

УДК 621.38.049.77

ОДНОЕЛЕКТРОННІ ТРАНЗИСТОРИ

Грабіщенко Я.О.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., ст.викл. Бабиченко О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв, тел. (057) 707-13-62

e-mail: yaroslav.hrabishchenko@nure.ua

The report considers the principle of operation of a single-electron transistor and its structure. A single-electron transistor is a transistor, the main parameters of which are high-speed operation and low energy consumption, which is based on the possibility of obtaining noticeable values of current changes by manipulating individual electrons when they pass through a tunnel junction. The purpose of creating such transistors is to reduce energy consumption, heat generation, significantly increase the speed and compactness of microcircuit elements.

Одноелектронний транзистор – транзистор, основними параметрами якого є швидкодія та мале споживання енергії, в основі якого лежить можливість отримання помітних значень змін струму маніпуляцією окремих електронів при проходженні їх через тунельний перехід.

Тунельний перехід представляє собою перехід електронів через потенціальний бар'єр у випадку, коли кінетична енергія електронів менша за потенціальну енергію бар'єру. На (рис. 1) приведено схематичне зображення одноелектронного транзистора.

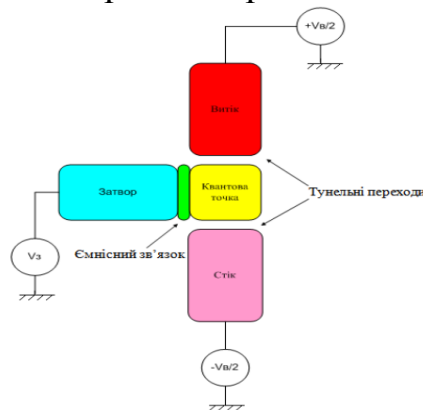


Рисунок 1 - Схематичне зображення одноелектронного транзистора

Принцип дії одноелектронного транзистора ґрунтується на явищі кулонівської блокади, макет якої зображено на (рис. 2). Система представляє собою тунельні переходи метал–діелектрик–метал (МДМ). Коли прикласти різницю потенціалів між стоком та истоком, то може здатися, що повинен потекти тунельний струм. Але в той час коли на

керуючому електроді потенціал буде менший за деяке порогове значення, то тунелювання не спостерігатиметься.

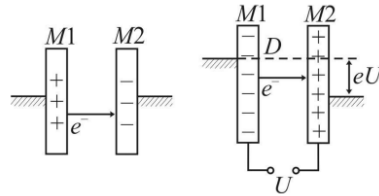


Рисунок 2 - Схема, що пояснює механізм кулонівської блокади під час тунелювання електрона

Електрон на наночастинці залишається ізольованим, тобто заблокованим. При подальшому збільшенні напруги вище за порогове значення, блокування електрона припиняється, і в ланцюзі між стоком та истоком відбувається перескок електрона – протікає тунельний струм. Таким чином, керуючи потенціалом затвора можна пропускати одиничні електрони. Якщо піти далі і помістити між електродами молекулу або молекулярний комплекс замість наночастинки, то рух одиничних електронів буде здійснюватись в результаті стрибків з хімічних зв'язків – у роботу вступають дискретні рівні енергії молекул.

Таким чином, одноелектронний транзистор можна сприймати як граничну міру мініатюризації класичного транзистора – те, до чого прагнуть наблизитись усі найбільші виробники обчислювальної техніки.

В даний момент часу роботу одноелектронних транзисторів можна спостерігати тільки в дослідницьких лабораторіях, але в майбутньому використання цих транзисторів може призвести до різкого зниження енергоспоживання та тепловиділення електронними схемами, значного збільшення швидкості та компактності елементів мікросхем. Розвиток технології одноелектронних транзисторів дозволить створити осередки пам'яті з високою щільність запису інформації, з великим часом зберігання, малою потужністю, що розсіюється, а також дозволить створювати високочутливі хімічні та біохімічні сенсори.

Список використаних джерел:

1. Поплавко Ю. М., Борисов О. В., Ільченко В. І. Мікроелектроніка і наноелектроніка. Вступ до спеціальності: навч. посіб. / Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, В. І. Ільченко – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 160 с. – ISBN 978-966-622-350-3.
2. Одноелектронний транзистор (Single Electron Transistor). http://www.schoolhels.fi/school/school_today/dostigeniya/2012_2013/nanotexnologiya/page16.htm
3. Sologub O Yu (2010). Calculation of the spectrum of fundamental optical absorption compounds A_3B_5 . 2010 20th International Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology", стр. 807-808.