

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

В. Н. Добровольский, Д. Л. Воробьев,
С. П. Павлюк, Стимулированная магнит-
ным полем эксклюзия носителей заря-
да, *Письма в ЖТФ*, 1984, том 10, вы-
пуск 18, 1131–1135

Использование Общероссийского математического портала
Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны
с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.83

24 марта 2025 г., 22:04:23



- [1] Рандошкин В. В. Применение ионной имплантации в технологии производства ЦМД-микросхем. - В И. Б. „Радиоэлектроника за рубежом“, 1983, вып. 8 (980), с. 3-34.
- [2] Старостин Ю. В. Исследование субмикронных доменов в пленках на подложках неодим-галлиевого граната. В кн.: Запоминающие и логические устройства на цилиндрических магнитных доменах. Тр. ИНЭУМ, вып. 88, М., 1981, с. 85-92.
- [3] Shih C.C., Lin Y.S. Crystal curves for determining magnetization directions in implanted garnet films. - J. Appl. Phys., 1979, v. 50, N 6, p. 4246-4249.
- [4] Барьяхтар Ф. Г., Горобец Ю. И., Ильчишин О. В., Савуцкий А. И., Ходосов Е. Ф., Хребтов А. О. Измерение параметров тонких магнитных пленок с ЦМД индуктивно-частотным методом. - В кн.: Вопросы построения устройств на ЦМД. Тр. ИНЭУМ, вып. 95, М., 1982, с. 7-14.
- [5] Балбашов А. М., Рыбак В. И., Черво-ненкис А. Я. Состояние разработок по ЦМД-материалам. - Зарубежная электронная техника. М.: ЦНИИ „Электроника“, 1982, № 6-7, с. 11-130.

Донецкий физико-технический
институт АН УССР

Поступило в Редакцию
23 мая 1984 г.

Письма в ЖТФ, том 10, вып. 18 26 сентября 1984 г.

СТИМУЛИРОВАННАЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ЭКСКЛЮЗИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

В. Н. Д о б р о в о л ь с к и й, Д. Л. В о р о б ь е в,
С. П. П а в л ю к

Обнаружена возникающая в магнитном поле эксклюзия носителей заряда из образцов германия с проводимостью, близкой к собственной: концентрацией доноров $3.4 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ и временем жизни носителей заряда 10^{-4} с. На образец с напаянным оловом контактами подавались мощные одиночные прямоугольные импульсы напряжения с амплитудой U . Снимались осциллограммы тока $I(\theta)$ в отсутствии магнитного поля (рис. 1) и при тех же значениях U осциллограммы $2'-3'$ тока $I(H)$ в поперечном магнитном поле с напряженностью H . По таким осциллограммам построена зависимость I максимального во время действия импульса тока $I^*(H)$

