



РЕШЕНИЯ ДЛЯ НАУКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

# УСТАНОВКИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ МИКРООБРАБОТКИ

Каталог продукции и применений



# Системы микрообработки высокой степени кастомизации

## Микрометрическая точность обработки, современный дизайн

<b>Master 1</b>	Оснащены линейными предметными столиками с субмикронной точностью и разрешением, высокопроизводительными гальваническими сканерами и универсальным программным обеспечением для микрообработки, позволяющими предлагать передовые возможности лазерной микрообработки для неограниченного диапазона материалов.
<b>Master Mini</b>	Рабочие станции с высокопроизводительной лазерной микрообработкой, специально предназначенные для использования в научно-исследовательских лабораториях или при мелкосерийном производстве. Системы на основе гальваносканера с возможностью интеграции DPSS лазеров с синхронизацией мод и модуляцией добротности или волоконных лазеров.
<b>Master Micro</b>	Компактная лазерная система микрообработки для лабораторных исследований. Это настольное устройство может оказаться полезным для биологической, медицинской, солнечной, поверхностной или внутриобъемной маркировки и подобных приложений.
<b>Master Duo</b>	Система включает в себя два лазерных источника (пс, фс), систему синхронного позиционирования (до 5 осей) и передовые сенсорные решения для управления обработкой в реальном времени. Данная станция – это идеальный выбор для лабораторий, выполняющих широкий спектр экспериментов.
<b>Roll to Roll</b>	Системы предназначены для лазерной микрообработки на гибких подложках при намотке их с ролика на ролик. Оснащены новыми решениями машинного зрения, позволяющими фиксировать маркировочные метки прямо во время обработки и корректировать отклонения положения, возникающие из-за вибрации и неровностей материалов

## Области применения

### Резка



стекло, кремний, сапфир, металлическая фольга, полимеры, имплантируемые медицинские устройства (стенды)

### Маркировка



холодная микромаркировка металлов (медицинские устройства, мобильные телефоны, ювелирная продукция, элементы часов), маркировка прозрачных материалов (стекло, сапфир, кварц) с высокой точностью и воспроизводимостью

### Сверление



сквозные и глухие отверстия в керамике, стекле, кварце, сапфире, полимерах, металлах (сверление топливных форсунок)

### Скрайбирование



сапфир, кварц, стекло, карбид кремния

### Структурирование



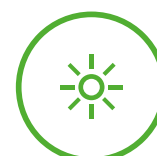
фрезеровочный инструмент, обработка механического инструмента, обработка синтетических алмазов

### Формирование рельефа



интерференционное лазерное нанесение рисунка, структурирование металлических покрытий, селективное удаление покрытий

### Селективная абляция



зачистка проводов, селективная абляция полимеров, скрайбирование на тонких пленках, производство гибкой электроники и печатных плат, обработка солнечных элементов



# MASTER 1

## Описание

Станция лазерной микрообработки MASTER 1 изначально была разработана для скрайбирования сапфировых пластин. Но многие пользовательские опции и оптимизированные параметры микрообработки, такие как энергия импульса, плотность энергии импульса, условия фокусировки и т. д. делают данную систему универсальным инструментом для многих применений лазерной микрообработки.

### Отличительные особенности

- Универсальность в обработке различных материалов
- Конусное сверление
- Комплектующие высшего качества
- Интеллектуальное программное обеспечение
- Регулировка фокусировки луча
- Управления мощностью/энергией лазерного луча

### Области применения

- Скрайбирование
- Маркировка
- Резка
- Сверление
- Селективная абляция
- Структурирование, удаление покрытий

### Обрабатываемые материалы

- Полимеры
- Стекло
- Сапфир
- Металлы
- Керамика
- Синтетические алмазы
- Кремний

### Характеристики

Тип лазера	пс	фс
Средняя выходная мощность	6 – 60 Вт	4 – 40 Вт
Позиционирование	XYZ-сканер + гальваносканер, вращение, наклон, т.д.	
Типовой диапазон перемещений предметного столика	300 × 300 × 150 мм*	
Скорость позиционирования	До 500 мм/с	
Энергопотребление (зависит от типа лазера)	< 5 кВт при 240 В, перем. ток, 50/60 Гц	
Класс лазерной безопасности	Class 1 (MPE)	
Габаритные размеры (Ш × В × Г)	1800 × 1820 × 1420 мм	

\*другие диапазоны доступны по запросу.

