

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КВАРЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ

DEVELOPMENT OF METHODS TO IMPROVE THE QUALITY OF QUARTZ RESONATORS

S. Ivanov

Summary. The article is devoted to the development of methods for improving the quality of quartz resonators. Methods for improving the stability of the operation of resonators are analyzed. Recommendations are proposed for improving the performance evaluation system.

Keywords: resonators, enhancement, quality, development, methods, dimensions.

Иванов Сергей Николаевич

*Аспирант, Московский технологический университет
Ivanoff1991@mail.ru*

Аннотация: В статье проведена разработка методов повышения качества кварцевых резонаторов. Проанализированы методы повышения стабильности работы резонаторов. Предложены рекомендации по усовершенствованию системы оценки результативности работы.

Ключевые слова: резонаторы, повышение, качество, разработка, методы, габариты.

Кварцевые резонаторы широко используются в различных моделях радиоэлектронной аппаратуры для частного, промышленного и военного использования. В связи с этим остро стоит вопрос о разработке методов, которые бы могли повысить качество работы резонаторов и увеличить срок их службы. В мире ежегодно выпускается несколько миллионов резонаторов, наибольшей популярностью пользуются устройства с малыми габаритами. Для производства данных радиоэлектронных устройств используются устаревшие технологии, которые предусматривают длительный цикл производства и оценки качества работы, что увеличивает сроки ожидания поставки, начиная от заказа продукции и до момента ее поставки. Остро стоит вопрос с модернизацией технологических процессов. Многими предприятиями используются устаревшие модели метрологического и производственного оборудования. Внедрение автоматизированных систем по оценке качества исходного сырья и оценке качества выпущенной продукции могло бы способствовать повышению качества создания кварцевых резонаторов и позволило бы гарантировать со стороны производителей длительный срок эксплуатации оборудования.

Для повышения качества и стабильности работы кварцевых резонаторов предлагается изучить рынок, на который поступают кварцевые резонаторы, определить факторы, которые влияют на характеристики надежности эксплуатации оборудования. Специалисты в области производства радиоэлектронных средств рекомендуют с целью повышения стабильности работы кварцевых резонаторов внедрить на каждом производстве систему менеджмента качества. Это позволило бы предприятиям разработать и внедрить регламенты

на каждый этап производства кварцевых резонаторов. Одной из важных проблем для предприятий, которые осуществляют выпуск электротехнической продукции, является то, что предприятие закупает исходное сырье для производства без использования критериев по оценке качества сырья.

Если для закупки сырья будет разработан регламент и определены основные критерии для оценки его качества, предприятиям с одной стороны удалось бы совершенствовать технологические процессы, а с другой стороны — снизить издержки и объемы бракованной продукции, которая не соответствует действующему регламенту качества. При разработке методов по повышению качества кварцевых резонаторов следует опираться за потребности потребителей. Они заинтересованы в приобретении качественных изделий, которые бы служили долго и отличались стабильной работой. Одна из главных проблем при производстве кварцевых резонаторов заключается в том, что предприятие не может усовершенствовать технологические процессы таким образом, чтобы оно могло гарантировать стабильность частоты при работе оборудования. Решение проблемы заключается в проведении экспериментальных исследований, при которых удалось бы определить, какие факторы ведут к искажению частоты кварцевых резонаторов. При помощи экспериментальных данных можно было бы определить, через сколько часов эксплуатации и в каких пределах частота работы оборудования изменяется.

Для повышения качества выпуска кварцевых резонаторов предлагается внедрить на производственных площадках оптические системы контроля качества ис-

пользуемого сырья. Это позволяет проверить исходное сырье на наличие посторонних включений, для контроля расчетных значений предлагается использовать рентгенгонометры.

Для проверки качества обработки кристаллических элементов предлагается использовать высокоточные микроскопы, при помощи них можно оценить качество обработки всех поверхностей кристаллических элементов. При производстве кварцевых резонаторов используется метод напыления электродных покрытий, отследить толщину этих покрытий можно с использованием кварцевых датчиков высокой точности.

Для оценки качества выпускаемой продукции предлагается использовать образцовое измерительное оборудование. Задача его применения — измерение стабильной частоты с выдержкой разных температурных режимов, определение динамического сопротивления и емкостного соотношения.

При разработке методов, повышающих качество кварцевых резонаторов, предлагается испытать стабильную частоту с использованием увеличенного временного промежутка, взять за основу современные комплектации технологического оборудования для определения факторов, которые дестабилизируют номинальные частоты. Действующие стандарты предусматривают, что долговременные изменения частоты могут быть предельно высокими, что снижает работоспособность и качество работы оборудования. Для решения проблемы предлагается ужесточить действующие стандарты на предельные изменения частот. Для повышения качества выпускаемой продукции предлагается исследовать взаимосвязь между качеством кварцевых резонаторов и качеством искусственно созданных кристаллов кварца. Разработка метода по оценке гладкости поверхности обработанных кристаллов позволяет оперативно управлять качеством производственных процессов.

