

УДК 347.771

АНАЛИЗ ПАТЕНТНОЙ АКТИВНОСТИ В СФЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТОГРАФИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ*

А.Ю. Шлапунов¹, С.Г. Филатова^{1,2}, Т.В. Гонжара¹

¹*Федеральный институт промышленной собственности*

²*Новосибирский государственный технический университет*

Развитие современной микро- и нанoeлектроники напрямую связано с совершенствованием литографических технологий, которые определяют возможности миниатюризации, производительность и себестоимость производства интегральных схем. Литографическое оборудование формирует технологическое ядро микроэлектронной промышленности и одновременно является одним из наиболее капиталоемких ее сегментов. В условиях глобальной зависимости от ограниченного числа производителей особое значение приобретает исследование патентной активности в данной сфере. Цель работы заключается в обосновании целесообразности использования литографического оборудования при формировании отечественной электронно-компонентной базы. Методологической основой исследования выступает патентный анализ, проведенный по ключевым рубрикам Международного патентного классификатора с использованием современных баз данных (PatSearch, Espacenet, Orbit Questel). В анализ включены патенты за двадцатилетний период (2004–2024 гг.), охватывающий как российские, так и зарубежные патенты. Результаты исследования демонстрируют высокую концентрацию патентной активности в ограниченном числе стран и корпораций. Лидерами являются Китай (29 011 патентов) и США (24 017), при этом в Китае доминирует национальная стратегия импортозамещения, а в США – деятельность корпораций, интегрированных в глобальные цепочки сотрудничества. Выводы исследования подтверждают, что литография остается основным методом производства электронно-компонентной базы, а глобальный рынок оборудования формируется сочетанием национальных стратегий и узкоспециализированных технологических лидеров. Для России выявленные тенденции указывают на необходимость укрепления собственных компетенций и развитие исследовательской и производственной базы в области литографии как основы технологической независимости.

Ключевые слова: литографическое оборудование, электронно-компонентная база, патентная аналитика.

DOI: 10.17212/1727-2769-2025-3-62-75

* Публикация подготовлена в рамках НИР «Методология исследования и оценки потенциала развития технологий в электронной промышленности Новосибирской области с использованием патентного скрининга и анализа патентной активности: перспективы применения в других регионах РФ», шифр 3-ЭП-2024.

Введение

Современное производство электронно-компонентной базы (ЭКБ) напрямую связано с развитием технологий микро- и нанoeлектроники, где ключевую роль играет литография как основной метод формирования топологии интегральных схем. Характеристики литографического оборудования определяют предельные возможности миниатюризации элементов, производительность и себестоимость выпуска микросхем, а также технологическую независимость страны. За последние десятилетия литография претерпела значительную эволюцию – от оптической с длиной волны 365 нм до экстремального ультрафиолета (EUV, 13,5 нм), позволяющего создавать структуры размером порядка нескольких нанометров. Наряду с этим развиваются альтернативные методы, включая электронно-лучевую, рентгеновскую и наноимпринтную литографию, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения. Мировой рынок литографического оборудования контролируется ограниченным числом компаний, среди них ASML, Nikon, Canon, Carl Zeiss SMT, Samsung и др., что формирует серьезные барьеры для новых игроков. Например, цена литографа с иммерсией на длине волны 193 нм может достигать 50 млн евро, литографа на длине волны 13,5 нм – от 300 млн евро, а комплект масок может стоить до 10 млн долларов и более [1].

Патентный анализ показывает явное доминирование иностранных производителей, однако в последние годы наметилась тенденция роста активности российских разработчиков, что связано с политикой импортозамещения и необходимостью создания собственной ЭКБ. Таким образом, исследование целесообразности использования именно литографического оборудования при производстве отечественной электронно-компонентной базы требует комплексного подхода. Оно должно включать обзор мировых и российских патентных ландшафтов, сравнительный анализ технологий литографии и оценку перспектив их применения в условиях современной микроэлектроники.

1. Обзор технологий производства ЭКБ

Производство электронно-компонентной базы (ЭКБ) представляет собой комплексный процесс, включающий в себя широкий спектр методов микро- и нанообработки материалов. Традиционно ключевым этапом формирования интегральных схем и полупроводниковых устройств является литография, обеспечивающая высокое разрешение и массовое тиражирование топологических структур.

