

18. Мирошниченко, И.П. Методы измерения смещений поверхности объектов контроля лазерными интерферометрами [Текст] / В.Е. Алехин, И.П. Мирошниченко, В.П. Сизов // Дефектоскопия.- 2007.- № 2.- С. 53-61.
19. Мирошниченко, И.П. Оптические измерительные технологии и их применение для контроля технического состояния конструкционных материалов и изделий [Текст] / И.П. Мирошниченко, А.Г. Серкин, В.П. Сизов // Нанотехника.- 2008.- № 4(16).- С. 56-59.
20. Патент 2512697 РФ, МПКG 01 В 9/02, G 01 В 11/00. Оптическое интерференционное устройство для измерения перемещений поверхностей объектов контроля / И.П. Мирошниченко, И.А. Парин, Е.В. Рожков.- № 2012146058/28, заявл. 29.10.2012; опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10

Мирошниченко И.П., к.т.н. доц., заведующий кафедрой «Основы конструирования машин», Донской государственной технической университет, E-mail: ipmir@rambler.ru.

УДК 681.2.088:001.891.57

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРИ КОМПОНОВКЕ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ

А.Н. Доронин, М.И. Николаев

Рассматриваются аппаратные и программные решения задачи равномерного распределения яркости, поскольку от равномерности распределения яркости источника во многом зависят метрологические характеристики средства измерения и геометрические параметры изображения.

Ключевые слова: свет, яркость, зрение, измерение, погрешность

Постановка задачи

Предметом исследования является точность оптических измерений, условия визуальных наблюдений. Целью исследования является разработка рекомендаций по компоновке световых элементов для полупроводниковых световых приборов.

Непрерывно растущие требования к точности измерений заставляют учитывать влияющие факторы, которые раньше не принимались во внимание как пренебрежимо малые. В частности, необходимо нормировать равномерность освещения поля объекта. Актуальность этого вопроса показана в работах [1-3]. В качестве нормируемой метрологической характеристики выбрана яркость. Яркость хорошо идентифицируется при визуальном наблюдении, а также является типовым контролируемым параметром в программах обработки изображений.

Рассматривается вопрос равномерного распределения яркости в поле объектов. Безотносительно к уровню яркости, оптическим свойствам и форме объекта измерения.

Методы решения

Для точного решения вопросов равномерного распределения яркости необходимо определиться с выбором следующих исходных величин:

- энергетические и световые величины;
- яркость и сила света.

Это необходимо, чтобы согласовать особенности человеческого восприятия и технические параметры световых элементов. В отли-

чие от энергетических фотометрических величин, световые величины учитывают спектральную чувствительность человеческого глаза. От их выбора зависит ширина диаграммы направленности излучателя, определяемая по заданному уровню интенсивности. Это необходимо учитывать при выборе излучателя, метода измерения, условий наблюдения, объектов измерения. Для учёта этих характеристик авторами тестируется средство измерений, выполненное в среде *LabVIEW*.

Однако, для общих рекомендаций по равномерному распределению яркости можно не задаваться параметрами конкретного светового элемента, что существенно упростит задачу. Принимая это допущение, будем рассматривать в этой статье яркость как общую характеристику интенсивности светового излучения. Уменьшение освещённости с увеличением расстояния от источника также выводим из рассмотрения, применяя относительные характеристики.

В таком случае количественные характеристики легко могут быть получены из графических построений. На рисунках 1, 2 представлены практически значимые варианты. В верхней части рисунков изображены высвечиваемые области. В нижней части рисунков изображены градации интенсивности. Очевидно, чем меньше градаций в высвечиваемой области, тем равномернее распределение яркости.