### Дополнительные опции

- Автоматизированная система машинного зрения
- Система удаления пыли и газов
- Вакуумный столик для крепления образца
- Внутренняя вакуумная станция
- Автоматизированная подвижка по оси Z
- Дополнительная вращательная ось
- Измеритель мощности
- Красная лазерная указка
- Расширение рабочего поля обработки

Другие опции доступны по запросу

# MASTER Mini

## Описание

Станция лазерной микрообработки MASTER Mini - это высокопроизводительная рабочая станция для лазерной микрообработки, предназначенная для специальных применений в научно-исследовательских лабораториях или для мелкосерийного производства.



## Отличительные особенности

- Высокая степень кастомизации
- Система настольного типа
- Компактное исполнение
- Экономически эффективное решение
- Интеллектуальное программное обеспечение
- Простота управления

## Области применения

- Маркировка
- Резка
- Абляция
- Сверление
- Селективная абляция
- Структурирование, удаление покрытий

## Обрабатываемые материалы

- Стекло
- Сапфир
- Металлы
- Керамика
- Полимеры

## Характеристики

Тип лазера	пс, DPSS	фс, волоконный
Средняя выходная мощность	6 Вт	3 Вт
Позиционирование	Гальваносканер, XYZ-сканер (ручной)	
Типовой диапазон перемещений предметного столика	100 × 100 мм*	
Скорость позиционирования	12 мм/с	
Энергопотребление (зависит от типа лазера)	< 1 – 4 кВт при 240 В, перем. ток, 50/60 Гц	
Класс лазерной безопасности	Class 1 (MPE)	
Габаритные размеры (Ш × В × Г)	520 × 650 × 950 мм	

\*другие диапазоны доступны по запросу.

## Дополнительные опции

- Автоматизированная система машинного зрения
- Система удаления пыли и газов
- Вакуумный столик для крепления образца
- Внутренняя вакуумная станция
- Автоматизированная подвижка по оси Z
- Дополнительная вращательная ось
- Измеритель мощности
- Красная лазерная указка
- Расширение рабочего поля обработки

Другие опции доступны по запросу



# MASTER Micro

## Описание

Станция лазерной микрообработки MASTER Micro – это самая компактная система лазерной микрообработки для лабораторных исследований. Это настольное устройство может оказаться полезным для биологической, медицинской, солнечной, поверхностной или внутриобъемной маркировки и аналогичных применений.

### Отличительные особенности

- Настольное исполнение с компактным лазером
- Автоматизированное или ручное переключение длин волн
- Высокоточный предметный XY столик
- Защитное лазерное ограждение типа Class 4 или Class 1

### Области применения

- Маркировка
- Селективная абляция
- Структурирование

### Обрабатываемые материалы

- Металлы
- Керамика
- Полимеры

### Характеристики

Тип лазера	нс, DPSS	пс, DPSS
Средняя выходная мощность	0.5 – 5 Вт	6 Вт
Позиционирование	XYZ линейный столик	
Типовой диапазон перемещений предметного столика	110 × 110 × 100 мм	
Скорость позиционирования	500 мм/с	
Энергопотребление (зависит от типа лазера)	< 1 – 4 кВт при 240 В, перем. ток, 50/60 Гц	
Класс лазерной безопасности	Class 1 (MPE)	
Габаритные размеры (Ш × В × Г)	650 × 500 × 500 мм	

### Дополнительные опции

- Автоматизированная система машинного зрения
  - Система удаления пыли и газов
  - Вакуумный столик для крепления образца
  - Внутренняя вакуумная станция
  - Измеритель мощности
  - Красная лазерная указка
  - Гранитное основание
  - Защитное лазерное ограждение типа Class 1
- Другие опции доступны по запросу*



# MASTER Duo

## Описание

Станция лазерной микрообработки MASTER Duo является обобщением нашего десятилетнего опыта в области лазерной микрообработки. MASTER Duo включает в себя два лазерных источника (пс, фс), систему синхронного позиционирования (до 5 осей) и передовые сенсорные решения для управления обработкой в реальном времени. Данная станция – это идеальный выбор для лабораторий, выполняющих широкий спектр экспериментов.

### Отличительные особенности

- Универсальность в обработке различных материалов
- Уникальный дизайн
- Интеллектуальное программное обеспечение

### Области применения

- Скрайбирование
- Маркировка
- Резка
- Сверление
- Селективная абляция

### Обрабатываемые материалы

- Полимеры
- Стекло
- Сапфир
- Металлы
- Керамика

### Характеристики

Тип лазера	пс + фс
Средняя выходная мощность	6 – 60 Вт для пс 4 – 40 Вт для фс
Позиционирование	По XYZ / другие опции
Типовой диапазон перемещений предметного столика	XYZ: 600 × 400 × 200 мм + XY: 150 × 150 мм + вращение*
Скорость позиционирования	До 500 мм/с
Энергопотребление (зависит от типа лазера)	< 5 кВт при 240 В, перем. ток, 50/60 Гц
Класс лазерной безопасности	Class 1 (MPE)
Габаритные размеры (Ш × В × Г)	2050 × 2100 × 1100 мм

\*другие диапазоны доступны по запросу.

