

на переходах 3-2 и 4-2 иона $F IX$ ($\sim 81 \text{ \AA}$ и $\sim 60 \text{ \AA}$ соответственно). Оценки, в которых за основу приняты изложенные выше результаты, показывают, что при увеличении поля (а такая возможность имеется) можно получать плазменные образования с средним зарядом ионов $\bar{z} = 12-14$, длины волн переходов в которых лежат в диапазоне „водного окна“.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K e a n e C.J., S e g l i o N.M., M a s G o w e n et al. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 1989. V. 22. N 21. P. 3343-3362.
- [2] L o n d o n R.A., R o s e n M.D., M a s o n M.S. et al. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 1989. V. 22. N 21. P. 3363-3376.
- [3] S u c k e w e r S. In: Proc. of the OSA Topical Meeting on short Wavelength Coherent Radiation: Generation and Applications. 1988. V. 2. P. 36-46.
- [4] Б о й к о В.А., Б р ю н е т к и н Б.А., Б у н к и н Ф.В. и др. // Препринт ФИАН. № 237. С. 1982.
- [5] Б о й к о И.А., Б р ю н е т к и н Б.А., Б у н к и н Ф.В. и др. // Квантовая электроника. 1983. Т. 10. № 6. С. 1286-1288.

Поступило в Редакцию
16 февраля 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 7

12 апреля 1991 г.

05

© 1991

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ $A^{1U}B^{Y1}$ В РАДИОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ

М.С. Г у т е н е в, Н.И. И в а н о в а,
Н.С. П о ч е п ц о в а

Электрофизические параметры монохалькогенидов свинца и олова изучены достаточно подробно. В то же время результаты исследований их диэлектрической проницаемости (ϵ) носят противоречивый характер и относятся в основном к диапазону частот, отвечающих ИК области спектра (табл. 1).

Для определения диэлектрической проницаемости твердых веществ в диапазоне радиочастот обычно применяют таблеточный и иммерсионный

Т а б л и ц а 1

Значения диэлектрической проницаемости халькогенидов свинца и олова

Соединение	ϵ	Частота, Гц	Температура, К	Источник
<i>SnS</i> <i>PbS</i>	-	-	-	-
	140 \pm 20	10 ¹¹ -10 ¹³	300	[1]
	174.4	10 ¹⁴	300	[2]
	172	10 ¹⁴	300	[3]
	161.5	10 ¹⁰	300	[4]
	17.9	10 ⁶	286	[5, 6]
	\sim 100	постоянное поле	4.2	[7]
<i>PbSe</i>	250	10 ¹¹ -10 ¹³	300	[2]
	206	10 ¹⁴	300	[3]
	100-400	постоянное поле	4.2	[7]
<i>PbTe</i>	380	10 ¹⁴	300	[3]
	200	2.4 \cdot 10 ¹⁰	293	[8]
	400	10 ⁴ -10 ⁵	4.2-130	[9]
	397 \pm 30	10 ¹¹ -10 ¹³	4.2	[10]
	400	постоянное поле	4.2	[7]

онный методы [11, 12], причем последний имеет целый ряд преимуществ в отношении быстроты и точности измерений. В области 500 кГц истинное значение ϵ может быть получено иммерсионным методом для веществ, удельная электропроводность которых не превышает $10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$ [11]. Верхняя граница диапазона измеряемых значений диэлектрической проницаемости веществ в твердом состоянии ограничена значением ϵ воды (как известно, при 300 К вода обладает наибольшим среди жидких веществ значением диэлектрической проницаемости, близким к 80). Кроме того, использованию воды в качестве иммерсионной среды препятствует и возможность ее химического взаимодействия с исследуемым веществом. Иммерсионный метод измерения ϵ не позволяет использовать его для веществ с высокой удельной электропроводностью (более $10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$) вследствие снижения добротности измерительной системы после внесения в иммерсионную среду

порошка исследуемого вещества и, следовательно, невозможности измерения электрической емкости ячейки, а также для веществ с высокой (более 80) диэлектрической проницаемостью.

Целью настоящего сообщения является рассмотрение возможности использования иммерсионного метода по отношению к веществам с высокими значениями удельной электропроводности (более $10^{-4} \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$) и (или) диэлектрической проницаемости (более 80), в частности, к халькогенидам свинца и олова. Поставленная цель достигается следующим образом. Порошок исследуемого вещества перед загрузкой в измерительную ячейку смешивается с порошком нерастворимого в иммерсионной среде диэлектрика с известным значением ϵ , который взят в количестве 90–95 % по объему. Границы объемного содержания вещества–диэлектрика в механической смеси (U_1) определены, с одной стороны, тем, что последняя должна иметь низкие значения эффективных удельной электропроводности и (или) диэлектрической проницаемости (т.е. $U_1 \geq 90\%$), а, с другой стороны, позволяет получать значения диэлектрической проницаемости исследуемого вещества с возможно большей точностью (т.е. $U_1 \leq 95\%$). Затем иммерсионным методом измеряют эффективную диэлектрическую проницаемость механической смеси ($\epsilon_{эф}$). Расчет диэлектрической проницаемости исследуемого вещества по найденному значению $\epsilon_{эф}$ проводят по формуле, отражающей объемно–долевую аддитивность диэлектрической проницаемости механической смеси [13], т.е.

$$100\epsilon_{эф} = U_1\epsilon_1 + U_2\epsilon_2, \quad (1)$$

где индексы (1) и (2) относятся к веществу–диэлектрику и исследуемому веществу соответственно. Использование для измерений механической смеси порошков вещества–диэлектрика и исследуемого вещества обеспечивает увеличение добротности измерительной ячейки, заполненной иммерсионной жидкостью и механической смесью порошков (порошок вещества–диэлектрика, занимающий основную часть объема механической смеси, блокирует частицы ее высокопроводящего компонента), а также обеспечивает, в соответствии с (1), уменьшение $\epsilon_{эф}$ порошка до значений, соизмеримых с диэлектрической проницаемостью жидких иммерсионных сред.

