# Металинзы – очки виртуальной и дополненной реальности становятся ближе

*По материалам Пхоханского университета науки и технологий*

Любители кинофильмов в жанре научной фантастики хорошо знакомы со специальными очками виртуальной и дополненной реальности, которыми часто пользуются герои таких картин. Эти очки позволяют им находиться сразу в двух мирах – реальном и виртуальном, но пока эта технология остается прерогативой кинематографистов, поскольку в реальной жизни есть еще довольно много нерешенных проблем, не позволяющих перенести такие AR/VR-очки с экрана в действительность.

Одним из существенных препятствий является то, что существующие в настоящее время AR/VR-гарнитуры очень громоздки и состоят из большого числа линзовых элементов, тогда как для удобного повседневного использования нужно что-то подобное привычным очкам с одной линзой для каждого глаза. Недавно возникли основания полагать, что вскоре такие очки могут появиться.

Группа исследователей из Пхоханского университета науки и технологий – POSTECH (Pohang University of Science and Technology) – разработала технологии для формирования четких полноцветных изображений путем использования металинз, опубликовав результаты своей работы в журнале Nature Communications.

Металинза — это ультратонкая плоская линза, которая управляет светом с помощью массивов микроскопических наноструктур вместо традиционного изогнутого стекла.

Достижение ученых привлекает внимание тем, что направлено на решение двух главных проблем, препятствующих коммерциализации металинз. Новые технологии позволяют достичь высоких оптических характеристик и наладить массовое серийное производство металинз.

Что же представляет собой металинза? Это ультратонкая плоская линза, состоящая из плотного массива наноструктур, которые направляют свет туда, куда нужно. В отличие от традиционных оптических устройств, зачастую требующих применения нескольких стеклянных линз, размещенных соосно в определенном порядке, металинза способна выполнять такие же функции, будучи одиночным плоским оптическим элементом. Это делает ее ключевым компонентом легких компактных устройств, таких как AR- или VR-очки.

Сложность заключается в достижении ахроматической эффективности, что означает фокусирование красной, зеленой и синей составляющих света в одной и той же точке без появления размытия цвета. Использование для решения данной задачи материалов с малым коэффициентом преломления, которые являются недорогими и подходящими для массового производства, было очень сложным.

Коллектив исследователей решил задачу путем управления высотой наноразмерных столбиков, называемых еще метаатомами, из которых состоит металинза. Тогда как предыдущие подходы обеспечивали управление светом в основном путем коррекции поперечного размера метаатомов, теперь исследователи добавили высоту в качестве нового параметра проектирования. Аналогично тому, как здания с одной и тоже площадью фундамента могут создавать различные городские ландшафты за счет разного количества этажей, метаатомы, имеющие разную высоту, способны точно фокусировать RGB-свет в желаемой фокальной точке.

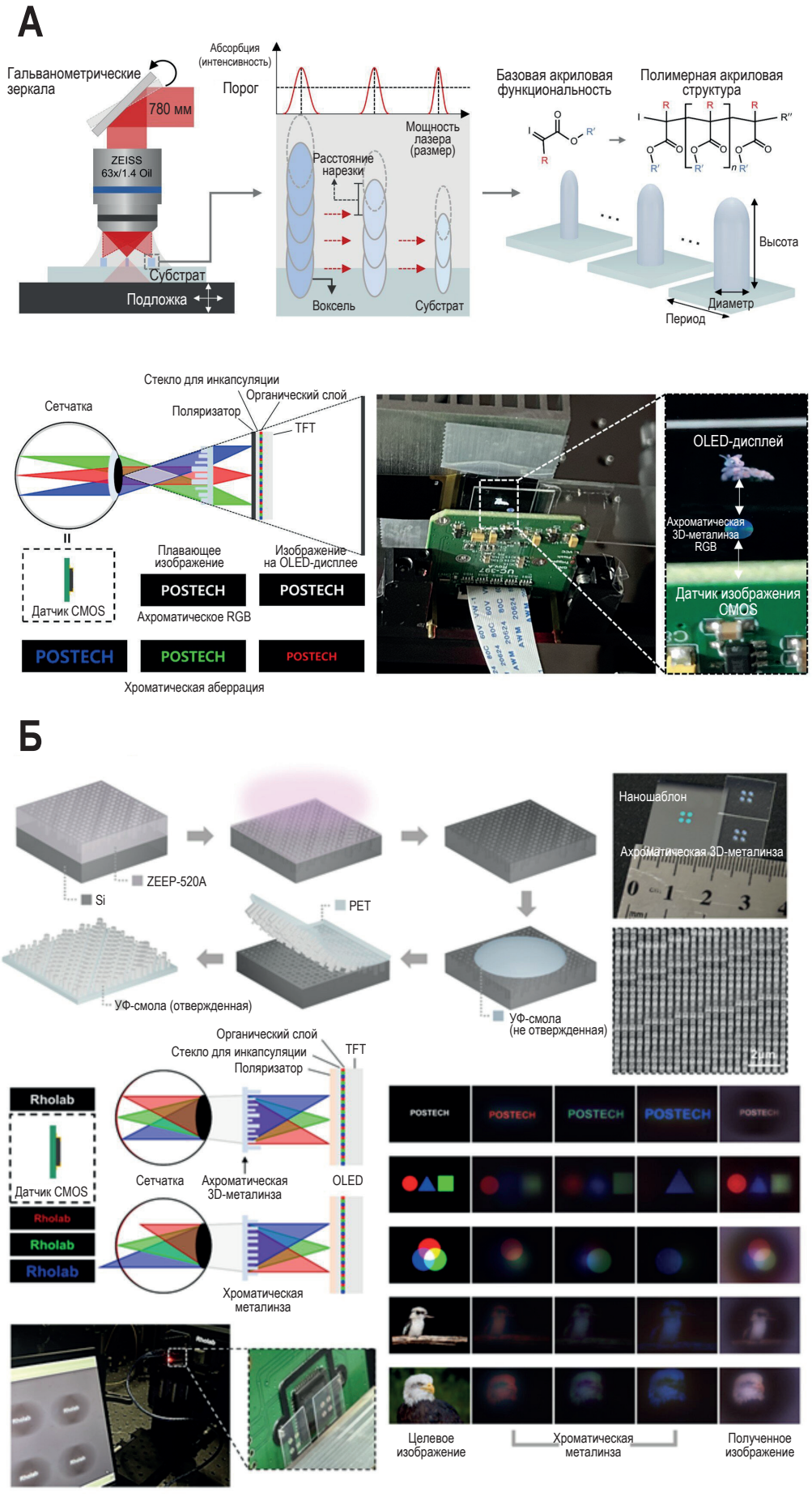
В части «А» приведенной здесь иллюстрации показано, что изготовленная металинза встроена в OLED-дисплей и служит для формирования четкого полноцветного изображения в плоскости сетчатки.

