



Технология нанесения покрытия в производстве апертурных «холодных» диафрагм для фотоприемных устройств

А. С. Москаленко^{1,2}, А. В. Самвелов^{1,2}, И. В. Либкинд¹,
А. В. Лобашов¹

¹ АО «Восход» – Калужский радиотубный завод,
г. Калуга, Россия

² ООО «Научно-технический центр «Крионекс»,
Москва, Россия

Важнейшим оптическим элементом фотоприемного устройства (ФПУ) является апертурная «холодная» диафрагма, предохраняющая от паразитных излучений и засветок фотоприемный модуль. В статье предложен метод получения и формирования покрытия поверхности апертурной «холодной» диафрагмы, комплектующей ФПУ средне- и длинноволнового инфракрасного диапазона спектра излучения.

Ключевые слова: фотоприемное устройство (ФПУ), охлаждаемые фотоприемники ИК-диапазона, апертурная диафрагма, химическое покрытие, степень серости

Статья получена: 03.08.2022

Статья принята: 07.11.2022

В сложную современную политическую обстановку в мире все больше возрастает потребность в обеспечении вооруженных сил охлаждаемыми инфракрасными фотоприемными устройствами (ФПУ). Оптико-электронные системы (ОЭС), укомплектованные ФПУ, могут работать в различных режимах согласно выполняемым задачам и типу аналого-цифровой обработки изображения: визуализации, сканирования,

Coating Technology in the Production of Aperture “Cold” Diaphragms for Photodetectors

A. S. Moskalenko^{1,2}, A. V. Samvelov^{1,2}, I. V. Libkind¹,
A. V. Lobashov¹

¹ Voskhod JSC – Kaluga Radiotube Plant, Kaluga, Russia

² Scientific and Technical Center Cryonex LLC, Moscow, Russia

The most important optical element of the photodetector (PD) is the aperture “cold” diaphragm that protects the photodetector module against leakage radiation and flares. The article proposes a method to obtain and generate a coating on the aperture “cold” diaphragm surface being a PD component in the medium-wave and long-wave infrared band.

Keywords: photodetector (PD), cooled IR photodetectors, aperture diaphragm, chemical coating, grayness degree

Received on: 03.08.2022

Accepted on: 07.11.2022

In the current troubled political circumstances in the world, there is an increasing need to provide the armed forces with the cooled infrared photodetectors (PDs). The optoelectronic systems (OES), equipped with PDs, can operate in various modes according to the tasks performed and type of the analog-to-digital image processing, such as the target visualization, scanning, tracking, detection and following.

The most important optical element of the PD is the aperture “cold” diaphragm (diaphragm with an external cooling). It protects the infrared photodetector module against leakage radiation and flares that can get to the sensitive PD area during the OES operation process [1]. To ensure the standard technical specifications of the aperture “cold” diaphragm, it is necessary to apply various technological methods during its manufacturing process that provide the possible varying the optical properties and parameters of its working surfaces.



отслеживания, обнаружения и сопровождения цели.

Важнейшим оптическим элементом ФПУ является апертурная «холодная» диафрагма (диафрагма, имеющая внешнее охлаждение). Она предохраняет инфракрасный фотоприемный модуль от паразитных излучений и засветок, которые могут попасть на чувствительную площадку ФПУ в ходе эксплуатации ОЭС [1]. Для обеспечения штатных технических характеристик апертурной «холодной» диафрагмы необходимо в процессе ее изготовления применять различные технологические методы, обеспечивающие возможности варьирования оптических свойств и параметров ее рабочих поверхностей.

В статье изложен основной подход к технологии нанесения оптического поглощающего покрытия апертурных диафрагм для различных ФПУ, изготавливаемых в АО «Восход» – КРЛЗ путем химического оксидирования. Материалы диафрагм фотоприемников, разрабатываемых в АО «Восход» – КРЛЗ: нержавеющая сталь марки 07X17H16 и титановый сплав марки VT6.

