

# ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Nb-Ge С РЕШЕТКОЙ Al5

Н.Д. Кузьмичев

УДК 669.293.783:539.216.2:535.393:53.096

Выполнены измерения комплексной диэлектрической проницаемости двух образцов Nb-Ge в спектральной области 0,177 - 3,1 эВ при температурах 295 и 670 К.

Дисперсионная зависимость комплексной диэлектрической постоянной  $\epsilon(\omega)$  содержит информацию об энергетическом спектре электронов выше и ниже энергии Ферми в пределах энергии зондирующих фотонов и об электронных и электрон-фононных характеристиках металла /1,2/.

В данной работе измерены действительная и мнимая части дисперсии комплексной диэлектрической проницаемости  $\epsilon(\omega)$  двух об-

разцов Nb-Ge в спектральной области 0,177 - 3,1 эВ при температурах 295 и 670 К. По сравнению с имеющейся единственной в литературе работой /3/, посвященной оптическим исследованиям Nb-Ge, в настоящей работе измерения  $\epsilon(\omega) = \epsilon_1(\omega) - i\epsilon_2(\omega)$  выполнены в более широкой спектральной области и приведены данные рентгеноструктурного анализа исследованных образцов.

Образцы Nb-Ge представляли собой пленки, напыленные на рубиновые подложки. Технология приготовления описана в работе /4/. Характеристики исследуемых образцов приведены в табл. I.

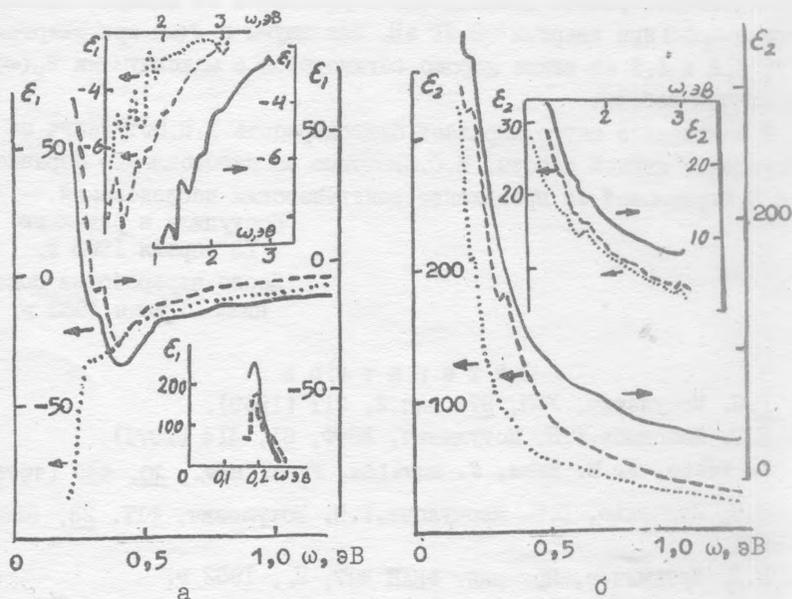
В таблице  $R_k$  - электросопротивление при комнатной температуре,  $R_{ост}$  - вблизи  $T_c$ ,  $T_c$  - критическая температура перехода в сверхпроводящее состояние. Во второй колонке первая и вторая цифры указывают соответственно начальную и конечную температуры перехода из сверхпроводящего состояния в нормальное. Рентгеноструктурный анализ выполнен на "оптических" образцах после проведения оптических измерений. Рентгеновская дифрактограмма образца №1 показала, что он содержит практически 100% фазы Al5. На дифрактограмме видны 17 линий решетки Al5, из них одна линия (110) - разностная. Рентгеновская дифрактограмма образца №2 содержит помимо линий фазы Al5 линии  $\sigma$ -фазы и 2 слабые линии фазы NbO. Содержание фазы Al5 больше 50%. Наблюдалось 18 линий фазы Al5, из них три разностные: (110), (220), (330). Это говорит о том, что и в образце №2 фаза Al5 упорядоченная.

Измерения оптических постоянных образцов №1 и №2 выполнялись на установках, описанных в работах /5/ и /6/. Экспериментальные значения  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  сглаживались на ЭВМ. Сглаживание выполнялось по методу наименьших квадратов многочленами третьей степени по семи неравноотстоящим точкам. На рис. 1а приведена дисперсия

Таблица I.

