

NESSY

Оборудование Бюлер Leybold Optics для EUV-технологии

ОПТИЧЕСКАЯ ЛИТОГРАФИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОЧИПОВ УЖЕ БОЛЕЕ СОРОКА ЛЕТ. РАНЕЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ИСПОЛЬЗОВАЛОСЬ ИЗЛУЧЕНИЕ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 193 НМ. ЗАТЕМ, С РАЗВИТИЕМ ИСТОЧНИКОВ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 13,5 НМ, ПОЯВИЛАСЬ EUV-ЛИТОГРАФИЯ – ФОТОЛИТОГРАФИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНОМ УЛЬТРАФИОЛЕТЕ. ТАКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТКРЫЛА ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО УМЕНЬШЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ НОРМ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ИНДУСТРИИ, А ЗНАЧИТ, СОЗДАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ МЕНЬШЕГО РАЗМЕРА, РАБОТАЮЩИХ БЫСТРЕЕ И ЭФФЕКТИВНЕЕ. РАЗВИТИЕ EUV-ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВ НАХОДИТСЯ В ФОКУСЕ ВНИМАНИЯ КОМПАНИИ БЮЛЕР.

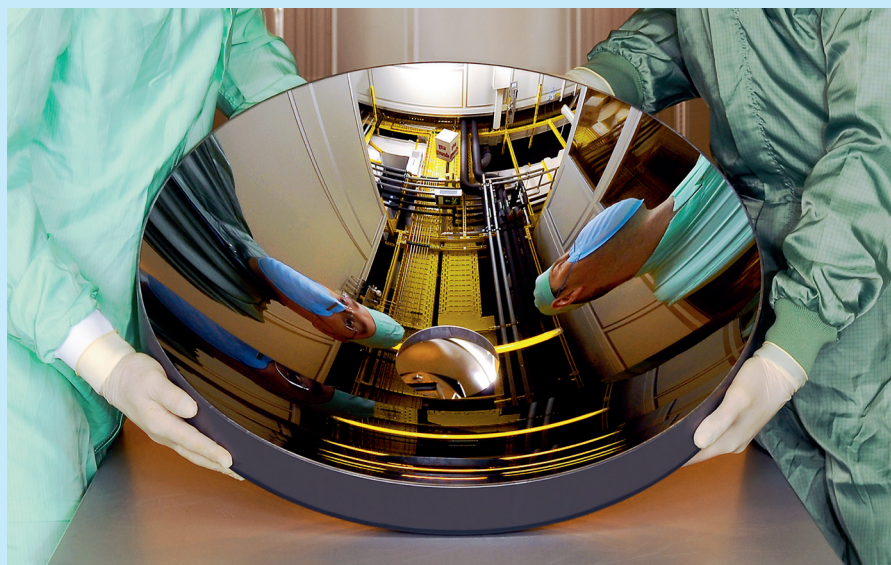
В современной полупроводниковой индустрии идет настоящая гонка между мировыми производителями за создание самых маленьких и самых эффективных микрочипов. Смартфоны и профессиональные высокопроизводительные компьютеры должны все быстрее обрабатывать растущие объемы данных. Отсюда возникает потребность в микрочипах, производительность которых намного выше, чем у существующих моделей. Направление дальнейшего развития этой отрасли зависит от того, какая компания станет лидером.

Если несколько лет тому назад развитие технологии литографии подчинялось закону Мура (удвоение числа транзисторов на кристалле каждые 1,5–2 года без увеличения удельной стоимости функции для конечного потребителя), то теперь все большую ценность приобретает закон «Больше, чем Мур» (More than Moore). Нарастание функциональности, сокращение занимаемого пространства и потребляемой мощности подгоняет разработчиков

литографического оборудования к созданию новых оптических схем. В последние годы возможности оптической литографии приближались к физическим пределам, и для создания полупроводниковых компонентов с 19–13 нм нормами необходим был качественный переход к EUV-литографии. Однако этот шаг потребовал совершенно нового подхода к производственным процессам и оборудованию. Вся технологию необ-

ходимо было разрабатывать с нуля: от источников излучения до размещения оптических систем в вакууме и нанесения покрытий.

