

АНИЗОТРОПНЫЕ КВАНТОВЫЕ ПРОВОЛОКИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Р.А. Хамидуллин, Е.И. Брусенская

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,
г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 109,
khamidullin_ra@mail.ru

Из формулы Кубо вычисляется электропроводность анизотропных квантовых проволок с невырожденным газом носителей заряда в поперечном и продольном магнитных полях. Проанализировано влияние магнитного поля на энергетический спектр носителей и электропроводность квантовой проволоки.

Использовалась модель нанопроволоки с параболическим ограничивающим потенциалом при различных степенях анизотропии эффективных масс носителей.

В приближении метода эффективной массы найдены волновые функции и собственные значения энергии осцилляторного типа для носителей в квантовой проволоке в поперечном и продольном магнитных полях с учетом возможной анизотропии эффективных масс.

Влияние магнитного поля изменяет энергетический спектр носителей: раздвигаются подзоны (при этом, снимается вырождение, если оно было) и уменьшается их кривизна (продольная эффективная масса электрона как бы возрастает). Эти изменения сильно зависят от направления поля. Ширина запрещенной зоны монотонно возрастает с ростом магнитного поля.

Электропроводность квантовых проволок с невырожденным газом носителей в поперечном и продольном магнитных полях рассчитана из формулы Кубо при учете рассеяния носителей на акустических фононах подобно [1].

Электропроводность квантовой проволоки убывает с ростом температуры и зависит от размеров нанопроволоки и направления в кристалле, в котором нанопроволока выращена.

В продольном магнитном поле электропроводность нанопроволоки монотонно убывает с ростом поля (вследствие увеличения степени локализации носителей возрастает рассеяние на фононах). Эта зависимость различна для разных направлений роста квантовой проволоки.

В поперечном магнитном поле электропроводность квантовой проволоки может как монотонно убывать с ростом поля, так и меняться немонотонно.

В нанопроволоках в магнитном поле вследствие увеличения степени локализации носителей обычно возрастает рассеяние на фононах и сопротивление растет. В тоже время при специальном подборе параметров носителей и направления поля возможно быстрое подавление полей переброса электронов с одной дисперсионной ветви на другую и, в относительно небольших полях, сопротивление может уменьшаться (до 50 %). Графики зависимостей поперечного магнетосопротивления представлены на рисунках для различных направлений поля и типов анизотропии в нанопроволоках (на Рис. 1 отрицательное магнетосопротивление до 1%; на Рис. 2 отрицательное магнетосопротивление до 45%).

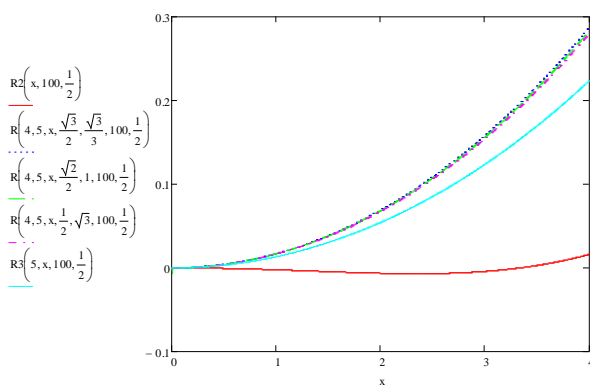


Рис. 1. Зависимость поперечного магнетосопротивления КП ($m_2=100m_1$; $m_3=4m_1$) от магнитного поля (отн. ед.) для различных направлений поля ($\varphi=0^\circ$; $\varphi=30^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\varphi=60^\circ$; $\varphi=90^\circ$ ($\varphi = (\mathbf{H}, \mathbf{Oz})$)).

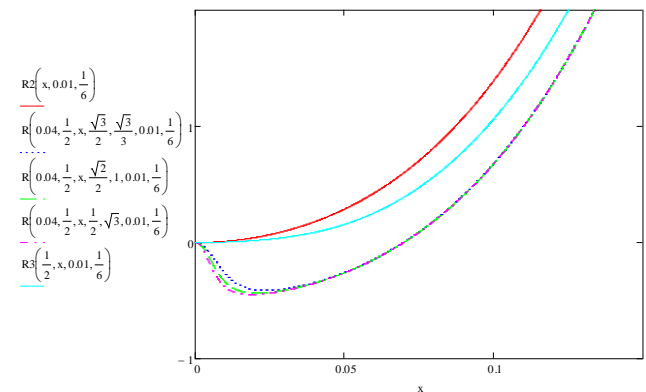


Рис. 2. Зависимость поперечного магнетосопротивления КП ($m_2=0.01m_1$; $m_3=0.04m_1$) от магнитного поля (отн. ед.) для различных направлений поля ($\varphi=0^\circ$; $\varphi=30^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\varphi=60^\circ$; $\varphi=90^\circ$ ($\varphi = (\mathbf{H}, \mathbf{Oz})$)).

1. Э.П. Сиявский, Р.А. Хамидуллин. ФТП, **40**, 1368 (2006).