

ПРОСВЕТЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА ИЗЛУЧЕНИЯ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОРИСТЫХ МИКРОСТРУКТУР

© 2012 г. Л. А.Черезова*, канд. хим. наук; Г. А. Муранова**, канд. техн. наук;
А. В. Михайлов**, канд. техн. наук

* Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

** НПК “Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова”, Санкт-Петербург

Рассмотрен способ получения пористого просветляющего слоя на поверхности халькогенидных стекол путем ионно-химического травления, в результате чего создается пористая микроструктура, снижающая отражение от поверхности до 0,1–0,2%.

Ключевые слова: пористая микроструктура, халькогенидные стекла, просветление поверхности стекла, ионно-химическое травление.

Коды OCIS: 240.5770; 310.0310

Поступила в редакцию 07.09.2011

Просветление оптических деталей из материалов инфракрасной области спектра (ИК) является одной из важных задач современного оптического приборостроения. Широко используемые в оптической технологии вакуумные методы нанесения ахроматических просветляющих покрытий не всегда пригодны для деталей из ИК материалов, в частности, для просветления халькогенидных стекол (ХГС) [1]. Поскольку покрытия на ИК материалах должны работать в области больших длин волн, их толщина должна составлять величину порядка 6–10 мкм. При такой толщине вакуумно-нанесенные покрытия обладают пониженной адгезией, могут отслаиваться и имеют малую механическую прочность [2].

Известен метод получения просветляющих слоев на деталях из любых марок стекол путем создания на поверхности детали пористых структур [3]. Пористый слой получают методом ионно-химического травления маскирующей двухкомпонентной пленки. В качестве маски можно использовать, например, металлодиэлектрическую пленку состава Cr-SiO₂, наносимую на деталь методом электронно-лучевого испарения. Затем деталь с маскирующим слоем подвергают травлению в плазме

рабочего газа, который является химически активным по отношению к одному из компонентов маскирующей пленки, и вытравливают его со скоростью, значительно большей, чем скорость распыления второго компонента. Таким образом, второй компонент, после полного вытравливания первого, служит маской при дальнейшем травлении поверхности. После полного удаления маскирующей пленки на поверхности стекла образуется пористая структура, снижающая отражение до 0,1–0,2%.

В настоящей работе рассмотрен способ получения пористого просветляющего слоя на поверхности халькогенидных стекол. Суть способа в том, что на поверхности детали из ХГС путем ионно-химического травления создают пористую микроструктуру с линейными размерами пор и глубиной, соответствующими области просветления. Для области спектра 5–15 мкм размер пор должен быть порядка 10 мкм, глубина 10–15 мкм, расстояние между порами не более 1–2 мкм. Создаваемый таким образом пористый слой на поверхности ХГС снижает потери на отражение в широкой области длин волн ИК диапазона. Большинство халькогенидных стекол обладают светочувствительностью, которая заметно возрастает

Параметры пористых микроструктур на поверхности деталей из ХГС и результаты их просветления

№ п/п	Состав стекла	Вид обработки	Размер пор, мкм	Глубина пор, мкм	Пропускание в области спектра 2–15 мкм, %	
					исходное	после обработки
1	GeSe ₄	ИХ(CF ₄)	10,0	6,0	68	85
2	As ₂ Se ₃	ИХ(CF ₄)	9,0	6,0	70	85
3	GeSe ₄	Ar	9,0	5,0	68	84
4	As ₂ Se ₃	Ar	8,0	5,0	70	84

при нанесении слоев на металлическую подложку. Так, за счет фотоиндуцированной диффузии серебра в ХГС светочувствительность возрастает в 10 раз [4].

Технологический процесс получения микропористой структуры на поверхности детали из ХГС состоит из нескольких стадий. Сначала на поверхность детали наносят фотомаску из серебра, путем сенсбилизации его из аммиачных растворов азотнокислого серебра в течение 30–60 секунд. Толщина слоя серебра при этом составляет 100–150 Å. Затем поверхность с активным слоем засвечивают путем проектирования на нее двух взаимно перпендикулярных лазерных интерференционных картин с частотой линий 80–100 лин/мм, в зависимости от размеров нужного рельефа. Экспонирование проводится в течение 10–20 мин. Под воздействием света происходит фотоиндуцированная диффузия серебра с поверхности в глубину стекла, легируя его засвеченные участки. После засветки остатки серебра с поверхности удаляют путем промывки детали в водном растворе иодида калия и затем в дистиллированной воде. Обработанная таким образом деталь имеет поверхностный слой, легированный серебром на строго определенных участках в виде регулярных структур. Далее проводят травление ХГС в плазме фторсодержащих газов (фреонов) или подвергают ионной обработке в аргоне. За счет существенного различия скоростей ионного и ионно-химического травления легированных и нелегированных участков стекла (соотношение скоростей $\approx 5:1$) на поверхности образуется микрорельеф, представляющий собой регулярную структуру типа “выступ – впадина”. Глубина впадин (пор) зависит от соотношения скоростей травления различных участков поверхности и времени

* * * * *

ионного травления, а их размеры – от частоты линий экспонируемой интерференционной картины.

Образцами для исследования служили плоскопараллельные пластины из халькогенидных стекол разного состава с полированными поверхностями. Подготовленные образцы подвергали ионному и ионно-химическому травлению на установке ВУ-1А с источником ионов ИОН-4. Режим травления: рабочий газ – аргон или CF₄, рабочее давление – 3×10^{-1} Па, энергия ионов 0,2 кЭв, время травления 120 мин в аргоне или 90 мин в CF₄.

Выбранный режим обеспечивал максимальное просветление оптических деталей из ХГС. Результаты проведенных экспериментов приведены в таблице.

Исследование структуры полученного пористого слоя на поверхности образцов проводили методом электронной микроскопии с помощью реплик [5]. Описанный в работе технологический процесс получения пористых микроструктур может быть использован для просветления оптических деталей, изготовленных из халькогенидных стекол любых составов, поскольку фотодиффузия серебра и селективность ионного и ионно-химического травления присущи всему классу ХГС. Просветляющие пористые структуры могут быть получены на оптических деталях любых габаритов и любой формы.

Предложенная в работе методика просветления деталей из халькогенидных стекол путем создания на их поверхности пористых просветляющих микроструктур является эффективной и может быть использована для снижения отражения в широком спектральном диапазоне, в том числе в дальней ИК области спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога-оптика / под ред. Окатова М.А. СПб., 2004. 686 с.
 2. *Первеев А.Ф.* Ионная обработка оптических материалов и покрытий // Труды ГОИ им. С.И. Вавилова. 1983. Т. 52. В. 186. С. 58–74.
 3. *Черезова Л.А.* Модификация поверхности оптических материалов ионной и ионно-химической обработкой // Оптический журнал. 2000. Т 67. № 10. С. 1–8.
 4. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник. М.: Наука, 1979. 339 с.
 5. *Степуро Ф.В., Туровская Т.С., Муранова Г.А., Первеев А.Ф.* Влияние ионной обработки подложек на начальные стадии роста металлических пленок // ОМП. 1981. № 7. С. 30–34.
-