РАЗДЕЛ II. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

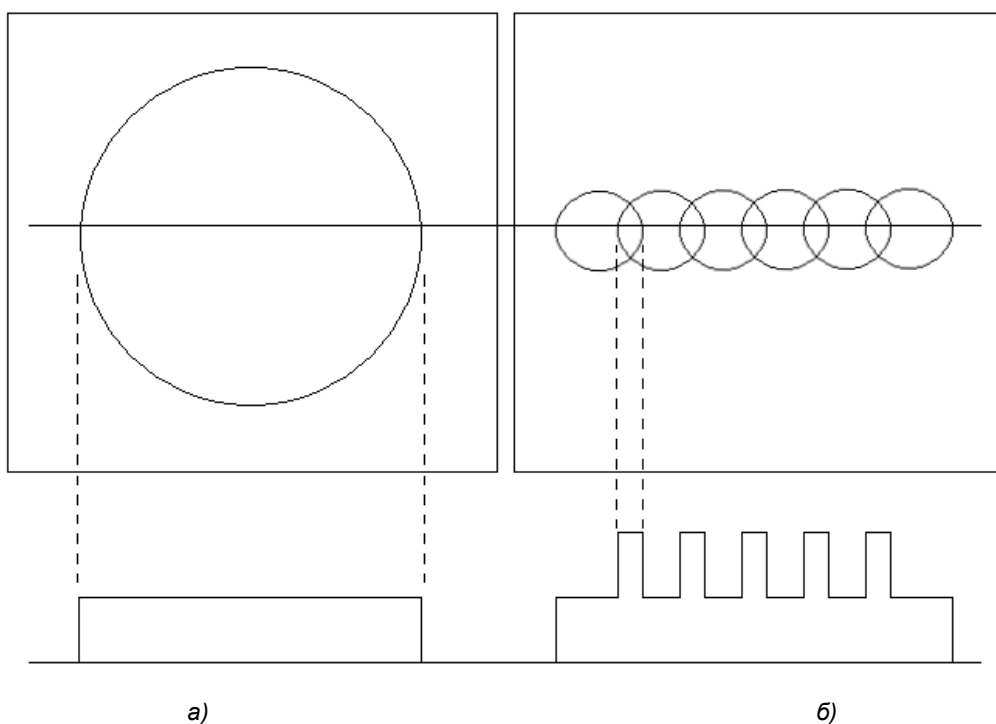


Рисунок 1 - Градации яркости
а – точечный источник; б – линия излучателей

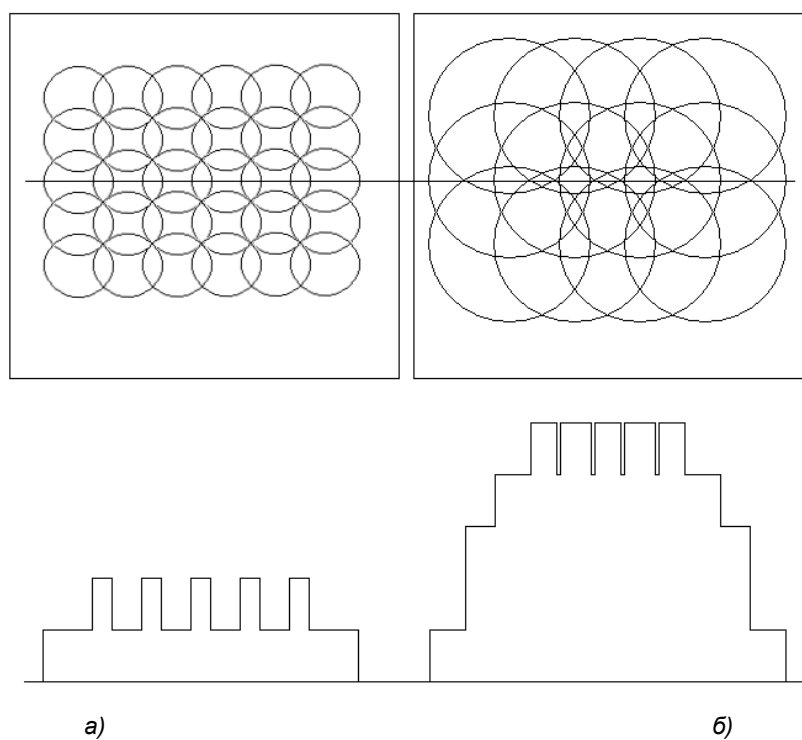


Рисунок 2 - Градации яркости для поля излучателей
а – при $l > r$; б – при $l < r$

Точечный источник

Точечный излучатель может быть размещён в фокусе зеркала или линзы. Обеспечивается равномерное распределение яркости (рисунок 1 а). Недостаток – тень. Типовые бестеневые варианты связаны с множественностью источников. Рассмотрим такие варианты.

