

УДК 681.327

## УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ НА СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Митьковец А.И.<sup>1</sup>, Курилкина С.Н.<sup>1</sup>, Рыжевич А.А.<sup>1</sup>, Казак Н.С.<sup>1</sup>, Агабеков В.Е.<sup>2</sup>, Муравский А.А.<sup>2</sup><sup>1</sup>Институт физики НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт химии новых материалов НАН Беларуси,

Минск, Республика Беларусь

В настоящее время существует множество разнообразных механических и электронных систем для записи и хранения информации на твердых носителях, например фотография, печать, ручное письмо, ЭВМ в сочетании с принтером, лазерная маркировка, гравировка и т.д. Тем не менее из-за рубежа поступил заказ на разработку принципиально новой системы записи информации, состоящей из светочувствительного материала, чувствительного к линейно поляризованному с высокой степенью поляризации квазимонохроматическому излучению в видимом диапазоне средней мощности и источника этого излучения. При этом к светочувствительному материалу предъявлялось требование возможности многократно полностью стирать впоследствии нанесенную на него графическую информацию определенного цвета и вновь нанести любую другую. Светочувствительным материалом в данном случае могли выступать как бумага, так и полимерная пленка с нанесенным на нее слоем из светочувствительного в определенном диапазоне вещества. В настоящее время химия и физика подобных светочувствительных веществ уже довольно неплохо изучена (см. [1-2] и ссылки в них), поэтому актуальной для нас явилась задача создания компактного энергетически автономного источника линейно поляризованного квазимонохроматического света в видимом диапазоне, предпочтительно синего либо красного цвета, со степенью поляризации не менее 0,99, обеспечивающего формирование светового пучка видимого цвета с возможностью контролируемого уменьшения диаметра освещаемой зоны в плоскости, перпендикулярной направлению распространения излучения и проходящей через выходной торец устройства, до величины  $0,5 \div 1$  мм, с мощностью выходного излучения не менее 8 мВт.

Нами было разработано и создано два устройства, удовлетворяющих данным требованиям. Первое из них, получившее наименование «лазерный карандаш», было сделано на основе лазерного диода, генерирующего излучение требуемой мощности в достаточно узком спектральном диапазоне.

Созданный нами лазерный карандаш, компоновка и оптическая схема которого схематически показана на рисунке 1, состоит из корпуса, включающего разборные каркас 1 и кожух 2, для крепления, позиционирования и защиты компо-

нент устройства, блока питания 3 с выключателем на основе стандартных электробатарей для обеспечения автономной работы лазерного диода 4, генерирующего квазимонохроматический свет, коллиматора 5, телескопа 6, уменьшающего диаметр пучка и выполненного с возможностью контролируемой разъюстировки вдоль его оптической оси, поляризатора 7, обеспечивающего линейную поляризацию проходящего сквозь него излучения со степенью поляризации не менее 0,99, защитного устройства, обеспечивающего отключение рабочего режима лазерного диода 4 в случае отсутствия механического контакта выходного торца изделия с рабочей поверхностью. Защитное устройство и выключатель не показаны на рисунке 1, поскольку могут быть выполнены в различных вариантах и установлены в различных местах.

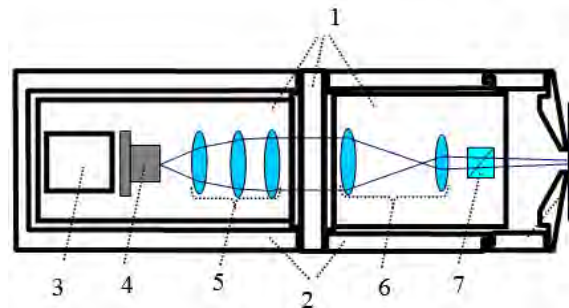


Рисунок 1 – Конструкция лазерного карандаша

На рисунке 2 показана фотография внешнего вида изготовленного авторами данной заявки действующего образца лазерного карандаша в собранном состоянии. На торце, противоположном выходному, находится поворотный выключатель блока питания лазерного карандаша. Габариты образца определяются, в основном, размерами электробатарей, а также параметрами оптической схемы. Изготовленные нами образцы лазерного карандаша являются достаточно компактными: диаметр – 18 мм; длина – 240 мм, при этом обеспечивают достаточно высокую выходную мощность излучения 8 мВт для красного диода, и 10 мВт для синего. Степень поляризации выходного излучения обоих изготовленных образцов составила величину 0,99. Защитное устройство выполнено на основе щелевой оптопары. После включения питания выключателем защитное устройство при соприкосновении с рабочей поверхностью включает лазерный диод в рабочий режим. При отсутствии контакта

устройства с рабочей поверхностью лазерный диод находится в ждущем режиме, генерируя безопасное для глаз по уровню интенсивности даже в фокусной плоскости излучение, которое удобно использовать для позиционирования выходного торца устройства относительно рабочей поверхности носителя. Конструкцией, в случае необходимости, вместо выхода на ждущий режим может быть предусмотрено полное выключение лазерного диода.



