HEIDELBERG INSTRUMENTS И НОВОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ NANO

HEIDELBERG INSTRUMENTS AND NEW NANO DEPARTMENT

А.Н.Алёшин, к.ф.-м.н., доцент, (ORCID: 0000-0001-7342-4638) / nanoindustry@technosphere.ru
A.N.Alyoshin, Cand of Sc. (Physics and Mathematics), Docent

DOI: 10.22184/1993-8578.2020.13.2.94.98

В феврале 2018 года Heidelberg Instruments приобрела 70% акций швейцарской высокотехнологичной компании SwissLitho AG. Отныне SwissLitho будет называться Heidelberg Instruments Nano, а в связи с передачей сайта компании Heidelberg Instruments изменила логотип компании, фирменный дизайн и сайт. Обладая более чем трехдесятилетним опытом в области прямой лазерной записи, Heidelberg Instruments является признанной в мире компанией, занимающейся лазерной литографией с прямой записью, успешно внедрившей множество сложных технологических решений в свои инструменты. Однако расширение возможностей за пределы нынешнего наименьшего размера элементов 300 нм – это больше, чем просто инженерная задача.

In February 2018, Heidelberg Instruments acquired a 70% stake in Swiss high-tech company SwissLitho AG. Nowadays, SwissLitho will be called Heidelberg Instruments Nano, and in connection with the transfer of the company's website, Heidelberg Instruments has changed the company logo, corporate design and website. With over 3 years of experience in direct laser recording, Heidelberg Instruments is a world-recognized direct recording laser lithography company that has successfully integrated many sophisticated technological solutions into its instruments. However, expanding beyond the current smallest element size of 300 nm is more than just an engineering task.

С присоединением к линейке продуктов лазерной литографии семейства установок NanoFrazor, Heidelberg Instruments может предложить своим клиентам и решения в области нанотехнологий. Узким местом, связанным с нанопроизводством, является низкая пропускная способность. Одним из возможных решений этой проблемы является так называемый подход *mix & match*: комбинация нанопаттеринга для создания элементов наномасштаба и фотолитографии для структур большего масштаба. Для этой цели можно объединить различные методы, что обычно и делается на отдельных этапах производства. Сразу же после слияния инженеры обеих компаний начали сотрудничество, и теперь Heidelberg Instruments предлагает уникальный дополнительный модуль DLS для NanoFrazor Explore. DLS означает прямую лазерную сублимацию: лазерная пишущая головка установлена на кантилевере NanoFrazor. Это гибридное решение включает в себя комбинацию лучших

Феликс Хольцнер, генеральный директор SwissLitho / Heidelberg Instruments Nano, и Мартин Вийнаендтс ван Ресандт, бывший генеральный директор Heidelberg Instruments, в настоящее время – генеральный директор RSBG Advanced Manufacturing Technologies GmbH (владеющая Heidelberg Instruments)

Felix Holzner, CEO of SwissLitho/Heidelberg Instruments Nano, and Martin Wijnaendts van Resandt, former CEO of Heidelberg Instruments, currently the CEO RSBG Advanced Manufacturing Technologies GmbH (which now owns Heidelberg Instruments)

технологий обеих компаний с точки зрения разрешения, гибкости и производительности. Модуль DLS для NanoFrazor Explore теперь является частью конфигурации по умолчанию.

Еще одно направление деятельности компаний – производство установок для крупносерийного производства. Существует несколько инструментов Heidelberg Instruments, разработанных специально для промышленного изготовления фотошаблонов или безмасковой литографии в крупносерийном производстве. Эти инструменты идеально подходят для серийного и среднесерийного производства, производства 3D-структур или производства полупроводниковых приборов. NanoFrazor, согласно стандартам микроэлектроники, обладает низкой производительностью (сравнимой с электронно-лучевой литографией в режиме сверхвысокого разрешения). Тем не менее ее оказалось достаточно для производства мастер-штампов для наноимпринт-литографии.

Для увеличения производительности при сохранении уникальных возможностей системы для создания рисунков и изображений высокого разрешения Heidelberg Instruments Nano работает над прототипом надстройки MultiTip для NanoFrazor Explore и над системой NanoFrazor Professional для литографии на пластинах большего диаметра. Разработка находится на этапе бета-тестирования.