С целью анализа патентной активности разработчиков в области литографии была сформирована выборка патентов, относящихся к техническим решениям в данной области. Для этого средствами современных патентных баз данных, таких как PatSearch, Espacenet, Orbit Questel, проведен поиск в следующих рубриках Международного патентного классификатора: G03F – фотомеханическое изготовление рельефных (текстурированных) поверхностей или поверхностей с рисун-

ком, например для печати, для изготовления полупроводниковых приборов; материалы для этих целей; оригиналы для этих целей; устройства, специально приспособленные для этих целей; H01L 21/00 – способы и устройства, специально предназначенные для изготовления или обработки полупроводниковых приборов или приборов на твердом теле или их частей; H01S 3/00 – лазеры, т. е. устройства для генерирования, усиления, модуляции, демодуляции или преобразования частоты, использующие стимулированное излучение электромагнитных волн с длиной волны большей, чем длина волны в ультрафиолетовом диапазоне; H05G 2/00 – аппараты или процессы, специально приспособленные для генерирования рентгеновского излучения, без использования рентгеновских трубок, например с формированием плазмы; H01J 37/00 – разрядные приборы с устройствами для ввода объектов или материалов, подлежащих воздействию разряда, например с целью их исследования или обработки.

Ключевые признаки для проведения патентного поиска: литография, литографическое оборудование, фотолитография (i-line, KrF, ArF), фототаблон, электронно-лучевая литография (ЭЭЛ), рентгеновская литография, нанолитография, наноимпринтная литография, маск-лесс оптическая литография, степпер, сканер литографический, иммерсионный, фоторезист, фотомаска, интегральная схема, микросхема, DUV, EUV.

Глубина поиска составила 20 лет, с даты публикации патентов, область поиска – Россия и зарубежные страны. Объектами исследования являлись патенты на изобретения и полезные модели. Анализ проводился с использованием патентных семейств, что адекватно отражает количество технических решений, так как семейство объединяет все патентные публикации, относящиеся к одному изобретению.

Анализ мировой патентной активности позволяет выявить страны, играющие ключевую роль в развитии литографических технологий и оборудования для производства электронной компонентной базы. На рис. 1 представлены десять ведущих стран по числу патентов в области литографического оборудования за период 2004–2024 гг. Эти данные отражают распределение научно-технического потенциала и инвестиционной активности в отрасли микроэлектроники.

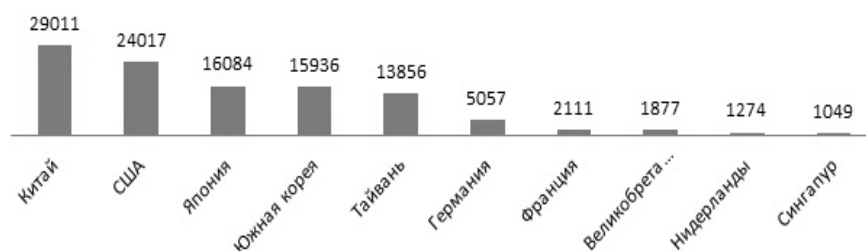


Рис. 1 – Ведущие страны по количеству патентов в области литографического оборудования

Fig. 1 – Top patent-holding countries in lithographic equipment

Как видно из рис. 1, лидирующую позицию занимает Китай, что указывает на стремление страны к технологическому лидерству. На втором месте находятся США – традиционный лидер в разработке передовых технологий микроэлектроники. Япония, Южная Корея и Тайвань демонстрируют высокий уровень развития в полупроводниковой промышленности, поддерживаемый как национальными корпорациями, так и государственной политикой. Европейские страны (Германия, Франция, Великобритания, Нидерланды) и Сингапур занимают более скромные позиции, однако их вклад значителен за счет присутствия ведущих мировых производителей оборудования (например, ASML в Нидерландах).

Сопоставление данных о ведущих странах (рис. 1) и лидирующих патентообладателях (табл. 1) показывает тесную взаимосвязь между национальной патентной активностью и лидерством у отдельных компаний.

Таблица 1 / Table 1

Мировые лидеры по количеству патентов в области литографии**World leaders in the number of patents in the field of lithography**

Лидирующие правообладатели за 2004–2024 гг.	
Правообладатель	Количество патентов
ASML	3848
CARL ZEISS SMT	2531
Taiwan semiconductor manufacturing	2280
Samsung electronics	2238
FUJIFILM	1721
CANON	1700
NIKON	1578
Hynix semiconductor	1533
SHIN ETSU CHEMICAL	1409
TOPPAN PRINTING	1177

Китай (29 011 патентов) занимает первое место по патентной активности, что связано с национальной стратегией технологического импортозамещения и ускоренного развития микроэлектроники, хотя среди мировых корпораций-лидеров пока отсутствуют китайские компании.

