Процесс изготовления и анализ транспортных свойств 3-терминальных устройств на основе кремниевой нанопроволоки

Лукьяненко А.В.^{1,2}, Тарасов А.С.^{1,2}, Шанидзе Л.В.^{1,2}, Волочаев М.Н.¹, Зеленов Ф.В.², Яковлев И.А.¹, Волков Н.В.¹

¹ ФИЦ КНЦ СО РАН 660036, Красноярск, ул. Академгородок, 50

² ИИФирЭ, СФУ, 660041, Красноярск, ул. Киренского, 28

DOI 10.34077/Semicond2019-466

В настоящее время устройства, компонентом которых является нанопроволока, вызывают заметный интерес в качестве элементов интегрированной наноразмерной электроники, а так же для изучения фундаментальных свойств в малых масштабах [1].

Были изготовлены структуры из кремниевого нанопровода, представляющие из себя полевые транзисторы с барьером Шоттки. На подложке КНИ была выращена пленка Fe методом термического испарения в сверхвысоком вакууме. Перед ростом пленки подложка очищалась при помощи химического метода, описанного в работе [2]. Для удаления естественного оксида с поверхности, подложка отжигалась в сверхвысоком вакууме при температуре 400 °С в течение 30 минут. При помощи метода сухого реактивно-ионного травления, был сформирован массив кремниевых нанопроволок с контактными площадками из железа. Получившееся устройство, представляет собой полевой транзистор, в котором в качестве контактов истока/стока выступает железо образующее контакт Шоттки с кремниевым нанопроводом, а управляющим затвором является контакт из индия.

Из анализа транспортных свойств видно, что максимальное отношение тока «включенного» и «выключенного» транзистора составляет около 5 порядков (рис.1). Характеристики устройства являются амбиполярными, то есть практически не зависят от полярности затвора. Это позволяет говорить о том, что реализуется как n-, так и p-тип проводимости. ВАХ сток-исток нелинейны и отличаются для положительных и отрицательных смещений на затворе (рис.2). Это связано с тем, что при отрицательном напряжении на затворе в канале происходит аккумуляция основных носителей (дырки), вследствие чего барьер Шоттки существенно сужается. При положительном напряжении на затворе реализуется режим инверсии, генерируются неосновные носители (электроны). В режиме инверсии ток выходит на насыщение вследствие ограниченной скорости генерации неосновных носителей. В то же время, в режиме аккумуляции дырочный ток должен неограниченно возрастать как в случае термоэлектронной эмиссии, так и при квантово-механическом туннелировании через барьер Шоттки, что и наблюдается в эксперименте.

[1] M. Mathur, *Nature*, **419**, 573 (2002).

[2] I.A. Yakovlev, S.N. Varnakov et al., *JETP Lett.*, **99**, 527-530 (2014).

Рис.1. – Ток в канале транзистора в зависимости от напряжения на затворе, при различных смещениях на стоке.

Рис.2. – Вольт-амперные характеристики канала транзистора при различных смещениях на затворе.