Любой тип покрытия для обеспечения надлежащих адгезионных характеристик предусматривает предварительную, достаточно тщательную обработку детали. Как известно, перед формированием химических покрытий требуется химическое обезжиривание соответствующих поверхностей [2]. Нами разработан специализированный солюбилизирующий (способствующий растворению труднорастворимых ингредиентов в жидкой основе) многокомпонентный высокодисперсный гипергетерогенный устойчивый коллоидный раствор, он обеспечивает высокоэффективное оперативное обезжиривание сталей и ряда сплавов. Раствор предполагает одностадийную операцию обезжиривания с кратковременным циклом очистки. Для нержавеющей сталей длительность очистки составляет от 10 до 20 минут, для титановых сплавов – от 15 до 30 минут при температуре $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$. Материалом для ванны, служащей для отмывки, могут выступать только марки нержавеющей сталей. Готовить раствор следует в дистиллированной воде концентрацией 60 г/л.

Далее после каскадной промывки выполняется активация поверхности детали дезоксидацией активных легирующих элементов. Эта операция выполняется при нормальных климатических условиях (НКУ) и включает три стадии:

1. В растворе HCl (при НКУ);

The article describes the main approach to the application technology for an optical absorbent coating of aperture diaphragms for various PDs manufactured by Voskhod JSC – Kaluga Radiotube Plant using the chemical oxidation methods. The photodetector aperture materials developed by Voskhod JSC – Kaluga Radiotube Plant include stainless steel, grade 07X17H16 and titanium alloy, grade VT6.

To ensure proper adhesion behavior, any type of coating requires a fairly thorough pre-treatment of the part. It is a common fact that prior to the chemical coating formation, chemical degreasing of the relevant surfaces is required [2]. We have developed a specialized solubilizing (facilitating the dissolution of poorly soluble ingredients in a liquid base) multicomponent highly dispersed and hyperheterogeneous stable colloidal solution that provides the highly-efficient immediate degreasing of steels and a number of alloys. The solution assumes a single-stage degreasing procedure with a short-term cleaning cycle. For stainless steels, the cleaning duration is from 10 to 20 minutes, for titanium alloys – from 15 to 30 minutes at a temperature of $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$. The material for the bath used for cleaning can only be the grades of stainless steel. The solution shall be prepared in distilled water with a concentration of 60 g/l.

Further, after the cascade cleaning, the part surface is activated by deoxidation of active alloying elements. This procedure is performed under normal climatic conditions (NCC) and includes three stages:

1. In HCl solution (under NCC);
2. In a solution of a mixture of H_2SO_4 and HCl (with subsequent cooling to NCC);
3. In a solution of HOOC-COOH (under NCC).

The main oxidation procedure is performed in a compound developed by Voskhod JSC – Kaluga Radiotube Plant being a 60% NH_4NO_2 solution with the addition of barium nitrate. The procedure is performed at a temperature of $(140 \pm 5)^\circ\text{C}$ with occasional stirring. The holding time is 5-15 minutes (not more) depending on the weight of the parts, material grade and surface condition. The increased holding time can lead to the insufficient coating adhesion [3].

To accelerate the coating growth and to obtain a greater thickness, our specialists have provided for introduction of special additives into the solution that promote the nitrate anion formation.

The direct chemical reaction in the NH_4NO_2 solutions leads to the generation of magnetite, Fe_3O_4 , that increases the grayness degree (ϵ) of the formed coating:

2. В растворе смеси H_2SO_4 и HCl (с последующим охлаждением до НКУ);

3. В растворе $HOOC-COOH$ (при НКУ).

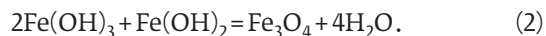
Основная операция по оксидированию выполняется в разработанном на АО «Восход» – КРЛЗ препарате, представляющем собой 60-процентный раствор NH_4NO_2 с добавкой азотно-кислого бария. Операция выполняется при температуре $(140 \pm 5)^\circ C$ и периодическом помешивании. Время выдержки от 5 до 15 минут (не более) в зависимости от массы деталей, марки материала и состояния поверхности. Увеличение времени выдержки может привести к недостаточной адгезии покрытия [3].

Для ускорения роста покрытия, а также формирования большей толщины нашими специалистами предусмотрен ввод в раствор особых присадок, способствующих образованию анионов нитратов.

В ходе прямой химической реакции в растворах NH_4NO_2 образуется магнетит, Fe_3O_4 , увеличивающий степень серости (ϵ) сформированного покрытия:



В результате ряда реакций из перенасыщенного раствора гидроксида железа формируется магнетитное матирующее покрытие:



Добавление в раствор активатора растворения железа $(NH_4)_2S_2O_8$ приводит к росту толщины и усилению матирования поверхности, что значительно повышает степень серости поверхности [4, 5]. Рис. 1-2 иллюстрируют результаты нанесения оксидирующих покрытий на образцы-свидетели и детали при различных технологических режимах.

