

Главный редактор

Сергей Никифоров, д. т. н. | sergnik71@mail.ru

Заместитель главного редактора

Павел Правосудов | pavel@fsmedia.ru

Выпускающий редактор

Наталья Новикова | natalia.novikova@fsmedia.ru

Дизайн и верстка

Дмитрий Никаноров | dmitry.nikanorov@fsmedia.ru

Отдел рекламы

Ольга Зайцева | olga\_z@fsmedia.ru

Отдел подписки

podpiska@fsmedia.ru

Москва

115088, ул. Южнопортовая, д. 7, строение Д, этаж 2

Тел./факс (495) 987-3720

Санкт-Петербург

197101, Петроградская наб., д. 34, лит. Б

Тел. (812) 467-4585 Факс (812) 346-0665

web: www.led-e.ru

Республика Беларусь

«ПремьерЭлектрик» Минск,

ул. Маяковского, 115, 7-й этаж

Тел./факс: (10\*37517) 297-3350, 297-3362

Дата выхода в свет 28.08.23

Тираж 3000 экз.

Свободная цена

Журнал «Полупроводниковая светотехника» зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Северо-Западному федеральному округу Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации: серия ПИИ№ ТУ78-02249 от 28 апреля 2022 г.

Учредитель: ООО «Медиа КиТ»



Адрес редакции:

197046, Санкт-Петербург, Петроградская наб.,

д. 34 литер Б, помещение 1-Н, офис 321в

Издатель: ООО «Медиа КиТ»

197101, СПб, Петроградская наб., д. 34, лит. Б,

помещение 1-Н офис 321в

Отпечатано в типографии «HELEN GROUP»

г. Москва, ул. Русаковская, д. 13/5

Редакция не несет ответственности за информацию, приведенную в рекламных материалах. Полное или частичное воспроизведение материалов допускается с разрешения ООО «Медиа КиТ».

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей. Статьи из номеров журнала текущего года предоставляются на платной основе.

Журнал включен в Перечень ВАК с 15.02.2023 года

Возрастное ограничение 12+

# Содержание

## ВТОРИЧНАЯ ОПТИКА

### Автомобильные фары с адаптивным световым потоком: совместный подход к эффективному производству оптических деталей сложной формы

из светопроводного жидкого силиконового материала .....6

Мартейн Бойкема, Франсуа Де Бюль, Ханнес Ригер, Джейк Тейнбрехер, Кевин Ван Тиггелен.

Перевод: Николай Бойправ

Технология литья под давлением оптически прозрачного жидкого силиконового каучука (LSR), правильный выбор материала, параметры литья и схемы автоматического управления — важные факторы успешного и эффективного промышленного изготовления силиконовых оптических элементов, применяемых в ADB-фарах. Чтобы обеспечить масштабное производство силиконовых линз для ADB-фар на различных автомобилях, компании Dow и ELMET объединили свои усилия в этой области.

Ключевые слова: LSR, силиконовые линзы, ADB-фары, оптический силикон

УДК 628.946.2

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

### Еще раз о светодиодных драйверах Direct-AC-Drive ..... 14

Иван Дербун, Сергей Коновалов, Павел Ястребов

В статье представлен обзор схем драйверов светодиодов с несколькими топологиями с непосредственным подключением светодиодов к сети переменного тока — Direct-AC-Drive. Проведены исследования схем светодиодных драйверов, оценка проблем и решений в системах светодиодного освещения, подключаемых напрямую к сети переменного тока.

Ключевые слова: светодиодный драйвер, подключение напрямую к сети переменного тока, DC/DC-преобразователь, коэффициент мощности (КМ), корректор коэффициента мощности (ККМ), многопереходовый светодиод, гармонические искажения.

УДК 621.311.6

## СЕРТИФИКАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

### Особенности оценки ресурса наработки многокристалльных светодиодов и устройств на их основе. Применение радиометрических измерений. .... 22

Сергей Никифоров

Статья посвящена методам измерений деградационных характеристик светодиодов с многосветными излучающими кристаллами, соединенными в последовательно-параллельные цепи. Показана связь электрических характеристик и параметров излучения светодиодов, построенных по системе излучающий кристалл-люминофор, изменяющихся в процессе наработки.