Часть «Б» рисунка иллюстрирует изготовление трехмерной ахроматической металинзы с использованием наношаблона на основе электронно-лучевой литографии (EBL) с возможностью печати в оттенках серого и демонстрация полноцветного изображения на OLED-дисплее ближнего действия. После изготовления наношаблона с кодированием высоты трехмерная металинза многократно тиражируется с использованием полимерной смолы и интегрируется с OLED-дисплеем для получения полноцветного изображения с коррекцией хроматических аберраций. В сравнении с хроматической металинзой ахроматическая металинза более точно воссоздает RGB-изображения в единой фокальной плоскости.

На первом этапе участники исследований непосредственно изготовили сложные трехмерные наностолбики, используя двухфотонную литографию – метод высокоточной 3D-печати. Исследователи создали базу данных, содержащую различные варианты конструкции наностолбиков и использовали подход обратного проектирования для автоматического выбора наиболее подходящей структуры для каждой позиции в металинзе.

В результате им удалось получить полноцветную ахроматическую металинзу, изготовленную из относительно недорогих материалов с малым коэффициентом преломления и экспериментально подтвердить формирование четкого цветного изображения, интегрировав металинзу в OLED-дисплей. По сути, достигнутый успех открывает путь к массовому производству металинз.

Именно этому и был посвящен второй этап исследовательских работ. Коллектив изготовил наношаблон с кодированием высоты методом полутоновой электрон-




*Концептуальная иллюстрация изготовления трехмерной ахроматической металинзы с помощью двухфотонной литографии и применения этой линзы в OLED-дисплее ближнего действия (иллюстрация POSTECH)*

но-лучевой литографии и применил его в нанопечатной литографии – процессе тиражирования, напоминающем штамповку.

Традиционные методы нанопечати, как правило, подходят для многократного тиснения рельефа одинаковой высоты, однако новая технология позволяет одновременно воспроизводить структуры различной высоты, улучшая как оптические характеристики, так и масштабируемость производства.

Хотя на каждом из этапов исследований применялись разные подходы, цель во всех случаях была одна – преодоление ограничений, связанных с материалами с малым индексом преломления, и перевод трехмерных металинз из категории лабораторных демонстраций на уровень технологий, которые можно применять в промышленном производстве. Обеспечив как высокие рабочие характеристики металинз, так и возможность их массового изготовления, команда ученых заложила две ключевые основы для коммерциализации оптики на базе металинз.

Вот что сказал руководитель исследований Джунсук Ро: *«Эти изыскания очень важны, поскольку они демонстрируют технологии производства, которые благодаря передовым методам наноизготовления могут способствовать внедрению полноцветных ахроматических металинз для AR- и VR-дисплеев в реальное промышленное использование. Мы ожидаем, что эти технологии найдут широкое применение не только в более легких и тонких AR-очках и дисплеях следующего поколения, но и в различных оптических устройствах, таких как системы визуализации и оптические датчики».*