

Лазерная микрообработка: эффективные и надёжные решения для производства

Анна Кудрявцева (Москва)

В статье приведён краткий обзор технологий и оборудования лазерной микрообработки материалов.

ВВЕДЕНИЕ

В течение многих лет лазерные процессы обработки материалов использовались преимущественно в тех областях, где традиционные методы не удовлетворяли требованиям к точности и гибкости. При этом доля микрообработки на лазерном рынке всегда уступала макроприменениям.

Повышение требований к надёжности и качеству высокотехнологичной продукции, многократное увеличение быстродействия и информационной пропускной способности, интеллектуализация и миниатюризация приборов при повышении управляемости и гибкости всех систем привели к лавинообразному росту микротехнологий для производства.

Лазерные методы микрообработки применяются практически во всех наукоемких отраслях производства как для создания новых видов технологического оборудования, так и для массового производства новых видов продукции.

В *электронике* это лазерная обработка новых и традиционных материалов, создание 3D-структур, переход на субмикронные технологические нормы, разработка интеллектуальных систем датчиков и приборов на основе микроэлектромеханических (MEMs) технологий, создание сверхлёгких гибких компонентов, мембран, панелей и т.д. Лазерные технологии активно применяются и в производстве бытовой электроники.

В *средствах связи и телекоммуникаций* – переход на мультиплексированные (WDM и DWDM) волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), создание абсолютно нового класса оптических коммуникационных приборов кроссирования (MEMs и DMS-технологии) и производство средств связи.

В *машиностроении, самолётостроении и автомобильной промышленности* – это новые технологии лазерной

резки, микросварки и лазерной формовки, создание новых технологических процессов для микроструктурирования поверхностей, применение лазеров для сверления технологических микроотверстий в агрегатах, инжекторах, форсунках и фильтрах из особо прочных и керамических материалов, лазерное сверление охлаждающих каналов в турбинных лопатках авиационных двигателей и многое другое.

В *энергетике* – технологии производства солнечных элементов нового поколения.

ВЕДУЩИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ МИКРООБРАБОТКИ

В определённый момент развития лазерных технологий стало ясно, что для решения значительной части новых задач возможностей традиционных лазерных машин оказывается недостаточно, поскольку пределы качественного улучшения основных характеристик оборудования принципиально ограничены физическими параметрами элементной базы, на основе которых оно создано. Поэтому ведущие компании приступили к созданию комплексов с лазерами нового поколения, с качественно новыми характеристиками, и освоению прецизионных кинематических систем (координатных столов и приводов, сканирующих систем, систем слежения) с повышенной точностью позиционирования.

Сегодня среди мировых производителей лазерного оборудования можно выделить четыре основные группы:

- компании – разработчики лазерных источников, которые создают системы на своих собственных лазерах, достраивая их при помощи покупных модулей (например, роботов, манипуляторов, систем управления т.д.). К этой группе следует отнести Coherent, InnoLas, Thales Laser, Lasag и ряд компаний, созданных российскими

специалистами за рубежом, прежде всего, LIMO и IPG Photonics;

- ведущие станкостроительные фирмы, производящие металлообрабатывающее оборудование различного назначения, устанавливают на свои координатные системы покупные лазеры (пример – компания DMG);

- компании-интеграторы, идущие от конечной задачи заказчика и разрабатывающие оборудование для реализации конкретных технологий. В последние годы наметилась тенденция, когда крупные компании-интеграторы оказываются экономически эффективнее, чем производители комплектующих, что ведёт к поглощению последних и созданию концернов. Есть, однако, и другие примеры, когда производители отдельных блоков (как правило, лазеров или кинематических систем) «достраивают» корпорацию, создавая или приобретая компании-интеграторы. Примеры – фирмы LPKF, GSI, Rofin Sinar, Jenoptik и NewPort. В обоих случаях в рамках одного концерна объединяется производство и отдельных блоков и систем, и оборудования в целом;

- развитие осуществляется на основе технологических центров или центров при научных и университетских или производственных центрах, так называемых job-shops. Однако в этом случае оборудование изготавливается в единичных экземплярах. Такие центры существуют как за рубежом, так и в России.

