АКУСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 1994, том 40, № 2, с. 307 - 308

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 539.213:534.2+536.36

АМОРФНЫЙ СПЛАВ КРЕМНИЙ–ТЕЛЛУР – ЭФФЕКТИВНЫЙ АКУСТООПТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ИК-ДИАПАЗОНА

© 1994 г. Ю. В. Илисавский, Л. А. Кулакова, Б. Т. Мелех, Э. З. Яхкинд

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
194021 Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

Поступила в редакцию 07.07.93 г.

В настоящее время актуальной задачей остается поиск веществ, обладающих высокой акустооптической эффективностью в средней части ИК-диапазона. Особый интерес среди таких веществ представляют стекла – благодаря их изотропности, возможности получения слитков достаточно большого размера, относительно невысокой стоимости и ряду других преимуществ.

Нами были синтезированы аморфные сплавы кремний–теллур с различной степенью чистоты исходного материала теллура. Степень чистоты теллура изменялась для различных плавок от 99.9998 до 99%. Проведен комплекс исследований, включающий определение коэффициента преломления n, коэффициента оптического поглощения α, плотности ρ, изучение температурных зависимостей таких фундаментальных свойств сплава, как теплопроводность f, теплоемкость C, электропроводность σ (рис. 1), а также дисперсии оптического пропускания η (рис. 2) полученного материала. Значения всех этих параметров при комнатной температуре приведены в табл. 1.

Поскольку эффективность акустооптического рассеяния определяется параметром акустооптического качества $M_2(I_1 \sim I_0 M_2$, где I_0, I_1 – интенсивности падающего и рассеянного света соответственно, $M_2 = n^6p^2/\rho v^3$, p – фотоупругая постоянная, V – скорость звука), то, как видно, при мало отличающихся значениях фотоупругих констант существенными являются как оптические, так и акустические свойства материала. Поэтому особое внимание уделялось исследованию акустических свойств сплава. Измерены скорости (с точностью до 5%) V_t – сдвиговых и V_1 – продольных акустических волн, а также затухание этих волн в частотном диапазоне 30 - 200 МГц при $T = 300$ К (рис. 3). Частотные зависимости затухания имеют характер, близкий к линейному. Анализируя данные табл. 1, видим, что малая ско-

Таблица 1. Основные параметры синтезированного аморфного сплава на основе сплава кремний–теллура, $T = 300$ К

V_1, 10^5 см/с	V_t, 10^5 см/с	ρ, г/см^3	σ, Ом$^{-1}$ см$^{-1}$	C, кал/г град	κ, кал/см с град	n
2.03	1.16	5.03	1.8×10^{-4}	0.225	1.1×10^{-3}	3.3

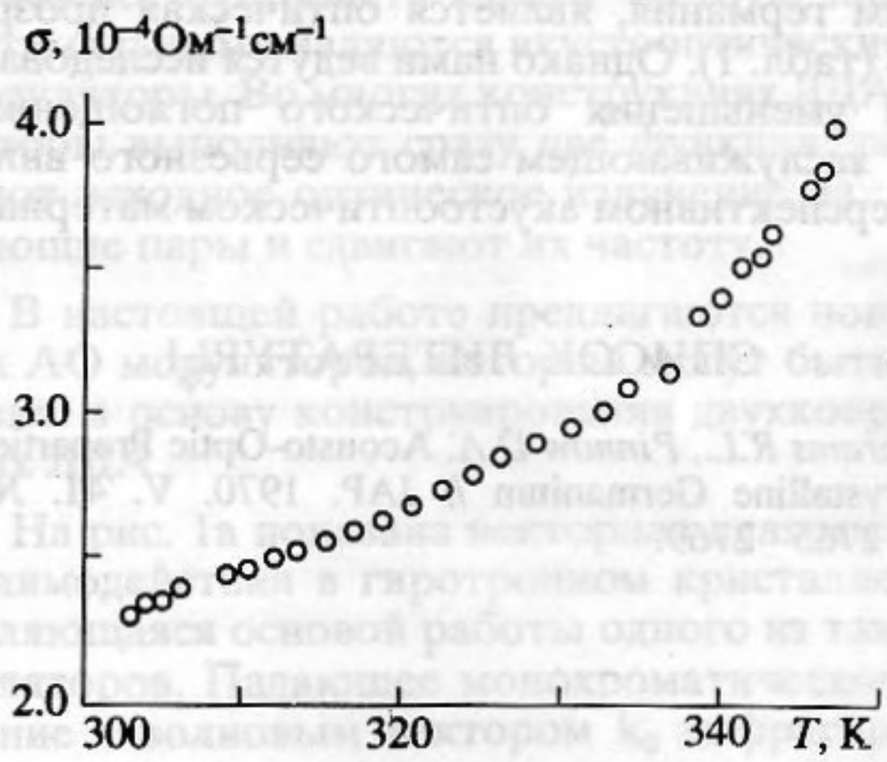

Рис. 1. Температурная зависимость электропроводности сплава Si–Te.

