

Таким образом, в ходе эксперимента было установлено, что обработка полимерных нанокомпозитов лазерным излучением позволяет существенно увеличить эффективную поверхностную плотность заряда электретов.

Литература

1. Электреты: под ред. Г.М. Сесслера. – М.: Мир, 1983. – 487 с.
2. Коваленко, М.А. Термостимулированные токи в полимерных пленках, обработанных лазерным излучением / М.А. Коваленко // Материалы VII Республиканской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Актуальные вопросы физики и техники» (Гомель, 25 апреля 2018 года), в 3-х частях. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – Ч. 1, с. 99-101.
3. Луцейкин, Г.А. Методы исследования электрических свойств полимеров / Г.А. Луцейкин. – М.: Химия, 1988. – 160 с.

Е.А. Кулеш (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А.В. Рогачев**, д-р хим. наук, профессор,
чл.-кор. НАН Беларуси

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ

Поляризационные покрытия являются основными компонентами оптики. Для создания превосходных поляризаторов могут использоваться чередующиеся четвертьволновые слои тугоплавких оксидов, которые обладают высокой механической прочностью, химической стабильностью и имеют показатели преломления, перекрывающие широкий диапазон [1]. Для повышения механической стойкости и обеспечения получения света высокой степени поляризации целесообразно интерференционные слои наносить методом электронно-лучевого испарения, используя в качестве материала с низким показателем преломления двуокись кремния (SiO_2), а для осаждения покрытий с высоким показателем преломления – тугоплавкие оксиды с $n > 2,3$ (например, TiO_2 , ZrO_2).

В процессе эксплуатации свойства поляризационных покрытий могут снижаться в результате механических воздействий и влияния факторов окружающей среды. Целесообразно наносить на оптиче-

ское покрытие внешний защитный слой, например, слой полиметилметакрилата (ПММА), который отличается высокой механической прочностью и устойчивостью к царапинам, защищает от влияния атмосферных факторов, химически устойчив и имеет исключительные оптические свойства в видимой, УФ и ИК-областях спектра [2].

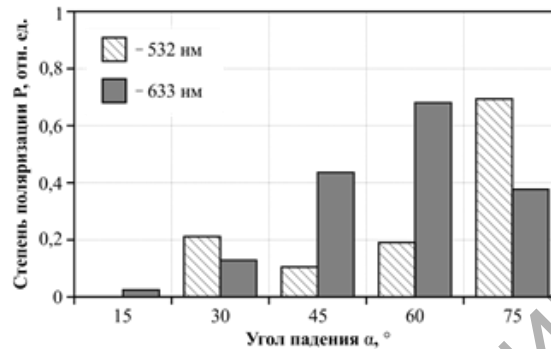
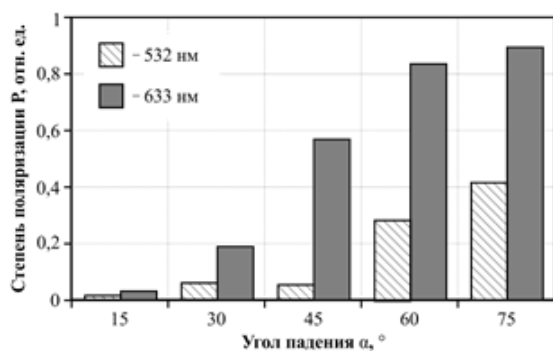
Целью исследования являлось изучение влияния использования дополнительного защитного слоя из полиметилметакрилата с оптической толщиной в четверть рабочей длины волны (120 нм) на оптические свойства многослойного поляризационного покрытия, состоящего из 14 чередующихся слоёв SiO_2 и ZrO_2 и работающего на длинах волн 532 нм и 633 нм.

Многослойное оптическое покрытие $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2/\text{ПММА}$ формировали электронно-лучевым испарением на вакуумной установке ВУ-1А, оснащенной источником электронно-лучевого испарения УЭЛИ-1 и встраиваемой системой спектрального (широкополосного) оптического контроля серии IRIS (Essent Optics).

Оптические свойства покрытия исследовали с использованием спектрофотометра Photon RT (Essent Optics), предназначенного для измерения спектральных характеристик отражения, пропускания и оптической плотности в поляризованном свете в диапазоне длин волн от 200 до 4000 нм. На основании измеренных спектров рассчитывались степень поляризации отражённого излучения P_R для сформированного образца покрытия на непрозрачной кремниевой подложке и степень поляризации P_T на прозрачных подложках из стекла при разных углах падения излучения, а именно: 0° , 15° , 30° , 45° , 75° .

При сравнении полученных спектров пропускания покрытия с дополнительным слоем полиметилметакрилата и без него, можно отметить некоторый сдвиг s-составляющей излучения на 50 нм в длинноволновую область спектра, что вызывает спектральное перераспределение степени поляризации, и на длине волны 633 нм при угле падения 75° увеличивается, практически, в два раза и достигает значения 0,89. Степень поляризации на длине волны 532 нм при этом претерпевает обратные изменения и, снизившись в 2 раза, составляет

0,42 отн.ед. На рисунке 1 приведены диаграммы значений поляризации для систем стеклянная подложка – многослойное покрытие – слой полиметилметакрилата и кремниевая подложка – многослойное покрытие – слой полиметилметакрилата.



а

б

Рисунок 1 – Диаграмма значений степени поляризации прошедшего излучения к поверхности покрытия $ZrO_2/SiO_2/PMMA$ на стеклянной подложке (а) и отраженного излучения к поверхности покрытия $ZrO_2/SiO_2/PMMA$ на кремниевой подложке (б)

Нанесение верхнего слоя ПММА сильно меняет характер спектра отражённого излучения, увеличивается область с высоким значением отражённой перпендикулярнополяризованной к поверхности s -составляющей, сдвигаясь в длинноволновую область и захватывая диапазон от 450 нм до 620 нм. Положительные изменения, с точки зрения увеличения степени поляризации, претерпевает также спектр отражения p -составляющей, которая снижает свои значения в среднем на 20 % в указанном выше диапазоне. Однако из-за того, что диапазон низких значений p -составляющей около 60 нм, не удаётся достичь высоких значений степени поляризации при изменении угла падения к поверхности на обоих рабочих длинах волн одновременно, и, в целом, нанесение слоя полиметилметакрилата для отражённого излучения ухудшает значения диаграммы степени поляризации для длины волны 633 нм.

Таким образом, использование заключительного слоя ПММА является достаточно перспективным способом защиты оптического поляризатора от воздействия окружающей среды без значительного изменения оптических свойств.

Литература

1. Рогачёв, А.В. Многослойные плёночные поляризаторы на основе тугоплавких оксидов / А.В. Рогачёв, Н.Н. Федосенко, Д.Л. Горбачёв // Проблемы физики, математики и техники – 2015. – Вып. 25, № 4.
2. Формирование выпуклых микроструктур на поверхности полимерных материалов при лазерном облучении / Малышев А.Ю. [и др.] // Оптический журнал. – 2007. – Т. 74, № 9. – С. 80 – 86.