

Кичак В. М., Михалевський Д. В., Лавіцький О. М. (Україна, м. Вінниця)

## ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ ЗА ШУМОВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ ОДНОЕЛЕКТРОННОГО ТРАНЗИСТОРА.

При розробці нових методів виготовлення інтегральних схем із використанням нанотехнологій велика увага приділяється теоретичному і експериментальному дослідженню, а також виготовленню пристроїв на основі структур одноелектронного переходу. На даний час вже розроблено багато моделей пристроїв із використанням одноелектронних структур. Найбільш важливим елементом, є одноелектронний транзистор. Його використання, в порівнянні зі звичайним інтегральним транзистором, може привести до значного підвищення швидкодії мікросхем, а також зменшення геометричних розмірів і потужності споживання.

Оскільки, одноелектронний транзистор є напівпровідниковим приладом, то для оцінки якості можна застосувати метод оцінки якості на етапі виготовлення, за рівнем низькочастотних шумів. Модель структури одноелектронного транзистора приведена на рис 1 а).

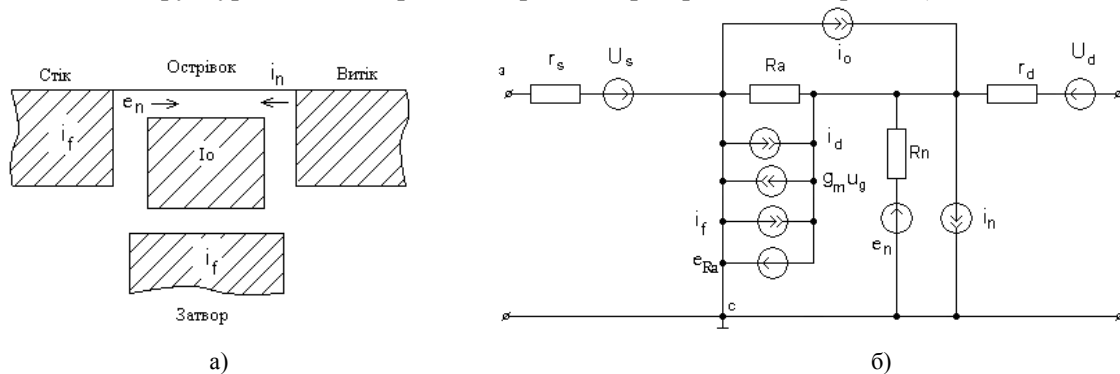


Рис. 1. Моделі одноелектронного транзистора: а) принципова структурна схема із шумовими джерелами; б) математична шумова модель.

Приведена модель є подібною до комбінації МДН-транзистора і тунельного переходу між його стоком і витокком. Можна припустити, що шумова модель буде включати в себе джерела шумів обох пристроїв, так як показано на рис. 1 б). Для проведення відбракування транзисторів використовується частотний діапазон до 1 кГц, в якому чітко проявляються шуми типу 1/f, рівень яких вказує на якість внутрішньої структури. Отже для досягнення поставленої мети потрібно оцінити рівень саме цього виду шуму. Джерелами теплового шуму можна знехтувати, оскільки вони від частоти не залежать.

Найбільшу складову шуму 1/f складають два джерела:  $i_f$ , основний шум на низьких частотах транзисторного переходу, і  $i_n$ , шум аналогічний попередньому для тунельного переходу. Ще можливий вплив шуму острівка  $i_o$ , як надлишкових зарядів, і він не повинен вносити великого впливу у порівнянні з іншими.

Таким чином повний шумовий струм на низьких частотах буде:

$$\overline{i^2} = \overline{i_f^2} + \overline{i_n^2} + \overline{i_o^2} = 4kT\Delta f \left[ \frac{\rho_0}{f} g_m^2 + \left( \frac{\rho_{0s}}{f} + \frac{\rho_{0s}'}{1+(f/f_{0s})^2} \right) g_{ms}^2 \right] + \overline{i_n^2} + \overline{i_o^2},$$

де  $g_{ms}$  - крутизна, яка відповідає керуванням струму каналу напругою на підкладці,

$\rho_{0s}, \rho_{0s}', f_{0s}$  - фізичні постійні, які залежать від шуму генерації-рекомбінації в підкладці.

Наведений вище вираз дає можливість проводити оцінку рівня вихідного шуму одноелектронного транзистора. Потенційно ненадійним приладом буде вважатись транзистор із підвищеним шумовим струмом в два і більше раз.