Рисунок 2 – Лазерный карандаш в сборе

Второе устройство, получившее название «световая ручка», выполняет те же функции, что предыдущее, однако оно сделано на основе трех сверхярких светоизлучающих диодов (СИД), генерирующих излучение на трех различных длинах волн, благодаря чему дает возможность выбирать цвет излучения и соответственно получаемого изображения из трех (синий, красный, зеленый). На рис. 3 показаны компоновка и оптическая схема световой ручки, которая состоит из корпуса, включающего разборные каркас 1 и кожух 2 для крепления, позиционирования и защиты компонент устройства, блока питания 3 на основе двух электробатарей формата AA для СИД 4, 5, 6, вращающегося барабанного переключателя цвета излучения 7 с установленными в нем тремя СИД 4, 5, 6, генерирующими излучение красного, синего и зеленого цветов в виде осевой и конической компонент и переключателем питания для них, внешнего коллимирующего оптического элемента 8 – линзы в форме усеченного конуса, граница среза которого совпадает с локальным минимумом интенсивности между осевой и конической компонентами излучения, а диаметр основания конуса обеспечивает прохождение через основание по меньшей мере 95% от энергии конической компоненты излучения, причем угол между конической поверхностью и основанием равен  $\theta = \arctg[\sin(\alpha_{in})/[(n^2 - \sin^2(\alpha_{in}))^{1/2} - 1]]$ , где  $n$  – показатель преломления материала линзы,  $\alpha_{in}$  – угол конусности конической компоненты в направлении ее максимальной интенсивности, поляризационного делителя 9, оптического элемента 10 для поворота плоскости поляризации на 90 градусов, оптических элементов 11 и 12 для совмещения разделенных пучков вдоль оптической оси устройства, проекционного объектива из четырех положительных сферических линз 13, 14, 15, 16, установленного с возможностью контролируемого перемещения в пределах 5 мм вдоль его оптической оси для

выставления фокусной плоскости точно на торце изделия с выходным отверстием.

Блок питания на основе 2 стандартных электробатарей формата AA, которые могут быть как обычными, так и аккумуляторными, обеспечивает непрерывную автономную работу световой ручки в течение примерно 70 часов (в зависимости от параметров и качества используемых батарей). Устройство обеспечивает достаточно высокую выходную мощность линейно поляризованного излучения  $P$  на всех длинах волн при рабочем токе 25 мА:  $P(\lambda = 465 \text{ нм}) = 3,2 \text{ мВт}$ ,  $P(\lambda = 575 \text{ нм}) = 1,8 \text{ мВт}$ ,  $P(\lambda = 660 \text{ нм}) = 2,4 \text{ мВт}$ . Степень поляризации выходного излучения всех трех длин волн составляет величину не менее 0,99. Выходное световое поле в фокальной плоскости объектива представляет собой практически круглое пятно с видимым диаметром не более 1 мм.

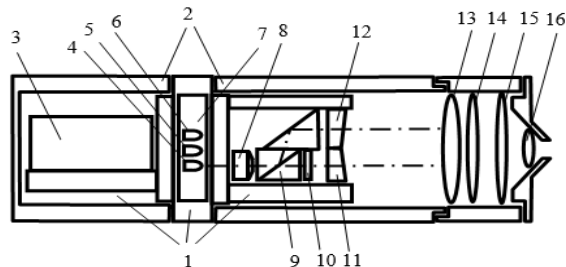


Рисунок 3 – Конструкция световой ручки

Таким образом, созданные нами устройства: лазерный карандаш и световая ручка – полностью выполняют поставленные задачи и могут применяться для ручного нанесения уникальных графических надписей и изображений на твердые и гибкие носители, в том числе прочные и влагостойкие, чувствительные только к линейно поляризованному свету с высокой степенью поляризации, например, при авторской маркировке ценных штучных изделий (произведений) или при оформлении особо важных документов с целью повышения степени их защиты.

1. Mikulich, V.S. Effect of cis/trans-Isomerisation on Photoalignment of Azo Dyes / V.S. Mikulich, Al. A. Muravsky, An. A. Murauski, and V. E. Agabekov // Russian Journal of General Chemistry. – Vol. 85. – № 3. – 2015. – P. 571-576.
2. Chaplanova, J.D. Features of the photoalignment of disodium BIS-[(4-hydroxy-3- carboxylate-6-methyl) phenylazo]-5,5'-dioxobenzothiophene in thin films / J.D. Chaplanova, A.A. Muravskii, V. E. Agabekov, E.A. Gracheva, and V.S. Mikulich // Journal of Applied Spectroscopy. – Vol. 82. – №. 2. – 2015. – P. 169-174.