### Дополнительные опции

- Автоматизированная система машинного зрения
  - Система удаления пыли и газов
  - Вакуумный столик для крепления образца
  - Внутренняя вакуумная станция
  - Красная лазерная указка
- Другие опции доступны по запросу*

# Roll to Roll

## Описание

Системы Roll to Roll предназначены для лазерной микрообработки на гибких подложках при намотке их с ролика на ролик. Roll to Roll оснащена новыми решениями машинного зрения, позволяющими фиксировать маркировочные метки прямо во время обработки и корректировать отклонения положения, возникающие из-за вибрации и неровностей материалов.



## Отличительные особенности

- Модульный дизайн
- Скорость намотки до 30 м/мин
- Высокоточная обработка покрытий
- Регулировка натяжения пленки
- Стабильная непрерывная обработка
- Мониторинг in-situ

## Области применения

- Селективная абляция
- Структурирование
- Сверление

## Обрабатываемые материалы

- Полимеры
- Бумага
- Металлическая фольга

Тип лазера	пс, DPSS
Средняя выходная мощность	6 – 60 Вт
Скорость намотки	До 30 м/мин
Энергопотребление (зависит от типа лазера)	< 1 – 5 кВт при 240 В, перем. ток, 50/60 Гц

\*пользовательские опции доступны по запросу.

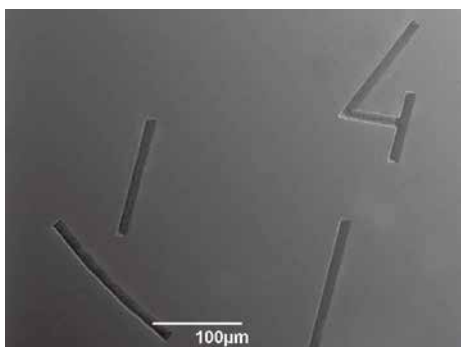
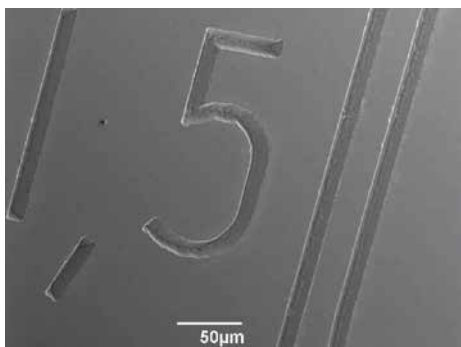
## Модуль многолучевой обработки

Модуль многолучевой обработки, использующий технику интерференционного лазерного нанесения рисунка, может использоваться для повышения скорости изготовления периодических структур по сравнению с обычной прямой лазерной записью. Интерференционное структурирование позволяет распределять энергию излучения по большой площади изготовления и создавать субволновые элементы в этой области в ходе единичной одной экспозиции. Лазерное пятно, содержащее модулированную интенсивность, может быть использовано в качестве инструмента для литографии или для непосредственного нанесения рисунка на материал посредством процесса лазерной абляции.