При отработке технологии нанесения покрытия, обладающего свойствами защиты ФПУ от засветки, необходимо вести измерение температуры поверхности «холодной» диафрагмы, у которой неизвестна степень серости (неопределенность излучательной способности обусловлена микроструктурой поверхности, химическим составом и фазовым состоянием объекта). Поэтому после нанесения покрытия на образцы-свидетели последние направлялись на измерение степени серости. Степень серости образцов измерялся с помощью тепловизора с использованием итерационного метода.



As a result of a series of reactions, a magnetite matting coating is formed on the basis of a super-saturated iron hydroxide solution:



The addition of an iron dissolution activator $(NH_4)_2S_2O_8$ to the solution leads to the increased thickness and enhanced surface matting that significantly increases the surface grayness degree [4, 5]. Fig. 1-2 demonstrates the results of oxidizing coating application to the control samples and parts under various technological conditions.

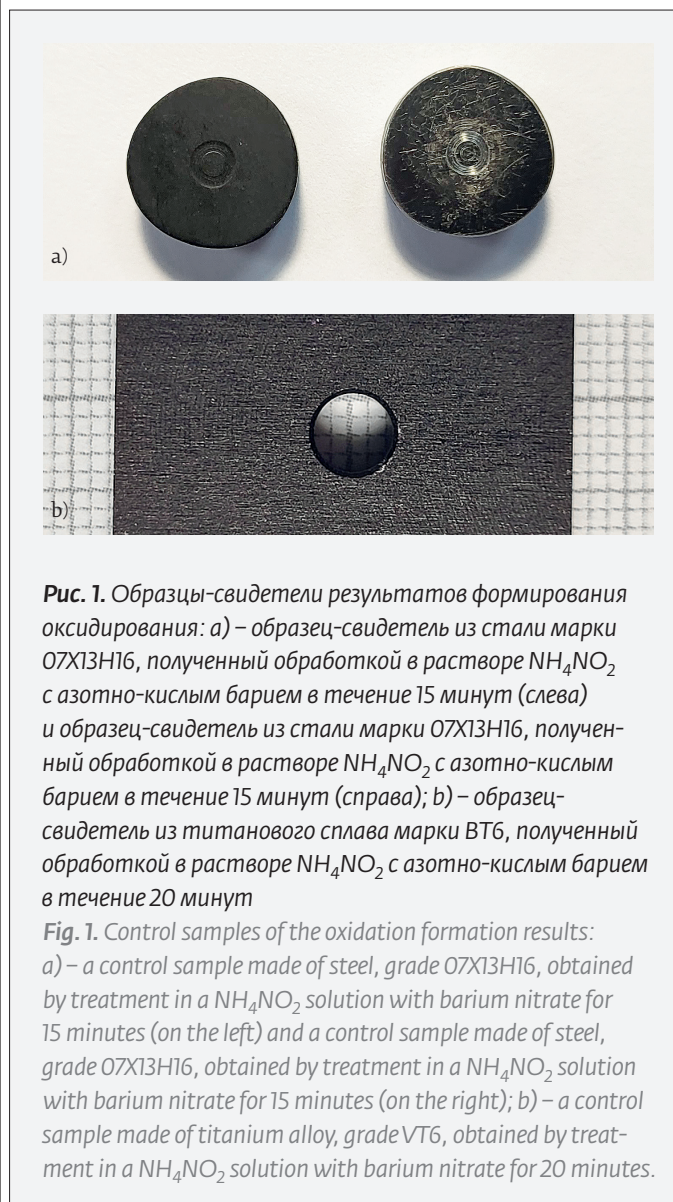


Рис. 1. Образцы-свидетели результатов формирования оксидирования: а) – образец-свидетель из стали марки 07Х13Н16, полученный обработкой в растворе NH_4NO_2 с азотно-кислым барием в течение 15 минут (слева) и образец-свидетель из стали марки 07Х13Н16, полученный обработкой в растворе NH_4NO_2 с азотно-кислым барием в течение 15 минут (справа); б) – образец-свидетель из титанового сплава марки ВТ6, полученный обработкой в растворе NH_4NO_2 с азотно-кислым барием в течение 20 минут

Fig. 1. Control samples of the oxidation formation results: а) – a control sample made of steel, grade 07X13H16, obtained by treatment in a NH_4NO_2 solution with barium nitrate for 15 minutes (on the left) and a control sample made of steel, grade 07X13H16, obtained by treatment in a NH_4NO_2 solution with barium nitrate for 15 minutes (on the right); б) – a control sample made of titanium alloy, grade VT6, obtained by treatment in a NH_4NO_2 solution with barium nitrate for 20 minutes.

