

Терагерцовое излучение как ключ к революции в технологиях памяти и обработки данных

Дата публикации: 26.01.2025

Ученые из Института структуры и динамики материи Макса Планка и Массачусетского технологического института сделали значительный прорыв, используя терагерцовое излучение для формирования устойчивых магнитных состояний в антиферромагнитных материалах. Эта технология может стать основой для создания более интеллектуальных и быстрых чипов памяти, обеспечивая повышение эффективности обработки данных при снижении энергопотребления. Исследование, опубликованное в журнале **Nature**, демонстрирует возможность использования света для управления магнетизмом, открывая перед учеными и инженерами новые горизонты.

Терагерцовое излучение представляет собой электромагнитные волны с частотой более триллиона колебаний в секунду. Воздействуя на антиферромагнитный материал с определенной частотой, исследователи смогли вызвать коллективные колебания атомов, что привело к изменению межатомных расстояний и магнитных взаимодействий. Этот процесс вызвал возникновение суммарной намагниченности, позволяя управлять магнитными состояниями материала.

Антиферромагнетики отличаются от традиционных магнитных материалов тем, что их атомные спины чередуются, создавая эффект отсутствия общей намагниченности. Такие материалы обладают высокой устойчивостью к внешним магнитным полям и механическим воздействиям, что делает их идеальными кандидатами для создания более надежных и долговечных чипов памяти. Однако сложность управления их состоянием ранее ограничивала их практическое использование.

В ходе экспериментов с материалом FePS_3 , переходящим в антиферромагнитное состояние при температуре около 118 Кельвинов, ученые использовали терагерцовое излучение для точной настройки магнитного состояния. Фононные колебания, вызванные излучением, взаимодействовали со спиновыми структурами, изменяя их энергетическое состояние и создавая предпочтительное направление спинов. Это привело к формированию нового магнитного состояния, сохраняющегося в течение нескольких миллисекунд после воздействия лазера.

Одним из ключевых достижений стало создание модели, объясняющей связь между **атомными** колебаниями и магнитными свойствами антиферромагнетиков.

Ученые выявили фоновые моды, которые опосредуют взаимодействие между антиферромагнитным и ферромагнитным состояниями. Это позволяет эффективно управлять материалом и использовать его в перспективных вычислительных системах.

Продолжительность нового магнитного состояния объясняется явлением критического замедления, которое происходит при приближении материала к температуре перехода. В этот момент внутренняя динамика магнитных моментов замедляется, позволяя спином сохранять новое состояние в течение более длительного времени. Эти свойства могут быть использованы для создания энергоэффективных запоминающих устройств и устройств обработки информации следующего поколения.

Открытие перспективно для разработки новых технологий памяти с высокой плотностью хранения данных и низким уровнем энергопотребления. Применение антиферромагнитных материалов в памяти нового поколения может обеспечить значительное повышение производительности вычислительных систем, улучшение энергоэффективности и уменьшение размеров устройств. Дальнейшие исследования в этой области позволят создать инновационные решения для различных областей, включая искусственный интеллект, квантовые вычисления и высокоскоростную обработку данных.

Таким образом, терагерцовое излучение открывает новые возможности для технологий будущего, позволяя управлять магнитными состояниями материалов с высокой точностью и эффективностью. Научные достижения в этой области прокладывают путь к созданию новых архитектур памяти, которые будут быстрее, надежнее и экологичнее существующих решений.

Ссылка: «Метастабильная намагниченность, индуцированная терагерцовым полем вблизи критичности в FePS 3 » DOI: [10.1038/s41586-024-08226-x](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08226-x).