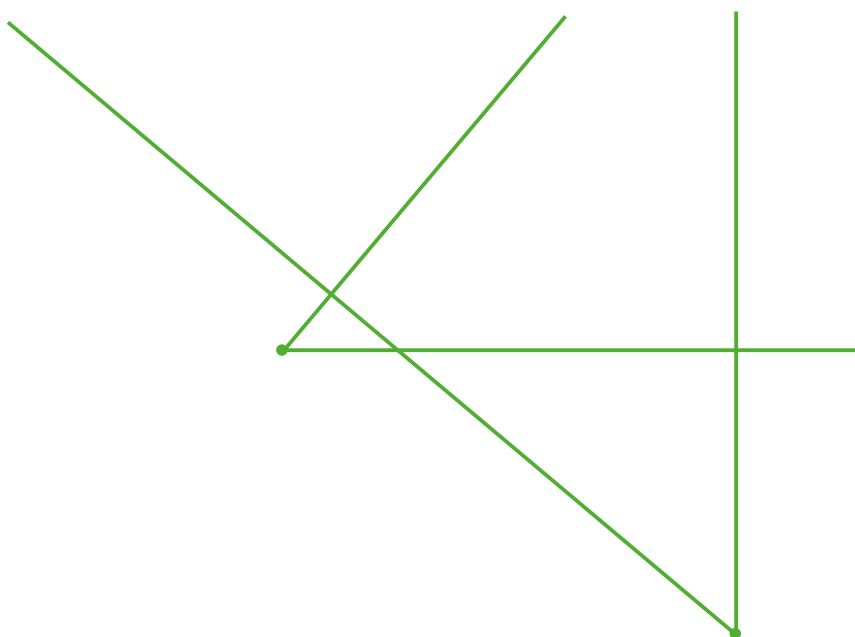
# Потенциальные области применения

## Микромаркировка стекол и металлов



### Микрогравировка стекла

В последние несколько лет гравировка стекла ультрабыстрыми лазерами стала быстро растущей областью применения микрообработки. Технология лазерной гравировки позволяет достичь ширины линии  $<3$  мкм и  $<0.5$  мкм. Гравировка с тонким нарезанием является ключевой в автомобильной и военной промышленности, производстве оптических компонентов и во многих других областях.



### Антикоррозионная маркировка нержавеющей стали

В отличие от обычной стали, нержавеющая сталь обычно не подвержена коррозии и образованию ржавчины и пятен при взаимодействии с водой. Однако лазерная маркировка может привести к коррозии даже нержавеющей стали. В связи с этим было продемонстрировано, что лазерная маркировка с помощью ультракоротких импульсов позволяет избавиться от такого негативного эффекта как коррозия, а в дополнение позволяет повысить антикоррозионную стойкость на несколько порядков (например, при обработке нержавеющей стали 316L). Обработка стали 316L с помощью пикосекундных лазерных импульсов приводит к потемнению или осветлению образцов в зависимости от типа используемой стали. Также потемнение/осветление стали сильно зависит от мощности лазерного излучения и скорости обработки. Такое окрашивание стали с помощью данного метода позволяет наносить логотипы, серийные номера, QR- и штрихкоды на мобильные телефоны, наручные часы, ювелирные изделия и медицинские инструменты.



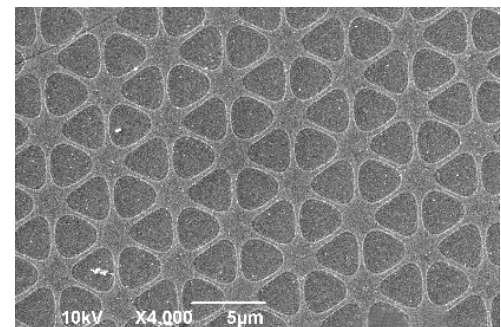
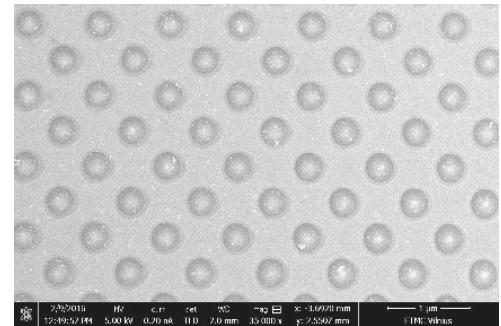
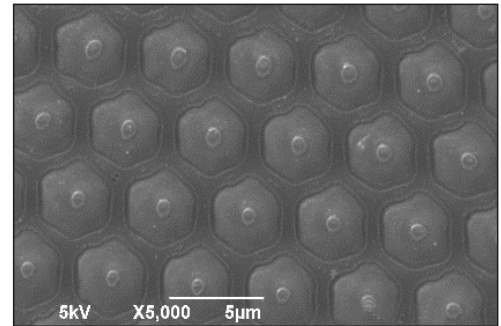
## Структурирование тонких пленок и покрытий

Структурирование тонких пленок на различных подложках – это ежедневное применение для ЖК-дисплеев, дисплеев PDP и OLED, а также для фотоэлектрических систем. Лазеры могут быть использованы при обработке различных тонких пленок и многослойных покрытий на жестких и гибких подложках.

Например, структурирование пленки оксида индия-олова (ITO) на стеклянной подложке является одним из возможных применений. Низкое поглощение лазерного излучения материалом в инфракрасном и видимом спектре препятствует чистому удалению материала. С другой стороны, пленка может быть полностью удалена с низкой плотностью энергии с использованием УФ-излучения, которое хорошо поглощается оксидной пленкой. Высококачественная обработка ITO без кромок и рубцов возможна только с использованием лазера как с короткой длиной волны, так и с короткой длительностью импульса.

