

димому, в общем случае излучение высших компонент ВКР может происходить в разных точках активного вещества (по длине кюветы) и эти точки являются фокусами многофокусной структуры. Такой структурой в среде может обладать основная или 1s-компонента в зависимости от коэффициента усиления на соответствующей частоте [9].

Снимок *г* характерен для незначительного превышения накачки над порогом. При этом, как правило, наблюдается только излучение конусов класса I.

Наличие конусов излучения класса II также и в условиях срыва генерации на 1s-частоте показывает, что излучение этих конусов не связано с сопутствующими ВКР эффектами генерации, в том числе приосевым излучением и, как установлено выше, обусловлено излучением из фокусов многофокусной структуры.

Автор выражает благодарность Х. И. Амирханову за внимание.

### Литература

- [1] E. Garmire. Phys. Lett., 17, 251, 1965.
- [2] В. Н. Луговой. Введение в теорию вынужденного комбинационного рассеяния. «Наука», М., 1968.
- [3] K. Shimoda. Japan. J. Appl. Phys., 5, 86, 1966.
- [4] А. Н. Арбатская, М. М. Сущинский. ЖЭТФ, 66, 1933, 1974.
- [5] Т. М. Махвиладзе, М. Е. Сарычев. Ж. прикл. спектр., 25, 1062, 1976.
- [6] В. Н. Луговой, А. М. Прохоров. ЖЭТФ, 69, 86, 1975.
- [7] Б. М. Атаев, В. Н. Луговой. ФТТ, 10, 1991, 1968.
- [8] Б. М. Атаев, В. Н. Луговой. Письма ЖЭТФ, 7, 52, 1968; Опт. и спектр., 27, 700, 1969.
- [9] A. L. Dyshko, V. N. Lugovoi. Optica Acta, 23, 483, 1976.

Поступило в Редакцию 30 августа 1978 г.

УДК 621.372.8-15

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВОДОВ ИК ДИАПАЗОНА С НЕСУЩИМ СЛОЕМ ИЗ ХАЛЬКОГЕНИДНОГО СТЕКЛА

А. И. Гудзенко и В. Ф. Теричев

Ранее [1] нами была показана перспективность использования халькогенидного стекла системы As—Se для целей интегральной оптики среднего ИК диапазона. Это стекло применялось в качестве несущего слоя тонкопленочного микроволновода на подложке из монокристалла ВаF<sub>2</sub>. Однако такой волновод имел значительные потери (порядка 3 дБ/см), что побудило нас исследовать в качестве подложек другие материалы.

Одной из главных причин потерь волновода с подложкой из ВаF<sub>2</sub> явилась гигроскопичность этого материала. Так, изготовление микроволновода на подложке из ВаF<sub>2</sub> по описанной [1] технологии, но с подогревом подложки до 200° С в процессе напыления позволило снизить потери в волноводе до 2 дБ/см. Поэтому в качестве подложек при проведении последующих экспериментов были использованы негигроскопичные материалы: поликристаллы ZnS (Иртран-II), ZnSe (Иртран-IV) и KRS-5, гигроскопичность которого в 3 раза меньше, чем у ВаF<sub>2</sub>.

Технология изготовления таких волноводов аналогична технологии изготовления волноводов на подложке из ВаF<sub>2</sub>. Методика экспериментальных исследований также совпадает с описанной [1].

Дисперсионные кривые волноводов из халькогенидного стекла на указанных подложках, рассчитанные по известным формулам [2], приведены на рисунке.