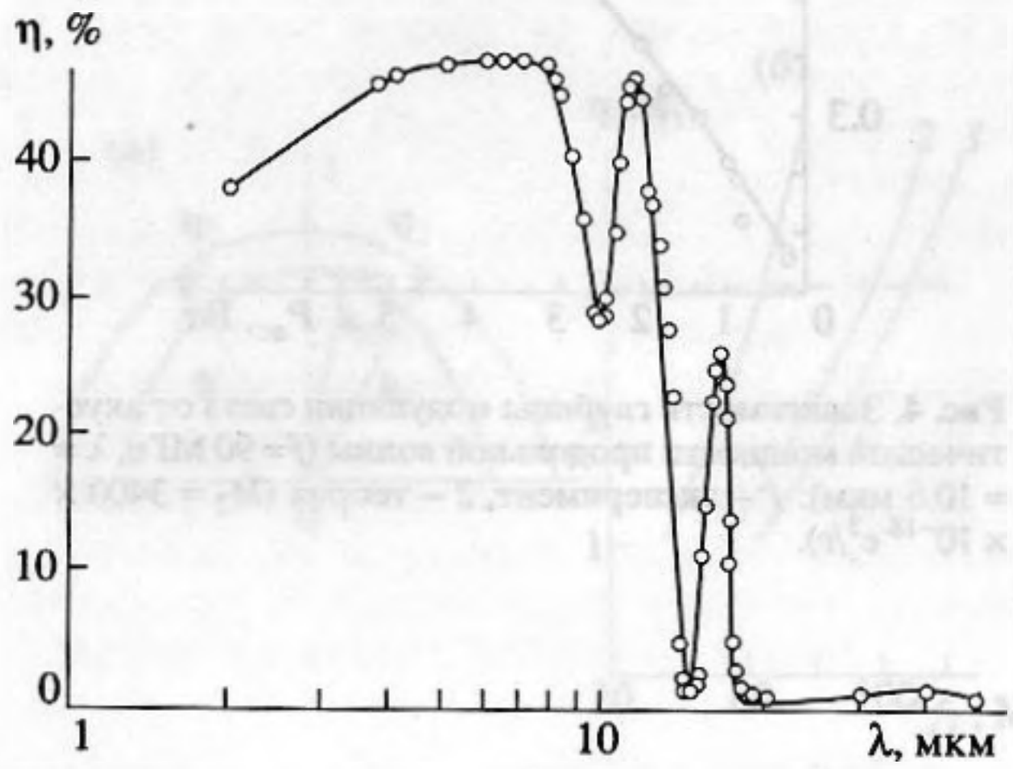

Рис. 2. Дисперсия оптического пропускания сплава Si–Te ($T = 300$ К, толщина образца – 3.4 мм).

Таблица 2. Акустооптические параметры Ge и аморфного сплава Si–Te

Материал	Параметры					
	область оптической прозрачности, мкм	коэффициент оптического поглощения α, см$^{-1}$	коэффициент акустического поглощения Γ_1, дБ/см (f = 100 МГц)	длина волны света λ, мкм	$M_2\, E \parallel Q$	$M_2\, E \perp Q$
					10^{-18} с^3/г	
Ge [1]	2 - 20	0.03	0.3	10.6	840	
Сплав Si–Te	2 - 13	0.75	8	10.6	3500	2800

рость звука, с одной стороны, и заметная величина n, с другой, дают основания ожидать высокую акустооптическую эффективность нашего сплава. И действительно, измерения M_2 показали существенное преимущество полученного материала перед широко используемыми для акустооптики в стране и за рубежом монокристаллами Ge (табл. 2).