США (24 017 патентов) занимает второе место по количеству патентов, что связано с деятельностью компаний, связанных международным сотрудничеством в области микроэлектроники, в том числе с ASML и азиатскими производителями.

Япония обладает достаточно большим количеством патентов (1684 патентов), также в Японии расположены крупные компании – Canon, Nikon, Fujifilm, Shin-Etsu Chemical и Toppan Printing, которые специализируются на материалах, оптике и фотошаблонах для литографии.

Нидерланды занимают относительно скромное место по числу патентов (1274 патентов), однако именно здесь расположена ASML – компания, которая является крупнейшим производителем литографического оборудования для микроэлектронной промышленности, мировой монополист в области EUV-литографии, что делает страну стратегически значимой на глобальном уровне. ASML имеет патенты не только в Нидерландах, но также и в других странах, например США, Китае, в том числе и в России.

Германия (5057 патентов) опирается на Carl Zeiss SMT, которая производит важные оптические элементы, без которых невозможна работа литографических сканеров ASML.

Тайвань (13 856 патентов) и Южная Корея (15 936 патентов) представлены крупнейшими производителями микросхем – TSMC, Samsung и Hynix, которые обеспечивают внедрение новых литографических технологий в серийное производство полупроводниковых устройств.

Таким образом, патентная активность в области литографии определяется не только масштабами национальных научных и производственных ресурсов, но и наличием локализованных технологических лидеров. Если для Китая и США характерна массовая патентная активность на уровне страны, то для Нидерландов и Германии ключевую роль играют отдельные компании мирового значения. Это подтверждает, что мировой рынок литографического оборудования является сочетанием национальных стратегий и узкой специализации лидеров, обеспечивающих технологическую основу современной микроэлектроники.

На рис. 2 представлены традиционные виды литографии. В фотолитографии экспонирование производится светом – видимым или ультрафиолетовым. Для формирования рисунка в электронно-лучевой литографии (EPL) используется поток электронов с энергией 10...100 кэВ. Длина волны излучения электронов $\lambda = 0,05$ нм. Электронно-лучевая литография использовалась с 1957 года для создания первых интегральных схем. Но в настоящее время ее используют в основном для изготовления всех фотошаблонов и для изготовления малых пилотных партий и исследований [2].



Рис. 2 – Классификация литографии

Fig. 2 – Classification of lithography

Для рентгенолитографии используется коротковолновое, но слабо-энергетичное излучение. Разрешающая способность метода составляет 10 нм [2].

Наноимпринтная литография (НИЛ) имеет три разновидности. При термоконтактной литографии резист из термопластичного полимера наносится на плоскую поверхность подложки и нагревается выше его температуры стеклования. Затем сверху под давлением опускается жесткий штамп с микро- или наноразмерным рельефным рисунком. Образец охлаждается ниже температуры стеклования полимера, после чего давление снимается. Подвергшаяся такому воздействию полимерная пленка запечатлевает полную реплику печати. При мягкой НИЛ изготавливается форма из эластичного материала по шаблону. Далее происходит самосборка монослоя «чернил» на форме из раствора в этаноле. Затем форма придавливается к подложке с напыленным тонким слоем золота. Рисунок переносится на подложку травлением. Особенность фотонаноимпринтной литографии заключается в том, что жидкий резист после опускания жесткого штампа полимеризуется под действием УФ излучения [2].

Маск-лесс оптическая литография базируется на отсутствии необходимости создания фотошаблона, что часто является решающим преимуществом при производстве электронных изделий [3].

Основные преимущества и недостатки различных видов литографии приведены в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Сравнение различных видов литографии
Comparison of different types of lithography

Метод литографии	Длина волны	Преимущества	Недостатки
DUV литография	193...365 нм	Массовое производство, надежная технология	Дорогое оборудование, ограничение по разрешению
EUV литография	13,5 нм	Высокое разрешение, масштабируемость	Очень дорогое оборудование, сложности с источником EUV
Электронно-лучевая литография (EBL)	<10 нм	Очень высокая точность, без масок	Очень медленная, не подходит для массового производства
Рентгеновская литография (XRL)	0,1...10 нм (обычно 0,4...1 нм)	Минимальная дифракция, высокая точность	Сложность источников и масок, дороговизна
Наноимпринтная литография (NIL)	Механическое тиснение, УФ-отверждение	Дешевое оборудование, высокая точность	Высокий риск дефектов
Маск-лесс литография (DMD/DLP)	УФ 365...405 нм	Без фотошаблонов, быстрое прототипирование	Трудно контролировать дефекты