### Характеристики тонкопленочных микроволноводов с несущим слоем из халькогенидного стекла на подложках ZnS, ZnSe и KRS-5

Материал подложки	Толщина несущего слоя, мкм	Коэффициент замедления, γ	Коэффициент затухания, дБ/см
KRS	3.0	2.44	6.0
ZnS	2.0	2.28	1.5
(Иртран-II) ZnSe	3.5	2.44	1.0
(Иртран-IV)			

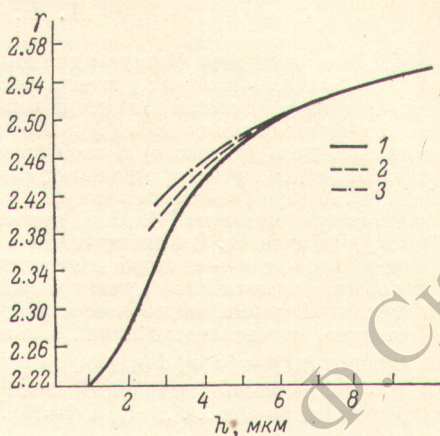
Результаты эксперимента по исследованию тонкопленочных микроволноводов на длине волны в свободном пространстве, равной 10,6 мкм, приведены в таблице. Все измерения проведены для волны типа  $TE_0$  (толщины несущих слоев волновода были выбраны близкими к критическим толщинам для этой волны).

Результаты исследований позволяют сделать вывод о практической пригодности в качестве подложек поликристаллов ZnS, ZnSe. Исследованные волноводы из халькогенидного стекла позволили получить затухание существенно меньше, чем в описанном ранее волноводе пары Ge-Иртран-II, имевшим затухание 20 дБ/см [3].

Отметим большое затухание волновода на подложке из KRS-5, что объясняется малой твердостью этого материала (твердость по Кнупу — 40,2 кГ/мм<sup>2</sup>) и как следствие значительной трудностью изготовления подложки с высоким качеством обработки поверхности.

Кроме халькогенидного стекла As—Se, в качестве несущего слоя ис-

Дисперсионные кривые для волноводов с несущим слоем из халькогенидного стекла системы As—Ge—Se на подложках ZnS (Иртран-II) (1), ZnSe (Иртран-IV) (3) и KRS-5 (2) ( $\gamma$  — постоянная распространения,  $h$  — толщина пленки).



пользовалось также халькогенидное стекло As—Ge—Se, имеющее такой же коэффициент преломления (2,589) и коэффициент поглощения ( $\beta \approx 0,01 \text{ см}^{-1}$ ) [4].

Исследования показали, что волноводы с несущим слоем из халькогенидного стекла имеют такие же характеристики замедления и затухания, как и из стекла As—Se, но трехкомпонентное халькогенидное стекло обладает лучшей адгезией на описанных подложках, поэтому его применение предпочтительнее. Полезно также обратить внимание на то, что трехкомпонентное стекло обладает более высокой температурой дилатометрического размягчения стекла (порядка 400°С) [4], что дает возможность строить волноводные системы для работы в более жестких условиях.

Исходные стекла, из которых изготовлены пленки, имеют значительно меньшие потери. Поэтому полученная величина коэффициента затухания в основном объясняется потерями на рассеяние в волноводе, как и в работе [1]. По-видимому, совершенствование технологии (улучшение вакуума, подбор скорости напыления и увеличение чистоты обработки поверхности подложек) позволит получать волноводы с меньшим затуханием.

Авторы благодарят Е. А. Кислицкую за предоставление образцов халькогенидных стекол, использованных в эксперименте.

#### Литература

- [1] А. Ф. Бессонов, А. И. Гудзенко, Л. Н. Дерюгин, В. А. Комоцкий, Г. А. Порохов, В. Е. Сотин, В. Ф. Теричев. Квант. электрон., 3, 2289, 1976.
- [2] Л. Н. Дерюгин, А. Н. Марчук, В. Е. Сотин. Изв. вузов, радиоэлектроника, 10, 134, 1967.
- [3] W. S. C. Chang, K. W. Lo. Appl. Opt., 10, 2361, 1971.
- [4] Е. А. Кислицкая, В. Б. Носов, В. Ф. Кокорина. Физика и химия стекла, 3, 624, 1977.

Поступило в Редакцию 30 августа 1978 г.