Штеффен, спасибо, что нашли время поговорить о серии оборудования MLA, также поздравляю с запуском MLA300 и вашей новой ролью в компании! Как вы начинали в Heidelberg Instruments?

Большое спасибо. Я начал работать в Heidelberg Instruments в 2000 году инженером-программистом. В то время нас было всего около 30 человек, и бизнес только начинал развиваться. За эти годы у меня была возможность изучить работу нашей компании досконально. Я работал в отделе исследований и разработок (R&D), руководил несколькими проектами, делал бенчмаркинг и проводил демонстрации для клиентов, а затем переключился на технический менеджмент и менеджмент по продукту. В 2012 году, после года пребывания в Японии, меня пригласили в Технический совет – группу экспертов, управляющих всеми техническими аспектами нашей компании. Именно тогда мы решили разработать первый Maskless Aligner продукт MLA150 (безмасковое совмещение). Несколько лет спустя, в 2017 году, я присоединился к исполнительной команде Heidelberg Instruments вместе с Мартином Вийнаендтсом и Конрадом Росслером. А после недавней реструктуризации Heidelberg Instruments меня назначили начальником управления.

Итак, почему Maskless Aligner?

Мы натолкнулись на эту идею во время посещения клиента в многопользовательском чистом помещении, в котором размещалась одна из наших систем DWL 66 (мощный литографический инструмент прямой записи). Установка DWL использовалась для производства шаблонов для нескольких установок совмещения и экспонирования в этой же чистой комнате, некоторые из которых были уже довольно старые. Тогда мы осознали, что замена стандартных установок совмещения и экспонирования на безмасковую систему для исследований и разработок – хорошая, перспективная идея.

Еще до того, как мы представили Maskless Aligner, прямая запись уже была известной технологией в области исследований и разработок. Установки μ PG 101 (наш настольный инструмент для прямой записи) и DWL 66 были запущены во

Штеффен Диез, исполнительный директор Heidelberg Instruments, наблюдал за серией Maskless Aligner от первоначальной концепции до успешного коммерческого выпуска трех установок в серии: MLA150, оптимизированная для исследований и разработок, настольная версия (μ MLA) и недавно выпущенная промышленная машина MLA300

Steffen Diez, a recently appointed COO of Heidelberg Instruments, has seen the Maskless Aligner series from the initial idea conception to successful commercial release of 3 tools in the series: MLA150 optimized for R&D, table-top version (μ MLA) and the recently launched industrial machine MLA300

многих учреждениях, но большую часть времени они использовались для изготовления фотошаблонов вместо того, чтобы писать прямо на пластинах. И действительно, в то время наши системы были оптимизированы для изготовления фотошаблона, а не для прямого нанесения структуры на различные подложки и фоторезисты. Еще более важно то, что время экспонирования было больше по сравнению со временем работы установки совмещения и экспонирования. Это был один из самых больших вызовов, который нам пришлось преодолеть вместе с MLA.

Расскажите о развитии системы. С какими проблемами вы столкнулись?

Для разработки технологии MLA мы использовали абсолютно новые оптические модуляторы на основе МЭМС, а также твердотельные источники света для создания новых высокоскоростных оптических систем. Эта комбинация сформировала ядро MLA и значительно ускорила процесс

экспонирования. Помимо времени экспонирования, мы хотели уменьшить продолжительность выполнения всего процесса. Другой важной задачей, которую мы хотели решить, было улучшение пользовательского интерфейса и максимально возможное сокращение времени обучения пользователей: на объектах, где много операторов оборудования, это очень важно. Принимая во внимание все эти требования, мы поставили три основные цели:

- время экспонирования – менее 10 мин для 4-дюймовой пластины;
- полное время работы, включая загрузку подложки и совмещения – менее 30 мин для 4-дюймовой пластины;
- время обучения пользователя системы – менее 1 ч.

Своим успехом MLA обязан четкому видению того, чего мы хотели бы достичь, и выдающейся, мотивированной команде разработчиков. Основываясь на общей концепции, команда реализовала много идей, в результате чего был создан MLA150.

Что особенного в установках MLA?

Они были и остаются первыми и единственными установками, которые стали реальной альтернативой для установок совмещения и экспонирования в среде научно-исследовательских лабораторий. Установки MLA предлагают такие опции, как очень высокая скорость экспонирования; совмещение по верхней и обратной стороне; компенсация неровности поверхности; высокое разрешение и высокая точность; возможность экспонирования на любых размерах подложки, от нескольких миллиметров до 8-дюймовых пластин.