Образцы Nb-Ge	$T_c$ , К	$R_k/R_{ост}$	Постоянная решетки $a$ , Å	Толщина пленки $d$ , мкм	Площадь поверхности зеркала, мм <sup>2</sup>
№1	14,2-15,3	1,19	5,187±0,002	0,3	20x60
№2	11,9-13,0	1,16	5,16	0,5	20x60

сглаженных значений действительной части диэлектрической проницаемости  $\epsilon_1$ , а на рис. 1б —  $\epsilon_2$ . В структуре  $\epsilon_2(\omega)$  можно выделить основные широкие максимумы, на фоне которых проявляется ряд мелких максимумов (тонкая структура). Максимумы в спектре  $\epsilon_2(\omega)$  связаны с межзонными переходами. С повышением температуры положения максимумов практически не меняются. На краю ИК области спектра  $\epsilon_2(\omega)$  образца №2 растет быстрее, чем  $\epsilon_2(\omega)$  образца №1. Далее  $\epsilon_1(\omega)$  образца №2 является всюду отрицательной величиной. Функция  $\epsilon_1(\omega)$  образца №1 в области  $\hbar\omega < 0,3$  эВ становится большой положительной величиной. Для образца №1 в спектральной области  $\hbar\omega < 0,3$  эВ вклад в  $\epsilon(\omega)$  межзонного перехода при энергии  $\sim 0,21$  эВ, по-видимому, преобладает над вкладом электронов проводимости. Таким образом можно сделать вывод, что концентрация электронов проводимости в образце №2 больше, чем в образце №1.



Р и с. 1. Действительная (а) и мнимая (б) части диэлектрической проницаемости Pb-Ge: — при 295 К (образец №1), - - - - при 670 К (образец №1), ..... - при 670 К (образец №2)

В работе /3/ приведены экспериментальные данные работы Яо и Шинеттерли для  $\epsilon_1(\omega)$  и  $\epsilon_2(\omega)$  в спектральной области 0,18–0,5 эВ. Авторы указанной работы выполнили обработку экспериментальных данных и получили плазменную частоту электронов проводимости и величину  $\gamma = 1/\tau$ , где  $\tau$  – время релаксации электронов проводимости. Эти результаты можно считать лишь ориентировочными, так как авторы работы /3/ не учитывали межзонные переходы в спектральной области 0,18–0,5 эВ. Как было отмечено выше, результаты настоящей работы показывают наличие вклада в  $\epsilon_2(\omega)$  межзонных переходов в этой области спектра.

Теоретический расчет /7/ комбинированной плотности состояний  $J(\omega) \text{ Pb}_3\text{Ge}$  ( $J(\omega) \propto \omega^2 \epsilon_2(\omega)$ ) показывает, что в зависимости  $J(\omega)$  имеется очень сильный пик при энергии  $\sim 0,2$  эВ и имеются максимумы при энергиях около 0,7; 1,2 и 1,9 эВ. Экспериментальные данные настоящей работы действительно указывают на наличие сильного пика в  $\epsilon_2(\omega)$  при энергии  $\sim 0,21$  эВ. Максимумы в  $J(\omega)$  при энергиях 0,7; 1,2 и 1,9 эВ также хорошо согласуются с максимумами  $\epsilon_2(\omega)$  настоящей работы.

В заключение автор выражает благодарность Г.П. Мотулевич за обсуждение данной работы, И.С. Левченко за изготовление образцов и С.П. Меркуловой за проведение рентгеновских исследований.

Поступила в редакцию  
13 апреля 1983 г.

После переработки поступила 13 июня 1983 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. Г.П. Мотулевич, УФН, 97, вып.2, 211 (1969).
2. Е.Г. Максимов, Г.П. Мотулевич, ЖЭТФ, 61, 414 (1971).
3. I. Tütto, L. M. Kahn, J. Ruvalds, Phys. Rev., 20, 952 (1979).
4. И.С. Левченко, С.П. Меркулова, Г.П. Мотулевич, ФТТ, 23, 626 (1981).
5. Н.Д. Кузьмичев, Препринт ФИАН №97, М., 1982 г.
6. Н.Д. Кузьмичев, Препринт ФИАН №5, М., 1983 г.
7. P. B. Allen et al., Phys. Rev. Lett., 40, 1532 (1978).