Внедрение на производственные площадки жесточенных требований к оценке качества исходного сырья и технологий обработки позволяет снизить производственные издержки и повысить качество процессов по изготовлению кварцевых резонаторов.

Чтобы гарантировать высокую точность ориентации кристаллических элементов, на производстве предлагается использовать для резки цельных кристаллов станки с высокими характеристиками точности и производительности. Наряду с этим параметром имеет большую важность то, как осуществляется финишная обработка изделий. Пластины должны иметь минимальные показатели прогиба. При наличии на пластинах деформаций и неровностей снижается номинальная частота, поэтому

на предприятии должна быть внедрена система, которая бы предусматривала проверку качества обработки всех граней.

Контуры кристаллических элементов будут иметь оптимальные формы и гладкость за счет применения современного метода обработки — лазерной резки. Метод традиционной шлифовки предусматривает, что созданные пластины могут иметь погрешности в размерах. Изготовление пластин с малыми размерами целесообразно проводить с использованием лазерных режущих инструментов.

Поэтому внедрение на производственных площадках режущих лазерных станков позволяет снизить трудоемкость процессов по созданию кристаллических пластин и гарантировать оптимальные характеристики для высокоточной настройки кварцевого резонатора. Повышение адгезионной прочности изделий позволяет избежать эффекта вторичных возбуждений, что положительно влияет на сохранение полученной частоты. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что наличие на пластинах кварцевых резонаторов трещин или сколов ведет к эффекту вторичных возбуждений, от этого предельные показатели частоты изменяются, снижается качество работы резонатора. В процессе эксплуатации такого оборудования могут наблюдаться явления по отслаиванию частиц монокристаллических элементов.

Для повышения качества производственных процессов по выпуску кварцевых резонаторов предлагается внедрить на производственных площадках усовершенствованные системы качества по оценке исходного сырья. Лабораторные испытания указывают на то, что для обеспечения качества производственных процессов рекомендуется использовать сырье с добротностью 1,8+3,8.

Основные грани и контуры изделий должны быть идеально обработанными, для проверки качества обработки кристаллов следует использовать современные комплектации оптического оборудования. Это позволяет выпускать пластины без эффекта «волнистости» и с минимальными значениями шероховатости поверхностей. Проверка качества выпуска кварцевых резонаторов должна включать в себя выявление коэффициента плотности дефектов различного типа. Метод химической полировки пластин допускает, что на них могут оставаться следы оксидных и иных продуктов реакции. Поэтому следует использовать метод для проверки физико-химической чистоты пластин.

На базе производственных площадок предлагается внедрить систему для проверки реального качества

кварцевых резонаторов. Так, на стадии испытаний требуется исключить приборы с высоким коэффициентом возбуждения. Чтобы очистить поверхности кварцевого резонатора от сторонних частиц, предлагается использовать метод электротермотренировки током. Для оценки качества выпускаемой продукции требуется создать подходящие условия, которые бы позволили определить температурно-частотные характеристики выпускаемых изделий. Главная задача инженеров заключается в том, чтобы снизить до минимальных значений изменение частоты при растущих показателях температуры. Правильная ориентация кристаллических элементов при помощи рентгеновского метода позволяет гарантировать то,

что заготовки будут ориентированы с минимальными показателями погрешности. А это гарантирует то, что рабочая частота резонатора будет меняться в пределах минимальных значений при изменении температурного режима.

Таким образом, совершенствование системы по оценке качества исходного сырья, модернизация производственных процессов и лабораторных исследований в отношении выпускаемой продукции позволяет гарантировать повышение качества и стабильности работы кварцевых резонаторов, которые широко используются при производстве радиоэлектронных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубичев, Н. А. Измерительные информационные системы: учеб. пособие / Н. А. Рубичев. — М.: Дрофа, 2010. — 334 с.
2. Рехвиашвили, С. Ш. Адсорбция и поверхностная энергия в экспериментах с кварцевым микробалансом / С. Ш. Рехвиашвили, Е. В. Кишტიкова // Журнал технической физики. — 2012. — Т. 78, Вып. 4. — С. 137–139.
3. Кузмичев, Д. А. Автоматизация экспериментальных исследований / Д. А. Кузмичев, И. А., Радкевич, А. Д. Смирнов. — М.: Наука, 2013. — 392 с.
4. Номоконова, Н. Н. Электронные устройства: от идеи до практического результата / Н. Н. Номоконова, Г. В. Голиков, Д. Ю. Михайлов, Ю. В. Колесова, А. В. Овсяникова // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. — 2015. — № 1 (28). — С. 62–65.

© Иванов Сергей Николаевич (Ivanoff1991@mail.ru). Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