В условиях растущих требований к функциональности, энергоэффективности и снижению себестоимости изделий большое значение приобретают и другие технологические подходы, дополняющие или частично заменяющие литографию (рис. 3). К таким методам относятся травление (сухое и мокрое) [4], осаждение тонких пленок (CVD, ALD, PVD) [5], аддитивные технологии печати проводящих материалов [6], прямые лазерные и ионно-лучевые методы, а также процессы самосборки на основе наноструктурированных полимеров. Каждый из этих подходов имеет собственные преимущества и ограничения, определяющие его применимость на различных стадиях производства от массового выпуска микросхем до прототипирования и изготовления специализированных устройств.



Рис. 3 – Альтернативные методы, применяемые для производства ЭКБ

Fig. 3 – Alternative methods used for the production of electronic components

Диаграмма рис. 4 наглядно демонстрирует, что наибольшая доля патентов приходится на DUV-литографию (31,6 %) и EUV-литографию (20,5 %). Это подтверждает ключевое значение литографических методов для микроэлектронной промышленности: DUV остается основным инструментом массового производства интегральных схем, он сохраняет высокую патентную активность за счет оптимизации производственных процессов, снижения себестоимости и повышения надежности, в то время как EUV-литография формирует основу для производства микроэлектроники нового поколения, обеспечивающей производство интегральных схем с критическими размерами ниже 7 нм.

Среди методов литографии выделяются электронно-лучевая литография (7,9 %), которая сохраняет значение для научных исследований и изготовления фотошаблонов, а также наноимпринтная литография (2 %), рассматриваемая как перспективная низкочатратная альтернатива для отдельных отраслей (оптоэлектроника, память). Аддитивные технологии (1,2 %), прямые методы микрообработки (1,1 %) и направленная самосборка (0,3 %) занимают минимальные доли, что указывает на их ограниченное распространение на данный момент и преимущественное использование в специализированных задачах.

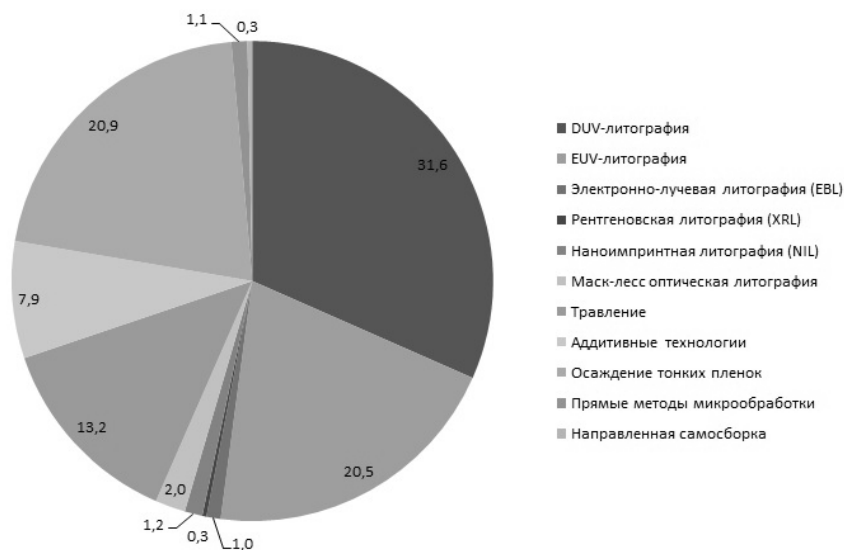


Рис. 4 – Процентное соотношение количества патентных семейств по методам производства ЭКБ (%)

Fig. 4 – Percentage of patent families by methods of producing electronic components (%)

Заметную долю занимают методы травления (20,9 %) и осаждения тонких пленок (13,2%) – процессы, обеспечивающие формирование необходимых структур и создание слоев различных материалов для функционирования устройств. Высокая патентная активность в этих направлениях связана с постоянными разработками новых материалов и способов миниатюризации.

Таким образом, анализ патентной активности подтверждает, что традиционная литография (DUV и EUV) остается основным методом производства ЭКБ, в то время как альтернативные подходы формируют перспективные, но узкоспециализированные сегменты рынка.

