

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ К ПРОЦЕССУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛАТ, ВХОДЯЩИХ В
СОСТАВ МОДУЛЯ ДЕТЕКТОРНОГО**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы
по направлению 27.03.02 «Управление качеством»
факультета нано- и биомедицинских технологий
Калиновой Веры Владимировны

Научный руководитель

старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.А. Винокурова

инициалы, фамилия

Консультант

инженер лаборатории 503

АО ЦНИИИА

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Ю. Молчанов

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2017

Введение

В настоящее время полное соответствие выпускаемой продукции техническому уровню и требованиям качества позволяет производителю рассчитывать на конкурентоспособность на рынке и получение прибыли. В целом качество продукции формируется на основе базы и технологии ее производства. Поэтому стоит уделять особое внимание качеству технологического процесса изготовления продукции.

Для управления качеством существуют 7 инструментов качества: гистограмма, диаграмма Парето, диаграмма разброса, причинно-следственная диаграмма, контрольный листок, контрольные карты и блок-схема. В данной работе будут применены четыре инструмента управления качеством.

АО «Центральный научно-исследовательский институт измерительной аппаратуры» (ЦНИИИА) – это предприятие, специализирующееся в разработке контрольно-измерительного оборудования для электронной промышленности. АО ЦНИИИА – постоянный исполнитель работ приоритетных федеральных программ «Развитие электронной техники в России», «Научное приборостроение». Центральный НИИ измерительной аппаратуры (ЦНИИИА) образован в 1958 г. Качество и надежность разрабатываемой и выпускаемой продукции гарантируются отработанной технологией, квалификацией персонала и действующей в АО ЦНИИИА системой менеджмента качества, соответствующей требованиям ГОСТ ISO 9001 и ГОСТ РВ 0015–002.

Все вышеизложенное определяет актуальность выбранной темы ввиду необходимости поддержания и улучшения качества изготавливаемых в АО ЦНИИИА плат (входящих в состав модуля детекторного), что достигается с помощью применения выбранных статистических инструментов.

Цель выпускной квалификационной работы – проанализировать технологический процесс травления плат для модуля детекторного и дать рекомендации для улучшения его качества.

Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

1. Изучить инструменты управления качеством и выбрать наиболее подходящие для исследуемого процесса.
2. Ознакомиться с этапами процесса фотолитографии.
3. Подробно рассмотреть этап травления плат модуля детекторного, а также процесс гальванический покрытия (золочения).
4. Выявить виды дефектов, возникающих при производстве плат, входящих в состав модуля детекторного.
5. Применить ряд инструментов управления качеством для анализа плат модуля детекторного.
6. Сделать выводы по итогам применения инструментов и сформировать рекомендации для уменьшения числа дефектов.
7. Провести повторный анализ возникающих дефектов после применения представленных в работе рекомендаций по уменьшению их числа.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 разделов (управление качеством технологического процесса с помощью статистических методов; общие сведения о предприятии АО ЦНИИИА; технология фотолитографии для изготовления плат, входящих в состав модулей детекторных; анализ плат, входящих в состав модуля детекторного), занимает 41 страницу, имеет 13 рисунков и 4 таблицы. Обзор составлен по 20 информационным источникам.

Основное содержание работы

Управление качеством технологического процесса с помощью статистических методов. Одним из основных принципов управления качеством является принятие решений на основе выявленных фактов. Наиболее корректно данный принцип реализуется методом математического моделирования процессов. Статистические методы моделирования сложны для восприятия широкому кругу пользователей без специальной математической подготовки. Поэтому Союз японских ученых и инженеров собрал семь простых и понятных статистических методов анализа и контроля производственных процессов. Эти методы сохраняют свою связь со статистикой, и в то же время

понятны в применении человеку, не имеющему специального математического образования [1].

Существуют следующие инструменты анализа и контроля качества:

- гистограмма;
- блок-схема;
- диаграммы Парето;
- причинно-следственные диаграммы или диаграммы Исикавы;
- контрольные листки;
- контрольные карты;
- диаграммы рассеяния [2].