Линия излучателей.

Множество излучателей, с тем, чтобы вклад каждого по отдельности был пренебрежимо мал. Однако, очевидно существенно неравномерное распределение яркости (рисунок 1 б), с двукратным перепадом между соседними областями.

Поле излучателей при $l > r$.

Излучатели расположены в узлах квадратной сетки с периодом l . Радиус высвечиваемой области – r , зависит от диаграммы направленности излучателя. Параметры расположения те же, что в случае, рассмотренном для линии излучателей. Несмотря на увеличение количества излучателей по сравнению с линией, результаты те же. Очевидно существенно неравномерное распределение яркости (рисунок 2 а), с двукратным перепадом между соседними областями.

Поле излучателей при $l < r$.

Картина симметричная, поэтому рассмотрено лишь одно сечение. Сечение выбрано в центре, для компактности рисунка. Обеспечивается близкое к равномерному распределение яркости (рисунок 2 б). Области перепадов компактны, уровни перепадов не превышают двадцати процентов.

Критерий: для равномерного бестеневого распределения яркости должно выполняться условие $l < r$.

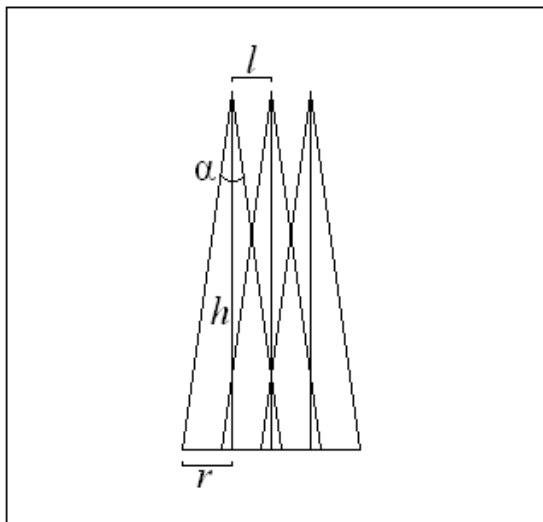


Рисунок 3 – Компоновка световых элементов

Результаты

Пользуясь полученным общим критерием, определим рекомендации по компоновке световых элементов на примере типовой производственной задачи, с помощью построений на рисунке 3.

При производстве светильников типовая задача состоит в том, чтобы получить рекомендуемое значение l при заданных параметрах α , h , где

α – ширина диаграммы направленности излучателя,

h – расстояние от поля излучателей до поля объектов,

l – период расположения компоуемых световых элементов (излучателей),

r – радиус области, высвечиваемой отдельным излучателем.

Требуем $l < r$.

Очевидно, $r / h = \text{tg } \alpha$.

Поэтому требуем $l < h \cdot \text{tg } \alpha$.

Например, для типовых значений $\alpha = 12^\circ$, $h = 14$ см [4, 5], получаем $l < 3$ см.

Дополнительно, с помощью рисунка 2 б, можем определить нерабочую (неравномерно высвечиваемую) область Δ на границе поля объектов, как $\Delta = 4 r / 3$. Для рассмотренной задачи получаем $\Delta = 4$ см.

Переход от полученного критерия равномерного распределения яркости к нормированию метрологических характеристик разрабатываемого светового прибора предлагается выполнять на этапе выбора излучателя, метода измерения, условий наблюдения, объектов измерения. Согласно экспериментально установленной зависимости градации яркости и погрешности измерений.

Также экспериментально, на уровне экспертных оценок, предлагается определять уровень комфорта визуальных наблюдений, зрительного восприятия – для многочисленных задач, которые не связаны с оптическими методами, но предполагают визуальное восприятие. Например, чтение распечатанного текста, освещаемого светильником, или текста на мониторе.