Экстремальное УФ-излучение невозможно использовать с существующими литографическими производственными решениями, так как оно поглощается в воздухе. Кроме этого, данное излучение нельзя фокусировать и направлять при помощи линз, которые используются в традиционной фотолитографии. Чтобы обойти эту физическую проблему, специалисты компании Carl Zeiss SMT (Германия) разработали литографическую систему, состоящую исключительно из зеркал. Она адаптирована для использования в высоком вакууме, в среде, где почти нет молекул воздуха. Применяемые в ней зеркала должны отвечать чрезвычайно высоким требованиям.



Покрытие зеркал состоит из порядка 100 слоев, наносимых с атомарной точностью. Еще один важный фактор – диаметр зеркал, который должен составлять более полуметра. Ключевым партнером компании Бюлер Leybold Optics и одним из разработчиков такого зеркального покрытия стал Институт прикладной оптики и точного машиностроения им. Фраунгофера (Йена, Германия), постоянный клиент компании.

Уже более 20 лет в Институте прикладной оптики и точного машиностроения им. Фраунгофера доктор наук Сергей Юлин исследует возможности применения сверхкоротковолнового излучения для производства микрочипов с помощью фотолитографии. Когда он начинал работу, напылительных установок, позволяющих наносить многослойные зеркальные покрытия с необходимой точностью на подложки достаточно большого размера, еще не существовало. Со временем выяснилось, что справиться с этой задачей способна установка NESSY компании Бюлер Leybold Optics. Клаус Хербиг, глава отдела управления продукцией в Бюлер Leybold Optics, пояснил, что в начале разработки проекта в 2002 году высокая точность получения качественных покрытий на больших изогнутых подложках для зеркал подвергалась сомнениям. Но уже в 2009 году при помощи NESSY 2 специалистам Института им. Фраунгофера удалось создать EUV-зеркало диаметром 66 см — это было выдающееся достижение для того времени. Сегодня для нанесения зеркальных покрытий применяются системы NESSY уже третьего поколения.

Исследования и разработка EUV-технологии заняли почти 20 лет. Технология EUV-литографии

защищена более чем 2000 патентами. Сегодня, спустя годы, технология готова к выходу на рынок и доступна для использования в серийном производстве полупроводниковой индустрии. Эта инновация открывает огромный экономический потенциал на рынке, где ежегодные объемы продаж превышают десятки миллиардов долларов. Благодаря разработке технологии EUV-литографии уже создано несколько тысяч новых рабочих мест для специалистов в обширной сети компаний и исследовательских институтов (в Европе вообще и Германии в частности), участвующих в проекте в качестве поставщиков или научных партнеров. Аналитики утверждают, что на ближайшие годы развитие полупроводниковой индустрии будет определять EUV-литография. В подтверждение этих слов расскажем, что в ноябре 2020 года команде в составе докторов наук Питера Курца (Carl Zeiss SMT), Майкла Костерса (Trumpf Lasersystems) и Сергея Юлина (Институт прикладной оптики и точного машиностроения им. Фраунгофера) была вручена федеральная президентская премия в области технологий

и инноваций German Future Prize. Совместная разработка комплекса EUV-литографии велась на оборудовании для нанесения покрытий, созданной в подразделении Leybold Optics компании Бюлер. Доктор наук Штеффен Рункель, руководитель отдела оптических технологий в компании Бюлер, радуясь этой победе, отметил, что при выводе технологии на рынок удалось справиться с непредвиденными препятствиями и проблемами, в решении которых потерпели неудачу многие игроки.

Такие системы для производства логических микросхем последнего поколения уже используются двумя крупнейшими мировыми производителями микрочипов: Samsung (Южная Корея) и TSMC (Тайвань). Ожидается, что к концу 2021 года в мире будет работать более 90 установок для EUV-литографии.

www.buhlergroup.com