На поверхность образца наклеивают пленку, обладающую известной степенью серости ϵ . Для адаптации пленки к поверхности исследуемого объекта допускают необходимую выдержку в течение 5-7 минут. Значение степени серости пленки заносят в измерительный блок тепловизора. Затем измеряют температуру поверхности образца на участке, покрытом пленкой. После чего выполняют измерения температуры поверхности образца, не покрытой пленкой. Далее проводят измерения степени серости образца с помощью тепловизора до тех пор, пока ее значение не перестанет изменяться (стабилизируется). Полученный коэффициент серости будет являться истинным коэффициентом для поверхности измеряемого образца.

По результатам измерений указанным методом получены значения ϵ для образцов-свидетелей: рис. 1а (слева): $\epsilon=0,97$; рис. 1а (справа): $\epsilon=0,92$; рис. 1 (b): $\epsilon=0,98$.

На рис. 2 (а, б) показаны апертурные диафрагмы различных ФПУ при корректировках технологического режима. Результаты измерений степени серости поверхностей диафрагм: рис. 2а (слева и справа): $\epsilon=0,96...0,97$, (в центре): $\epsilon=0,87$; рис. 2б (справа и слева): $\epsilon=0,98$ и (в центре): $\epsilon=0,9$.

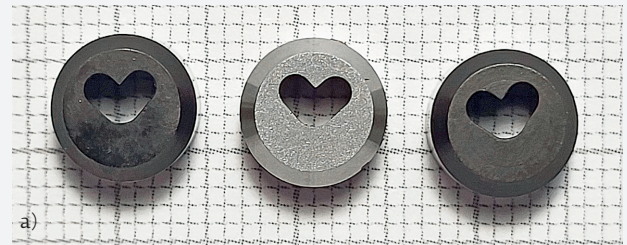


Рис. 2. Диафрагмы ФПУ, оксидированные в разных режимах: а) – образцы диафрагм из стали 07Х17Н16, полученные при выдержке 15 и 20 минут (справа и слева), полученные при выдержке 20 минут в 40-процентном растворе NH_4NO_2 с азотно-кислым барием (в центре); б) образцы диафрагм из сплава ВТ6, полученные при выдержке 15 и 20 минут (справа и слева), полученные при выдержке 20 минут в 40-процентном растворе NH_4NO_2 с азотно-кислым барием (в центре)

Fig. 2. PD diaphragms oxidized in various modes: а) – diaphragm samples made of steel, grade 07X17H16, obtained with an exposure for 15 and 20 minutes (on the right and on the left), obtained with an exposure for 20 minutes in a 40% NH_4NO_2 solution with barium nitrate (in the center); б) diaphragm samples made of VT6 alloy, obtained with an exposure for 15 and 20 minutes (on the right and on the left), obtained with an exposure for 20 minutes in a 40% NH_4NO_2 solution with barium nitrate (in the center).