Для проверки достоверности результатов, получаемых рассмотренным выше способом, проведено их сравнение с данными измерения диэлектрической проницаемости известным иммерсионным методом на примере стекла состава $Ge_{0.26}Sn_{0.17}S_{0.57}$. Иммерсионными жидкостями служили четыреххлористый углерод, ацетон и нитробензол. По данным калибровки используемой нами ячейки, ее электрическая емкость связана с диэлектрической проницаемостью находящегося в ней вещества формулой

$$C_i = 5.50 + 9.81 \epsilon, \quad \text{пФ.} \quad (2)$$

Т а б л и ц а 2

Значения диэлектрической проницаемости халькогенидов свинца и олова (частота 500 кГц, температура 300 К)

Соединение	Состояние образца	ϵ
<i>SnS</i>	Поликристалл	107±2
<i>PbS</i>	Поликристалл	104±4
<i>PbSe</i>	Поликристалл	56±2
<i>PbSe</i>	Монокристалл	49±2
<i>PbTe</i>	Монокристалл	65±2

Измерения электрической емкости проводили с помощью прецизионного измерителя емкости и индуктивности Е12-1А (частота 500 кГц). Найденное экспериментально значение электрической емкости, соответствующей изодиэлектрической точке (диэлектрическая проницаемость твердого вещества равна ϵ иммерсионной среды), составляет 254.7 пФ, т.е. значение ϵ исследуемого стекла равно 25.4. Затем была приготовлена механическая смесь порошков стекла состава $As_{0.40}Se_{0.60}$ (плотность $d_1 = 4.60 \cdot 10^3$ кг/м³, $\epsilon = 10.0$), нерастворимого в иммерсионной жидкости, и стекла состава $Ge_{0.26}Sn_{0.17}S_{0.57}$ ($d_2 = 3.88 \cdot 10^3$ кг/м³). Объемное содержание компонентов механической смеси, найденное по формуле

$$v_j = 100(m_j/d_j)/(m_1/d_1 + m_2/d_2) \% \text{ об.} \quad (3)$$

составляет 92 % (v_1) и 8 % (v_2). Значение электрической емкости, соответствующей изодиэлектрической точке, составляет 115.2 пФ, т.е. эффективная диэлектрическая проницаемость механической смеси порошков равна 11.2. Таким образом, искомая диэлектрическая проницаемость стекла $Ge_{0.26}Sn_{0.17}S_{0.57}$ составляет 24.8, что удовлетворительно согласуется с ранее найденным значением (25.4).

В заключение приведем результаты измерения диэлектрической проницаемости кристаллических образцов халькогенидов свинца и олова рассмотренным выше методом (таблица 2).

Измерения проводили не менее трех раз, варьируя объемное содержание компонентов механической смеси и используя в качестве вещества-диэлектрика стеклообразный селенид мышьяка.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] C r e i c k R. // Phys. Lett. 1964. V. 10. N 1. P. 51-52.
- [2] Z e m e l J.N., J e r s e n J.D., S c h o o - l a r R.B. // Phys.Rev.1965. V.140. N 1. A. P.330-342.

- [3] Dalven R. // Infrared Phys. 1969. V. 9. N 4. P. 141-184.
- [4] Sokolowski M.M., Fang P.H. // Phys. Lett. 1965. V. 16. N 3. P. 222-223.
- [5] Воронкова Е.М., Гречушников Б.Н., Дистлер Г.И., Петров И.П. Оптические материалы для инфракрасной техники. М., 1965. 336 с.
- [6] Полупроводники / Под ред. Н.Б. Хеннея. М., 1962. 668 с.
- [7] Scanlon W.W. // Sol. State Phys. 1959. V. 9. P. 83-137.
- [8] Watanabe N. // Jap. J. Appl. Phys. 1964. V. 3. N 3. P. 166.
- [9] Kanai Y., Shono K. // Jap. J. Appl. Phys. 1963. V. 2. N 1. P. 6-10.
- [10] Bylander E.G., Haas M. // Sol. State Commun. 1966. V. 4. N 1. P. 51-53.
- [11] Гутенев М.С., Блинов Л.Н. // Физ. и хим. стекла. 1982. Т. 8. № 4. С. 439-444.
- [12] Якшин М.М. // Изв. сектора платины ИОНХ АН СССР. 1945. Т. 18. С. 77-93.
- [13] Браун В. Диэлектрики. М., 1961. 328 с.

Поступило в Редакцию
13 марта 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 7
05;
05; 07; 09

12 апреля 1991 г.

© 1991

ЗОНДИРОВАНИЕ ПОЛЯ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ СПИНОВЫХ ВОЛН МЕТОДОМ ОТКЛИКА НА ЛОКАЛЬНЫЕ ФОТОИНДУЦИРОВАННОЕ ВОЗМУЩЕНИЕ

Н.И. Ляшенко, М.Ю. Хвастухин,
С.В. Яковлев

Методы визуализации магнитостатических спиновых волн (МСВ), распространяющихся в эпитаксиальных феррит-гранатовых пленках, с использованием подвижных магнитоиндукционных зондов исследованы в [1, 2]. В [3, 4] описываются оптические методы визуализации, основанные на модуляции зондирующего луча света при магнитооптическом взаимодействии с полем МСВ. Перечисленные выше методы используют воздействие поля волны на зонд, который рассматривается невозмущающим (пассивное зондирование).