

ПОЛУЧЕНИЕ ПАДАЮЩЕЙ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ В СКРЕЩЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ ЗАКОРАЧИВАНИЕМ ПОПЕРЕЧНОГО ХОЛЛОВСКОГО ПОЛЯ

В.Н. Богомолов, С.Г. Шульман, А.Г. Аронов, Г.Е. Пихус

Как известно, сопротивление полупроводника в скрещенных электрическом и магнитном полях существенно зависит от геометрии образца. В длинных образцах, когда поперечный ток равен нулю, удельное сопротивление есть

$$\rho_{xx}^{(1)} = \frac{\sigma_{xx}}{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{xy}^2}.$$

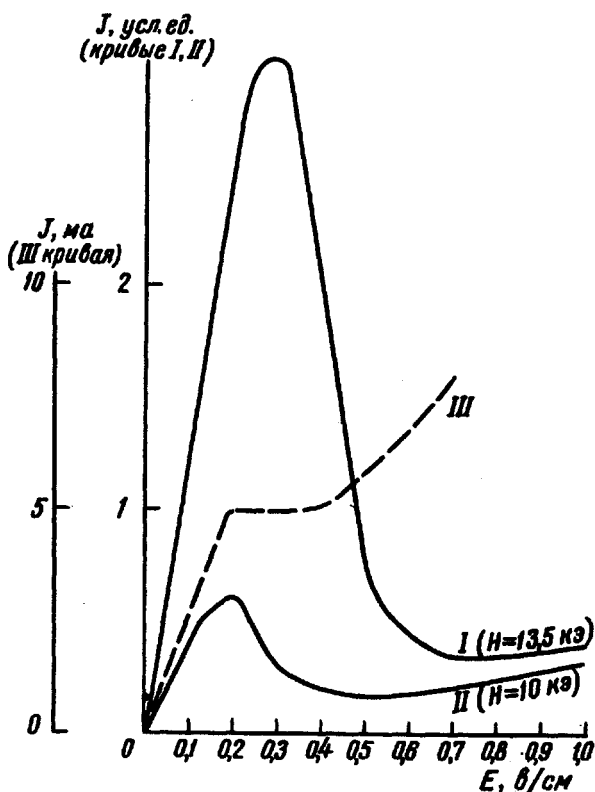
В случае, когда поперечное холловское поле равно нулю, т.е. в диске Корбино или в коротких образцах, где холловский ток замыкается на электроды $\rho_{xx}^{(2)} = 1/\sigma_{xx}$, т.е. в сильных магнитных полях, когда $\sigma_{xy} \gg \sigma_{xx}$, $\rho_{xx}^{(2)} \sim 1/\rho_{xx}^{(1)}$. Поэтому, если, например, σ_{xx} падает с ростом электрического поля, $\rho_{xx}^{(1)}$ также падает, тогда как $\rho_{xx}^{(2)}$ растет и наоборот. Это справедливо, конечно, если σ_{xy} остается постоянным, т.е. изменение σ_{xx} обусловлено изменением вероятности рассеяния, а не концентрации. Таким образом, закорачивая холловский ток, можно превращать S-образную вольтамперную характеристику в N-образную и наоборот.

Очевидно, что для получения падающей вольтамперной характеристики в случае диска Корбино необходимо, чтобы σ_{xx} убывало быстрее, чем E^{-1} , начиная с некоторых значений поля E . Как показали Казаринов и Скобов [1], именно такая зависимость проводимости от поля должна наблюдаться в квантующем магнитном поле при различных механизмах рассеяния.

Причиной падения падающей характеристики является разогрев электронов в сильном электрическом поле.

Падение удельного сопротивления $\rho_{xx}^{(1)}$ наблюдалось экспериментально на длинных образцах n -InSb с концентрацией примесей порядка 10^{14} см^{-3} при $T = 1,5^\circ \text{ K}$ и магнитных полях от 4 до 13 кэ в области электрических полей от 0,1 до 1 в/см² [2]. Результаты пересчета этих данных для случая вольтамперных характеристик диска Корбино показаны на рисунке. На этом же рисунке пунктиром показана вольтамперная характеристика, полученная нами экспериментально на диске Корбино из n -InSb с кон-

центрацией примесей порядка 10^{14} при $T = 1,7^\circ \text{K}$. Измерения проводились с источником тока с большой емкостью и большим внутренним сопротивлением. В этих условиях при достижении максимума вольтамперной характеристики наблюдается переход с одной восходящей ветви на другую. Этот переход происходит за время порядка 1 сек, что соответствует постоянной времени цепи.



В отличие от других случаев, в которых реализуются падающие характеристики, например в случае механизма Хилсума-Ридли-Ваткинса, здесь имеется возможность легко изменять вид вольтамперной характеристики, меняя магнитное поле. При этом можно получить вид падающего участка характеристики путем измерения на длинных образцах, тогда как в других случаях снятие падающего участка является сложной задачей из-за появления неустойчивостей.

Как известно, при наличии падающей вольтамперной характеристики в определенных условиях возникают неустойчивости ганновского типа [3]. Можно ожидать, что и в нашем случае можно получить аналогичную неустойчивость. Указанные выше особенности позволяют изучать влияние вида вольтамперной характеристики и ее параметров на эффект Ганна. Относительно слабые электрические поля позволяют производить измерения не в импульсных режимах, а в непрерывном.

В заключение авторы выражают свою признательность А.Р.Регелю, при поддержке которого была начата эта работа.

Институт полупроводников
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
30 декабря 1966 г.

Литература

- [1] Р.Ф.Казаринов, В.Г.Скобов. ЖЭТФ, 62, 1047, 1962; 44, 1368, 1963.
- [2] К.Коматсубара, Е.Ямада. Phys. Rev., 144, 702, 1966.
- [3] J.B.Gann. IBM. J.Res. Develop., 8, 141, 1964.