Когда вы представили первую систему? Сотрудничали ли вы с потенциальными пользователями для разработки и тестирования инструмента?

MLA150 был официально представлен большой маркетинговой кампанией в мае 2015 года. После того как нами был разработан первый рабочий прототип, мы решили работать вместе с несколькими wybranymi пользователями, чтобы оценить и усовершенствовать инструмент. Помимо стабильности и исправления ошибок, основное внимание было уделено оптимизации удобства использования системы.

Первая бета-площадка была создана в CMi (Центр МикроНаноТехнологий в EPFL в Лозанне). Это наш постоянный клиент с выдающейся репутацией. Филипп Флюкигер, глава CMi, без колебаний начал сотрудничать после того, как ему была представлена

концепция MLA. Команда CMi помогла нам оптимизировать пользовательский интерфейс и устранила большинство критических ошибок. Вторая бета-площадка была в группе Андреаса Флейшмана и Себастьяна Кемпфа из Института физики Кирхгофа в Гейдельберге. Они являются мировыми лидерами в исследованиях SQUIDS, сверхпроводящих квантовых интерференционных устройств, которые используются в качестве низкотемпературных датчиков магнитного поля. Здесь мы сосредоточились на переносе многослойных процессов от старого оборудования совмещения и экспонирования на наше MLA. Эти применения предъявляют очень жесткие требования к точности наложения, и нам пришлось еще больше повысить производительность нашей системы, чтобы соответствовать требуемой спецификации. Это было очень успешное тестирование на бета-площадке – мы даже смогли увеличить выход годных для этих конкретных датчиков в три раза. Многопользовательский центр Гарвардского университета (Harvard/Center of Nanoscale Systems) служил финальной бета-площадкой. Jiangdong Deng, руководитель лаборатории CNS, тоже уже работал с нами ранее. Я действительно ценю плодотворное сотрудничество между сотрудниками бета-площадок и нашей командой разработчиков. Почти все требования от пользователей были эффективно выполнены. И в конце, все партнеры приобрели установки MLA после окончания периода бета-тестирования: явный признак того, что MLA стал зрелым продуктом.

Был ли проект MLA150 коммерчески успешным? Вначале было не так легко убедить клиентов, что MLA является реальной альтернативой установкам совмещения и экспонирования. Давние пользователи традиционной литографии колебались – по понятным причинам. Много раз мы слышали, что классические установки экспонируют гораздо быстрее. Мы настаивали на том, что общее время цикла является более важным параметром, и это время намного меньше с MLA по сравнению с ними, особенно учитывая время изготовления шаблона (необходимый для установок совмещения и экспонирования). Но установка говорит сама за себя, и вскоре MLA150 приобрела очень хорошую репутацию, и новость об этом распространилась. Научно-исследовательское сообщество в США очень быстро приняло MLA150, и в конечном итоге мы все больше и больше видели интерес и в Европе. Со временем, следуя запросам наших клиентов, было реализовано несколько дополнительных функций.

MLA также привлекает все больше внимания со стороны промышленных компаний. Большинство

из них предъявляет особые требования, которые не могут быть выполнены с помощью технологий на основе фотошаблонов, некоторые просто производят небольшие объемы, другие выигрывают от низких эксплуатационных расходов безмасковой технологии.

Этот интерес мотивировал развитие промышленного MLA?

Мы планировали разработать промышленную версию Maskless Aligner, когда начали работать над концепцией MLA. Из-за ограниченных ресурсов исследований и разработок мы расставили приоритеты в пользу MLA150. Это оказалось хорошим выбором, потому что мы смогли полностью разработать основу технологии и узнать от наших промышленных пользователей MLA150, что на самом деле нужно было усовершенствовать, чтобы выполнить их требования. MLA150 оптимизирован для исследований и разработок: программное обеспечение предназначено для обработки небольших партий и для простого отслеживания состояния проекта, а не для массового производства. Время экспонирования отлично подходит для исследовательских целей, но недостаточно для коммерческого производства. Также не было никакой автоматизации.