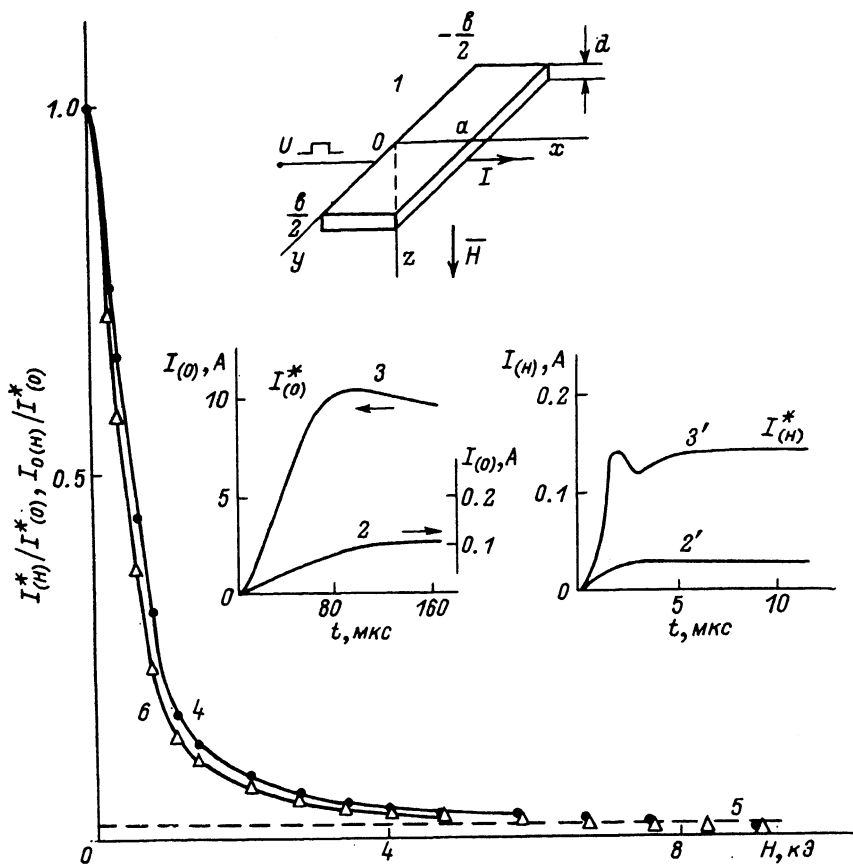


Рис. 1. 1 - образец, размеры в см: $a = 0.14$, $b = 0.82$, $d = 0.05$; осциллограммы тока I при U , В: 2 - 8, 3 - 33, здесь и дальше стрелки указывают на соответствующие шкалы; 2' и 3' - осциллограммы тока при тех же U и $H = 9$ кЭ; 4 и 5 - зависимости $\frac{I^*(H)}{I^*(0)}$ и $\frac{I_0(H)}{I^*(0)}$ ($I^*(0) = 10.5$ А) от H при $U = 33$ В; 6 - $I^*(H)/I^*(0)$ ($I^*(0) = 43$ А), снятая на диске Корбино с внутренним диаметром 0.3, внешним - 0.9 и толщиной 0.1 см при $U = 55$ В.

от H . Магнитное поле ускоряло установление тока и резко уменьшало его величину до значений меньших расчетного тока $I_0(H) = \frac{bd \cdot U}{a \rho_0(H)}$ (5), где $\rho_0(H)$ - удельное сопротивление образца в магнитном поле при равновесных концентрациях электронов и дырок, a , b и d - размеры образца. Проведенные во время

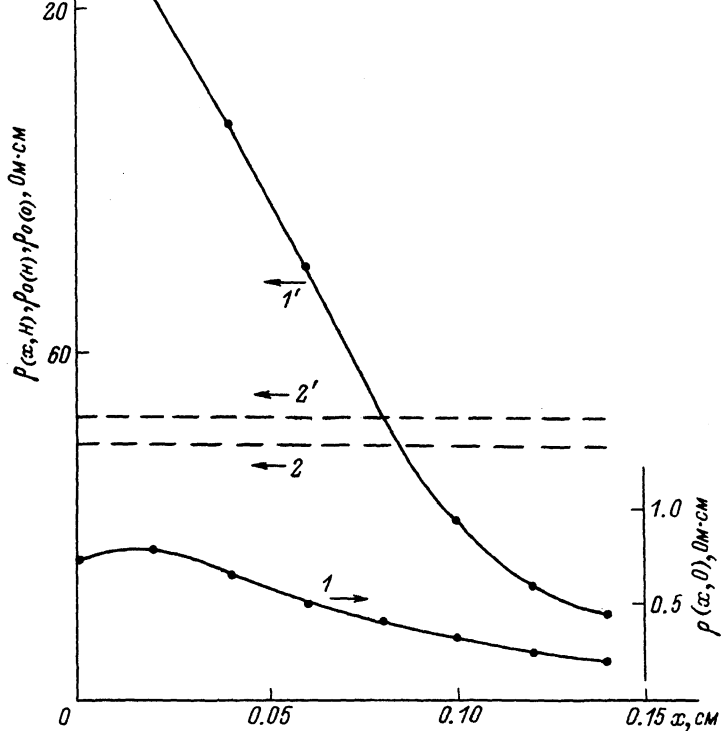


Рис. 2. Распределение вдоль образца при $U = 33$ В и $y = 0$ удельного сопротивления: 1 - $\rho(x, 0)$, 1' - $\rho(x, H)$, 2 - $\rho_0(x)$, 2' - $\rho_0(H)$; $H = 9$ кЭ.

действия импульса при $I = I^*$ и $y = 0$ зондовые измерения распределения удельного сопротивления вдоль образца в случае $H = 0$ $\rho(x, 0)$ (рис. 2, 1) и в магнитном поле $\rho(x, H)$ (1') показали, что в отсутствие магнитного поля имеет место сильная инжекция электронов и дырок, в результате которой $\rho(x, 0) \ll \rho_0(x)$ (2). Магнитное поле уменьшает инжекцию, а при достаточно большом H приводит к возникновению у положительного контакта обширной области эксклюзии с $\rho(x, H)$ в $2 \div 3$ раза большим, чем $\rho_0(H)$ (2').

Сила Лоренца сносит электроны и дырки на поверхность $y = \pm \frac{b}{2}$ (рис. 1, 1). Известно [1], что сильная рекомбинация на такой по-

верхности, уменьшая концентрации электронов и дырок, может привести к значениям $\rho(H)$, большим $\rho_0(H)$. Однако в наших условиях из-за малой длины образца α по сравнению с шириной b этот механизм проявлялся слабо и не может объяснить полученные результаты. Это доказывают такие факты. Увеличение на $2\div 3$ порядка скорости поверхностной рекомбинации на поверхности $y = -\frac{b}{2}$

в типичных условиях сильного проявления наблюдавшихся эффектов оставляло неизменной величину тока I^* в магнитном поле. Описанные эффекты наблюдались и на образцах в форме диска Корбино (рис. 1, 6), где нет сноса носителей заряда на поверхность.