2. Развитие литографии в России

В отличие от мировых лидеров российская литографическая отрасль долгое время находилась в зависимости от импорта оборудования и технологий. Эта зависимость ограничивала развитие отечественного производства и приводила к снижению патентной активности российских организаций по сравнению с иностранными компаниями, работающими на внутреннем рынке. Однако в последние годы предпринимаются целенаправленные усилия по созданию национальной технологической базы литографического оборудования.

Анализ патентной статистики зарубежных и российских организаций позволяет более детально оценить текущее состояние отрасли и перспективы ее развития.

На рис. 5 представлена динамика патентной активности в области литографии в России за период 2004–2024 гг. Диаграмма отражает

соотношение патентов, зарегистрированных отечественными и иностранными правообладателями. Такой анализ позволяет оценить степень развития литографических технологий и выявить уровень зависимости отечественного рынка от зарубежных разработок.

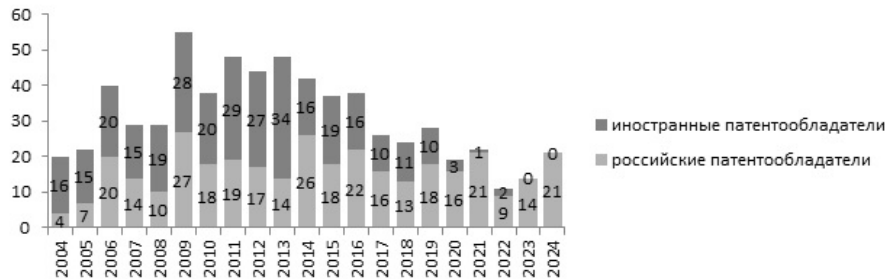


Рис. 5 – Количество патентов иностранных и отечественных патентообладателей

Fig. 5 – Number of patents of foreign and domestic patent holders

Из графика видно, что на протяжении всего исследуемого периода ведущая роль принадлежала иностранным патентообладателям, что свидетельствует о доминировании зарубежных компаний на российском рынке литографического оборудования. Российские организации демонстрируют сравнительно низкую активность, при этом их патентные заявки распределены неравномерно, с кратковременными всплесками. Такая ситуация объясняется как технологическим отставанием и ограниченным объемом инвестиций в отечественные разработки, так и высокой зависимостью производства от импортных решений. В результате можно сделать вывод о том, что развитие российской литографии во многом определяется внешними технологическими факторами.

Сейчас создание отечественных средств производства электроники – одно из приоритетных направлений развития отрасли, ему уделяется большое внимание со стороны Минпромторга России, разрабатываются соответствующие дорожные карты, вышло постановление Правительства РФ о субсидировании разработок в данной области [7].

Так, в Зеленограде при участии белорусской компании Planar был создан первый отечественный литограф с разрешением 350 нм для выпуска чипов. В дальнейшем предполагается достижение уровня 130 нм к 2026 году и переход к нормам 90 нм [8]. Ведутся и другие разработки, посвященные литографическому оборудованию: в Институте физики микроструктур РАН разрабатывается экспериментальная установка для EUV-литографии [9]. Дополнительно ведутся разработки по созданию EUV-системы с длиной волны 11,2 нм, что может позволить России занять нишу в перспективных технологических направлениях.

Развитие литографии в России находится на этапе формирования собственной базы: создан первый отечественный литограф с топологией 350 нм, ведутся работы по переходу к 130–90 нм. Одновременно

развиваются перспективные направления, включая EUV- и рентгенолитографию. Несмотря на сохраняющееся отставание от мировых лидеров, эти шаги формируют фундамент для технологического суверенитета и дальнейшего развития отечественной микроэлектроники.

Заключение

Исследование показало, что литография остается ключевым методом производства электронной компонентной базы, а мировое технологическое лидерство сосредоточено в ограниченном числе стран и компаний. Патентный анализ подтвердил значительную активность Китая, США, Японии, Южной Кореи и Тайваня, а также доминирование таких корпораций, как ASML, Carl Zeiss SMT, TSMC и Samsung.