Все представленные выше инструменты описаны в тексте работы.

Общие сведения о предприятии АО ЦНИИИА. АО «Центральный научно-исследовательский институт измерительной аппаратуры» (ЦНИИИА) – это предприятие, специализирующееся в разработке контрольно-измерительного оборудования для электронной промышленности. АО ЦНИИИА – постоянный исполнитель работ приоритетных федеральных программ «Развитие электронной техники в России», «Научное приборостроение». Он входит в число участников группы «Российская электроника» в качестве базового центра по обеспечению специальным метрологическим оборудованием заводов электронной области России.

Центральный НИИ измерительной аппаратуры образован в 1958 г. Организация имеет современную научно-техническую и производственно-технологическую базу, позволяющую разрабатывать и производить:

- сверхвысокочастотные элементы, узлы и системы в диапазоне частот до 300 ГГц;
- высокочастотные механические системы и приборы для позиционирования испытуемых изделий электронной техники;
- инструментальные средства для электрофизических измерений;
- системы управления технологическим, испытательным и измерительным оборудованием [3].

Технология фотолитографии для изготовления плат, входящих в состав модуля детекторного. Литография – способ печати, при котором рисунок под давлением переносится с формы на слой металла, диэлектрика или полупроводника. Задачей литографических процессов является выполнение определенного рисунка на металлической поверхности [4].

Различают следующие виды литографии:

- автолитография;
- оптическая литография;
- рентгенолитография;
- электронная литография;
- ионно-лучевая литография.

Процессы литографии можно разделить на три этапа, каждый из которых включает ряд операций [5].

1. Формирование сплошного равномерного слоя резиста на поверхности подложки:
 - подготовка поверхности подложки;
 - нанесение слоя резиста;
 - термическая сушка.
2. Создание рельефной структуры (маски) резиста:
 - экспонирование резиста;
 - проявление резиста;
 - термическая сушка.
3. Перенос рельефа резиста на технологический слой, имеющийся на подложке:
 - травление технологического слоя;
 - удаление резистивной маски;
 - очистка поверхности подложки.

В работе подробно описаны этапы фотолитографии для исследуемых плат.

Исследуемые платы модуля детекторного. Модуль детекторный (МД) на основе диода Шоттки для работы в сверхразмерном канале в диапазоне 110-170 ГГц на данный момент не имеет аналогов в своем классе. Его разработка позволила включить в состав аппаратуры радиолокации миллиметрового диапазона, благодаря чему улучшила ее электродинамические и массо-габаритные характеристики.

В данной работе будет рассматриваться плата на основе материала ArlonCyClad 217 Gy, которая представляет собой три слоя: верхний это медь (18 мкм), средний диэлектрик (127 мкм) и нижний – медь (18 мкм). На обеих сторонах платы должен быть вытравлен металл согласно чертежу (рисунок 3), поэтому процесс травления происходит с двух сторон. Промежуточный диэлектрический слой остаётся нетронутым процессом литографии. Отверстия под винты делаются механически на сверлильном станке.

Виды дефектов. В процессе фотолитографии наиболее часто встречающимися дефектами на плате являются:

- коробление поверхности платы;
- рассовмещение металлических слоев;
- нарушение размеров платы;
- образование паразитных просветлений.

Также после процесса гальванического покрытия могут возникнуть дефекты, такие как окисление, отслаивание и вспучивание [6].

Анализ плат, входящих в состав модуля детекторного. Среди статистических инструментов, позволяющих контролировать качество, были выбраны: контрольный листок, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, контрольная карта. Обоснуем выбор каждого из инструментов. Контрольный листок будет использован для сбора данных, чтобы упорядочить их и облегчить обработку данных. Диаграмма Парето позволит выявить наиболее сильно влияющие дефекты на качество платы в целом и даст рекомендации по их уменьшению. Причинно-следственная диаграмма поможет определить ряд причин появления проблем. Контрольные карты позволят

проанализировать и оценить процесс до улучшений и после улучшений, чтобы определить изменения.