До середины 2000-х годов для целей микрообработки в России производились в основном системы с твердотельными лазерами с ламповой накачкой или с газовыми (CO₂) лазерами. Точности позиционирования координатных систем составляли 20...50 мкм. В 2007–2008 гг. одна из российских компаний-интеграторов, ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ», начала разработку комплексов серии МЛП с новой элементной базой (волоконные лазеры, лазеры с диодной накачкой, кинематические системы прямого привода с линейными двигателями, микроопти-

ка, асферическая оптика и т.д.). Сегодня эти станки серийно выпускаются и активно эксплуатируются на ряде российских предприятий.

Основные модули системы

Основными блоками любой системы для лазерной микрообработки, определяющими её технологические возможности и эксплуатационные характеристики, являются кинематическая система, источник лазерного излучения и система управления.

Кинематическая система

Сегодня для решения задач микрообработки оптимальными являются станки с координатными системами либо на основе гальваносканеров, либо на основе прямого привода на линейных двигателях.

Гальваносканеры достаточно давно используются в лазерном оборудовании, а вот системы на линейных двигателях (ЛД) начали серийно внедряться на предприятиях последние 5 лет. Их применение позволяет решить проблемы, которые сопутствуют использованию «традиционных» приво-

Применение волоконных лазеров и лазеров с ламповой накачкой в микрообработке различных материалов

Технологическая операция	Качество обработки		Производительность	
	Ламповая накачка	Волоконные лазеры	Ламповая накачка	Волоконные лазеры
Прецизионная резка тонких листов стали и латуни	–	+	–	+
Прецизионная резка тонких листов алюминия	–	+	–	+
Прецизионная резка тонких листов меди	+	–	+	–
Прецизионная резка тонких листов серебра	+	–	+	–
Резка и микрофрезеровка керамики	–	+	+	–
Резка и микрофрезеровка сапфира и поликора	–	+	+	–
Резка кремния	–	+	–	+
Микрофрезеровка	–	+	–	+
Сверление микроотверстий	=	+	=	=

Условные обозначения: + преимущество, – недостаток, = паритет

дов (ШВП, шестерня – рейка и т.п.). Линейный двигатель реализует прямой электропривод без преобразования видов движения и позволяет:

- избавиться от преобразователей вращательного движения в поступательное, снижающих точность, быстродействие и долговечность оборудования. В ЛД нет соприкасающихся частей, подверженных из-

носу, соответственно, его высокие точностные характеристики остаются неизменными в процессе эксплуатации. Вследствие сравнительно малой величины усилия, ЛД имеют габариты и массу, не превышающие аналогичные показатели приводов на ШВП;

- за счёт реализации технологии прямого электропривода обеспечить на

порядок более высокий КПД, а значит, повышенную производительность.

В результате применение таких электроприводов позволяет создавать технологическое оборудование с существенно улучшенными эксплуатационными характеристиками, а зачастую, и новыми свойствами. Более того, целый ряд технологических задач не может быть качественно решён с использованием других типов приводов. Серийно выпускаемые приводы на линейных двигателях для лазерного оборудования позволяют добиваться точности и повторяемости позиционирования лучше 1...3 мкм.

Источник лазерного излучения

В зависимости от обрабатываемого материала и его свойств, для микрообработки могут использоваться различные типы лазеров – от «традиционных» CO₂ и Nd:YAG с ламповой накачкой до волоконных, с диодной накачкой, фемтосекундных и т.д.

В таблице представлены сравнительные характеристики волоконных итербиевых лазеров и лазеров Nd:YAG с ламповой накачкой при работе с различными материалами и при решении различных задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для лазерных комплексов микрообработки, как и для других лазерных систем, характерно соединение точного машиностроения с самой современной лазерной и управляющей техникой. В современном лазерном технологическом комплексе используются достижения многих направлений высокотехнологичного производства, и в то же время, развитие лазерных технологий обработки во многом определяет развитие практически всех отраслей промышленности [1]. Поэтому степень развития лазерных технологий обработки в любой стране отражают её технологический статус на мировом рынке, а также позволяют максимально эффективно справляться с трудностями, обусловленными рецессией, и даже совершенствовать собственные возможности и конкурентоспособность в период спада.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mayer A. Vigorous recovery in laser materials processing. Laser Technik J. May 2011. No. 3. PP. 8–9.