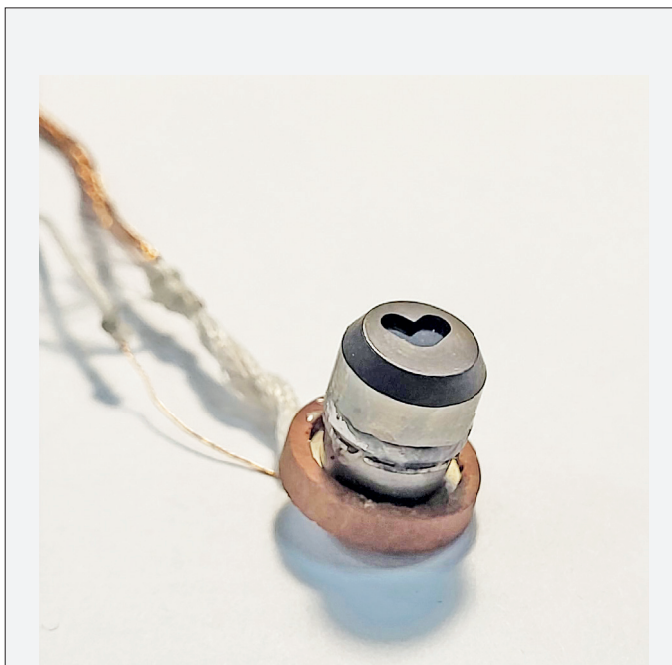


Рис. 3. Модуль ИК-фотоприемника в сборке

Fig.3. IR photodetector module in assembly

When refining the coating technology with the properties of PD protection against any flares, it is necessary to measure the surface temperature of a “cold” diaphragm, for which the grayness degree is unknown (the emissive capacity uncertainty is due to the surface microstructure, chemical composition and phase state of the object). Therefore, after the coating application to the control samples, the latter are subject to the grayness degree measurements. The grayness degree of the samples is measured with a thermal imager using an iterative method.

A film with a well-known grayness degree ϵ is glued onto the sample surface. To adapt the film to the prototype surface, the required exposure time



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение необходимо подчеркнуть, что апертурная «холодная» диафрагма охлаждаемого фотоприемного устройства, установленная в корпусе фотоприемного модуля (рис. 3), призвана оградить фотоприемник от фоновых засветок и иных паразитных излучений, способных наводить помехи на электрический сигнал, считываемый с чувствительных элементов детектора в процессе его работы [3].

Для совершенствования оптических характеристик апертурных диафрагм последние подвергаются, как правило, полировке с внешней стороны и чернению с внутренней. Применяемые на сегодняшний день апертурные диафрагмы для современных фотоприемных устройств обладают степенью серости в диапазоне $\varepsilon = 0,95 \dots 0,98$ (при НКУ).

Полученные в АО «Восход» – КРЛЗ результаты по нанесению покрытия разработанным методом химического оксидирования поверхностей апертурных «холодных» диафрагм для комплектации фотоприемных устройств лежат в пределах значительной степени серости $\varepsilon = 0,97-0,98$. Это весьма показательный результат проведенных работ по отработке технологии нанесения покрытий на ФПУ. Полученная величина степени черноты вполне соответствует значениям апертурных диафрагм современных фотоприемных устройств.

REFERENCES

1. **Patrashin A. I., Nikonov A. V., Kovshov V. S.** Obobshchennyj metod rascheta obluchennosti ot absolutno chernogo tela. *Uspekhi prikladnoj fiziki*. 2018;6(2):157–165.
Патрашин А. И., Никонов А. В., Ковшов В. С. Обобщенный метод расчета облученности от абсолютно черного тела. *Успехи прикладной физики*. 2018;6(2): 157–165.
2. **Marusev D. V.** Super Absorbing Properties of Nickel-Phosphorus Alloy. *Photonics Russia*. 2020; 14(4): 368–374. DOI: 10.22184/1993-7296.FRos.2020.14.4.368.374.
Марусев Д. В. Сверхпоглощающие свойства никель-фосфорного сплава. *Фотоника*. 2020; 14(4): 368–374. DOI: 10.22184/1993-7296.FRos.2020.14.4.368.374.
3. **Petrova T. P.** Himicheskie pokrytiya. Kazanskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet. 2000. (In Russ). 57 p.
Петрова Т. П. Химические покрытия. Казань: Казанский государственный технологический университет. 2000. 57 с.
4. **Pashchanka M., Cherkashinin G.** A Strategy towards Light-Absorbing Coatings Based on Optically Black Nanoporous Alumina with Tailored Disorder. *Materials*. 2021; 14:5827.
5. **Stepniowski W. J., Misiolek W. Z.** Review of fabrication methods, physical properties, and applications of nanostructured copper oxides formed via electrochemical oxidation. *Nanomaterials*. 2018; 8: 379.

АВТОРЫ

Самвелов А. В., к.т.н., генеральный директор ООО «НТЦ «КриоНекс», чл.-корр. Международной Академии Холода, www.cryonex.ru, ООО «НТЦ «КриоНекс», Москва, Россия. ORCID: 0000-0001-5840-7626

shall be 5–7 minutes. The film grayness degree value is entered into the measuring unit of the thermal imager. The surface temperature of the sample in the area covered with the film shall be measured. After that, the temperature of the sample surface, not covered with a film, shall be measured.