Экспериментально определённые требования к градациям яркости являются контролируемым параметром при проектировании световых приборов согласно предложенному в этой статье критерию. Либо, в более строгом варианте, – с помощью средств измерений, выполненных авторами в среде программирования *LabVIEW*

РАЗДЕЛ II. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щеглов, С. Основы формирования углового распределения силы света при конструировании ПСП [Текст] / С. Щеглов, Д. Николаев // Полупроводниковая светотехника. Выпуск 2, 2010. — С. 42-45.
2. Патент 2309455 Российская Федерация, МПК7 G01B 9/08, G06K 9/34. Способ компенсации погрешности масштабирования системы технического зрения для микроизмерений [Текст] / Ю.К. Евдокимов, М.И. Николаев, А.Н. Доронин; заявитель и патентообладатель ООО «Научно-технический центр «Восток». — № 2005140712/28; заявл. 26.12.2005; опубл. 27.10.2007, Бюл. № 30. — 5 с.
3. Кафедра приборостроения [Электронный ресурс] УМК / Николаев М.И. — Электрон. дан. — ЧФ КНИТУ-КАИ, 2014.— Режим доступа: <https://sites.google.com/site/nmiquality/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
4. Светодиодные светильники: Диаграмма направленности [Электронный ресурс] / Tesla Light Company. — Электрон. дан. — Tesla Light Company, 2011-2014.— Режим доступа: <http://teslalc.ru/company/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
5. Булдыгин, А. Обзор оптических систем для LED [Текст] / А. Булдыгин // Новости электроники. Выпуск 17, 2008. — С. 23-27.

Доронин А.Н., к.т.н., директор ООО «НТЦ «Восток», Николаев М.И. к.т.н., доцент кафедры Приборостроение, nmi.kai@mail.ru — Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ). Чистопольский филиал «Восток».

УДК 621.317.39

ФАЗОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТИ КАБЕЛЯ

Д.В. Миляев, Д.К. Нгуен, Е.К. Киселёв

С использованием макета проводятся экспериментальные исследования первичного преобразователя измерителя емкости кабеля в процессе изготовления. Конструкция представляет собой полую трубу, наполненную водой, и проходящий через неё кабель с жилой, но без изоляции. Приведён обзор фазометрического метода измерения ёмкости кабеля. Подробно рассмотрены детали данного метода. Сравнение с методом измерения ёмкости по току и перечислены преимущества перед этим методом

Ключевые слова: сдвиг фаз, кабель, жила, измерение, емкость, электрод, изготовление кабеля, эквивалентная схема.

Введение

Передача информации — это неотъемлемая часть многих информационных и вычислительных систем. Для этого часто используются проводные связи. При передаче информации происходят неизбежные потери искажения полезного сигнала. К причинам этого относятся влияние внешних полей и параметры самой линии связи. В число таких параметров входит емкость кабеля. Знание емкости необходимо для оптимального выбора кабеля, а также для определения области применения данного вида кабеля.

Наиболее целесообразным и экономически выгодным является измерение емкости еще в процессе производства кабеля, на стадии нанесения изоляции. Это дает возможность изначально задавать необходимую емкость и контролировать постоянство ее значения по всей длине кабеля. Поскольку, из-

мерение емкости кабеля производится при отсутствии экранирующего слоя, в качестве второго электрода используется вода. Контроль емкости производится в охлаждающей ванне, куда помещается кабель после нанесения изоляционного слоя. Упрощенный вид конструкции преобразователя для измерения емкости кабеля в процессе его изготовления представлен на рисунок 1. Преобразователь помещается в охлаждающую ванну 1 и выполнен в виде полого цилиндра и состоит из двух электродов. Электрод питания - 2 разделен на два, установленных на концах преобразователя на расстоянии, определяющего измеряемую длину контролируемого кабеля, подключен к источнику переменного тока U_x . Рабочий электрод (РЭ)-3 проводит ток через измеряемую емкость. Для проведения измерения, корпус ванны и преобразователя, а также жила кабеля, заземляются.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2014