MLA300 – это совершенно новая машина, где мы смогли удовлетворить все потребности наших промышленных заказчиков, которые значительно расширились:

- значительно увеличенная производительность по сравнению с MLA150;
- MLA300 может быть полностью автоматизирован, включая транспортировку и загрузку образца, а также взаимодействие с системами управления производством (MES);
- это полностью интегрированная и модульная машина с минимальной, но гибкой конструкцией. Ее концепция упрощает обслуживание и обеспечивает быстрый запуск – по принципу Plug and Play;
- интуитивный программный интерфейс был разработан на основе отзывов клиентов из соответствующей отрасли.

Наша научно-исследовательская команда действительно расширила границы литографии. Мы очень гордимся MLA300, это самый продвинутый инструмент, который мы когда-либо создавали. Он уникален во многих отношениях и является единственным готовым решением для промышленного применения, доступным в настоящее время на рынке.

Каковы были основные проблемы при разработке?
Мы провели ряд вычислений и поняли, что достичь необходимой скорости работы только с одной оптической системой невозможно. Мы приступили к одному из самых требовательных проектов в области R&D – разработке полностью интегрированного оптического модуля. Наши оптические разработчики и инженеры-конструкторы создали оптико-механический шедевр. Система MLA300 может включать в себя до четырех таких оптических модулей. Можно интегрировать модули, работающие на разных длинах волн или с разными разрешениями. Это позволяет настроить MLA300 в соответствии с конкретными требованиями заказчиков к разрешению, скорости записи и обработки подложки.

Для каких применений эта установка может использоваться?

На данный момент мы сфокусированы на применениях, где наша безмасковая технология имеет значительное преимущество, например, искривленные подложки. Такие деформации обычно появляются там, где используется несколько

разных материалов с разными коэффициентами термического расширения. Такое искривление может иметь размеры до 300 мкм. Наша система способна компенсировать искривление за счет системы автофокуса в реальном времени. Другая ниша применений требует гибкой адаптации рисунка, что является условием, выполняемым системой MLA300. В конечном итоге, мы стремимся разместить наши системы в таких высокопроизводительных применениях, как изготовление МЭМС, производство светодиодов, корпусирование на пластине.

Один из наших заказчиков уже начал использовать систему MLA300 в опытном производстве. Мы сейчас интегрируем эту систему в их производственную линию, делая ее стандартной машиной экспонирования.

После официального выхода MLA300 в ноябре 2019 года, мы уже получили на нее множество заказов. Такое быстрое получение заказов подтверждает, что гибкость и высокое качество экспонирования на сложных подложках являются неудовлетворенными потребностями для промышленного производства. ■

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»

Цена 760 руб.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп.

Кондрашин А. А., Лямин А. Н., Слепцов В. В.

С развитием высоких технологий становится реальным выпуск трехмерных электронных устройств (ТЭУ). Решением данной задачи являются еще только разрабатываемые гибридные технологии, названные в данной работе квази-4D-технологиями формирования ТЭУ. В то же время создана классификация 4D-объектов (способных менять свою форму или структуру после их создания в зависимости от внешних условий, например при изменении температуры, при механическом воздействии и т.д.) ТЭУ и технологий для их формирования.

Данное учебное пособие является первой книгой по технологиям изготовления, сканирования и визуализации трехмерных электронных устройств. Во второй книге будут рассмотрены технологии сканирования трехмерных электронных устройств различных диапазонов, в том числе нанометрового диапазона. Отдельный раздел второй книги будет посвящен возможностям изготовления трехмерных электронных устройств нанометрового диапазона с применением методов сканирующей микроскопии. Третья книга будет посвящена технологиям визуализации (средствам отображения информации) для контроля параметров ТЭУ, создания новых ТЭУ и технологий реинжиниринга ТЭУ.

Учебное пособие может быть рекомендовано бакалаврам и магистрам высших учебных заведений.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2019. – 210 с.,
ISBN 978-5-94836-504-6

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru

16-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ –
ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

MetrolExpo'2020

Москва, 2-4 июня
ВДНХ, павильон 75

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

МЕТРОЛОГИЯ
METROLOGY

ИЗМЕРЕНИЯ
MEASUREMENTS

ИСПЫТАНИЯ И АНАЛИТИКА
TESTING & ANALYTICS

ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ
DIAGNOSTICS & CONTROL

АВТОМАТИЗАЦИЯ
PROMAUTOMATICS

Устроитель:

Выставочная компания
ВЭСТРОЙ ЭКСПО

+7 (495) 937-40-23
metrol@expoprom.ru

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

www.metrol.expoprom.ru