Лазерное скрайбирование нанослоев OPV позволяет использовать высокоинтегрированные модули с компактным последовательным соединением ячеек OPV, что является еще одним потенциальным применением. Чтобы максимизировать производительность, технология лазерного скрайбирования может быть интегрирована в производственные линии R2R.

Также интерференционное лазерное нанесение рисунка, содержащее модулированную интенсивность, может использоваться в качестве инструмента для литографии или для непосредственного нанесения рисунка на материал посредством процесса лазерной абляции. Такая методика формирования рисунка может быть использована для повышения скорости изготовления периодических структур по сравнению с обычной прямой лазерной записью. Интерференционное структурирование позволяет распределять энергию излучения по большой площади изготовления и создавать субволновые элементы в этой области в ходе единичной одной экспозиции.

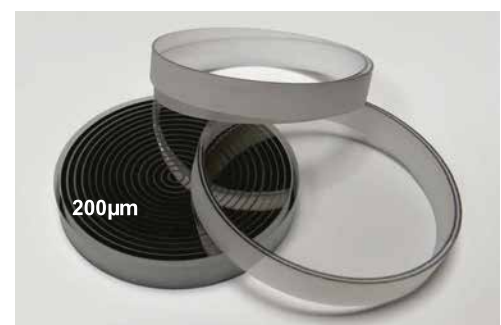


## Резка и скрайбирование кремния, стекла и сапфира

Использование лазерных технологий для производства фотонных компонентов является очень важным достижением. Одним из направлений в данной области является резка диодов, испускающих свет, выращенных на сапфировой подложке, на кристаллы. Однако сапфир, благодаря его высокой твердости и химической устойчивости, тяжело обрабатывать механически. Поэтому лазерная микрообработка – это потенциальный метод для резки сапфира.

Компания ELAS запатентовала технологию резки прозрачных материалов, основанную на использовании лазерного излучения с ультракороткой длительностью импульса на двух длинах волн и их пространственной и временной подстройке. Оптимизация параметров для микрообработки (энергия импульса, плотность энергии импульса, частота следования импульсов, условия фокусировки и т.д.) позволила получить высокое качество скрайбирования и увеличить скорость обработки.

Компания также предлагает решения с нано-, пико- и фемтосекундными лазерами для микрообработки прозрачных материалов. Разработанная технология резки стекла позволяет добиться высокой скорости и качества резки по прямой или изогнутой линии.

