

Ученые представили новые материалы для инфракрасной визуализации.

Исследователи впервые продемонстрировали, что определенный класс оксидных мембран способен конфинировать, или «сжимать», инфракрасный свет. Это открытие открывает новые перспективы для технологий инфракрасной визуализации следующего поколения. Тонкопленочные мембраны значительно лучше справляются с задачей конфинирования инфракрасного света по сравнению с объемными кристаллами, которые до сих пор являлись стандартной технологией.

«Тонкопленочные мембраны сохраняют желаемую инфракрасную частоту, но сжимают длины волн, позволяя устройствам визуализации захватывать изображения с более высоким разрешением», — поясняет Инь Лю, соавтор статьи и ассистент-профессор материаловедения и инженерии в Университете штата Северная Каролина.

Исследования показали, что инфракрасный свет можно конфинировать до 10% его длины волны, сохраняя при этом частоту, то есть время, за которое волна совершает один цикл, остается тем же, но расстояние между пиками волны значительно сокращается. Для сравнения, объемные кристаллы позволяют конфинировать инфракрасный свет лишь до 97% его длины волны.

«Ранее это поведение было только теоретически предсказано, но нам удалось экспериментально продемонстрировать его впервые благодаря нашему методу подготовки тонкопленочных мембран и новому использованию синхротронной ближнепольной спектроскопии», — добавляет Жуйцзюань Сюй, соавтор статьи и ассистент-профессор материаловедения и инженерии в Университете штата Северная Каролина.

В рамках данного исследования ученые использовали переходные металлические перовскитные материалы. В частности, они применили импульсное лазерное осаждение для выращивания 100-нанометровой кристаллической мембраны из титаната стронция (SrTiO_3) в вакуумной камере. Кристаллическая структура этой тонкой пленки обладает высоким качеством, что означает минимальное количество дефектов. Затем эти тонкие пленки были удалены с подложки, на которой они выращивались, и размещены на кремниевой оксидной поверхности кремниевой подложки.

Для анализа ученые использовали технологию, доступную в Advanced Light Source Лоуренсовской национальной лаборатории Беркли, проводя синхротронную ближнепольную спектроскопию на тонкой пленке титаната стронция, подвергая её

воздействию инфракрасного света. Это позволило им зафиксировать взаимодействие материала с инфракрасным светом на нанометровом уровне.

Для понимания результатов необходимо рассмотреть понятия фононов, фотонов и поляритонов. Фононы и фотоны — это способы передачи энергии через материалы и между ними. Фононы представляют собой волны энергии, вызванные вибрацией атомов, тогда как фотоны — это волны электромагнитной энергии. Фононные поляритоны возникают, когда инфракрасный фотон взаимодействует с «оптическим» фононом, который может испускать или поглощать свет.

«Теоретические работы предполагали, что переходные металлические перовскитные оксидные мембраны позволят фононным поляритонам конфинировать инфракрасный свет, — говорит Лю. — Наши исследования теперь демонстрируют, что фононные поляритоны действительно конфинируют фотоны и предотвращают их распространение за пределы поверхности материала».

«Это открытие создает новый класс оптических материалов для управления светом в инфракрасных длинах волн, что имеет потенциальные применения в фотонике, сенсорах и тепловом управлении, — добавляет Лю. — Представьте возможность разрабатывать компьютерные чипы, которые могли бы использовать эти материалы для рассеивания тепла, преобразуя его в инфракрасный свет».

Сюй добавляет: «Данный метод создания этих материалов позволяет легко интегрировать тонкие пленки с широким спектром подложек. Это должно упростить внедрение материалов в различные типы устройств».

Таким образом, результаты работы открывают новые горизонты в области инфракрасной визуализации и теплового управления, предлагая инновационные решения для развития фотоники и сенсорных технологий.