Новости мира News of the World

Япония и Европа совместно разработают самые эффективные фотоэлектрические ячейки

Прогрессивные страны всерьёз настроены по максимуму использовать возможности возобновляемой энергетики, – взяв хотя бы недавний анонс Германии о грядущей остановке ядерных электростанций или заявление Японии касательно обязательного оснащения всех строящихся зданий солнечными панелями к 2030 г. Недавно был предпринят ещё один важный шаг – Европа и Япония объявили о начале совместной разработки наиболее эффективных фотоэлектрических ячеек в мире.



Цель – добиться эффективности преобразования солнечной энергии в электричество на уровне 45%. Сейчас это практически недостижимая величина, поскольку КПД типичной солнечной батареи составляет 20...25%, в то время как ни одна разработка с КПД выше 40% не доведена до воплощения в коммерческом продукте.

Согласно новому соглашению, солнечная панель с 45-процентной эффективностью будет разработана в течение следующих четырёх лет. Коммерциализация технологии займёт ещё пять лет, а применение её в практических целях, по заявлению Японской организации по вопросам новых видов энергии и разработки промышленных технологий (Japan's New Energy and Industrial Technology Development Organization), будет возможно не раньше 2025 г.

Бюджет проекта оценен в \$15,5 млн., Япония предоставит \$8,1 млн. от этой суммы. Участники со стороны Страны восходящего солнца – сплошь крупные игроки вроде Toyota, Sharp и Университета Токио. Европейский список участников включает организации из пяти различных стран: Германия, Великобритания, Италия, Испания и Франция.

<http://www.nedo.go.jp/>

Smart Solar International разработала поворотную солнечную панель оригинальной конструкции

После заявления японского правительства об обязательном оснащении всех строящихся зданий солнечными панелями, компании – производители подобного оборудования заметно активизировались. Свою разработку недавно представил токийский стартап Smart Solar International. Отличительной особенностью новинки является поворотный механизм, позволяющий элементам панели двигаться вслед за солнцем.

Схема устройства также отличается от традиционного варианта – в разработке Smart Solar International свет попадает не напрямую на фотоэлементы, а на алюминиевые зеркала, отражающие его в сторону закреплённой над ними центральной трубки. А уже в трубке расположены многослойные фотоэлементы. Такой подход позволяет заметно снизить стоимость солнечной панели, поскольку кремний – это основной и наиболее дорогой элемент традиционной плоской солнечной батареи. Конкретная стоимость одной панели не сообщается, судя по всему, окончательно с этим разработчики пока не определились.



Новая солнечная панель защищена от перегрева механизмом перераспределения тепла, направляющим его излишки в водонагревательный контур. Таким образом, Smart Solar International смогла создать устройство «два в одном», обеспечивающее здание электричеством и горячей водой.

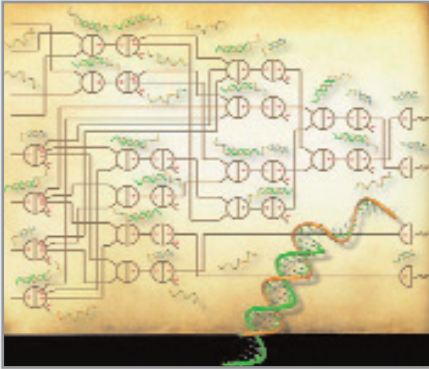
Тестовые образцы в октябре отправят потенциальным клиентам в Азии и на Ближнем Востоке, продажи планируется начать в 2014 г. или раньше. Smart Solar International также будет обеспечивать солнечными панелями регионы Японии, пострадавшие от землетрясения и цунами.

<http://ubergizmo.com/>

Новости мира News of the World Новости мира

Учёные совершили огромный прорыв в сторону компьютеров на ДНК

Группа учёных из Калифорнийского технологического института создала наиболее сложные из когда-либо созданных биохимических цепей. Исследователям удалось сделать компьютер на базе ДНК, способный вычислять квадратные корни.



Предыдущие лабораторные экземпляры, которые создали учёные, были значительно проще, менее надёжны и непредсказуемы при масштабировании. В то же время создание крупных и сложных элементов такого рода вызывает сложности при отладке. Подход учёных Калифорнийского технологического института заключается в создании простых стандартизованных структур, которые легко поддаются масштабированию и имеют высокую надёжность.