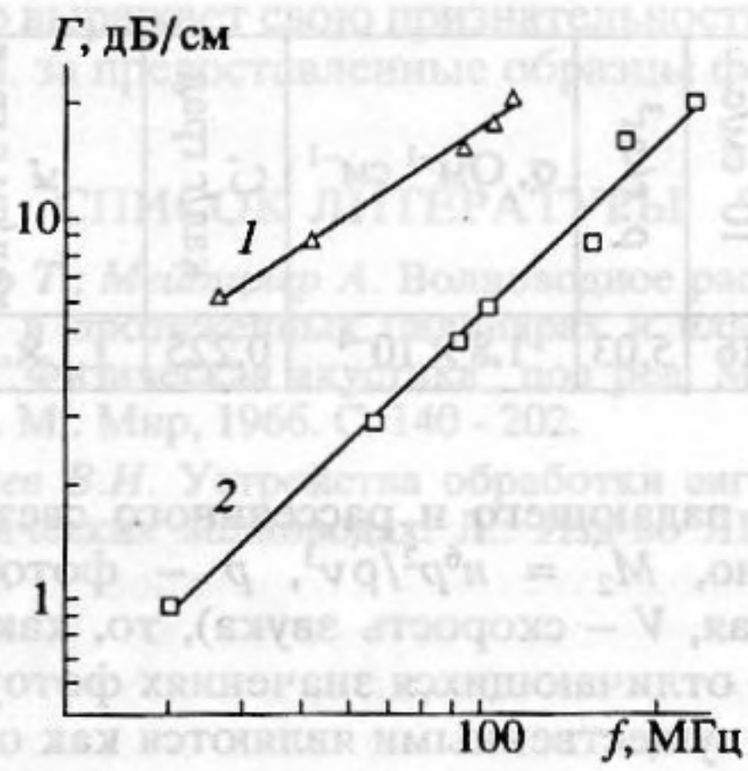

Рис. 3. Частотные зависимости коэффициента поглощения звука: *1* – поперечного, *2* – продольного.

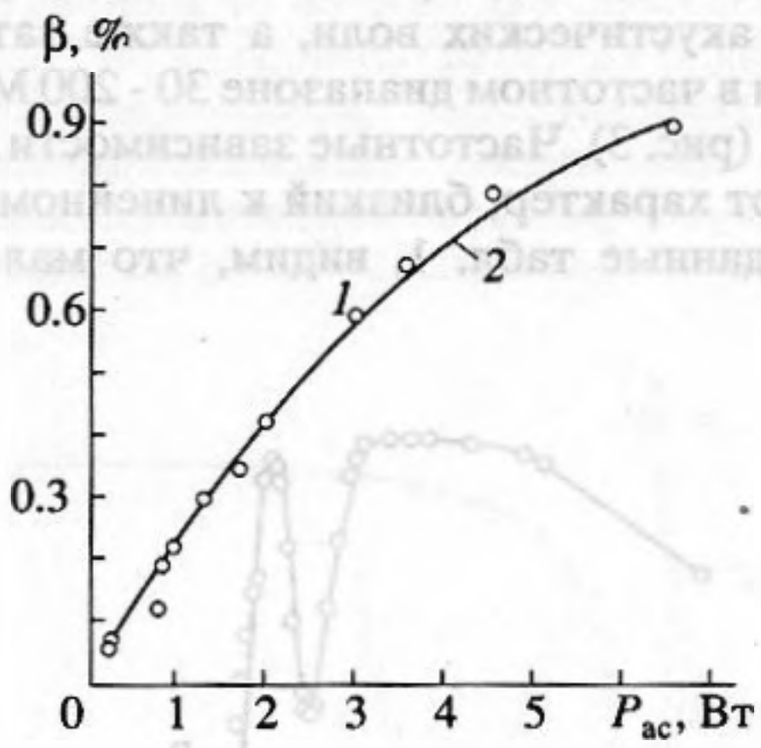

Рис. 4. Зависимость глубины модуляции света от акустической мощности продольной волны (f = 90 МГц, λ = = 10.6 мкм): *1* – эксперимент, *2* – теория (M_2 = 3400 × × 10^{-18} с^3/г).

Из табл. 2 видно, что при относительно несущественном (учитывая малость апертуры светового луча) превышении акустического поглощения в сплаве Si–Te акустооптическая добротность в нем в 4 - 5 раз превышает этот параметр в Ge.

Исследование лучевой стойкости материала показало, что он выдерживает плотность оптической мощности не менее 10^4 Вт/см^2 при длительности излучения ~2 мс и частоте следования 50 Гц.

На основе полученных результатов разработан и исследован акустооптический модулятор (АОМ). Зависимость глубины модуляции β от акустической мощности дана на рис. 4.

Основные параметры АОМ: длина волны света, λ = 10.6 мкм, рабочая частота звука 90 МГц. Мощность: акустическая – 3.5 Вт, электромагнитная – 40 Вт, глубина модуляции – 70%, контрастность не хуже 1000, длина взаимодействия – 3 мм, апертура светового пучка – 0.3 мм, размеры активного элемента – (5.5 × 4 × 4) мм^3, режим работы – импульсный, длительность импульса – 3 мкс, угол отклонения – 26°.

Единственным существенным параметром, по которому исследуемый материал уступает кристаллам германия, является оптическая прозрачность (табл. 1). Однако нами ведутся исследования путей уменьшения оптического поглощения в этом, заслуживающем самого серьезного внимания перспективном акустооптическом материале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Abrams R.L., Pinnow D.A.* Acousto-Optic Properties of Crystalline Germanium // JAP. 1970. V. 41. № 7. P. 2765 - 2769.