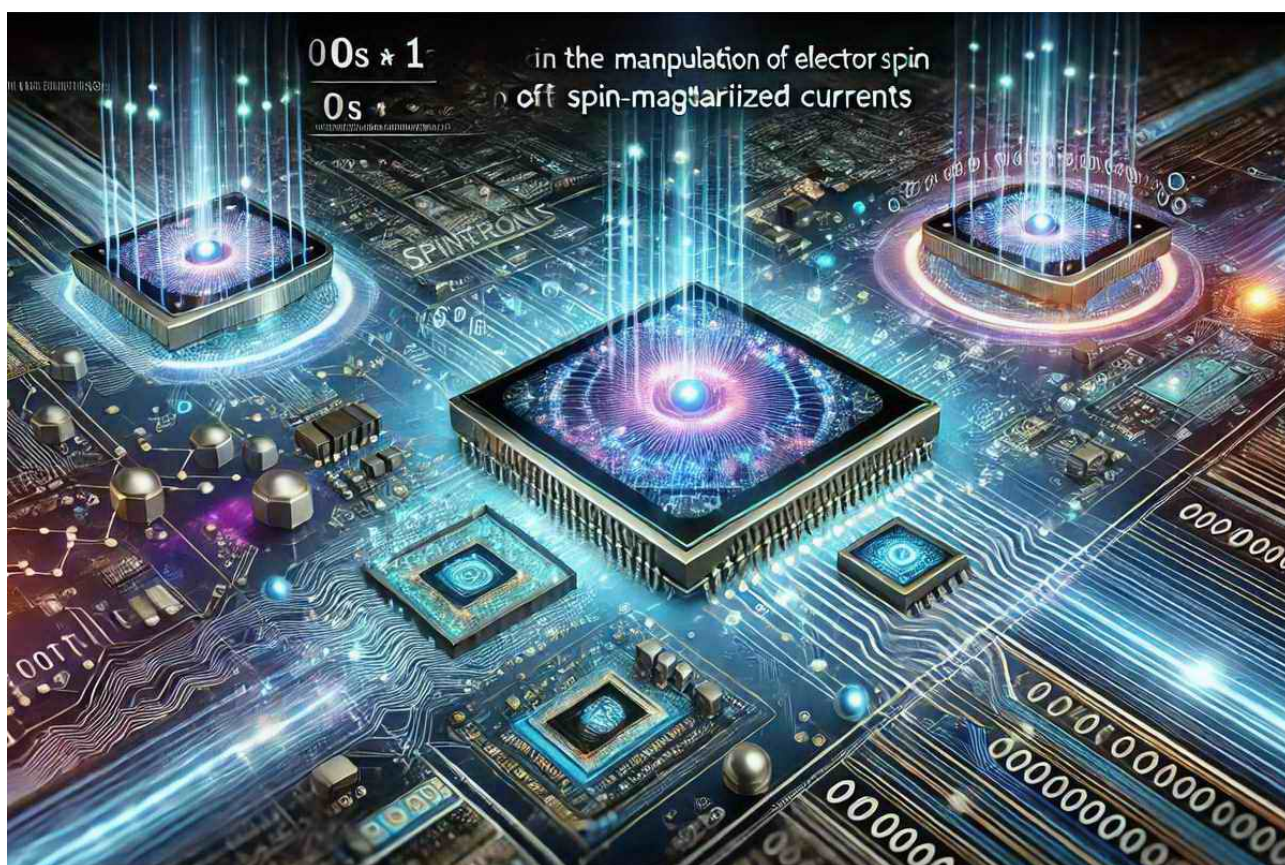


Квантовые силы в спинтронике: прорыв, который может изменить будущее электроники



Дата публикации: 23.01.2025

Ученые сделали значительный шаг вперед в области спинтроники, обнаружив новое квантовое явление, позволяющее точно управлять **спином** и намагниченностью электронов. Это открытие может привести к созданию более быстрых, энергоэффективных устройств, способных имитировать функции человеческого мозга. Спинтронные технологии, в отличие от традиционной электроники, используют не только заряд, но и спин электрона, что открывает новые горизонты для обработки и хранения информации.

В современных вычислительных системах потребность в увеличении скорости работы и энергоэффективности становится все более актуальной. Спинтронные устройства, основывающиеся на двоичной интерпретации спина — «вверх» для 0 и «вниз» для 1, позволяют значительно повысить производительность и сократить энергопотребление. Однако для внедрения этой технологии в массовое производство необходимо глубокое понимание квантовых свойств материалов, участвующих в процессах манипуляции спином.

Исследователи из Университета Юты и Калифорнийского университета в Ирвайне впервые зафиксировали новый тип спин-орбитального момента, названный аномальным холловским моментом. Это явление позволяет электронам проходить через магнитный материал с асимметричным распределением, создавая спиновый ток, который протекает под углом 90 градусов к электрическому току. Этот эффект открывает возможности для более точного контроля над ориентацией спина в спинтронных устройствах.

Электроны, обладая магнитными диполями, ведут себя подобно маленьким **магнитам**, ориентированным в разные стороны. В некоторых материалах электрический ток может сортировать электроны по их спиновой ориентации, влияя на направленность магнитного поля ферромагнетика. Управление этим процессом открывает путь к созданию новых типов памяти, таких как магниторезистивная память с произвольным доступом (MRAM), которая обеспечит более быструю и эффективную обработку данных.

Исследование также выявило связь аномального холловского момента с известным эффектом Холла, обнаруженным в 1881 году. Этот эффект связан с тем, как электроны рассеиваются при прохождении через магнитный материал, создавая зарядовый ток, движущийся под углом. Аналогичный механизм теперь используется для спина, открывая путь к разработке новых квантовых устройств.

На основе этих открытий ученые создали первый в мире прототип спинтронного устройства, использующего аномальный эффект крутящего момента Холла. В отличие от традиционных решений, которые требуют наличия двух ферромагнитных слоев, новый подход позволяет передавать ориентацию спина от ферромагнитного проводника к немагнитному слою, что упрощает конструкцию и снижает энергопотребление.

Новаторские разработки в области спинтроники не только ускорят обработку данных, но и приведут к созданию нейроморфных вычислительных систем, имитирующих работу нейронных сетей мозга. Устройства на основе спинового момента смогут решать сложные задачи, такие как распознавание изображений и анализ больших объемов данных.

Спинтронные технологии предлагают значительные преимущества перед традиционной электроникой. Они обеспечивают высокую плотность хранения, устойчивость к внешним электромагнитным воздействиям и низкое энергопотребление. Эти характеристики делают их идеальными для использования в будущем компьютерах, мобильных устройствах и системах искусственного интеллекта.

В ближайшее время ученые планируют расширить исследования и

разработку спинтронных устройств, объединяя их в сложные нейронные сети, способные к обучению и анализу данных. Эти инновации прокладывают путь к созданию более интеллектуальных и эффективных вычислительных систем, которые могут изменить нашу повседневную жизнь.

Ссылка: ««Аномальный спиновый ток Холла управляет самогенерируемым спин-орбитальным моментом в ферромагнетике»» DOI: [10.1038/s41565-024-01819-7](https://doi.org/10.1038/s41565-024-01819-7).