Next, it is necessary to measure the sample grayness degree using a thermal imager until its value stops changing (stabilizes). The resulting grayness factor will be the true factor for surface of the sample being measured.

According to the measurements results obtained by this method, the following ε values are obtained for the control samples: Fig.1 a (on the left): $\varepsilon = 0.97$; Fig.1a (on the right): $\varepsilon = 0.92$; Fig. 1b: $\varepsilon = 0.98$.

Fig. 2 (a, b) shows the aperture diaphragms of various PDs with the processing method adjustments. The measurement results for the grayness degree of the diaphragm surfaces are as follows: Fig. 2a (on the left and on the right): $\varepsilon = 0.96 \dots 0.97$ and (in the center): $\varepsilon = 0.87$; Fig. 2b (on the right and on the left): $\varepsilon = 0.98$ and (in the center): $\varepsilon = 0.9$.

CONCLUSION

In conclusion, it should be emphasized that the aperture “cold” diaphragm of the cooled photodetector, installed in the photodetector module case (Fig.3), is designed to protect the photodetector against the background noise and other leakage radiation that can interfere with the electrical signal received from the sensitive detector elements during its operation [3].

To improve the optical specifications of aperture diaphragms, the latter are usually polished on the outside and internally blackened. The aperture diaphragms currently used for the up-to-date photodetectors have a grayness degree in the range of $\varepsilon = 0.95 \dots 0.98$ (under NCC).

The results obtained by Voskhod JSC – Kaluga Radio-tube Plant in relation to the surface coating of aperture “cold” diaphragms for the photodetector assemblies by the developed chemical oxidation method fall within the range of grayness degree $\varepsilon = 0.97-0.98$. This is a very representative result of works performed to develop the coating application technology on the PDs. The obtained emissivity factor value is quite consistent with the aperture diaphragm values of modern photodetectors.

ABOUT AUTHORS

Samvelov A.V., Cand.of Scien. (Engin.), General director STC CRyoNex Corresponding member of the International Academy of Cold, www.cryonex.ru, STC CRyoNex, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0001-5840-7626



Москаленко А. С., технический директор ООО «НТЦ «КРиоНекс», академический советник Международной Академии Холода, www.cryonex.ru, Москва, Россия; инж.-констр. 1 кат., www.voshod-kriz.ru, АО «Восход» – Калужский радиотрубный завод, г. Калуга, Россия. ORCID: 0000-0002-1657-5015

Либкинд И. В., технический директор, АО «Восход» – Калужский радиотрубный завод, г. Калуга, Россия.

Лобашов А. В., нач. КБ-4 ОГК, www.voshod-kriz.ru, АО «Восход» – Калужский радиотрубный завод, г. Калуга, Россия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Все авторы приняли участие в написании статьи и дополнили рукопись в части своей работы.

ВКЛАД АВТОРОВ

А. С. Москаленко – расчет покрытия и разработка специализированного солубилизирующего многокомпонентного высокодисперсного гипергетерогенного устойчивого коллоидного раствора; А. В. Самвелов – разработка методики контроля оптических свойств покрытия диафрагмы, организация трансфера технологии; И. В. Либкинд – разработка методики химического окисления поверхностей апертурных «холодных» диафрагм; А. В. Лобашов – отработка технологии нанесения покрытия и проведение измерений.

Moskalenko A. S., Technical Director of STC Cryonex, Academic Advisor of the International Academy of Cold, www.cryonex.ru, STC CRyoNex, Moscow, Russia; eng.-constr. 1 cat., www.voshod-kriz.ru, Voskhod JSC – Kaluga Radiotube Plant, Kaluga, Russia. ORCID: 0000-0002-1657-5015

Libkind I. V., technical director, Voskhod JSC – Kaluga Radiotube Plant, Kaluga, Russia

Lobashov A. V., chief DB-4 CDD, www.voshod-kriz.ru, Voskhod JSC – Kaluga Radio Tube Plant, Kaluga, Russia.