«Представьте себе компьютерную индустрию, где разработчики постоянно движутся от более простого к более сложному, тем самым обеспечивая постоянный прогресс. Примерно то же самое делаем и мы, создавая наши вычислительные устройства на основе биохимических структур. То, чего мы добились сейчас, является лишь началом, но в будущем оно станет базой для создания сложных вычислительных устройств, в корне отличающихся от полупроводниковых», – сообщила одна из участниц исследования Лулу Цянь.

При разработке учёные использовали фрагменты молекулы ДНК, чтобы создать цепи логического ветвления. Такие элементы выполняют те же функции, что и транзисторы, находящиеся в кристалле кремниевой микросхемы.

В будущем подобные исследования помогут человечеству создать принципиально новые компьютеры, которые смогут преодолеть существующие проблемы нанoeлектроники, в частности, необходимость постоянного уменьшения технологического процесса, которое имеет определённый предел.

<http://www.tgdaily.com/>

D-Wave и Lockheed Martin объединились для создания квантового компьютера

В середине мая компания D-Wave сообщила о создании чипа из 128 кубитов, работающего по законам квантовой механики. Несмотря на шквал критики и сомнения в работоспособности технологии, нашлась и заинтересованная сторона, готовая объединить усилия с D-Wave. Этой стороной стала корпорация Lockheed Martin, заключившая с D-Wave контракт на разработку и последующую покупку у последней квантовой вычислительной системы.

Президент D-Wave Верн Браунелл (Vern Brownell) заявил: «D-Wave весьма заинтересована в установлении стратегических отношений с Lockheed Martin Corporation. Наши объединённые силы обеспечат достаточно ресурсов для внедрения инноваций, необходимых в решении вычислительных проблем сегодняшнего и завтрашнего дня. Партнёрство позволит значительно увеличить потенциал квантовых вычислений».



В D-Wave уверены, что квантовые компьютеры смогут обеспечить феноменальную производительность во множестве задач, которые сейчас решаются с помощью традиционных технологий. К ним относится анализ финансовых рисков, распознавание объектов на изображениях, биоинформатика, обработка медицинской визуализации, расчёты с использованием концепции «сжатых измерений» и т.д.

<http://www.dwavesys.com/>

Дисплей от Pioneer с парящим в воздухе изображением

Pioneer уже достаточно давно работает над технологией Floating Vision, а теперь компания представила её версию для встроенных систем. Эти объекты, в отличие от большинства современных 3D-дисплеев, не уходят в глубину экрана, а появляются перед ним, как будто висят в воздухе. Возможности такого экрана компания продемонстрировала в Токио на примере автомобильного навигатора.

<http://www.fareastgizmos.com/>

Следуя тенденциям современной моды в мире электроники, Pioneer позаботилась о том, чтобы сделать картинку интерактивной; управление осуществляется при помощи пространственных жестовых команд. В навигаторе дисплей Floating Vision окружён двумя традиционными плоскими экранами, на которые можно лёгким движением руки перебросить парящий в воздухе элемент интерфейса. Если этим элементом является значок стоянки или гостиницы, водитель увидит на карте расположение соответственно всех стоянок и гостиниц в ближайшей округе.

Крупные производители вроде Pioneer не занимаются подобными исследованиями ради научного или спортивного интереса, поэтому компания пообещала наладить массовое производство новых систем в обозримом будущем.

<http://www.crunchgear.com/>

Asahi Glass разработала тончайшее термополированное стекло

Компания Asahi Glass объявила о разработке тончайшего в мире термополированного стекла, произведённого по так называемому флоат-процессу. Этим термином обозначают процесс создания стеклянного слоя, при котором исходный материал в жидком виде выливается на слой расплавленного олова в атмосфере из азота и водорода. Сверхтонкое бесщелочное стекло будет использоваться в качестве подложки для дисплеев TFT-LCD нового поколения.



Изобретатели уверены, что новый материал окажется полезным не только для собственно дисплеев, но также для сенсорных панелей нового поколения, ультратонких систем освещения и прочих высокотехнологичных систем, в том числе и медицинских приборов. Термополированное стекло Asahi Glass может выливаться в любой форме; при малых толщине и весе материал сохраняет все свойства стекла: прозрачность, электроизоляцию, а также сопротивление воздействиям температуры, химических веществ и газов. Компания Asahi Glass пообещала официально представить новую разработку на выставке SID (Society for Information Display) в Лос-Анджелесе.