Для России выявленные тенденции подчеркивают необходимость формирования собственной технологической базы в области литографии. Создание отечественных установок на уровне 350–130 нм и развитие исследований в перспективных направлениях могут стать основой для снижения зависимости от импорта и укрепления технологической независимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чхало Н.И.** Новая концепция развития высокопроизводительной рентгеновской литографии // Микроэлектроника. – 2024. – Т. 53, № 5. – С. 375–388. – DOI: 10.31857/S0544126924050038. – EDN CUNBZJ.
2. Другие виды литографии: конспект лекций. – URL: <https://e-learning.mstu.ru/ru4/mod/resource/view.php?id=362> (дата обращения: 15.09.2025).
3. **Дегтярев И., Бабкин В.** Безмасочная фотолитография – потребность современного производства // Вектор высоких технологий. – 2019. – № 2 (42). – С. 56–58.
4. **Romano L.** Etching: The art of semiconductor micromachining // Micromachines. – 2025. – Vol. 16 (2). – P. 213. – DOI: 10.3390/mi16020213. – EDN RJXTQN.
5. Thin film deposition techniques: A comprehensive review / F.T.Z. Toma, Md. Sh. Rahman, K. Md. A. Hussain, S. Ahmed // Journal of Modern Nanotechnology. – 2024. – Vol. 4. – P. 6. – DOI: 10.53964/jmn.2024006. – EDN TUXOXZ.
6. Integration of additive manufacturing and inkjet printed electronics: a potential route to parts with embedded multifunctionality / J. Stringer, T.M. Althagathi, C.C.W. Tse, et al. // Manufacturing Review. – 2016. – Vol. 3. – Art. 12. – DOI: 10.1051/mfreview/2016011.
7. **Ковалев А.А.** Наш вектор развития – выпуск востребованной конкурентоспособной продукции // Наноиндустрия. – 2021. – Т. 14, № 7–8 (110). – С. 400–405. – DOI: 10.22184/1993-8578.2021.14.7-8.400.404. – EDN QUTURD.
8. Первый российский фотолитограф создан в Зеленограде – он годится для выпуска чипов 350 нм. – URL: <https://www.zelenograd.ru/news/55678/> (дата обращения: 15.09.2025).
9. В России написана «дорожная карта» создания суверенного литографа дешевле и проще, чем у ASML. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/2024-12-13_v_rossii_razrabotali_dorozhnyu (дата обращения: 15.09.2025).

10. **Зеленский А.А., Грибков А.А.** Определение основных подходов к созданию гибкого мелкосерийного микроэлектронного производства в России // Общество: политика, экономика, право. – 2023. – № 10 (123). – С. 31–37. – DOI: 10.24158/per.2023.10.4.
11. **Chopra J.** Analysis of lithography based approaches in development of semi-conductors // International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT). – 2015. – Vol. 6 (6). – P. 61–66. – DOI: 10.5121/IJCSIT.2014.6604.
12. **Закшевский Р.В.** Автоматизированные системы управления технологическими процессами EUV и DUV фотолитографии в микроэлектронной промышленности // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: сборник докладов, Белгород, 20–21 мая 2024 г. – Белгород, 2024. – Ч. 12. – С. 39–43. – EDN ZBBDKG.
13. **Habershon A.** ASML's Taiwan expansion signals chip sector's next big leap // Asia Financial. – 2022, December 21. – URL: <https://www.asiafinancial.com/asmls-taiwan-expansion-signals-chip-sectors-next-big-leap> (accessed: 16.09.2025).
14. **Лабуз Н.П.** Обзор методов электронной литографии, EPL литография // Modern Science. – 2020. – № 5-3. – С. 572–576. – EDN PWEWZW.
15. **Евсеев В., Наливкин И.** Импортзамещение ЭКБ и развитие радиоэлектроники. Обсуждение проблемы // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2014. – № 8 (140). – С. 156–162. – EDN TFEWXB.
16. **Гольцова М.** Литография с использованием жесткого УФ-излучения. Быть или не быть? // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2013. – № 3 (125). – С. 54–62. – EDN QATFPJ.

ANALYSIS OF PATENT ACTIVITY IN THE FIELD OF LITHOGRAPHIC EQUIPMENT MANUFACTURING

Shlapunov A.Yu.¹, Filatova S.G.^{1,2}, Gonzhara T.V.¹

¹ *Federal Institute of Industrial Property, Moscow, Russia*

² *Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia*

Lithography remains a cornerstone of modern micro- and nanoelectronics, defining the limits of miniaturization, production efficiency, and the overall competitiveness of semiconductor technologies. As semiconductor manufacturing becomes increasingly dependent on a small number of global suppliers, understanding patent activity in lithographic equipment is of strategic importance. This study provides a comprehensive patent landscape analysis of lithographic technologies and equipment over the past two decades (2004–2024). The analysis was conducted using international patent databases (PatSearch, Espacenet, Orbit Questel) and covered core IPC classes related to optical, electron-beam, X-ray, nanoimprint, and maskless lithography. Both Russian and international patents were examined to assess global trends and national contributions. The results highlight a strong concentration of patents in leading countries such as China, the United States, Japan, South Korea, and Taiwan, with corporate leaders including ASML, Carl Zeiss SMT, TSMC, Samsung, Canon, and Nikon shaping the global market. The study shows that while China demonstrates rapid growth driven by national strategies of technological independence, European countries like the Netherlands and Germany maintain a strategic role due to the presence of unique corporate champions such as ASML and Carl Zeiss SMT. For Russia, the findings emphasize the importance of developing