CONFLICT OF INTEREST

The authors claim that they have no conflict of interest. All authors took part in writing the article and supplemented the manuscript in part of their work.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

A. S. Moskalenko – coating design and development of a specialized solubilizing multicomponent highly dispersed and hyper-heterogeneous stable colloidal solution; A. V. Samvelov – development of a control method for the optical properties of the diaphragm coating, arrangement of technology transfer; I. V. Libkind – development of a chemical oxidation method for the surfaces of aperture “cold” diaphragms; A. V. Lobashov – refinement of coating technology and measurements.



ПЕТЕРБУРГСКАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЯРМАРКА

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС
- КОНФЕРЕНЦИЯ «КРЕПЕЖ. КАЧЕСТВО И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»
- БИРЖА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ



18–20

АПРЕЛЯ
2023

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»
Петербургское шоссе, 64

+7 965 772 7759 | a.ilina@restec.ru | +7 929 106 2738 | v.zudina@restec.ru | ptfair.ru



Двухфотонная лазерная литография для трехмерных оптических микросхем

Технологии фотолитографии, разработанные в середине XX века, позволили осуществить прорыв в производстве электронных компонентов. Создание интегральных микросхем привело к экспоненциальному росту возможностей компьютеров при их миниатюризации. Однако возможности миниатюризации и увеличения быстродействия кремниевой электроники ограничены омическими потерями, поэтому разрабатываются варианты оптических компьютеров, которые вместо электронов будут оперировать со светом. В связи с этим особый интерес представляют исследования, направленные на улучшение технологии создания фотонных интегральных микросхем. В двух работах группы исследователей из МГУ и ВШЭ [А. И. Майдыковский и др. *Письма в ЖЭТФ*. 2022;115(5):297 и *Письма в ЖЭТФ*. 2023;117(1):37] представлено усовершенствование метода лазерной литографии, позволяющее создать трехмерные оптические элементы с высоким пространственным разрешением.

Принцип действия двухфотонной лазерной литографии состоит в следующем. Имеется фоторезист, прозрачный для основной длины волны лазера, благодаря чему лазерное излучение может проходить сквозь толщу вещества. Лазерный луч фокусируется в некоторой точке, в которой, благодаря большой плотности энергии, происходит нелинейный процесс удвоения частоты – двухфотонное поглощение, причем соответствующая половинная длина волны попадает в полосу поглощения фоторезиста. Под действием поглощенной энергии материал полимеризуется, и в фокусе пучка образуется нерастворимая область. Лазерная перетяжка перемещается по всему объему кристалла по заданной программе с помощью сканирующего механизма. После завершения процесса материал обрабатывают растворителем, и незасвеченные области вымываются. Для процессов лазерной литографии лучше всего подходят фемтосекундные лазеры, дающие короткие импульсы с большой интенсивностью. Основное преимущество метода двухфотонной лазерной литогра-

фии перед другими видами оптической литографии состоит в локальности воздействия, таким образом можно получить разрешение менее 50 нм, используя для накачки лазер ближнего ИК-диапазона. Также важным преимуществом является отсутствие литографических масок, на изготовление которых требуются значительные усилия.

Одной из основных трудностей, ограничивающих применение фотополимеров, до недавнего времени была низкая интенсивность нелинейного процесса, что увеличивало необходимую мощность лазерного излучения и замедляло скорость работы. Решение этой проблемы предложено в статье [А. И. Майдыковский и др. *Письма в ЖЭТФ*. 2022;115(5):297]. Авторы подобрали краситель, который максимально (на порядок) снижает мощность излучения, необходимую для полимеризации фоторезиста. В статье описана технология растворения красителя в фоторезисте и необходимые для этого концентрации, не нарушающие основных физических свойств материала. Кроме того, наличие красителей позволяет создавать и активные среды, усиливающие излучение, что является важным фактором для проектирования универсальных микросхем фотоники.

В работе [А. И. Майдыковский и др. *Письма в ЖЭТФ*. 2023;117(1):37] технология двухфотонной лазерной литографии была применена для создания фотонных микроструктур: волноводов, резонаторов, переменных устройств ввода-вывода излучения. Важным техническим новшеством, позволяющим существенно улучшить разрешение, является пространственная фильтрация исходного излучения накачки. Излучение лазера проходит через расширитель лазерного пучка, совмещенный с пространственным фильтром гауссовой моды. Фильтрация пространственных частот позволяет уменьшить влияние aberrаций и более чем в два раза уменьшить минимальный размер печатаемой области.

