

уровень напряженности электростатического поля, после натирания увеличивается только в 5–15 раз, что свидетельствует о появлении у текстильных фильтровальных материалов антистатических свойств.

Наименьшим удельным электрическим поверхностным сопротивлением 106 Ом обладают опытные образцы тканых материалов и трикотажных полотен с медным наноструктурированным покрытием. Такой эффект влияет на пониженную способность фильтровального материала накапливать статическое электричество на своей поверхности.

На основании полученных результатов исследований показано, что нанесение металлических покрытий придаёт текстильным материалам антистатические свойства. Полученные материалы с новыми свойствами позволяют значительно снизить риск возникновения пожаров в результате электростатических разрядов.

ЭКРАНИРУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКОВ НИКЕЛЕВЫХ И МЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В.Б. Соколов

Предлагается использовать для создания высокоэффективных широкополосных композиционных радиопоглощающих материалов (РПМ) полимерную композицию, содержащую в качестве основной поглощающей компоненты шлаки никелевых и медных производств, которые благодаря практически оптимальному соотношению магнитных свойств и диэлектрической проницаемости в СВЧ-диапазоне обладают высокими показателями поглощения ЭМИ в широком частотном диапазоне. Наиболее высокие поглощающие свойства имеет композиция, изготовленная из шлаков низкой основности (кислые шлаки), с высоким содержанием оксидов железа. Такие составы характерны для шлаков заводов цветной металлургии, производящих никель и медь, а также для шлаков тепловых электростанций, работающих на энергетических бурых углях (табл. 1).

Таблица 1. Состав шлаков

Наименование оксида	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	Cu	Ni	FeO
Содержание, % по масс.	24–45	1,6–12	10–17	3,38	2–17	3–10	0,3–0,9	0,1–0,7	25–60

В качестве герметизирующего материала использовался состав, представляющий собой полимерную композицию с высокой адгезией к широкому ряду материалов. Процентное соотношение порошкообразных РПМ и герметизирующего материала варьировалось от 15% (по объёмному содержанию) до 70% в композиции. Также варьировался состав порошкообразных РПМ (по объёмному содержанию веществ). Были подготовлены составы с различным содержанием исходных компонентов. Дисперсность порошкообразных РПМ составляла 20 мкм–1,5 мм. Толщина слоя полимеризованной композиции составляла 1 – 3 мм с отражающим металлическим покрытием толщиной 7 мкм. Измерения уровней мощности ЭМИ осуществлялись с помощью установки SNA0,01-18 в диапазоне частот 3...18 ГГц. Установлено, что значение коэффициента передачи для исследуемых образцов составляет –15...–30 дБ при значении коэффициента отражения –10...–15 дБ.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В.А. Столер

В последнее время успешно развивается так называемая трехмерная печать для изготовления предметов с использованием 3D принтера. Такой принтер способен распечатать любой физический предмет, например защитный экран ЭМИ, который смоделирован на компьютере.

Фирмами разработано больше десяти технологий объемной печати и создано сотни 3D принтеров, использующих их. Существует несколько базовых технологий трехмерной печати, которые отличаются друг от друга по типу используемого материала и способам его нанесения. Наибольшее распространение получили следующие технологии: 1) стереолитография (SLA), 2) лазерное спекание материалов (DMLS), 3) технология струйного моделирования (3DP), 4) послойная печать расплавленной полимерной нитью (FDM), 5) изготовление объектов методом ламинирования (LOM).

В общем случае трехмерная печать – это выполнение ряда повторяющихся операций, связанных с созданием объемных объектов путем нанесения на рабочий стол установки тонкого слоя расходных материалов, смещением рабочего стола вниз на высоту сформированного слоя и

удалением с поверхности рабочего стола отработанных отходов. Циклы печати непрерывно следуют друг за другом. На предыдущий слой материалов наносится следующий слой, и так повторяется до тех пор, пока на рабочем столе-элеваторе, которым оснащено устройство, не окажется готовое изделие [1].

Область применения трехмерной печати достаточно обширная: от производства игрушек до строительства целых зданий. Поэтому уже сейчас такая печать составляет достойную конкуренцию мелкосерийному производству и традиционным методам прототипирования.

Литература

1. *Столер В.А., Столер Д.В.* // Технические средства защиты информации: Тезисы докладов XIII Белорусско-российской НТК, 4–5 июня 2015 г., Минск: БГУИР, 2015. С. 79.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ЛИНЕЙКИ НА ПЛАТЕ ИЗ АНОДИРОВАННОГО АЛЮМИНИЯ С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ПУЛЬСАЦИЙ

Д.Х. Тай, И.А. Врублевский, Е.В. Чернякова, А.К. Тучковский, А.П. Казанцев

В современных системах охранной и пожарной сигнализации все более широкое применение находит светодиодное освещение. Одним из основных элементов таких систем являются линейки светоизлучающих светодиодов. В данной работе представлены результаты исследований характеристик светодиодной линейки, изготовленной на плате из анодированного алюминия, для непосредственного подключения к сети переменного тока. В конструкции такой светодиодной линейки использован высокостабильный LED драйвер («Интеграл», г. Минск) с питанием от мостового двухполупериодного выпрямителя сети переменного тока (АС 85V – АС 265V) без применения фильтрующих элементов на основе электролитических конденсаторов. На плате из анодированного алюминия последовательно электрически соединены 24 SMD чипа белых светодиодов электрической мощностью 0,2 Вт.

Результаты исследований показали, что разработанная светодиодная линейка обеспечивает следующие характеристики: световой поток – 500 лм, фактор мощности – более 0,9, коэффициент пульсаций – менее 1%. Использование платы из анодированного алюминия с низким тепловым сопротивлением позволило снизить температуру кристалла для рабочего режима до 60–70°C.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ОБНАРУЖИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТОПОЛОГИИ ПЛАНАРНЫХ СТРУКТУР СБИС

Д.С. Титко

При испытаниях оборудования для автоматического контроля топологии задача экспериментального определения обнаружительной способности является одной из основных. Для этого обычно производится некоторое количество циклов сканирования специально изготовленного и аттестованного тестового шаблона, в результате чего подтверждается вероятность обнаружения дефектов разных типов и размеров. Количество циклов сканирования при этом определяется, как правило, эвристическим путём [1]. Наиболее сложным в этом случае является определение вероятности обнаружения дефектов с линейными размерами, соответствующими границе чувствительности установки. Предлагаемая методика определения вероятности обнаружения таких дефектов, основана на точном расчёте необходимого количества циклов сканирования для подтверждения чувствительности с заданной вероятностью.

Обнаружительная способность установки автоматического контроля топологии зависит не только от линейных размеров дефекта, но и от его пространственного распределения, вследствие чего определение размера дефекта и, соответственно, размера минимального обнаруживаемого дефекта только через линейные размеры является неоднозначным. Этот вопрос решается путём стандартизации формы дефектов тестового шаблона и определения обнаружительной способности установки для дефектов фиксированной формы.

Предложенная методика позволяет точно определить количество испытаний, необходимых для подтверждения вероятности обнаружения дефектов при автоматическом контроле топологии и используется при разработке программ и методик испытаний всего спектра отечественного оборудования для автоматического контроля топологии СБИС и других изделий электронной техники.

Литература

1. *Аваков С.М.* Автоматический контроль топологии планарных структур. Минск, 2007.