Максимальное значение плотности тока $j^*(0)$, которое реализовалось при получении данных, приведенных на рисунках, было 1210 А/см^2 , а $\frac{I^*(0)}{I^*(H)}$, равное отношению сопротивлений образца в магнитном поле и без него, достигало 180. При $j^*(0) = -3500 \text{ А/см}^2$ и $H = 9 \text{ кЭ}$ отношение $\frac{I^*(0)}{I^*(H)} = 1240$. Увеличение концентрации доноров ослабляло обнаруженные эффекты. В образцах, где в качестве положительного контакта использовался р-п переход, влияние магнитного поля было значительно более слабым: при $j^*(0) = 3500 \text{ А/см}^2$ $\frac{I^*(0)}{I^*(H)} \approx 2.5$.

Полученные результаты объяснены следующим образом. В реализованных условиях через положительный контакт протекает сильный ток дырок, который создает большую концентрацию неравновесных носителей заряда и существенно определяет сопротивление образца. Введем среднюю дрейфовую скорость дырок $V = \frac{j_p}{e\rho}$, где j_p , e и ρ — плотность их тока, заряд и концентрация. В металле скорость дырок V на много порядков меньше, чем в объеме полупроводника. Поэтому дырки, входящие из металла в полупроводник, в слое толщиной порядка длины свободного пробега l имеют скорость V , много меньшую, чем в остальной части полупроводника. Следовательно, в этом слое траектории движения дырок и создаваемый ими ток подвержены значительно более сильному влиянию магнитного поля, чем в остальной части образца. Уменьшение магнитным полем этого тока приводит к уменьшению инжекционной способности контакта и концентрации неравновесных носителей заряда, а при достаточно большом H возникновению эксклюзии. Грубая оценка дает для величины магнитного поля H_k «выключающего» ток дырок, выражение $H_k = \frac{c}{\mu} \left(\frac{e l E}{3/2 k T} \right)^{1/2}$, где c — скорость света, μ — подвижность дырок, E — напряженность электрического поля, k — постоянная Больцмана, T — температура. Полагая $E \approx \frac{U}{\alpha}$ и $U = 33 \text{ В}$, находим $H_k \approx 10 \text{ кЭ}$. Это значение разумно согласуется со значением H , для которых ток существенно уменьшался — рис. 1, 4.

С увеличением концентрации доноров инжекция дырок ослабевает, и соответственно ослабевают обсуждавшиеся эффекты. В образце с р-п переходом инжекция дырок велика, но входящие в образец дырки не имеют исчезающе малую дрейфовую скорость, как в случае металлического контакта. Поэтому влияние магнитного поля слабое.

Л и т е р а т у р а

- [1] Weisshaar E. und Welker H. Magnetische Sperrschichten in Germanium. - Z. Naturforsch., 1953, 8a, N 11, p. 681-686.

Киевский государственный университет
им. Т. Г. Шевченко

Поступило в Редакцию
21 февраля 1984 г.

Письма в ЖТФ, том 10, вып. 18

26 сентября 1984 г.

СПЕКТР РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, НАБЛЮДАЕМОГО ПРИ НАРУШЕНИИ АДГЕЗИОННЫХ СВЯЗЕЙ И РАЗРУШЕНИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В ВАКУУМЕ

В. А. К л ю е в, А. Г. Л и п с о н,
Ю. П. Т о п о р о в, А. Д. А л и е в,
А. Е. Ч а л ы х

С помощью рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализатора установлено, что энергия фотонов рентгеновского излучения, возникающего при отслаивании полимерных пленок и расщеплении слюды, может достигать 70 КэВ с максимумом на кривой распределения при 10 КэВ.

Как известно, процессы разрушения адгезионных и когезионных связей твердых тел в вакууме сопровождаются эмиссией со свежесформированных поверхностей электронов высоких энергий [1]. Результатом взаимодействия этих электронов с разрушаемым материалом в зоне развивающейся трещины является рентгеновское излучение (РИ), наблюдаемое как при отслаивании полимерных пленок от различных подложек [2, 3], так и при разрушении некоторых твердых тел [4].

Задачей настоящей работы было установление энергетического спектра РИ, наблюдаемого при нарушении адгезионных связей и разрушении твердых тел в вакууме порядка 10^{-5} тор. Исследования проводились при разрушении адгезионной пары - полимерная пленка типа КЛТ на подложке из алюминия, а спектр РИ при разрушении