По материалам Э. Пятакова, Перст, 2023, том 30, выпуск 1, стр. 1–2 (Печатается с разрешения Информационного бюллетеня Перст)

SPIE анонсировало победителей 15-й премии Prism Award Winners

На выставке Photonics West 2023 SPIE объявила победителей премии Prism Award 2023, отметив самые популярные новые продукты в области оптики и фотоники.

Каждый год награды SPIE Prism Awards отражают новейшие разработки и технические инновации в фотонике и отраслях, связанных с фотоникой: дополненная и виртуальная реальность, датчики, лазеры, квантовые технологии и биомедицинские оптические решения. На рассмотрение в рамках премии Prism Awards 2023 компания SPIE получила 76 заявок из 19 стран.

В области AR-VR технологий премию получила компания TriLite за самый маленький в мире проекционный дисплей. Это уникальная запатентованная комбинация аппаратного и программного обеспечения, которая предлагает при маленьком размере высокое качество изображения.

В области систем визуализации премию взяла компания Metalenz за систему поляризационной визуализации PolarEyes, которая способна обнаруживать прозрачные объекты.

Знаменитая компания Ocean Insight выиграла конкурс и получила приз за новую продуктовую линейку спектрометров серии Ocean SR4. Приборы выделяются высокой скоростью получения спектров в области UV- и NIR-диапазонов при высоком разрешении и превосходном соотношении сигнал/шум.

В направлении создания лазеров лидером оказалась компания Kyocera SLD Laser с мощным светодиодным источником LaserLight LiFi System. Это полностью интегрированный белый лазерный излучатель с высокой яркостью, что обеспечивает сверхбольшие дистанции распространения луча, узкие углы пучка и малые оптические размеры. Он предназначен для направленного освещения.

Precitec Optronik с прибором Flying Spot Scanner (FSS 310) стала победителем в направлении создания интеллектуальных систем контроля. Сканер Flying Spot Scanner (FSS) Precitec обеспечивает высокоскоростную ОКТ-визуализацию толщины и топографии (Оптическая когерентная томография, перевод с англ. Optical coherence tomography – OCT) и проводит трехмерные измерения для широкого спектра материалов и поверхностей. Может работать в автономном режиме.

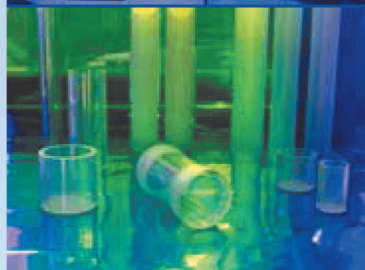
По материалам компаний TriLite, Ocean Insight, Kyocera SLD Laser

Синтетический САПФИР

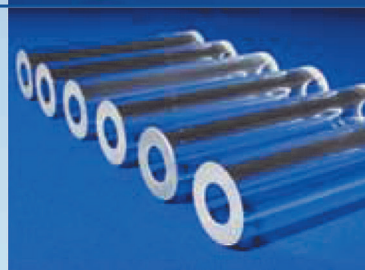
Производство кристаллов и оборудования



Пластины, окна, подложки:
смотровые, защитные, сканерные окна, часовые
стекла, экраны для смартфонов и мобильных
телефонов, оптические компоненты



Трубы и тигли
трубки и тигли различной длины и сечения
для ламп высокого давления, термореакторов,
установок плазменного травления



Стержни круглого и
прямоугольного сечения:
световоды для пирометров, плунжера для
хроматографических насосов и сиквенаторов,
изоляторы, износостойкие направляющие



Индивидуальный заказ:
Термореакторы, часовые и приборные камни,
подшипники, компоненты для научной и
медицинской техники, брекеты, сувенирная
продукция



Оборудование для выращивания
кристаллов

Nika-M60, Nika-M30, Nika-3, Nika-PROFILE



ЗАО «РОСТОКС-Н»

Since 1993

142432 Россия, Московская обл., г. Черноголовка, Проспект Академика Семенова, д. 9, ЗАО «Ростокс-Н»
Тел.: +7 496 527 35 91, +7 496 527 35 96, +7 496 527 35 95 • Факс: +7 496 527 36 03
E-mail: belov@ezan.ac.ru, info@rostox-n.ru • <http://www.rostox-n.ru>