Контроль партии на дефектность проводился для выборки из 150 плат после этапа травления, а также после процесса гальванического покрытия (золочения). Проанализировав данные заполненного контрольного листка и построенной с их помощью диаграммы Парето, можно сделать вывод о достаточно большом количестве дефектов в целом и о том, что существенно важными являются дефекты: нарушение размеров платы, рассовмещение металлических слоев и образование паразитных просветлений. Для определения причин появления самого значительного дефекта «нарушение размеров платы» была построена диаграмма Исикавы. Для дальнейшего анализа на основании сведений о количестве дефектов в 20 выборках по 150 плат была построена пр-карта. Ряд сигнальных признаков показал наличие статистической неуправляемости исследуемого процесса производства.

По итогам полученных результатов в работе были даны рекомендации для уменьшения количества бракованных плат.

После применения рекомендации было заново проанализированы данные по платам: был заполнен контрольный листок для определения дефектов в выборке объемом 150 плат, построена диаграмма Парето; для обновленных данных по дефектам в 20 выборках по 150 плат представлена контрольная карта.

После применения представленных в работе рекомендаций наблюдается уменьшение в 2 раза количества дефектных изделий в целом, дефект «нарушение размеров платы» перестал быть самым существенным по сравнению с остальными. Иными словами, с помощью инструментов управления качеством показана успешность применения рекомендаций по уменьшению числа дефектов, возникающих при изготовлении плат модуля детекторного.

Заключение

Статистические методы – это эффективный способ анализа процесса и продукции с позиции качества. Они не требуют больших затрат, но дают возможность определить, с чего стоит начать, причину возникновения проблемы и способ решения.

По результатам данной работы можно сделать следующие выводы:

- анализ литературы и технологического процесса фотолитографии для плат модуля детекторного показал необходимость управления качеством данного процесса;

- проведен анализ существующих статистических методов управления качеством и обоснован выбор диаграммы Парето, диаграммы Исикавы, контрольного листка и контрольной карты числа несоответствующих единиц продукции (np);

- собраны данные для анализа с помощью контрольного листка проведена их статистическая обработка; построена диаграмма Парето; построена диаграмма Исикавы для определения причин самого существенно важного, по итогам анализа диаграммы Парето, дефекта; а также представлена контрольная карта np-типа для данного технологического процесса;

- установлено, что исследуемый технологический процесс находится в статистически неуправляемом состоянии;

- даны рекомендации для уменьшения количества дефектов, возникающих при изготовлении плат модуля детекторного;

- после применения рекомендаций проведен повторный анализ с применением контрольного листка, диаграммы Парето и карты числа несоответствующих единиц продукции (np);

- установлено, что количество дефектных изделий после применения рекомендаций в целом уменьшилось в 2 раза, процесс стал статистически управляемым и стабильным, что позволяет утверждать об успешности применения представленных рекомендаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Федюкин, В. К. Управление качеством производственных процессов / В. К. Федюкин. М.: Издательство КноРус, 2016. 228 с.
- 2 Статистические методы контроля качества [Электронный ресурс] // Управление качеством [Электронный ресурс] : сайт. URL: <http://www.metrologie.ru/qualitymanagement-stat1.htm> (дата обращения: 25.04.17). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 3 Вердугин, В. И. Наука измерений / В. И. Вердугин, В. А. Кремер, В. П. Палагин. Саратов: Треугольник, 2008. 150 с.
- 4 Литография [Электронный ресурс] // Мои лекции [Электронный ресурс]. : сайт. URL: <http://mylektsii.ru/11-93160.html> (дата обращения: 25.04.17). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 5 Фотолитография [Электронный ресурс] // Мир технологий [Электронный ресурс] : сайт. URL: http://tech-e.ru/2007_3_70.php (дата обращения: 25.04.17). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 6 Виды дефектов [Электронный ресурс] // Студфайлы [Электронный ресурс] : сайт. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2568400/page:13/> (дата обращения: 25.04.17). Загл. с экрана. Яз. рус.