Ключевые слова: радиометр, фотометрический метод, спектральная чувствительность, излучающая гетероструктура, деградационная характеристика, светодиод.

УДК 53.08, 535.2

## СТАНДАРТЫ

### Проект свода правил СП 440.1325800.XXXX.

### «Спортивные сооружения. Проектирование естественного и искусственного освещения». .... 31

С целью сбора отзывов и замечаний, наш журнал публикует вторую редакцию проекта свода правил для наиболее полного знакомства отраслевого сообщества с документом и последующего обсуждения.

Ключевые слова: искусственное освещение, естественное освещение, коэффициент естественного освещения, коррелированная цветовая температура, индекс цветопередачи.

УДК 725.85/86 ОК 91.160.01

## РЫНОК

### Производители и поставщики источников света и светотехнической продукции ..... 46

С целью оптимизации создания условий для локализации светотехнических производств, импортозамещения и популяризации отечественных производственных предприятий, а также для развития отраслевых коммуникаций, наше издание публикует перечень российских промышленных предприятий и поставщиков светотехнической продукции и комплектующих для ее производства.

Ключевые слова: российские промышленные предприятия, производитель, поставщик светотехнической продукции

## SECONDARY OPTICS

### Adaptive-Driving-Beam Headlights: A Collaborative Approach to Efficient Manufacturing of Complex Shapes Optical LSR Parts .....6

Martijn Beukema, François De Buyl, Hannes Rieger, Jake Teinbrecher, Kevin Van Tiggele

The use of Adaptive-Driving-Beam (ADB) headlamps in Europe and Asia, together with the recent announcement by the U.S. Department of Transportation's National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) to allow ADB on new vehicles, will contribute to reducing the number of roadway collisions and an increase in automotive safety for everyone. Injection molding technology for optically transparent Liquid-Silicone-Rubber (LSR), the proper selection of material, molding parameters and automation design are strategic elements to successful and efficient industrial production of silicone primary optics used in ADB headlights. To enable ADB silicone lens production for headlamp manufacturers, across vehicle segmentation, Dow and ELMET have joined efforts.

Keywords: Adaptive-Driving-Beam (ADB) headlamps, lens, Liquid-Silicone-Rubber (LSR), silicone optic

## POWER SUPPLIES AND LED DRIVERS

### Once again about Direct-AC-Drive LED drivers ..... 14

Ivan Derbunov, Sergey Kononov, Pavel Yastrebov

In this article, a review of LED driver circuits with several Direct-AC-Drive topologies with direct connection of LED to AC line are presented. The driver circuit is a crucial component in the LED light system. It provides the correct voltage and current values of LED for the best brightness and long life to satisfy the LED lamps electrical requirements, volume reduction and cost-effective demands. The LED driver circuits investigation conducted, the issues and the solutions in the LED lighting systems connected to a AC line directly assessed. The AC line connection requisites such as the efficiency, power factor correction and the harmonic distortion are dealt with both the driver topology and control optimization.

Keywords: LED driver, Direct-AC-Drive, DC/DC converter, Power Factor, PF, Power Factor Corrector, PFC, multi-junction LED, harmonic distortion

## TEST AND MEASUREMENT SYSTEMS

### Features of estimating the operating life of multi-chip LEDs and devices based on them. Application of radiometric measurements. .... 22

Sergey Nikiforov

The article is devoted to methods for measuring the degradation characteristics of LEDs with multiple emitting crystals connected in series-parallel circuits. The features and significant differences of such LEDs from the point of view of studies on the study of degradation phenomena by the photometric method from LEDs based on a single crystal are shown. It is noted that the most accurate, and in most cases, the only possible way to estimate the operating life is to measure the spatial distribution of the radiation flux using distribution radiometry. Emphasis is placed on the correctness of the application of the photometric (radiometric) method for determining the degradation characteristics of multi-chip LEDs, as the underlying ideology of using the representation of a radiating heterostructure in it as a set of sectors of the space charge region with different indium content in the active layer, connected in a common structure in the same series-parallel. The article shows the relationship between the electrical characteristics and radiation parameters of LEDs built according to the emitting crystal-phosphor system, which change during operation.

Keywords: radiometer, photometric method, spectral sensitivity, emitting heterostructure, degradation characteristic, LED.