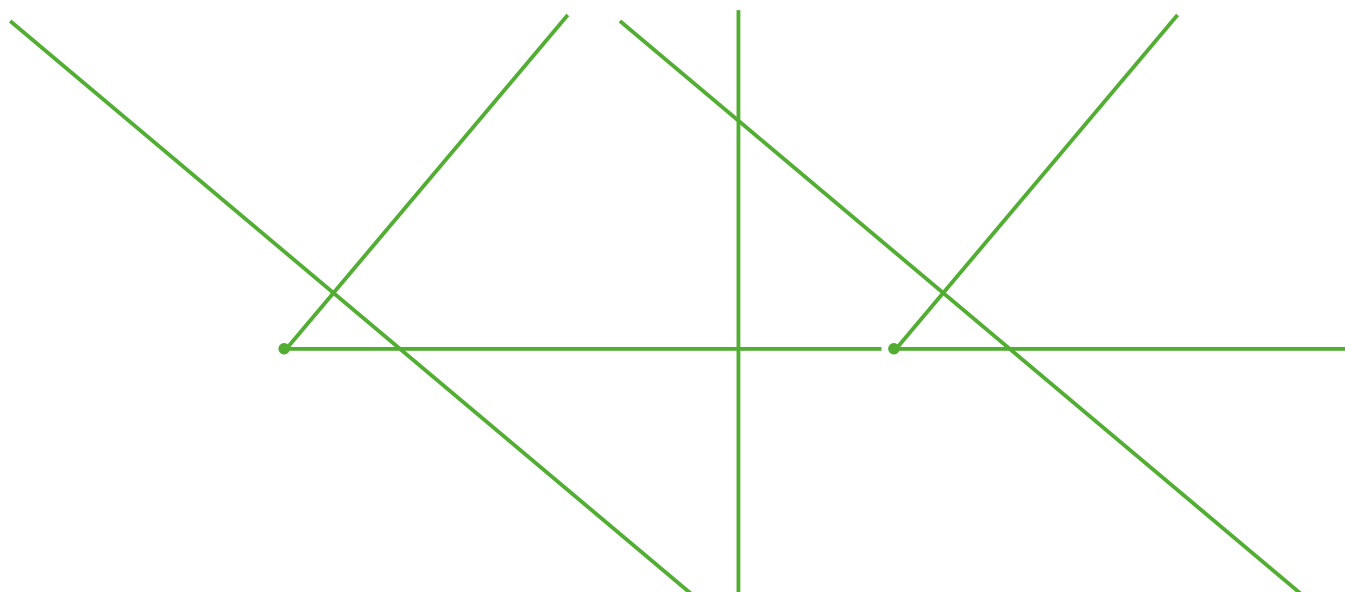
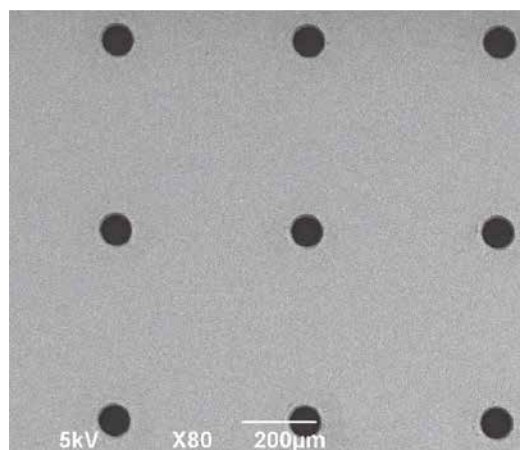
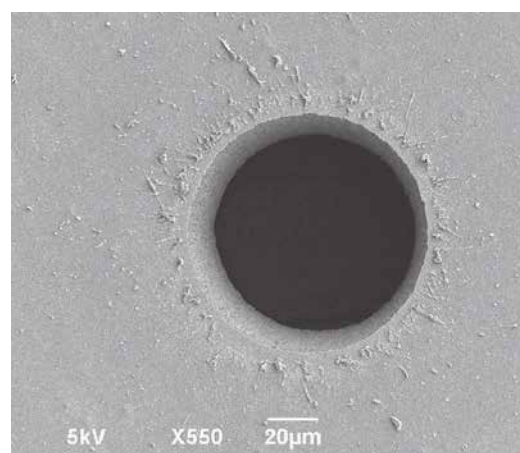
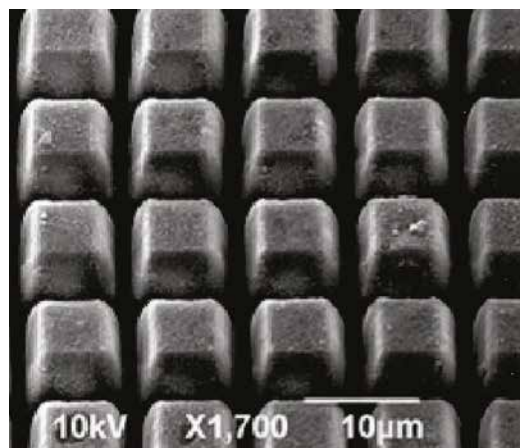


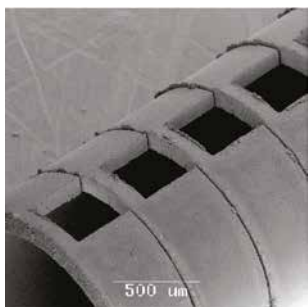
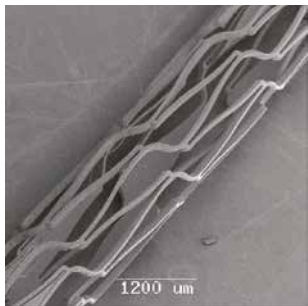
## Селективная абляция, сверление и резка полимеров

Полимеры широко используются в различных областях, начиная от производства необходимых домашних средств и заканчивая производством высокочувствительных медицинских устройств и MEMS. Формовка и вытягивание полимеров являются наиболее распространенными процессами производства различных компонентов и деталей. Микродетали изготавливаются с помощью различных процессов травления. Например, литография требует использования масок и приемлема в случаях массового производства. Для производства полимеров обычно используются эксимерные лазеры. Их использование также затронуто в производстве масок. Из-за специфических особенностей эксимерных лазеров появилась тенденция их замены на твердотельные лазеры, которые предоставляют методу больше гибкости, что особенно важно на стадиях разработки микроустройств.

При микрообработке полимеров длина волны лазерного излучения является важным параметром. Особое внимание должно уделяться минимизации термического воздействия и повреждению устройств, производимых для биомедицинских применений. УФ излучение способно напрямую влиять на химические связи без значительной передачи тепла окружающему материалу. Короткие лазерные импульсы высокой энергии способствуют быстрому испарению материала, предотвращая его нагрев. Современные применения лазерной микрообработки привели к созданию пикосекундных УФ лазеров.

