

КМОП-ТРАНЗИСТОРЫ В КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Подпорин Е.В.

Научный руководитель – к.т.н. доц. Свид И.В.

Харьковский национальный университет радиозлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, кафедра Радиотехнологий информа-
ционно-коммуникационных систем, тел. +38(057)7021444)

E-mail: yevhen.podporin@nure.ua

Combining physics, mathematics and computer science, quantum computing has developed in the past two decades from a visionary idea to one of most fascinating areas of quantum mechanics.

В настоящий момент распространено мнение, что квантовые компьютеры будут очень отличаться от привычных для нас вычислительных систем. Но современные исследования и результаты работ говорят об обратном: удалось создать фундаментальную часть любой квантовой вычислительной техники, а именно квантовый бит или кубит, на базе всем нам известных кремниевых КМОП-транзисторов.

Современные исследования в области квантовых вычислений показали, что транзисторы, изготовленные, по всем известной КМОП-технологии, могут быть настолько малых размеров, что способны работать в качестве кубитов. Таким образом, КМОП-транзисторы могут принимать одно из двух квантовых состояний или же находиться в третьем состоянии – квантовой суперпозиции. Для того, чтобы получить КМОП-кубит, ученые создали полевые транзисторы, затвор которых окружает канал с трех сторон, формируя вокруг канала два прямых угла. Сам канал представляет собой удлинённый прямоугольный нанопроводник, уложенный горизонтально на кремниевое основание, а в центральной части этого нанопроводника как раз и расположена структура затвора, управляющего электрода транзистора.

Электрическое поле, возникающее вокруг канала транзистора, имеет самую сильную напряженность на гранях нанопроводника. Это и близость граней к структуре затвора позволяют электронам перемещаться между каналом и затвором за счет эффекта квантового туннелирования. Путь перемещения потока электронов, через одну или другую грань нанопроводника канала, определяет квантовое состояние транзистора-кубита, но не тяжело представить, что электроны при определенных условиях могут перемещаться и по двум путям сразу, что само собой соответствует состоянию суперпозиции квантового бита.

Такое состояние суперпозиции кубита может быть осуществлено с помощью электрического импульса с определенными характеристиками, поданного на затвор. Затвор транзистора-кубита используется и для чтения квантового состояния, в котором он находится в данный момент. Для этого производится соединение транзистора с колебательным LC-контуром,

настроенным на частоту 350 МГц. То есть, если транзистор находится в одном из двух состояний или в состоянии суперпозиции это приводит к перераспределению электрической емкости квантовых точек на гранях нанопроводника, что, следовательно, изменяет резонансную частоту контура, которую можно измерить достаточно простым методом.

На современном этапе, благодаря различным экспериментам удалось достигнуть хранения кубитом квантовой информации не более 100 пикосекунд. Но в скором времени эту цифру намерены увеличить до 1 наносекунды, чего будет вполне достаточно для выполнения элементарных операций по обработке квантовой информации.

Но при создании таких вычислительных систем, потребуется обеспечить квантовое сцепление двух или большего числа кубитов между собой. В данном случае это достигается путем размещения двух транзисторов очень близко друг к другу либо на одном нанопроводнике, что приведет к образованию электростатического сцепления между электронами в обоих транзисторах. Следовательно, производя операцию над электронами одного транзистора, мы тем самым затрагиваем квантовое состояние другого транзистора и наоборот. Соответственно такие взаимодействия и являются фундаментом для создания набора элементов, которые необходимы для изготовления квантовых компьютеров.

Данные технологии позволят экспоненциально увеличить быстродействие и объем обрабатываемой информации. Также станет доступным использование квантовых вычислений и квантовой коммуникации для передачи конфиденциальной информации, где надежность таких данных гарантируется законами природы. Именно над этим и работают многие исследователи в области радиоэлектронных устройств, чтобы расширить возможности внедрения информационных технологий в наше общество.

Список литературы:

1. Душкин Р.В. Квантовые вычисления и функциональное программирование – М.: ДМК Пресс, 2015.
2. Райли Т. Перри. Элементарное введение в квантовые вычисления. Учебное пособие. Первод с англ. А. Калашников. – М.: Интеллект, 2015.
3. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М., Основы физики. Курс общей физики: Учебн. В 2 т. Т.2. Квантовая и статистическая физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
4. Маслов. Д. «Квантовые вычисления и коммуникация: реальность и перспективы», Компьютерра, №46, 2004.
5. Холеев А. «Квантовая информатика: прошлое, настоящее, будущее», в мире науки, №7, 2008.