

Ю. А. Осипьян. Дислокационная (квазиодномерная) электропроводность в полупроводниках. Основные представления о влиянии дислокаций на электрические свойства полупроводников основаны на модели дислокационной цепочки как на ряде атомов с оборванными химическими связями. Эти атомы могут захватывать электроны из зоны проводимости, осуществляя тем самым акцепторное действие. О величине акцепторного действия при введении дислокаций можно судить, экспериментально изучая уменьшение концентрации электронов проводимости. Наряду с этим дислокации могут также оказывать и донорное действие. Механизм донорного действия сводится к тому, что неспаренные электроны, отрываясь от атомов, лежащих в дислокационных цепочках, попадают на акцепторные центры и «забивают» их, уменьшая их концентрацию. Тем самым уменьшается вероятность захвата тепловых электронов на акцепторные центры, т. е. уменьшается концентрация свободных дырок в валентной зоне. Это также удалось экспериментально наблюдать по уменьшению концентрации дырок в кристаллах р-типа при введении в них дислокаций. Об экспериментах в этой области я уже рассказывал на одной из научных сессий нашего отделения несколько лет назад ¹.

Однако второй стороной дела при захвате электронов на дислокации или при отдаче неспаренных электронов является тот факт, что дислокации оказываются электрически заряженными. В случае отрицательно заряженной дислокации вокруг нее образуется положительно заряженный цилиндр, заряд которого экранирует отрицательно заряженную дислокацию. Наоборот, в случае положительно заряженной дислокации внутри экранирующего цилиндра сосредоточены отрицательные заряды. Это приводит к тому, что кристаллы с дислокациями представляют собой гетерогенную систему. Можно было полагать, что подвижность носителей тока вдоль и поперек дислокационных линий, т. е. вдоль и поперек цилиндров, будет существенно разной. И действительно, нам экспериментально удалось наблюдать резкую анизотропию подвижности носителей тока вдоль и поперек введенных в кристалл дислокаций ².

Особым является случай, когда цилиндры, экранирующие дислокационные заряды, пересекаются. Тогда возникают трудности для электронов проводимости, выражающиеся в изменении условий протекания электрического тока. Однако все, о чем было сказано выше, сводится к изучению влияния дислокаций на поведение зонных электронов. Мы поставили своей целью попытаться проследить за поведением захваченных дислокацией электронов или собственно электронов оборванных связей. Нам удалось наблюдать явления дислокационной проводимости, которая сводится к тому, что при низкой температуре, когда в зоне проводимости практически нет электронов, наблюдается довольно значительная электропроводность, которая не зависит от температуры и не сопровождается появлением эффекта Холла ³.

Дальнейшие наши эксперименты были связаны с применением техники измерения микроволновой проводимости. При измерениях на постоянном токе, когда для обнаружения проводимости требуется движение носителя от контакта к контакту, начинают играть роль всякие особенности в дислокационной структуре (пересечение дислокаций, перегибы и ступеньки на них и т. д.). В СВЧ методах, даже если отрезок дислокации, вдоль которого происходит движение дислокаций, короткий, все равно может наблюдаться поглощение СВЧ сигнала. И, действительно, с помощью этого метода нам удалось наблюдать резко анизотропное СВЧ поглощение, анизотропия которого совпадала с анизотропией специально созданной дислокационной структуры. Дислокационная структура в этих экспериментах представляла собой линии, параллельные кристаллографическому направлению [110]. Число дислокаций, лежащих вдоль этого направления, было в 10 раз больше числа дислокаций, лежащих вдоль любых других направлений. Величина СВЧ поглощения, определяемая из формы резонансной кривой, была также примерно в 10 раз больше, чем величина поглощения во всех других направлениях.

На основании анализа температурной зависимости СВЧ поглощения, а также зависимости величины поглощения от плотности дислокаций при различной концентрации доноров и акцепторов, удалось сделать предварительный вывод о модели дислокационных зон в германии и кремнии ⁴⁻⁸.

ЛИТЕРАТУРА

1. О с и п ь я н Ю. А.— УФН, 1971, т. 104, с. 682.
2. О с и п ь я н Ю. А., Ш е в ч е н к о С. А.— Письма ЖЭТФ, 1973, т. 18, с. 256.
3. О с и п ь я н Ю. А., Ш е в ч е н к о С. А.— Ibid., 1974, т. 20, с. 709.
4. Г р а ж у л и с В. А., К в е д е р В. В., М у х и н а В. Ю., О с и п ь я н Ю. А.— Ibid., 1976, т. 24, с. 164.
5. О с и п ь я н Ю. А., Т а л ь я н с к и й В. И., Ш е в ч е н к о С. А.— ЖЭТФ, 1977, т. 72, с. 1543.
6. О с и п ь я н Ю. А., Т а л ь я н с к и й В. И., Х а р л а м о в А. А., Ш е в ч е н к о С. А.— ЖЭТФ, 1979, т. 76, с. 1655.
7. Е р о ф е е в В. Н., Н и к и т е н к о В. И., П о л о в и н к и н а В. И., С у в о р о в Э. В.— Кристаллография, 1971, т. 16, с. 190.
8. О с и п ь я н Ю. А., П р о к о п е н к о В. М., Т а л ь я н с к и й В. И., Х а р л а м о в А. А., Ш е в ч е н к о С. А.— Письма ЖЭТФ, 1979, т. 30, с. 123.†