

**ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТОНКИХ ПЛЕНОК В
В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ**

В.И.Ватаманюк, Ю.А.Кулюпин, О.Г.Сарбей

Квантование электронного энергетического спектра в кристаллах с ограниченными размерами приводит к осцилляционному характеру зависимости кинетических коэффициентов в тонких металлических плен-

ках от толщины [1-3]. Из этих зависимостей можно получить ряд сведений о структуре энергетического спектра электронов в этих пленках. Другая возможность для изучения этого вопроса заключается в исследовании электропроводности тонких пленок от электрического поля [4]. Следует однако иметь в виду, что структура таких пленок сильно зависит от толщины, условий приготовления, состояния подложки и т.д. Известно, например, что во многих случаях очень тонкие пленки перестают быть сплошными и представляют собой двумерное собрание

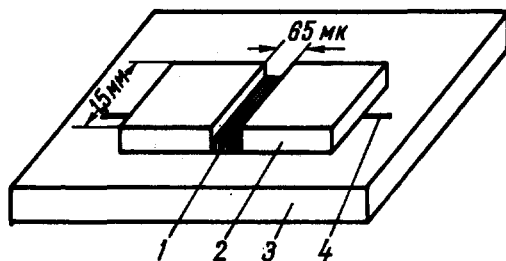


Рис.1

островков ограниченных размеров. Тем не менее представляется, что и в этом случае дискретность энергетического спектра должна приводить к особенностям на вольт-амперных характеристиках пленок в сильных электрических полях, если в них имеет место "разогрев" электронного газа [5].

Опыты проводились с висмутовыми пленками, напыленными на слюдяную подложку, находившуюся при температуре $70-80^{\circ}\text{C}$, в вакууме не хуже $5 \cdot 10^{-9}$ мм рт.ст., со скоростью напыления $50 \text{ \AA}/\text{мин}$. Толщина пленок определялась оптическим методом [1]. Необходимые для проявления особенностей на вольт-амперных характеристиках поля для пленок такого типа можно оценить из того условия, что средняя энергия электронов в поле должна изменяться на величину порядка расстояния между дискретными уровнями. При толщинах пленок порядка 100 \AA эта оценка дает $U \approx 10^3 \text{ в/см}$. Такие поля легко было получить благодаря конфигурации образцов, показанной на рис.1. Исследуемая пленка 1 напылялась на подложку 3 между золотыми контактами 2, образующими зазор 65 мк . Напряжение к золотым контактам подводилось с помощью платиновых вводов 4. Измерения в области сильных электрических полей проводились в импульсном режиме с длительностью импульсов напряжения 10 мсек и частотой повторения 10 гц . В этом случае разогревание пленки джоулевым теплом отсутствовало, что проверялось изменением параметров импульса в широких пределах.

Зависимость электропроводности σ , которую мы характеризуем величиной $1/\sigma$ (ампер-вольт $^{-1}$) от электрического поля (для очень низких полей справедлив закон Ома) приведена на рис.2. Кривые 1, 3 сняты при комнатной температуре, 2, 4 — соответствуют измерениям при температуре жидкого азота. Исследовались пленки толщиной 115 \AA — 1, 2 и 120 \AA — 3, 4. На фоне общего роста электропроводности, обуслов-

ленного "разогревом" электронов, имеют место осцилляции ее с амплитудой от 4 до 12%. Заметим при этом, что ошибка измерения отдельной точки не превышала 2,5%. Такую зависимость на каждом излучавшемся образце можно было снимать при последовательном увеличении и уменьшении напряжения, при этом результаты совпадали в пределах ошибки эксперимента. Это хорошо видно из кривой 1, где точками и крестика-

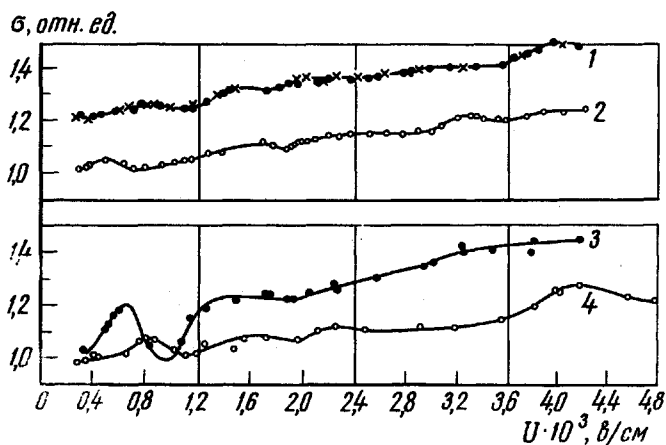


Рис.2

ми обозначены соответствующие зависимости. В области полей порядка 10^4 в/см и больше наблюдались необратимые процессы, природа которых остается неясной.

Таким образом, мы считаем, что наблюдаемые в настоящей работе осцилляции проводимости тонких пленок в зависимости от электрического поля обусловлены квантовыми размерными эффектами. Однако, пока отсутствуют точные данные о структуре этих пленок, затруднительно провести количественное сравнение этих результатов с теорией.

Институт физики
Академии наук
Украинской ССР

Поступило в редакцию
9 ноября 1967 г.

Литература

- [1] Ю.Ф.Огрин, В.Н.Луцкий, М.И.Елинсон. Письма ЖЭТФ, 3, 114, 1966.
- [2] Ю.Ф.Огрин, В.Н.Луцкий, Р.М.Шефталъ, М.У.Арифова, М.И.Елинсон. Радиотехника и электроника, 4, 748, 1967.
- [3] В.Б.Сандомирский. ЖЭТФ, 52, 158, 1967.
- [4] О.И.Кулик. Письма ЖЭТФ, 5, 423, 1967.
- [5] Т.Е.Hartman. J. Appl. Phys., 34, 943, 1963; П.М.Томчук, Р.Д.Федорович. ФТТ, 8, 3131, 1966.