Длительность импульса таких лазеров сравнима со временем релаксации пары электрон-фотон и достаточно коротка для «холодной» абляции. Простота и эффективность метода преобразования УФ излучения предлагает экономически выгодный источник для фотохимической абляции полимеров. Абляция органических материалов, таких как полимеры, значительно отличается от абляции металлов и других неорганических материалов. Выпаривание и плавление являются основными методами удаления материала неорганических веществ. Большинство же полимеров обычно разлагаются на составные части до испарения. Длинные цепочки молекул распадаются на фрагменты до того, как они успевают быть удалены с поверхности материала. Некоторые фрагменты улетучиваются. Скорость абляции сильно зависит от количества нарушенных связей в полимерной цепи. Взрывной объем является силой для выталкивания материала.





Лазерная микрообработка позволяет изготавливать компоненты с микронной точностью. Для медицинских применений, таких как изготовление стентов (особенно при ишемической болезни сердца), катетеров, искусственных хрусталиков, сосудистых зажимов, хирургических скоб, полых игл, эндоскопов, гипотрубок и т.д. требуется высочайшее качество обработки. Лазерная микрообработка обеспечивает очень высокую точность, что способствует непрерывному развитию данной области. Использование ультракоротких лазерных импульсов высокой энергии позволяет обрабатывать материалы без образования заусенцев и зон термического влияния. Возможность управления направлением резки по разным осям делает возможным получать детали различной формы и направлять луч под разными углами. Широкий выбор параметров лазерного излучения позволяет получать отверстия различного диаметра и глубины, а также селективно удалять полимерные покрытия.

## Сверление, резка и глубокая гравировка металлов

### Сверление топливных форсунок

Топливные форсунки играют важную роль в производительности двигателей. Важными параметрами таких форсунок являются диаметр сопла и его форма. Получение высококачественных сопел диаметром не более 145 мкм необходимо для изготовления топливных форсунок с улучшенной эффективностью сгорания топлива и уменьшения вредных выбросов в атмосферу. Использование методов сверления топливных форсунок с помощью электроискровой обработки (EDM) ограничено возможностью получения минимального диаметра сопла, эффективностью метода и долгим временем сверления.

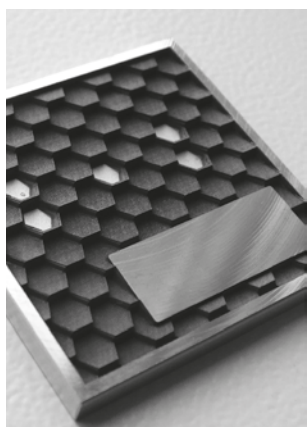
Лазерная микрообработка таких форсунок – это привлекательная альтернатива существующих методов. Так как ультракороткие лазерные импульсы используются для сверления или резки сквозь материал, лазерный луч очень точно концентрируется на рабочей поверхности. Как результат, испарение материала происходит без фазы его плавления, а также нет необходимости выполнять другие корректировки во избежание появления грата или заусенцев. Высокая точность сверления, скорость обработки и возможность создания необходимой формы сопла делают лазерную микрообработку идеальным методом для сверления топливных форсунок.



### Глубокая 3D лазерная гравировка

Технология может применяться для обработки различных материалов. На этапе подготовки рисунок трехмерного объекта делится на отдельные слои. После этого производится послойная абляция материала. Использование сверхбыстрых лазерных импульсов для обработки обеспечивает высокое качество и скорость обработки. По сравнению с наносекундными лазерами время взаимодействия короткого импульса с веществом значительно снижает тепловые эффекты. Лазерная диффузия тепла при таких длительностях импульса ограничена. Следовательно, образование расплава и окисление поверхности значительно уменьшаются. Также образование заусенцев значительно ниже по сравнению с наносекундной лазерной обработкой. В случае меди достигается скорость абляции 6 мм<sup>3</sup>/мин.

Материалы: металлы, полупроводники, керамика, стекло, полимеры.  
Достигается точность абляции 50 мкм.

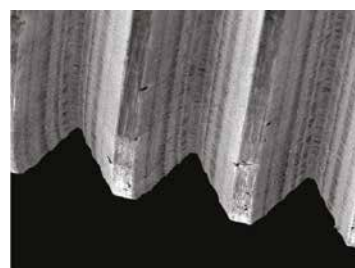
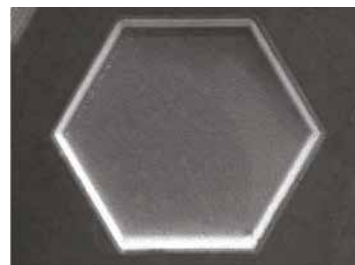


## Обработка синтетических бриллиантов или керамических механических инструментов

В последнее время лазерная обработка композитных материалов, а также современные технологии, основанные на использовании ультракоротких лазерных импульсов, привлекают к себе все больше внимания. Обработка сверхтвердых материалов, таких как поликристаллические алмазы, природные алмазы, победит и CERMET (металлокерамика) с помощью пикосекундных импульсов открывает новые возможности в промышленном производстве. Ключевыми параметрами, критическими для промышленности, всегда были время и качество обработки.

