

КВАНТОВЫЕ РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ InSb

О.Н.Филамов, И.А.Карнович

Эффекты осцилляции кинетических коэффициентов в размерно-квантованных пленках, наблюдавшиеся на полуметаллических пленках [1, 2], могут проявляться также в пленках вырожденных полупроводников. В [3] авторами обнаружено из оптических измерений, что энергетический спектр электронов в тонких пленках InSb имеет квазидискретный характер. Вследствие малой величины плотности состояний в зоне проводимости электронный газ в пленках InSb *n*-типа вырожден при комнатной температуре. В настоящей работе исследовалась зависимость удельного сопротивления ρ , постоянной Холла R , холловской подвижности $\mu = R/\rho$ от толщины L пленок InSb *n*-типа. Методика исследования аналогична примененной в работе [2]. Образцы представляли собой длинные узкие полоски (2×90 м²) переменной толщины с зондовыми отводами через каждые 2 мм. Распределение толщины по образцу измерялось с помощью микроинтерферометра на толстых пленках. Толщина тонких пленок рассчитывалась по весу испаряемой навески на основе предположения, что закон распределения плотности молекулярного пучка в плоскости конденсации сохраняется. Методика приготовления монокристалльных пленок *n* - InSb на слюдяных подложках и некоторые данные о структуре и электрических параметрах пленок приведены в [3].

Толщинные зависимости ρ , R и μ при комнатной температуре приведены на рис. 1. Характерной особенностью зависимостей ρ и μ от L является наличие осцилляций. Период осцилляций на толстом конце образца $\Delta L \approx 500$ Å. Оценка эффективной массы носителей согласно соотношению [1]

$$\Delta L = \pi \hbar / \sqrt{2 m E_F} ,$$

где E_F - энергия Ферми массивного образца, дает значение $m \approx 0,01 m_0$, которое удовлетворительно согласуется с данными оптических измерений [3]. Осцилляции подвижности проявляются на фоне монотонного уменьшения μ с уменьшением толщины. Уменьшение монотонной составляющей подвижности наблюдалось на пленках Bi [1] и недавно на пленках InSb [4]. Следует отметить, что авторы [4] не обнаружили

осцилляций подвижности, что вероятно, связано с большим шагом по толщине при измерениях толщинных зависимостей.

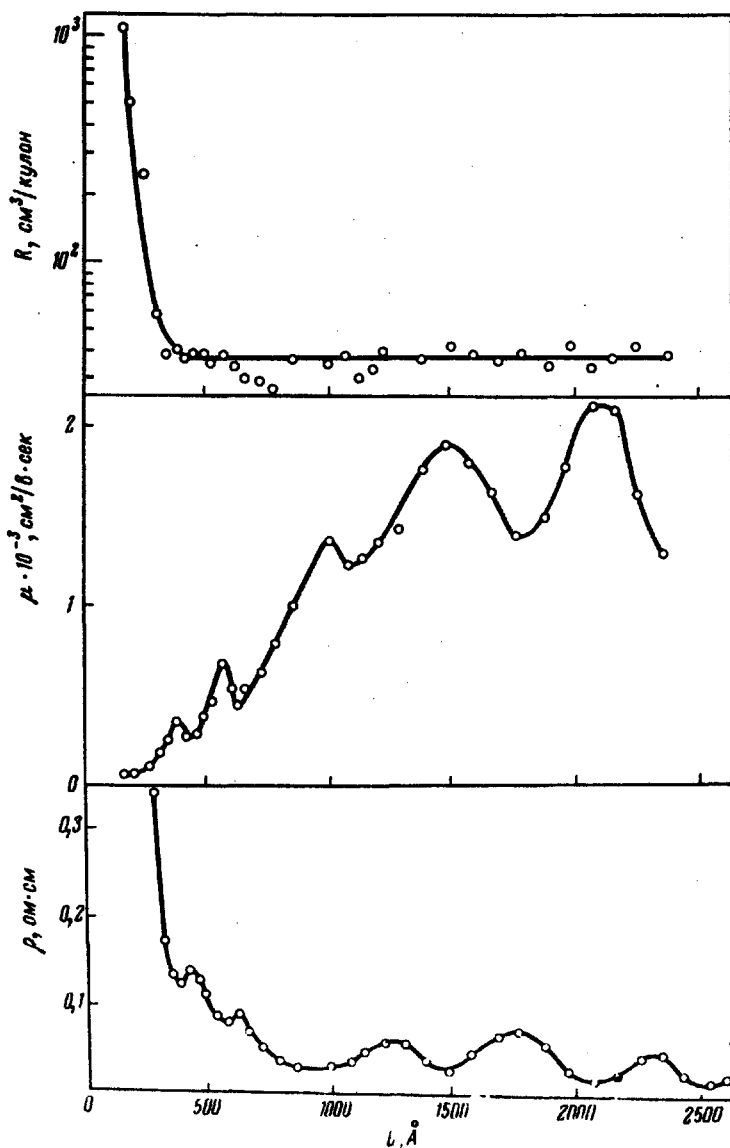


Рис. 1. Зависимость постоянной Холла, подвижности и удельного сопротивления пленок InSb от толщины

Как видно из рис. 1, при $L \lesssim 300 \text{\AA}$ наблюдается резкое увеличение ρ , обусловленное главным образом уменьшением концентрации носителей.

Это явление можно интерпретировать как снятие вырождения электронного газа. В пользу такого заключения свидетельствует появление участков с экспоненциальной зависимостью концентрации от температуры

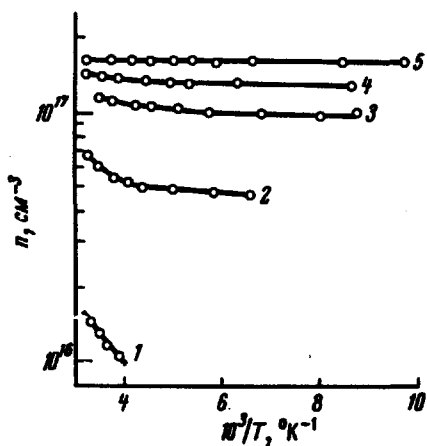


Рис. 2. Температурные зависимости концентрации носителей для пленок различной толщины L , Å: 1 – 240, 2 – 300, 3 – 360, 4 – 390, 5 – 410

(рис. 2, кривые 1, 2), причем энергия активации увеличивается с уменьшением L . Для пленок минимальной толщины (240 Å) энергия активации ΔE , определенная из выражения $n \sim \exp(-\Delta E/2kT)$, равна 0,24 эв.

Мы полагаем, что описанные выше особенности электрических свойств тонких пленок InSb являются проявлениями квантовых размерных эффектов.

В заключение авторы благодарят Б.А.Тавгера и В.Я.Демиховского за обсуждение результатов.

Горьковский
исследовательский
физико-технический
институт

Поступила в редакцию
14 июля 1969 г.

Литература

- [1] Ю.Ф.Огрин, В.Н.Луцкий, М.И.Елинсон. Письма в ЖЭТФ, 3, 114, 1966.
- [2] Ю.Ф.Комник, Е.И.Бухштаб. ЖЭТФ, 54, 63, 1968.
- [3] О.Н.Филатов, И.А.Карпович. ФТТ, 11, 1639, 1969; 10, 2886, 1968; 11, 805, 1969.
- [4] K.Berchtold, D.Huber, Phys. stat. sol., 33, 425, 1969.