## STANDARDS

### Draft Code of Practice SP 440.1325800.XXXX. "Sports facilities. Designing natural and artificial lighting." ..... 31

Currently, the Federal State Budgetary Institution "Research Institute of Construction Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences" (NIISF RAASN) is modernizing the Code of Rules "SPORTS FACILITIES. Designing Natural and Artificial Lighting". The main changes consist in the formation of section 5.5 Special requirements for television broadcasting, as well as in correcting the illumination values of a number of buildings and facilities. In order to collect feedback and comments, our magazine publishes the second edition of the draft Code of Practice for the most complete acquaintance of the industry community with the document and subsequent discussion.

Keywords: artificial lighting, natural lighting, natural light coefficient, correlated color temperature, color rendering index.

## MARKET

### Manufacturers and suppliers light sources and lighting products ..... 46

In order to optimize the creation of conditions for localization of production lighting facilities, import substitution and popularization of domestic production enterprises, as well as for the development of industry communications, our magazine publishes a list of Russian industrial enterprises and suppliers of lighting products and components for its production.

Keywords: Russian industrial enterprises, manufacturer, supplier of lighting products

# ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СВЕТОТЕХНИКА

Редколлегия журнала  
«Полупроводниковая светотехника»

**Никифоров Сергей Григорьевич,**

д. т. н., ООО «Архилайт», ведущий специалист

**Волков Виктор Генрихович,**

д. т. н., профессор, академик РАЕН,  
АО «Московский завод «Сапфир», ведущий специалист

**Гизингер Оксана Анатольевна,**

д. б. н., профессор кафедры микробиологии  
Медицинского института Российского университета  
дружбы народов им. Патриса Лумумбы

**Кондратенко Владимир Степанович,**

д. т. н., профессор РТУ МИРЭА, академик РАЕН

**Шкадаревич Алексей Петрович,**

д. ф.-м. н. профессор, академик НАН Беларуси

**Туркин Андрей Николаевич,**

к. ф.-м. н., МГУ, доцент физического факультета

**Панкрашкин Алексей Владимирович,**

к. т. н., ООО «Интех Инжиниринг»,  
генеральный директор

**Шмаров Игорь Александрович,**

к. т. н., НИИСФ РААСН,  
ведущий научный сотрудник

**Ильина Елена Ивановна,**

к. т. н., ООО «Вера-Эко»

**Рабинович Олег Игоревич,**

к. ф.-м. н., НИТУ МИСИС, доцент кафедры  
полупроводниковой электроники и физики  
полупроводников

**Феопентов Анатолий Валерьевич,**

к. т. н., доцент кафедры фотоники СПбГЭТУ ЛЭТИ,  
ООО «ИнтехИнжиниринг», главный технолог

**Фирсова Светлана Сергеевна,**

к. т. н., компания Light Republic

Editorial board  
of the Solid-State Lighting magazine

**Nikiforov Sergey,**

Doctor of Sciences in Technical Sciences, Archilight, top expert

**Volkov Viktor,**

Doctor of Sciences in Technical Sciences, professor,  
academic of Russian Academy of Natural Sciences,  
Sapfir, Moskovskiy Zavod, top expert

**Gizinger Oksana,**

doctor of Biological Sciences, Professor  
of the Microbiology Department of the Patrice Lumumba  
Peoples' Friendship University, Medical Institute

**Kondratenko Vladimir,**

Doctor of Sciences in Technical Sciences, professor,  
academic of Russian Academy of Natural Sciences

**Shkadarevich Aleksey,**

Doctor of Physics and Mathematics, professor, academic  
of National Academy of Sciences of Belarus (NASB)

**Tyrkin Andrey,**

PhD, Lomonosov Moscow State University,  
assistant professor

**Pankrashkin Alexey,**

PhD., Intech Engineering, general manager

**Shmarov Igor,**

PhD., Research Institute of Building Physics of  
the Russian Academy of Architecture  
and Building Sciences (NIISF RAASN), Chief Researcher

**Irina Elena,**

PhD., Vega ECO

**Rabinovich Oleg,**

PhD., National University of Science  
and Technology (MISIS), assistant professor

**Feopentov Anatolii,**

PhD., Intech Engineering, production manager

**Firsova Svetlana,**

PhD., Light Republic company