В связи с этим была разработана пятиосевая система ЧПУ со сканером для переноса высокочастотного лазерного излучения с высокой скоростью. С ее помощью были обработаны режущие пластины и инструменты, изготовленные из победита и металлокерамики. Для получения необходимой геометрической формы при обработке были использованы различные алгоритмы сканирования, включающие послойную обработку. Это позволило оптимизировать время и качество обработки материалов.

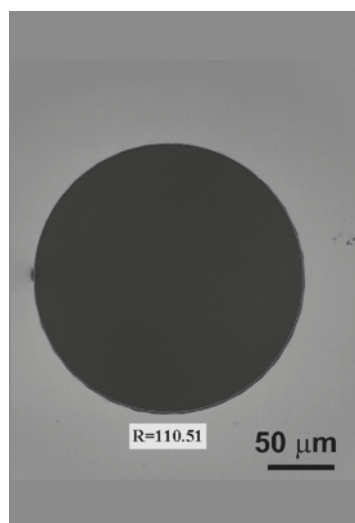
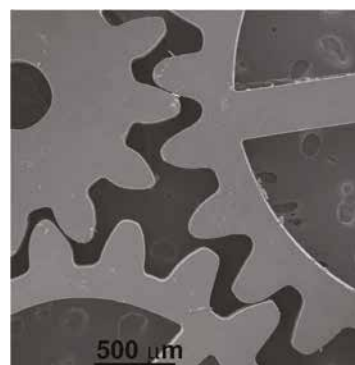
Изменяя энергию лазерного излучения, перекрытие лазерных импульсов и число слоев, различные материалы можно обрабатывать с различной скоростью: от 0.3 мкм на слой до 18 мкм на слой. В таких случаях глубина обработки может контролироваться с очень высокой точностью. Качество обработанной поверхности сильно зависит от энергии лазерного излучения и параметров обработки. Было продемонстрировано, что, изменяя параметры реза, можно обрабатывать как шероховатые, так и гладкие поверхности.



## Химическое травление плавного кварца, индуцированное фс лазерным излучением

За последние десятилетия фемтосекундные лазеры стали уникальным инструментом для изготовления трехмерных структур из различных оптических материалов. Фемтосекундные лазеры могут пространственно-избирательно индуцировать локальные изменения любых прозрачных материалов из-за сильного нелинейного поглощения. Эти внутренние изменения в плавном кварце вызывают структурные и химические изменения, которые могут быть выборочно удалены путем погружения образцов в водные растворы травящего раствора, такого как плавиковая кислота (HF) или гидроксид калия (KOH), что приводит к непосредственному изготовлению настоящих трехмерных микроустройств внутри прозрачных материалов.

Обработка прозрачных материалов, таких как плавный кварц или сапфир, с использованием традиционных технологий изготовления или прямой лазерной абляции имеет ограничение из-за размера структуры и толщины материала. Сужается конусность, а поверхностное скалывание из-за накопленных напряжений ограничивает качество конечного образца. Технология, объединяющая фемтосекундные лазеры с химическим травлением (селективное лазерное травление (SLE)), позволяет избежать всех упомянутых недостатков при изготовлении структур высокого разрешения в прозрачных материалах. Селективность травления от 100:1 до 10000:1 может быть достигнута в зависимости от свойств прозрачного материала и используемого травящего раствора. Это включает в себя формирование безконусных отверстий с высоким соотношением сторон (>50:1), двумерных структур произвольной формы в соответствии с импортированным чертежом САПР и встроенных трехмерных микросистем, включающих оптические, механические и жидкостные свойства транспортировки в одном устройстве.



ELAS, Ltd.  
Savanoriu ave. 235 Vilnius, Lithuania,  
www.e-lasers.com  
+370 655 14467  
info@e-lasers.com



Официальный дистрибьютор в РФ  
ООО "Промэнегролаб" 105318,  
Россия, г. Москва, ул. Ткацкая, 1  
Тел.: +7 (495) 22-11-208,  
8 (800) 23-41-208  
e-mail: info@czl.ru www.czl.ru