indigenous capabilities in lithographic equipment. Current initiatives aimed at 350–130 nm nodes, along with research in advanced fields such as EUV, X-ray, and nanoimprint lithography, provide a foundation for reducing dependence on imports and building long-term technological sovereignty.

Keywords: lithographic equipment, electronic component base, patent analytics.

DOI: 10.17212/1727-2769-2025-3-62-75

REFERENCES

1. Chkhalo N.I. Novaya kontseptsiya razvitiya vysokoproizvoditel'noi rentgenovskoi litografii [New concept for the development of high-performance X-ray lithography]. *Mikroelektronika = Russian Microelectronics*, 2024, vol. 53, no. 5, pp. 375–388. DOI: 10.31857/S0544126924050038. (In Russian).
2. *Drugie vidy litografii* [Other types of lithography]. Available at: <https://e-learning.bmstu.ru/ru4/mod/resource/view.php?id=362> (accessed 15.09.2025).
3. Degtyarev I., Babkin V. Bezmasochnaya fotolitografiya – potrebnost' sovremennogo proizvodstva [Maskless photolithography – a need of modern production]. *Vektor vysokikh tekhnologii*, 2019, no. 2 (42), pp. 56–58. (In Russian).
4. Romano L. Etching: The art of semiconductor micromachining. *Micromachines*, 2025, vol. 16 (2), p. 213. DOI: 10.3390/mi16020213.
5. Toma F.T.Z., Rahman Md. S., Hussain K. Md. A., Ahmed S. Thin film deposition techniques: A comprehensive review. *Journal of Modern Nanotechnology*, 2024, vol. 4, p. 6. DOI: 10.53964/jmn.2024006.
6. Stringer J., Althagathi T.M., Tse C.C.W., Ta V.D., Shephard J.D., Esenturk E., Connaughton C., Wasley T.J., Li J., Kay R.W., Smith P.J. Integration of additive manufacturing and inkjet printed electronics: a potential route to parts with embedded multifunctionality. *Manufacturing Review*, 2016, vol. 3, art. 12. DOI: 10.1051/mfreview/2016011.
7. Kovalev A.A. Nash vektor razvitiya – vypusk vostrebovannoi konkurentosposobnoi produktsii [Our vector of development is releasing of demanded and competitive products]. *Nanoindustriya = Nanoindustry*, 2021, vol. 14, no. 7–8 (110), pp. 400–405. DOI: 10.22184/1993-8578.2021.14.7-8.400.404.
8. *Pervyi rossiiskii fotolitograf sozdan v Zelenograde – on goditsya dlya vypuska chipov 350 nm* [The first Russian photolithograph was created in Zelenograd – it is suitable for producing 350 nm chips]. Available at: <https://www.zelenograd.ru/news/55678/> (accessed 15.09.2025).
9. *V Rossii napisana «dorozhnaya karta» sozdaniya suverennogo litografa deshevle i proshche, chem u ASML* [Russia has written a “road map” for creating a sovereign lithograph cheaper and simpler than ASML]. Available at: https://www.cnews.ru/news/top/2024-12-13_v_rossii_razrabotali_dorozhnuyu (accessed 15.09.2025).
10. Zelensky A.A., Gribkov A.A. Opredelenie osnovnykh podkhodov k sozdaniyu gibkogo melkoseriynogo mikroelektronnogo proizvodstva v Rossii [Determination of approaches to the creation of flexible small-batch microelectronic production in Russia]. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo = Society: Politics, Economics, Law*, 2023, no. 10 (123), pp. 31–37. DOI: 10.24158/pep.2023.10.4.
11. Chopra J. Analysis of lithography based approaches in development of semiconductors. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 2015, vol. 6 (6), pp. 61–66. DOI: 10.5121/IJCSIT.2014.6604.
12. Zakshevskii R.V. [Automated control systems for technological processes of EUV and DUV photolithography in the microelectronic industry]. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Vysokaya Tekhnologiya»*, 2024, vol. 28, no. 1, pp. 1–10. DOI: 10.26907/2542-025X.2024.28.1.1-10.

- narodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh BGTU im. V.G. Shukhova* [International scientific and technical conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shukhov]. Collection of reports, Belgorod, 2024, pt. 12, pp. 39–43. (In Russian).
13. Habershon A. ASML's Taiwan expansion signals chip sector's next big leap. *Asia Financial*, 2022, December 21. Available at: <https://www.asiafinancial.com/asmls-taiwan-expansion-signals-chip-sectors-next-big-leap> (accessed 16.09.2025).
 14. Labuz N.P. Obzor metodov elektronnoi litografii, EPL litografiya [Review of electron-phase lithography methods, EPL lithography]. *Modern Science*, 2020, no. 5-3, pp. 572–576. (In Russian).
 15. Evseev V., Nalivkin I. Importozameshchenie EKB i razvitie radioelektroniki. Obsuzhdenie problemy [Electronic components base import substitution and electronics development. Problems consideration]. *Elektronika: Nauka, tekhnologiya, biznes = Electronics: Science, Technology, Business*, 2014, no. 8 (140), pp. 156–162.
 16. Goltsova M. Litografiya s ispol'zovaniem zhestkogo UF-izlucheniya. Byt' ili ne byt'? [Extreme ultra violet lithography. To be or not to be?]. *Elektronika: Nauka, tekhnologiya, biznes = Electronics: Science, Technology, Business*, 2013, no. 3 (125), pp. 54–62.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Шлапунов Александр Юрьевич – начальник Сибирского центра ФИПС, ФГБУ, Федеральный институт промышленной собственности. Область научных интересов: патентная экспертиза. Опубликовано 8 научных работ. (Адрес: 630015, Россия, Новосибирск, ул. Планетная, 30, корп. 2а. E-mail: shlapunov@rupto.ru).

Shlapunov Alexander Yuryevich – head of the Siberian Center of the Federal Institute of Industrial Property. His research interests are currently focused on patent examination. He is the author of 8 scientific paper. (Address: 30, Planetnaya Street, bldg 2a, Novosibirsk, 630015, Russia. E-mail: shlapunov@rupto.ru).



Филатова Светлана Геннадьевна – канд. техн. наук, доцент, государственный эксперт по интеллектуальной собственности второй категории отдела полезных моделей Сибирского центра ФИПС. Область научных интересов: цифровая статистическая обработка сигналов, патентная аналитика. Опубликовано более 35 научных работ. (Адрес: 630015, Россия, Новосибирск, ул. Планетная, 30, корп. 2а. E-mail: s.filatova@corp.nstu.ru).

Filatova Svetlana Gennadjevna – Candidate of Sciences (Eng.), assoc. prof., state expert on intellectual property of the 2nd category at the department of utility models of the Siberian Center of the Federal Institute of Industrial Property. Her research interest is currently focused on digital statistical signal processing and patent analytics. She is the author of more than 35 scientific papers. (Address: 30, Planetnaya Street, bldg 2a, Novosibirsk, 630015, Russia. E-mail: s.filatova@corp.nstu.ru).



Гонжара Татьяна Викторовна – государственный эксперт по интеллектуальной собственности первой категории отдела полезных моделей Сибирского центра ФИПС. Область научных интересов: патентная экспертиза, силовая электроника. (Адрес: 630015, Россия, Новосибирск, ул. Планетная, 30, корп. 2а. Email: novosib18@rupto.ru).

Gonzhara Tatyana Viktorovna – state expert on intellectual property of the 1st category at the department of utility models of the Siberian Center of the Federal Institute of Industrial Property. Her research interest is currently focused on patent examination and power electronics. (Address: 30, Planetnaya Street, bldg 2a, Novosibirsk, 630015, Russia. E-mail: novosib18@rupto.ru).

*Статья поступила 10 сентября 2025 г.
Received September 10, 2025*

To Reference:

Shlapunov A.Yu., Filatova S.G., Gonzhara T.V. Analiz patentnoi aktivnosti v sfere proizvodstva litograficheskogo oborudovaniya [Analysis of patent activity in the field of lithographic equipment manufacturing]. *Doklady Akademii nauk vysshei shkoly Rossiiskoi Federatsii = Proceedings of the Russian Higher School Academy of Sciences*, 2025, no. 3 (68), pp. 62–75. DOI: 10.17212/1727-2769-2025-3-62-75.