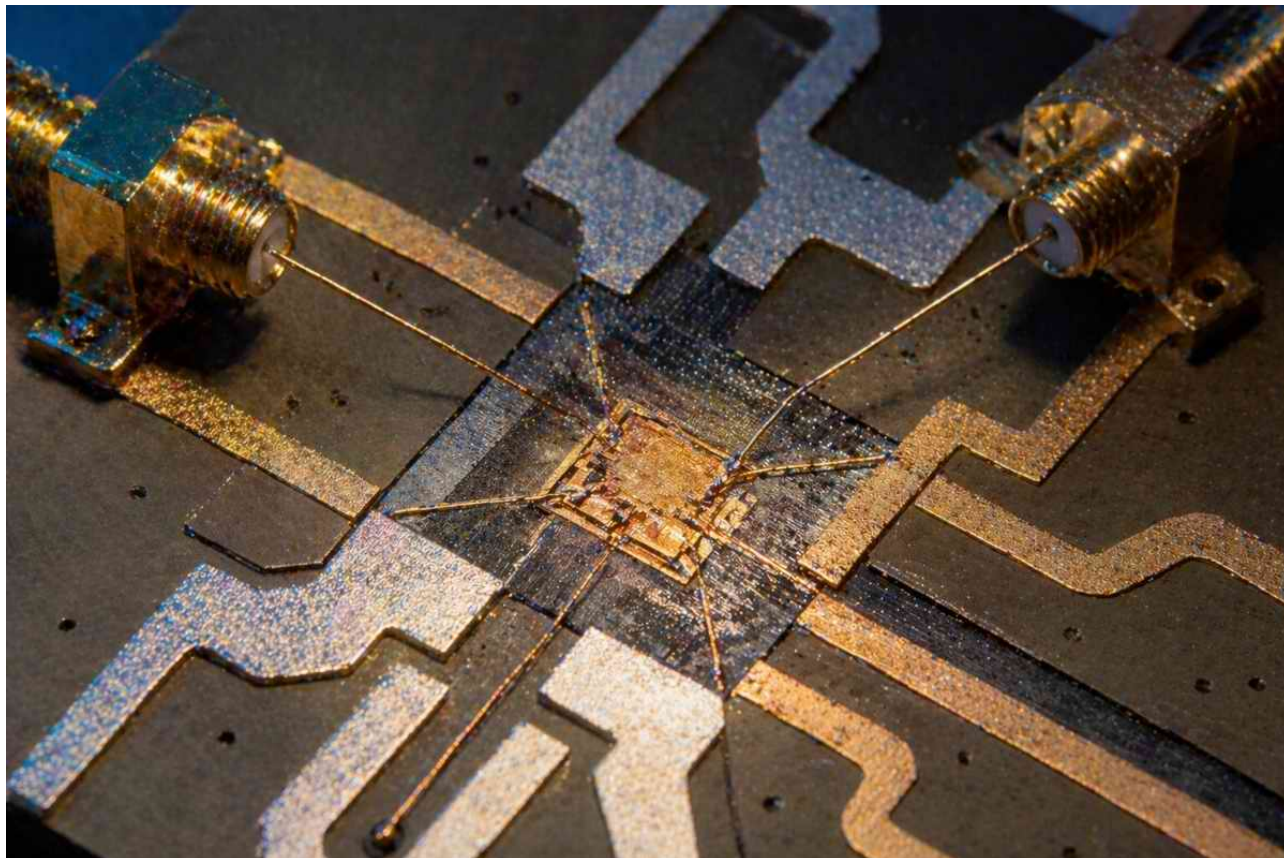


Новый метод считывания спиновых кубитов ускорит масштабирование квантовых компьютеров



Дата публикации: 24.04.2026

Современные квантовые вычисления сталкиваются с фундаментальной проблемой масштабирования: по мере увеличения числа кубитов усложняется их точное измерение и управление. Исследователи из University College London совместно с Quantum Motion предложили новый подход к считыванию спиновых кубитов, который может существенно упростить архитектуру квантовых чипов и ускорить их развитие.

В квантовых процессорах информация хранится в кубитах, которые могут находиться в суперпозиции состояний, в отличие от классических битов. Одним из перспективных типов кубитов являются спиновые кубиты, где информация кодируется в собственном угловом моменте электрона, захваченного в полупроводниковых структурах — квантовых точках. Однако ключевым технологическим барьером остается точное и быстрое считывание их состояния.

Традиционные методы требуют использования дополнительных датчиков

заряда, что увеличивает сложность схемы, количество соединений и ограничивает плотность интеграции. Новый подход, получивший название радиочастотного электронно-каскадного считывания, позволяет отказаться от части этих компонентов, сохраняя при этом высокую точность измерений.

Суть метода заключается в использовании высокочастотных электрических сигналов, которые инициируют циклическое перемещение электронов внутри устройства. Это движение связано с резервуаром заряда и создает усиленный отклик, значительно превосходящий исходный слабый сигнал спинового состояния. В отличие от классических каскадных процессов, здесь эффект усиливается непрерывно за счет радиочастотного возбуждения.

Экспериментальная реализация метода была выполнена на кремниевом МОП-устройстве с квантовыми точками. Результаты показали значительное улучшение качества считывания: отношение сигнал/шум увеличилось более чем на 35 дБ, что является критически важным параметром для надежной работы квантовых систем.

Кроме того, исследователям удалось достичь высокой скорости измерений. Считывание двухэлектронных спиновых состояний происходило примерно за 7,6 микросекунд, что существенно быстрее многих существующих подходов. Это открывает возможности для более эффективного выполнения квантовых алгоритмов, где скорость измерения напрямую влияет на общую производительность системы.

Особое значение имеет тот факт, что новый метод позволяет не только считывать состояния, но и наблюдать обменное взаимодействие между спинами — ключевой механизм, лежащий в основе двухкубитных операций. Управление этим взаимодействием является необходимым условием для реализации квантовой логики и построения полноценных вычислительных схем.

Ключевые преимущества предложенного подхода можно обобщить следующим образом: уменьшение количества датчиков и проводов, повышение точности измерений, значительное улучшение отношения сигнал/шум, ускорение процесса считывания, совместимость с кремниевыми технологиями, потенциал для масштабирования квантовых процессоров.

С инженерной точки зрения особенно важно, что метод хорошо интегрируется с существующими полупроводниковыми технологиями. Использование кремниевых платформ делает возможным применение промышленных процессов производства микросхем, что является критическим фактором для перехода от лабораторных прототипов к коммерческим квантовым устройствам.

Открытие также подчеркивает роль фундаментальных исследований в развитии прикладных технологий. Неожиданный сигнал, обнаруженный в ходе экспериментов, стал основой для разработки нового метода, демонстрируя, как случайные наблюдения могут привести к значительным технологическим прорывам.

В долгосрочной перспективе такие решения могут приблизить создание масштабируемых квантовых компьютеров, способных решать задачи, недоступные классическим системам. Речь идет о моделировании сложных молекул, оптимизации логистических процессов, разработке новых материалов и криптографических методов.

Таким образом, радиочастотное электронно-каскадное считывание представляет собой важный шаг на пути к созданию компактных, эффективных и масштабируемых квантовых процессоров, способных перейти из экспериментальной стадии в практическое применение.

Ссылка: «Каскадное радиочастотное считывание связанных спиновых кубитов» DOI: [10.1038/s41928-026-01582-8](https://doi.org/10.1038/s41928-026-01582-8).