропривода являются:

– электромеханические модули, обеспечивающие вращательное и линейное движения, а также сложное движение в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат, осуществляемые без кинематических преобразований;

– электронные модули (контроллеры), реализующие при микропроцессорном управлении любые требуемые с глубоким редуцированием и масштабированием движения.

Представлен гибкий автоматизированный многоинструментальный комплекс лазерной обработки «TurboPlane», который разработан на основе описанной в главе концепции.

Таким образом, в монографии освещены самые различные типы лазерных технологий обработки материалов. Следует особо отметить, что ряд современных лазерных технологий в обобщенном виде рассмотрены впервые, что придает особую актуальность монографии. В ней представлены результаты как научных исследований, так и технологических разработок. Поэтому монография одинаково интересна и полезна широкому кругу специалистов, занимающихся проблемами лазерной техники и технологии – ученым, инженерам, преподавателям и студентам. Однако из-за сравнительно небольшого тиража издания возможности распространения монографии ограничены. Поэтому было бы целесообразным дополнительное издание ее в странах СНГ, а также дальнего зарубежья с учетом ее большой научно-практической значимости, новизны и оригинальности.

Академик НАН Беларуси,

д.ф.-м. н., профессор,

лауреат Государственных

премий СССР и БССР

А.С. Рубанов